



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SUOR ORSOLA
BENINCASA

DIPARTIMENTO DI
SCIENZE FORMATIVE, PSICOLOGICHE E DELLA
COMUNICAZIONE

CORSO DI LAUREA
IN
SCIENZE DELLA FORMAZIONE

TESI DI LAUREA
IN
DIDATTICA DELLA FISICA

TRASFORMAZIONI E QUALITÀ
DELL'ENERGIA

Attività didattiche nella scuola primaria

Relatore
Prof.
Emilio Balzano

Candidata:
Cristina De Magistris
Matricola:
208003237

INDICE

| | |
|--|----|
| Introduzione..... | 4 |
| Capitolo 1 – <i>L’educazione scientifica</i> | 7 |
| 1.1 - <i>La didattica: una parola così semplice e un pensiero così complesso</i> | 7 |
| 1.1.1- <i>L’insegnamento come pratica situata</i> | 8 |
| 1.1.2- <i>Il tatto relazionale</i> | 9 |
| 1.2- <i>Fare scienze nella scuola primaria</i> | 11 |
| 1.2.1- <i>L’Embodied Cognition</i> | 12 |
| 1.2.2- <i>La didattica laboratoriale per un apprendimento significativo</i> | 15 |
| 1.2.3- <i>Il ruolo della storia e delle narrazioni nell’insegnamento delle discipline scientifiche</i> | 18 |
| 1.2.4- <i>L’importanza della cooperazione</i> | 20 |
| 1.3- <i>Piaget: l’esperienza fisica e l’esperienza logico-matematica</i> | 22 |
| 1.4- <i>Verso una didattica della fisica innovativa</i> ... | 25 |
| 1.4.1 - <i>Il modello Ricerca- Azione</i> | 25 |
| 1.4.2- <i>Design experiments</i> | 27 |
| Capitolo 2 - <i>Cos’è l’energia?</i> | 31 |
| 2.1- <i>Il lavoro</i> | 32 |
| 2.2- <i>Definizione energia</i> | 34 |
| 2.3 - <i>Energia cinetica</i> | 34 |
| 2.3.1- <i>Teorema dell’energia cinetica</i> | 35 |
| 2.4- <i>Energia potenziale</i> | 36 |
| 2.4.1- <i>Energia potenziale gravitazionale</i> | 36 |
| 2.4.2- <i>Energia potenziale elastica</i> | 37 |
| 2.5- <i>Conservazione dell’energia meccanica</i> | 37 |
| 2.6- <i>Energia termica</i> | 39 |
| 2.7- <i>Principio di conservazione dell’energia</i> | 43 |
| 2.8- <i>Energia elettrica</i> | 44 |
| 2.9- <i>Energia solare</i> | 45 |
| Capitolo 3 – <i>Progettazione del percorso didattico</i> | 47 |
| 3.1- <i>Premessa</i> | 47 |

| | |
|---|------------|
| 3.2- <i>Durante la progettazione</i> | 48 |
| 3.3- <i>Il contesto</i> | 49 |
| 3.4- <i>Preconoscenze</i> | 51 |
| 3.5- <i>Dalle Indicazioni Nazionali</i> | 52 |
| 3.6- <i>Attività</i> | 54 |
| 3.7- <i>Metodologie</i> | 61 |
| 3.8- <i>Materiali</i> | 65 |
| Capitolo 4- La sperimentazione | 66 |
| 4.1- <i>Prima lezione: “frasenergia”</i> | 66 |
| 4.2- <i>Secondo incontro: la fionda, il calore, la temperatura di equilibrio</i> | 71 |
| 4.3- <i>Terza lezione: Cubetto di acciaio, shakeriamo, pendolo di Newton</i> | 90 |
| 4.4- <i>Quarta lezione: trasformazione dell’energia</i> | 100 |
| 4.5- <i>Il metodo sperimentale</i> | 107 |
| Capitolo 5- La valutazione e gli strumenti di verifica | 110 |
| 5.1- <i>La valutazione scolastica</i> | 110 |
| 5.2- <i>Valutazione del percorso didattico</i> | 113 |
| 5.2.1- <i>Test di verifica</i> | 117 |
| 5.2.2- <i>Autovalutazione</i> | 125 |
| Conclusioni | 128 |
| Allegato 1 | 132 |
| Bibliografia | 136 |

Introduzione

Da piccola uno dei miei giochi preferiti era “la maestra”. Simulavo di interpretare questo ruolo: mettevo quaderni in giro sul tavolo, creavo un registro personale, facevo delle interrogazioni. Crescendo ho accantonato sempre di più questo gioco, ma mai questo mio grande desiderio, che mi ha portato a non avere alcun dubbio sulla scelta del percorso di laurea da intraprendere finiti i cinque anni del liceo: Scienze della Formazione Primaria. Questo corso di studi punta alla realizzazione di un solido profilo culturale, in diversi ambiti disciplinari, integrato con le nozioni provenienti dalla ricerca educativa e didattica. Mi ha offerto la possibilità di osservare il contesto educativo, l'organizzazione della “grande macchina” scuola, l'organizzazione delle attività di routine e delle attività svolte in sezione e in classe. Ho avuto l'opportunità di progettare e attuare interventi didattici, coerenti con le esigenze del contesto.

Tutto ciò quest'anno mi ha portato ad avere il mio primo incarico come insegnante nell'istituto G. Marconi di Pozzuoli.

L'intervento didattico, descritto in questo elaborato, è stato realizzato nella classe quarta primaria di siffatta scuola, dove insegno storia e geografia.

Con i bambini si è intrapreso un viaggio all'interno del concetto di energia con la volontà di promuovere e favorire l'apprendimento attraverso una didattica laboratoriale con attività che permettessero un'osservazione diretta e sperimentale sui fenomeni trattati.

Ho deciso di intraprendere questo percorso perché reputo l'educazione scientifica fondamentale all'interno della formazione scolastica, per il suo valore educativo, pratico e argomentativo. Inoltre, altrettanto importante è il ruolo della ricerca-azione nel mondo della scuola per adottare metodologie e strategie sempre più efficaci, mirando ad un processo diretto al cambiamento di comportamenti e ad un processo che tenta di rispondere al bisogno di aderenza alla realtà didattica coinvolgendo tutti gli attori in campo, sia nella fase di azione che nella fase di ricerca. Per di più mi sono predisposta l'obiettivo di far sì che i bambini si allontanassero da quei pregiudizi che ancora ruotano attorno

alla cultura scientifica, e che non abbiano più atteggiamenti di sfiducia e rinuncia in riferimento a queste materie.

Attraverso un processo naturale, che potrei definire quasi inevitabile, questo lavoro di tesi si è adattato alla situazione che si è creata, e mi riferisco all'epidemia di covid-19, e che ha visto coinvolti diversi fattori.

Sicuramente un ruolo rilevante lo ha assunto la possibilità datami di insegnare. Mi ha portato ad una rilettura del modo di funzionare della scuola, mi ha dato il privilegio di osservare i comportamenti dei bimbi in contesti di apprendimento differenti: come le attività di routine, le attività svolte tramite la didattica a distanza, le attività laboratoriali.

Nello stesso modo un contributo molto importante è stato dato dal modo in cui io, i miei insegnanti, le mie colleghe e docenti in formazione abbiamo lavorato creando una comunità. Ciò ha permesso una riformulazione del lavoro che ha consentito di accordare le attività di tesi con attività che coinvolgono le scuole. Siffatto percorso è avvenuto grazie alla condivisione su *Google Classroom* di video, materiali e riflessioni, che io e altre ragazze coinvolte in lavori di tesi sulla didattica della fisica, ci siamo scambiati, e condiviso con il gruppo di ricerca. Queste informazioni, riflessioni e idee, condivise in itinere hanno permesso di arricchire i nostri lavori e di sperimentare un modello di cooperazione indispensabile per una didattica di qualità a scuola.

Ci sono stati poi incontri su *Google Meet* con insegnanti in formazione in servizio, con i quali abbiamo condiviso le nostre idee, e che ci hanno consentito di imparare molto, grazie alla loro esperienza pluriennale sul campo. Il ruolo di *mediazione* svolto negli incontri dal gruppo di ricerca ha permesso di creare un ponte tra formazione iniziale e formazione in servizio degli insegnanti che in entrambi i casi possono essere potenziate con attività di ricerca-azione.

Mi ha agevolato molto anche far parte della comunità del Sito Les che mi ha consentito di consultare esperienze e sperimentazioni, schede di lavoro e riflessioni, articoli e report di studenti, educatori, ricercatori e insegnanti, in riferimento all'insegnamento e all'apprendimento delle scienze: intrecciando scienza, matematica, pedagogia e tecnologia. Inoltre la possibilità, che offre

questo sito, di avere uno scambio di idee, di interagire creando delle discussioni mi ha concesso di trarre diversi vantaggi per arricchire il mio lavoro sia nelle fasi di progettazione-sperimentazione che di valutazione.

L'elaborato si compone di cinque capitoli.

Nel primo capitolo ho fatto riferimento al concetto molto ampio di educazione scientifica, richiamando i traguardi e gli obiettivi descritti all'interno delle Indicazioni Nazionali. Ho analizzato poi i riferimenti pedagogici e didattici dati da alcuni importanti pedagogisti, sociologi e psicologi. In questa parte dell'elaborato inoltre ho trattato anche di alcune vicende, difficoltà e momenti vissuti durante la mia esperienza "in campo".

Nel secondo capitolo ho presentato i concetti scientifici alla base del percorso intrapreso con i bambini: il lavoro, le diverse forme di energia, il principio di conservazione dell'energia, i principi della termodinamica.

Il terzo capitolo l'ho dedicato alla descrizione della progettazione del percorso didattico, facendo riferimento al contesto, alle modalità di rilevazione delle preconoscenze, agli obiettivi, alle attività, alle metodologie e ai materiali scelti.

Nel quarto capitolo, invece, ho descritto il percorso fatto in classe e nell'esaminare il lavoro ho riportato conversazioni, documentazioni scritte ed immagini estrapolate dagli interventi didattici attuati.

Nel quinto ed ultimo capitolo ho affrontato il tema della valutazione, proponendo prima una parte teorica sulla valutazione scolastica e in un secondo momento analizzando la valutazione del percorso didattico realizzato.

Capitolo 1 – L'educazione scientifica

1.1 -La didattica: una parola così semplice e un pensiero così complesso

La parola maestro risale al latino “*magister*” che deriva da “*magis*” che vuol dire “di più”, “il capo”, “il principale”. Il termine, nel vocabolario Treccani è definito come «chi conosce pienamente una qualche disciplina così da possederla e poterla insegnare agli altri»¹. I ruoli, le abilità, le competenze, i nominativi da attribuire a questa figura sono cambiati nel corso del tempo: all'epoca dei romani esisteva il “maestro dell' abc”, il “maestro della retorica”, poi si è arrivati al “maestro dei monasteri”, ancora al “maestro ambulante”, per proseguire con i “maestri in divisa”, fino ad arrivare al maestro di “oggi”². Ad ogni modo, ho sempre ritenuto che il mestiere del maestro sia la professione più bella e allo stesso tempo più difficile del mondo, perché si va ad educare e a formare il futuro e noi tutti speriamo in un futuro migliore. Di conseguenza i bimbi che formiamo dovranno essere migliori di noi.

A conferma di ciò l'insegnamento oggi non è visto soltanto come tecnica o come azione, quanto piuttosto come azione in grado di promuovere il cambiamento in direzione positiva.

«Il più grande segno di successo per un insegnante è poter dire i bambini stanno lavorando come se io non esistessi»³.

Questa frase è stata il mio cicerone, la mia guida, dal momento in cui ho deciso di iniziare il corso di laurea in Scienze della Formazione Primaria, che rappresenta l'unico titolo abilitante per intraprendere la professione di insegnante nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria.

Non so perché, per quale motivo, ma i docenti che più ricordo del mio intero percorso di studi sono quelli della scuola primaria: le mie maestre. Ho ricordi molto nitidi di quegli anni e proprio per questo motivo ho capito quanto sia fondamentale la figura del docente in questa fascia di età. Cerco di essere per i miei alunni l'insegnante che mi ha lasciato di più e che rammento di più, in

¹ <https://www.treccani.it/vocabolario/maestro1/>

² Santoni Rugiu, *Maestre e maestri. La difficile storia degli insegnanti elementari*, Roma, Carocci Editore, 2006

³ Cit. Maria Montessori

modo che in un futuro i bambini ricorderanno con entusiasmo e con calore la nostra collaborazione.

1.1.1- L'insegnamento come pratica situata

Etimologicamente insegnare deriva da “*insignare*” che significa imprimere, incidere dei segni (nella mente). Ma è importante sottolineare quanto ogni azione di insegnamento sia dipendente dalle circostanze materiali e relazionali in cui ha luogo.

Durante le giornate passate a scuola mi è capitato più volte di fermarmi e di ascoltare, di non portare avanti quello che magari avevo progettato a causa di alcune variabili intervenienti nella lezione. Credo fortemente che quei momenti hanno fatto apprendere molte più conoscenze rispetto a quelle che sarebbero state percepite se avessi continuato la mia lezione normalmente. L'insegnamento proprio perché avviene in uno spazio ben definito si configura come pratica situata. Non avviene in un vuoto psico-affettivo ma è mediato dal corpo, dagli oggetti, dalle regole e dalle persone che compongono il contesto⁴. D'altronde questo pensiero non è nuovo. Le basi di questo concetto sono state gettate da Vygotskij⁵ con la sua teoria dell'affettività.

La rigidità, la velocità con cui si muove il tempo scolastico spesso vanno a discapito del riconoscimento del soggetto che apprende e dimenticano che il tempo dell'insegnante non è il tempo dell'alunno e che il tempo dell'alunno a sua volta non è il tempo del suo compagno. A tal proposito è doverosa una parentesi sull'elogio della lentezza di Rousseau⁶: la pedagogia della lumaca. Rousseau affermava che bisogna perdere tempo per guadagnarne. «Per arrivare alla meta non bisogna correre, magari improvvisando, ma impegnarsi senza fretta ed in modo oculato⁷». Spesso gli insegnanti si aspettano risposte immediate dai bambini e se quest'ultime non arrivano “pongono risposte corrette e spiegazioni chiare, e gli studenti non imparano niente⁸”. A riprova di

⁴ La Neve, *Manuale di Didattica. Il sapere sull'insegnamento*, Brescia, La Scuola Editore, 2017.

⁵ Lev Semënovič Vygotskij è stato uno psicologo e pedagogista sovietico, padre della scuola storico-culturale.

⁶ Jean-Jacques Rousseau è stato un filosofo, scrittore, pedagogista e musicista svizzero.

⁷ Zavalloni, *La pedagogia della lumaca*, Verona, EMI editore, 2012.

⁸ Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*, Bologna, Zanichelli, 1992

ciò ricordo quello che mi disse Tayla: “Maestra io conosco la risposta però dammi il tempo di pensarci perché io ci metto un po’ di più”.

1.1.2- Il tatto relazionale

«Vittoria mi sta fissando da quando sono entrata in classe, appena provo a chiederle se ci sia qualcosa che non va abbassa lo sguardo. Torno alla cattedra facendo finta di non osservarla e noto che i suoi occhi sono di nuovo su di me. Sono molto incuriosita da questo atteggiamento, tutti gli altri bambini mi hanno salutato con affetto anche se non mi avevano mai visto, e per conoscermi meglio mi hanno fatto tante domande. Tutti tranne Vittoria che continua a fissarmi cercando di nascondere la sua espressione al di sotto della mascherina. [...]. Sono passati già diversi giorni che sono in classe e ormai Vittoria si comporta tranquillamente, interagisce e collabora con me e non mi guarda più in continuazione. Tutto questo dopo quel giorno. Era il momento della ricreazione Vittoria si alza e viene a sedersi su di una sedia vicino alla cattedra. Inizia a parlare: “Maestra lo sai perché ti guardavo così tanto il primo giorno che ti ho visto? Perché volevo capire se mi posso fidare di te e se posso raccontarti tutti i miei segreti perché io a scuola oltre per imparare vengo per sfogarmi con le maestre”».

Quanto appena scritto può essere definita una pagina del mio diario di bordo, forse quella più importante e che mi ha dato ancora di più la conferma di quanto sia importante, in questo mestiere, possedere quello che viene definito un tatto relazionale, che comprende la capacità di saper ascoltare, la disponibilità a capire le ragioni degli alunni e l'attenzione ai loro interessi. Penso che se il mio obiettivo è insegnare qualcosa a quella bambina, così come al resto della classe, devo innanzitutto capire il suo stato d'animo, così da cogliere il momento giusto.

Non a caso l'ascolto empatico è una delle caratteristiche più importanti che deve possedere l'insegnante di oggi. D'altronde quello dell'empatia è uno degli argomenti più trattati a livello didattico. Goleman⁹ considera l'intelligenza emotiva come una miscela equilibrata di motivazione, empatia, logica e autocontrollo e ritiene che stimolare nel discente abilità emozionali, quali la

⁹ Daniel Goleman è uno psicologo, scrittore e giornalista statunitense.

consapevolezza, il controllo delle emozioni, la gestione dell'ansia sia fondamentale per l'acquisizione di tutte le altre abilità¹⁰.

Ciò che è stato detto mi ha fatto intuire quanto sia notevole creare un rapporto autentico e di fiducia tra gli alunni e tra i docenti, e quanto sia fondamentale costruire un contesto di regole condivise dove l'insegnante sia autorevole, ma non autoritario, abbia un atteggiamento deciso ma non intimidatorio. Ogni bambino cerca di creare un rapporto particolare, rilevante, con l'insegnante e tende a richiedere l'approvazione e il contatto fisico.

Durante il mio cammino ho notato quanto sia opportuno il motivare al fine di apprendere. Ritengo importante che il docente dedichi attenzione ad ogni alunno facendogli sentire il suo interesse e la sua convinzione che possano farcela. Se l'insegnante dimostra di credere nei bambini, i bambini saranno i primi a credere in loro stessi. È necessario che tutti avvertano di essere importanti per il proprio docente, il quale stabilisce una relazione significativa con ognuno, sperimentando un senso di appartenenza.

A tal proposito è fondamentale il contributo di John Bowlby¹¹. Bowlby formula la teoria dell'attaccamento in cui il ruolo centrale è attribuito all'osservazione dei comportamenti come base per conoscere le modalità relazionali. Secondo questo autore il bimbo codifica le sue esperienze relazionali in modelli operativi interni, cioè basi per l'assimilazione e l'elaborazione delle successive esperienze con gli altri. In base a questi modelli il bambino regola i propri comportamenti attivando strategie immagazzinate in precedenza e che quindi lo facilitano nel dare risposte più adeguate¹².

Il primo legame di attaccamento è il legame materno, ma importanti sono i legami anche con coetanei e insegnanti che permettono al bambino di acquisire capacità relazionali. Per questo l'insegnante, soprattutto della scuola primaria, oltre ad avere il suo ruolo professionale è anche una persona che si prende cura del bambino in molte occasioni. E dunque una risorsa di enorme valore è la capacità di essere una figura significativa. Per Bowlby quanto più l'insegnante

¹⁰ Goleman, *L'intelligenza emotiva*, Rizzoli Editore, Milano, 2011

¹¹ John Bowlby è stato uno psicologo, medico e psicoanalista britannico.

¹² Venuti, *L'osservazione del comportamento*, Roma, Carocci Editore, 2001.

permette al bambino di vivere esperienze emotive positive, più gli permette di sviluppare abilità sociali e apprendimenti didattici.

Nell'ottica della significatività ho potuto evidenziare la necessità di rendere chiaro al discente il senso del suo apprendere una determinata conoscenza. Una domanda posta più volte dai bambini, che ho ascoltato durante il mio percorso di tirocinio, è stata: “Maestra ma a cosa ci serve?”.

Per questo, in ogni mio intervento didattico, cerco di stimolare e di evidenziare il valore di una determinata conoscenza. In tal senso, come evidenziano i *Quaderni di Ricerca in Didattica*¹³ è fondamentale che l'alunno sviluppi un atteggiamento positivo nei confronti del sapere e che percepisca dentro di sé il desiderio di ampliare la sua conoscenza. Solo favorendo la nascita di processi di ragionamento, la comprensione e la generalizzazione dei contenuti appresi si garantirà una conoscenza significativa e duratura, auspicata dagli insegnanti. Bisogna, però, tenere sempre in considerazione che il pieno coinvolgimento dello studente racchiude sia la motivazione allo studio, che il senso di autoefficacia.

Un discente può avere sviluppato un forte senso di autoefficacia anche grazie alle competenze acquisite sul web, in altri contesti non formali e può utilizzare questa caratteristica per sostenere il proprio approccio allo studio. È importante tenere presente che questo senso di autoefficacia è forzatamente subordinato dal contesto in cui si è sviluppato, in quanto influenza ed a sua volta influenzato dalle esperienze vissute in un determinato ambiente e questo non garantisce necessariamente la trasferibilità dalle attività generali ai contesti educativi¹⁴.

1.2- Fare scienze nella scuola primaria

Da piccola ho sempre amato le discipline scientifiche, mi hanno sempre affascinato e mai annoiato. Motivo per cui ho deciso di intraprendere questo percorso di tesi. Ma non solo. Gli anni di tirocinio mi hanno permesso di imparare tanto ma anche di vedere le grandi difficoltà che molti bambini

¹³ Dipartimento di matematica dell'università di Palermo, *Quaderni di Ricerca in Didattica (Science)*, n.4, 2012.

¹⁴ Laurillard, *Insegnamento come scienza della progettazione*, Milano, Franco Angeli Editore, 2015.

avevano nell'approcciare a queste materie. Mi è capitato molte volte di captare atteggiamenti di sfiducia e rinuncia: "Maestra non lo so fare, è inutile!". "Maestra non ci provo nemmeno, tanto non ci riesco!". Osservando ciò mi sono sempre posta tanti interrogativi. Uno fra tutti: "Cosa potrei fare io per questo bambino? In che misura potrei aiutarlo?"

1.2.1- L'Embodied Cognition

Ogni qualvolta inizio una sperimentazione con i miei bambini ascolto questi quesiti: "Maestra posso toccare?", "Mi fai vedere?". Codeste domande a prova di quanto sia importante per i bimbi l'esperienza pratica, la verifica di ciò che viene insegnato. Il concetto che mi prefiggo di trasmettere arriva molto più chiaramente attraverso l'esperimento, attraverso l'investimento del corpo nell'attività. D'altronde il mio obiettivo inizialmente non è quello di trasmettere e di mirare all'apprendimento di un concetto fisico in sé per sé. Ma è quello di arrivare a stimolare i fanciulli, far emergere le loro idee e farli ragionare in maniera critica.

In quest'ottica è opportuno inserire un asterisco sull'*Embodied Cognition*, ovvero l'approccio alla cognizione umana che, attribuendo imprescindibile importanza al corpo, promuove una concettualizzazione della conoscenza come "azione incarnata". In altre parole, l'*Embodied Cognition*, impone di considerare le facoltà conoscitive ed elaborative dell'uomo come fondamentale e intrinsecamente incarnate in meccanismi corporei¹⁵.

Nel campo delle scienze cognitive questo approccio si oppone all'approccio cognitivista per il quale la mente è un dispositivo che manipola simboli e che si occupa di regole e processi formali. Come gli scienziati professionisti usano metafore tratte dalle esperienze quotidiane ed agenti che operano esperienze corporee, i bimbi utilizzano gesti, quando ad esempio risolvono un problema¹⁶. È facilmente osservabile che spesso i bambini per risolvere associazioni utilizzano le loro mani. La preferenza manuale è uno di quei fenomeni che ha una portata rilevante perché quello che si osserva al livello delle mani

¹⁵ Palmiero, Borsellino, *Embodied Cognition. Comprendere la mente incarnata*, Fano, Aras Edizioni, 2014.

¹⁶ Bartolini, Bussi, *Matematica. I numeri e lo spazio*, Bergamo, Junior Editore, 2008.

rappresenta la realizzazione di ciò che succede a livello encefalico, così come sostenuto dagli studi di Broca¹⁷ e Liepman¹⁸.

Le Indicazioni Ministeriali del 2007 e del 2012, in particolare per il primo ciclo di istruzione, evidenziano l'importanza della consapevolezza del proprio corpo come strumento di conoscenza di sé e del mondo. E si aggiunge che «la comprensione del mondo esterno non si trova nella natura ma dentro noi stessi [...] e le spiegazioni non sono altro che rappresentazioni della nostra immaginazione a partire dalle attrazioni derivanti dalla nostra esperienza corporea»²⁰.

Il MIUR²¹ sostiene che, in ambito scientifico, è fondamentale dotare gli allievi delle abilità di rilevare fenomeni; porre domande; costruire ipotesi; osservare, sperimentare e raccogliere dati. Ciò è indispensabile per la costruzione del pensiero logico e critico e per la capacità di leggere la realtà in modo razionale, senza pregiudizi, dogmatismi e false credenze. Per il conseguimento di questi obiettivi è indispensabile una didattica delle scienze basata sulla sperimentazione, sull'indagine, sulla riflessione, sulla contestualizzazione nell'esperienza, sull'utilizzo costante della discussione e dell'argomentazione²².

In tal senso D'amore²³ sostiene che la cosa più importante è suscitare interesse, offrire una motivazione per quello che si andrà a sperimentare in modo che l'allievo riesca a capire che da questa attività è attesa la costruzione della conoscenza. Lo studioso crede che una situazione di apprendimento che ammetta una sperimentazione vada concepita in modo che i bambini riescano a risolverla andando a formulare ipotesi nuove²⁴.

Le *Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari* sottolineano quanto segue:

«La matematica fornisce strumenti per indagare e spiegare molti fenomeni del mondo che ci circonda, favorendo un approccio razionale ai problemi che la realtà pone e

¹⁷ Paul Pierre Broca è stato un antropologo, neurologo e chirurgo francese.

¹⁸ Hugo Karl Liepmann è stato un neurologo e psichiatra tedesco.

¹⁹ Militerni R., Militerni G, *Psicologia dello sviluppo*, Napoli, Idelson-Gnocchi, 2013

²⁰ Cfr. Indicazioni Nazionali 2012

²¹ Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

²² Cfr. <https://www.miur.gov.it>

²³ Bruno D'Amore è un matematico, filosofo e pedagogista italiano

²⁴ D'Amore, *Didattica della matematica*, Bologna, Pitagora Editrice, 2001

fornendo, quindi, un contributo importante alla costruzione di una cittadinanza consapevole. [...] La matematica, tuttavia, permette anche di sviluppare competenze trasversali importanti attraverso attività che valorizzano i processi tipici della disciplina: in particolare, la matematica [...] contribuisce a sviluppare la capacità di comunicare e discutere, di argomentare in modo corretto, di comprendere i punti di vista e le argomentazioni degli altri²⁵».

Nel 2012 sono state pubblicate le Indicazioni Nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo d'istruzione che aggiungono:

«In matematica, come nelle altre discipline scientifiche, è elemento fondamentale il laboratorio, inteso sia come luogo fisico sia come momento in cui l'alunno è attivo, formula le proprie ipotesi e ne controlla le conseguenze, progetta e sperimenta, discute e argomenta le proprie scelte, impara a raccogliere dati, negozia e costruisce significati, porta a conclusioni temporanee e a nuove aperture la costruzione delle conoscenze personali e collettive²⁶».

Alla luce della descrizione che viene data nelle Indicazioni 2012 il laboratorio è proficuo per imparare a fare scelte consapevoli, a valutarne le conseguenze e quindi ad assumersene la responsabilità, aspetti centrali per l'educazione a una cittadinanza attiva e responsabile.

In questo documento si evince la volontà di formare lo studente attraverso attività di sperimentazione, di scoperta, di indagine che promuovano lo sviluppo di un pensiero critico e scientifico. Infatti si legge:

«Le esperienze concrete possono essere realizzate sia in aula che in spazi adatti come laboratorio ma anche in spazi naturali. L'importante è disporre i tempi e modalità che permettano, in modo non superficiale, la produzione di idee originali da parte dei ragazzi anche a costo di fare delle scelte sui livelli di approfondimento e limitarsi alla trattazione di temi rilevanti. La valorizzazione del pensiero spontaneo dei ragazzi consentirà di costruire nel tempo le prime formalizzazioni in modo convincente per ciascun alunno²⁷».

Ciò che è importante, per capire le discipline scientifiche è un agire con la mente tenendo presente l'importanza del referente empirico, per questo è importante vedere il fenomeno e capire i risultati di un esperimento²⁸.

²⁵ Cfr. Indicazioni Nazionali e Nuovi Scenari

²⁶ Cfr. Indicazioni Nazionali 2012

²⁷ Ibid

²⁸ Ivi p. 11

Quindi è opportuno, fin dal primo anno della scuola elementare, sviluppare i concetti scientifici in attività didattiche significative, in cui l'alunno possa essere attivamente coinvolto ad affrontare e risolvere problemi.

A tal riguardo un ruolo fondamentale è assunto dalla didattica laboratoriale, che permette di “toccare con mano” e quindi di rispondere alla domanda, già riportata precedentemente, che mi fanno spesso i bambini: “ Maestra posso toccare?”

1.2.2-La didattica laboratoriale per un apprendimento significativo

In passato il termine “*laborare*” era legato ad attività di tipo artigianale, successivamente si è passato a definire un modo di lavoro connesso a dei procedimenti scientifici. Attualmente il vocabolo viene anche utilizzato per indicare sia un luogo in cui si svolgono alcune operazioni sia l'attività che si svolge.

Per laboratorio nella scuola si intende il luogo attrezzato e deputato strutturalmente ad attività di elaborazione delle conoscenze, questa metodologia favorisce la valorizzazione del legame mano-mente. Il saper fare²⁹.

Dunque la didattica laboratoriale è una metodologia che riesce a costruire il sapere ed il fare dell'allievo.

«Se lo sforzo è quello di uscire dalla logica del tutto uguale per tutti per realizzare la logica per cui si da ciascuno le opportunità che gli servono, allora non si può fare a meno di confrontarsi con la didattica laboratoriale³⁰».

È possibile individuare tre principi che il modello laboratoriale assume e che sono di particolare interesse:

- Gli scopi dell'educazione vanno fondati sui bisogni intrinseci del soggetto che apprende;
- La cooperazione contribuisce efficacemente a liberare e organizzare le capacità di chi apprende e a trasformarle in competenze;

²⁹ Ivi p. 8

³⁰ Sandrone Boscarino, *la didattica laboratoriale nella scuola della Riforma* , INDIRE

- La valenza educativa delle attività nelle connessioni e nella flessibilità di percorsi riconosciuti dall'alunno come significativi per sé e spendibili nel compito di intervenire sulla realtà³¹.

Proseguo elencando le caratteristiche fondamentali del laboratorio:

1. Fisicità. Il laboratorio è strutturato in uno spazio-tempo caratterizzato da oggetti, materiali ... ;
2. Personalizzazione e collaborazione. Il laboratorio è sviluppato in maniera individuale e collaborativa in vista di prodotti ed esito diversificati;
3. Trasformazione. Il laboratorio modifica i pensieri e le idee;
4. Originalità. Il laboratorio intende allenare alla creatività in senso cognitivo, linguistico e pratico;
5. Cognitività. Il laboratorio è orientato allo sviluppo di metodo di ricerca e di indagine³².

La teoria della didattica laboratoriale deve molto ai contributi di John Dewey³³. Quest'ultimo sosteneva che il modo in cui gli studenti organizzano una situazione problematica è ciò che li rende capaci di sviluppare nuova conoscenza. Ecco perché dà molta importanza all'apprendimento esperienziale. Secondo Dewey le attività manuali sono il perno attorno al quale organizzare le attività disciplinari qualsiasi essi siano e sono anche il perno di quella che è la scuola laboratorio che successivamente venne chiamata scuola attiva³⁴.

In queste scuole si parte dalle attività pratiche per poi passare a quelle teoriche e quindi si può dire che si parte dal concreto per arrivare all' astratto.

In questo quadro Franceschini³⁵ afferma che la didattica attiva vuole promuovere l'alunno in tutte le sue potenzialità attraverso un coinvolgimento concreto nelle attività didattiche³⁶. Nel laboratorio si instaura una dialettica fra

³¹ Belladelli, Ferrari, *Rapporto tra gruppo classe e laboratorio: il ruolo dei laboratori*, 2010

³² Rivoltella, Rossi, *L'agire didattico. Manuale per l'insegnante*, Brescia, La Scuola Editrice, 2017.

³³ John Dewey è stato un filosofo e pedagogista statunitense.

³⁴ Varisco, *Costruttivismo socioculturale*, Roma, Carocci editore, 2002.

³⁵ Giuliano Franceschini è uno psicologo e pedagogista italiano.

³⁶ Franceschini, *Insegnanti consapevoli. Saperi e competenze per i docenti della scuola dell'infanzia e di scuola primaria*, Bologna, CLUEB, 2012.

azione e pensiero in quanto l'attività si basa su prassi-teoria-prassi che fa sì che la generalizzazione teorica si ottiene partendo dai fatti³⁷.

Dalle Indicazioni Nazionali emerge:

«L'esperienza è l'abbrivio di ogni conoscenza. Non è possibile giungere ad una conoscenza formale che rifletta astrattamente sui caratteri logici di se stessa, senza passare da una conoscenza che scaturisca da una continua negoziazione operativa con l'esperienza³⁸».

Con la didattica laboratoriale il docente è colui che deve creare occasioni di apprendimento ma al tempo stesso, come sosteneva Bruner³⁹, deve essere membro della comunità e facilitatore della interazione fra i diversi attori, in quanto è soggetto esperto e deve essere in grado di fornire consulenza in funzione della costruzione della conoscenza.

Ancora, deve svolgere la funzione di guida e di supervisione per i suoi alunni e, dal momento che l'attività non dipende prevalentemente dal ruolo del docente e gli elementi per svolgerla non si estinguono con lui, gli studenti acquisiscono iniziativa, partecipazione attiva e capacità di affrontare situazioni reali⁴⁰.

Quando inizio a spiegare un argomento, soprattutto scientifico, mi rendo conto che i bambini tentano di collocare l'assunto ad argomenti già studiati precedentemente o comunque ad associarlo ad eventi reali, quotidiani, per cercare di arrivare ad una semplificazione. Questo perché prima di entrare a scuola i bambini sviluppano delle proprie idee in merito al mondo fisico, biologico e sociale. Grazie all'esperienza il compito dell'educatore è quello di partire dalle prime intuizioni del bambino per costruire una comprensione straordinaria e duratura⁴¹.

Di contributo rilevante è il pensiero di Dewey, il quale sottolinea che uno dei più grandi errori che può commettere l'insegnante è il pensare che in quel momento i bambini stanno ponendo l'attenzione soltanto sull'argomento che stanno studiando. In realtà quello che avviene è un processo molto più carsico. Si stanno formando abiti mentali. Dewey, nel suo libro *Esperienza e*

³⁷ Frabboni, *Il laboratorio*, Bari, La Terza, 2003.

³⁸ Cfr. Indicazioni Nazionali 2012

³⁹ Jerome Seymour Bruner è stato uno psicologo statunitense.

⁴⁰ Laneve, *Insegnare nel laboratorio*, Brescia, La Scuola Editore, 2014.

⁴¹ *A framework for K-12 Science Education*, disponibile a <http://nap.edu/13165>.

Educazione, spiega che gli abiti mentali sono il prodotto più importante e più duraturo della formazione, in quanto le conoscenze e le abilità possono essere dimenticate, ma gli abiti mentali influenzano il nostro modo di pensare e quindi di vivere⁴².

Il DM⁴³ 742/ 2017 rende obbligatoria per la scuola primaria il modello nazionale di certificazione delle competenze, che fa riferimento alle competenze chiave europee del 2006 e al profilo dello studente nelle Indicazioni Nazionali. Al termine del primo ciclo di istruzione si legge che « lo studente utilizza le sue conoscenze matematiche e scientifico-tecnologiche per trovare e giustificare soluzioni a problemi reali⁴⁴».

1.2.3- Il ruolo della storia e delle narrazioni nell'insegnamento delle discipline scientifiche

D'Amore afferma che per insegnare il maestro deve conoscere la disciplina ma anche l'epistemologia della disciplina che permette al docente di trasformare il sapere in un sapere da insegnare. Questa trasformazione di sapere deve avvenire grazie ad un'azione di selezione, di scelta dei contenuti da parte del docente, ma anche attraverso l'integrazione del sapere con la vita quotidiana, sapere del passato con quelli del presente⁴⁵.

Al riguardo le Indicazioni Nazionali fanno riferimento ad azioni di vita quotidiana legate al mondo che i bambini vivono e sulle quali si possono compiere delle investigazioni, formulare ipotesi e scoprire le cause.

Credo fortemente che molti studenti si allontanino da alcuni saperi perché li vedano impersonali ed atemporali. Ho notato, nella mia esperienza, che introdurre un argomento scientifico specificando chi è lo “scopritore” e quando sono state fatte tali scoperte permette ai bimbi di strutturare il sapere più facilmente e di trasferirlo in contesti diversi da quelli in cui è stato acquisito.

Ad insegnarmi l'importanza di questo passaggio sono stati i bambini stessi con le loro domande. “Maestra chi ha scoperto questa cosa?”, “Maestra quanto

⁴²Pezzano, *Le radici dell'educazione. La teoria dell'esperienza in John Dewey*, Milano, Franco Angeli Editore, 2017

⁴³ Decreto Ministeriale

⁴⁴ Cfr. Linee guida per la certificazione delle competenze del 2017

⁴⁵ Ivi p. 13

tempo fa è successo?”. Mi è sembrato che la risposta a questi interrogativi permettesse di rendere i concetti trattati più naturali, più attuali, più concreti e che gli studenti si sentissero più partecipativi e propositivi nel raggiungimento dell'obiettivo.

Dario Antiseri⁴⁶ sottolinea che è una convenzione comune che le materie scientifiche vengano insegnate senza far acquisire le conoscenze di base relativamente alla storia che le riguarda, a differenza delle altre discipline umanistiche.

A riprova di quanto detto le Indicazioni Nazionali Ministeriali non prevedono per le discipline scientifiche l'insegnamento della storia di tali materie, andando così a promuovere un approccio antistorico che rende, soprattutto per i bambini più piccoli, tutto più astratto, più lontano dal resto delle conoscenze.

Carlo Bernardini⁴⁷ evidenzia come tutto ciò porta una disciplina, come ad esempio la fisica, ad essere appresa come scollegata dagli altri aspetti della cultura dell'uomo trascurando il fatto che lo sviluppo di ogni scienza, in ogni periodo storico, è il risultato di innumerevoli collegamenti con le altre discipline.

Per sottolineare maggiormente il rapporto che c'è tra le discipline inserisco il contributo di Devlin⁴⁸. Quest'ultimo pensava che la capacità matematica non è altro che quella linguistica usata in modo leggermente diverso, ovvero «le stesse caratteristiche del nostro cervello che ci consentono di usare il linguaggio ci mettono in condizione di poter fare della matematica»⁴⁹.

“Maestra posso farti una domanda?”

Ecco forse questa è una delle domande che più mi spaventa. Ho paura di non riuscire a dare la risposta giusta ai quesiti sempre arguti e pertinenti dei bambini.

“Ma l'abaco che stiamo utilizzando chi lo ha inventato?”. A quel punto si è aperto un dibattito accesissimo, siamo andati in rete e abbiamo cercato la storia dell'abaco. Abbiamo scoperto che l'abaco più antico era l'abaco a polvere; i romani utilizzavano anche l' abaco a bottoni... “Maestra quindi già tanti tanti

⁴⁶ Dario Antiseri è un filosofo, storico della filosofia e accademico italiano.

⁴⁷ Carlo Bernardini è stato un fisico e divulgatore scientifico italiano.

⁴⁸ Keith J. Devlin è un matematico e scrittore inglese.

⁴⁹ Cit. Devlin

anni fa le maestre per far capire meglio ai bambini le operazioni facevano usare questi strumenti?”.

Il racconto di cui sopra per rendere chiaro il mio messaggio: la realtà deve essere spiegata da cose semplici e così diventa più facile da comprendere.

Quindi, per la comprensione delle scienze ritengo fondamentale far riferimento alla storia di quella scienza e per i bambini piccoli altrettanto importante è l'introduzione dell'argomento attraverso una narrazione, che fa diventare significativo il tutto. Va a creare un mondo con uno spazio e un tempo ben definito, dunque più ospitale per i bambini. E come afferma il professore Federico Corni⁵⁰ «i modelli scientifici sono estensioni delle storie e questo modo di sviluppare il pensiero scientifico può portare a una didattica che unisce le discipline scientifiche e quelle umanistiche senza arrivare ad un appiattimento della scienza sulle sue regole interne».

1.2.4- L'importanza della cooperazione

Durante le lezioni di scienze mi piace far sentire i bambini come dei piccoli scienziati.

Io: “Allora bimbi oggi proviamo ad essere degli scienziati?”

Lino: “Maestra ma non siamo troppo piccoli per essere degli scienziati?”

Chiara: “Ma quando mai Lino, non hai mai visto video di alcuni bambini che spiegavano proprio come gli scienziati?”

Io: “Che cosa significa tesoro spiegare proprio come gli scienziati?”

Chiara: “Maestra rispondono a delle domande in base a quello che hanno capito dai loro esperimenti”.

Per far pensare i bambini come degli scienziati non soltanto è importante utilizzare il laboratorio e quindi una didattica attiva ma è anche molto importante che si sentano una squadra e che lavorino in gruppo. Discutendo e comunicando tra di loro, condividendo i risultati con l'insegnante e con il resto della classe imparano anche ad argomentare. E così facendo il docente che ascolta può cogliere l'interpretazione che i bambini hanno sulle esperienze, ma anche le convinzioni che già possiedono su quel fatto.

⁵⁰ Federico Corni è un fisico italiano.

Nelle Indicazioni Nazionali, tra i criteri di fondo che permettono alla scuola di promuovere apprendimenti significativi e garantire il successo formativo per tutti e per ciascuno, viene specificato che è fondamentale: incoraggiare l'apprendimento collaborativo. Perché imparare non è solo un processo individuale. La dimensione comunitaria dell'apprendimento svolge un ruolo significativo.

Molte sono le forme di interazione e collaborazione che possono essere introdotte all'interno della classe. Durante i miei interventi didattici, cerco di andare a promuovere una discussione scientifica di gruppo che permetta il passaggio dalla conoscenza comune alla conoscenza scientifica.

«La conoscenza non esiste indipendentemente da chi impara ed è costruita⁵¹».

Per Vygotskij la conoscenza del bambino è in rapporto diretto col contesto socio culturale di appartenenza. Sostiene, a differenza di Piaget⁵² che ritiene che l'apprendimento avvenga individualmente, che le funzioni mentali dell'uomo hanno un'origine spiccatamente sociale per poi interiorizzarsi. Questo vuol dire che le conoscenze nei bambini si presentano inizialmente sul piano sociale, come risultato di un'attività svolta fra più persone e successivamente sul piano individuale. Per Vygotskij il fanciullo comunica già prima di utilizzare il linguaggio: ovvero c'è prima un linguaggio intersichico, poi la strutturazione di un linguaggio intrapsichico che permette al bambino di attribuire un senso ed un significato.

Lo studioso fa riferimento alla teoria del riflesso⁵³ di Engels⁵⁴ e Lenin⁵⁵ per evidenziare che le strutture psicologiche di un individuo sono il prodotto di un processo riflesso nella mente del sistema di relazioni sociali e culturali nel quale vive⁵⁶.

⁵¹ Cit. Carletti, Varani

⁵² Jean Piaget è stato uno psicologo, biologo, pedagogista e filosofo svizzero.

⁵³ Per la teoria del riflesso le sensazioni si configurano come immagini, copie, riflessi ideali di una realtà esterna che è materiale

⁵⁴ Friedrich Engels è stato un filosofo, sociologo, economista, giornalista e imprenditore tedesco.

⁵⁵ Lenin è stato un rivoluzionario, politico e politologo russo.

⁵⁶ Goussot, *La pedagogia speciale come scienza delle mediazioni e delle differenze*, Fano, Aras Edizioni, 2015

Per Vygotskij l'apprendimento umano presuppone una specifica natura sociale e un processo mediante il quale i bambini accedono alla vita intellettuale di coloro che li circondano.

Da qui il concetto di ZSP⁵⁷ da lui teorizzato.

La Zona di Sviluppo Prossimale rappresenta il livello di apprendimento raggiungibile con il sostegno e l'accompagnamento di chi è più esperto. Concetto che serve a spiegare come l'apprendimento dei bambini avvenga con l'aiuto di altri. Lo studioso crede che ciò che l'alunno riesce a fare in cooperazione oggi, potrà farlo da solo domani.

«Le funzioni prima si formano nel collettivo, nella forma di relazioni tra bambini e così diventano funzioni mentali per l'individuo⁵⁸» .

Comoglio⁵⁹ afferma che «le relazioni interpersonali sono un fattore essenziale dello sviluppo cognitivo, relazionale e sociale dei ragazzi perché permettono di imparare». In riferimento alla zona di sviluppo prossimale dichiara che «nel gruppo si impara dai compagni con competenze più avanzate, si esce dall'egocentrismo, si acquisiscono anche i punti di vista, si è più simpatetici ed empatici».

1.3- Piaget: l'esperienza fisica e l'esperienza logico-matematica

Piaget è considerato il pioniere delle teorie costruttiviste e ha fornito un contributo fondamentale per comprendere i processi di apprendimento e socializzazione dei bambini, oltre ad aver dato un apporto centrale alla definizione dello sviluppo cognitivo. Per lui lo sviluppo è un progressivo equilibrarsi. Un passaggio continuo da uno stato di minor equilibrio a uno stato di maggiore equilibrio, nella direzione di un adattamento più adeguato possibile alla realtà.

A differenza della crescita organica che prevede un'evoluzione progressiva seguita poi da una evoluzione regressiva che porta alla vecchiaia, le funzioni

⁵⁷ Zona di Sviluppo Prossimale

⁵⁸ Cit. Vygotskij

⁵⁹ Mario Comoglio, Docente presso la Facoltà di Scienze dell'Educazione dell'Università Pontificia Salesiana, insegna Didattica e Psicologia dell'Istruzione.

superiori tendono verso un equilibrio stabile per far sì che la crescita non segni l'inizio della decadenza⁶⁰.

Per Piaget la conoscenza è fondata proprio sul concetto di sviluppo che implica una relazione tra la persona che conosce l'oggetto e l'oggetto da conoscere. Inoltre è sempre soggettiva in quanto dipende dal come l'esperienza è stata organizzata dalle strutture del pensiero che il bambino possiede in quel preciso momento. Piaget crede che l'intelligenza non sia presente dalla nascita, ma si auto-costruisce dall'interno attraverso la ricerca di un equilibrio⁶¹.

Equilibrio tra cosa? Tra assimilazione e accomodamento.

Per assimilazione si intende il processo con il quale la persona utilizza e incorpora gli stimoli esterni attraverso strutture mentali già esistenti. L'accomodamento è, invece, il processo messo in atto quando le risposte precedentemente apprese non risultano idonee alla situazione attuale⁶². Questi due processi si alternano sempre per cercare un equilibrio che ha come obiettivo l'adattamento.

Piaget continua rilevando che lo sviluppo del bambino si realizza attraverso determinati stadi, poiché l'intelligenza va incontro a dei cambiamenti a seconda dell'età del bambino. Questo percorso porta il bambino a distaccarsi dagli oggetti e dalla loro manipolazione e ad arrivare a forme di pensiero simbolico ed astratto, quindi ad un pensiero logico e formale. L'evoluzione avviene anche grazie alle stimolazioni ambientali e sociali alle quali il bambino è esposto ma, per l'autore, è un percorso biologicamente definito, e per questo l'ordine degli stadi rimane inalterato. Gli stadi da lui definiti sono lo stadio senso-motorio, lo stadio preoperatorio, lo stadio operatorio concreto e lo stadio operatorio formale. In questa sede non sarà possibile andare a descrivere nel dettaglio cosa avviene in tutte le fasi, ma è importante sapere che, per Piaget, il bambino dagli zero ai quattordici anni segue questo percorso mentre il suo pensiero evolve.

Il fanciullo passa dalla comprensione del mondo in base a ciò che può fare con gli oggetti e con i suoi sensi ad una capacità di astrazione riuscendo a pensare

⁶⁰ Piaget, *lo sviluppo mentale del bambini*, Torino, Einaudi editore, 2000

⁶¹ Ligorio, Cacciamani, *Psicologia dell'educazione*, Roma, Carocci Editore, 2013

⁶² Ivi p. 13

in termini ipotetici- deduttivi, che fanno sì che il concetto sia rivolto ad idee più che ad oggetti fisici. Questi stadi portano il bambino alla forma più evoluta di equilibrio cognitivo che è quella che usa i sistemi logico-matematici. Per arrivare a questo equilibrio è rilevante l'esperienza fisica, e l'esperienza logico-matematica.

L'esperienza fisica permette di acquisire conoscenza delle proprietà di alcuni oggetti che il bambino utilizza. L'esperienza logico-matematica invece produce sapere delle azioni e dei risultati. Ecco perché l'educatore deve introdurre una conoscenza partendo da concetti generali e concreti e solo successivamente arrivare a quelli astratti. L'intervento educativo deve essere calibrato alla fase di sviluppo del bambino.

I contributi rilasciati da Piaget mi hanno permesso di scoprire molto sullo sviluppo cognitivo dei bambini, sulle metodologie più utili per far acquisire una conoscenza significativa, però, ho potuto anche constatare quanto queste tappe da lui descritte siano diverse da persona a persona e quanto l'ambiente e le opportunità di crescita che il bambino vive siano imprescindibili per tutto ciò. Oltre all'età, sono determinanti le esperienze che il bimbo fa in un specifico ambito.

A questo proposito, in successione, espongo un piccolo aneddoto che ho vissuto durante una lezione di storia con bimbi di sette anni.

Dopo aver affrontato diverse lezioni sull'orologio, sulla lettura delle ore e dei minuti sul quadrante, propongo ai bambini un'attività. Io: “Allora bimbi guardate il disegno dell'orologio che abbiamo realizzato sul quaderno. Io vi dirò un orario e voi mi direte dove vanno posizionate le lancette”.

Questo lavoro mi ha concesso di rilevare le profonde differenze tra i bambini e caratteristiche importanti, in particolar modo sulla capacità di astrazione dei bimbi.

Emma ha affermato: “Maestra io posso anche non guardare l'orologio, me lo immagino davanti agli occhi. Mi sono allenata tanto a casa e se chiudo gli occhi riesco ad immaginarmi tutto l'orologio”.

Ines ha risposto “No maestra io guardo l’orologio perché altrimenti come faccio a risponderti?”.

1.4- Verso una didattica della fisica innovativa ...

Grazie all'interazione con il gruppo di ricerca guidato dal professore Emilio Balzano e alla collaborazione con gli insegnanti in formazione ho avuto modo di capire nella pratica cosa è il modello di ricerca-azione.

1.4.1 - Il modello Ricerca- Azione

Lungimiranti sono le idee di Dewey che sosteneva:

«Le pratiche dell'educazione forniscono i dati, gli argomenti, che costituiscono i problemi dell'indagine, esse sono l'unica fonte di problemi fondamentali che devono essere studiati. Queste pratiche dell'educazione sono anche la prova definitiva del valore da attribuire al risultato di tutte le ricerche⁶³».

E aggiungeva che «di fronte alla situazione indeterminata, all'enigma, la persona può ritrarsi sentendosi inadeguata, volgersi a qualcosa di più facile e rassicurante, indulgere alla fantasticheria, [...] oppure può guardare in faccia la realtà. Solo in questo caso comincia a riflettere⁶⁴».

Il modello della Ricerca-Azione trae le sue origini da Kurt Lewin⁶⁵ col fine di tentare di comprendere le problematiche in un contesto attraverso una condivisione di saperi. Successivamente per la comprensione di problematiche è stato fondamentale non soltanto la condivisione di codesti saperi ma l'azione, come momento che permette di costruire informazioni sul problema stesso. L'obiettivo di questa ricerca non è produrre conoscenza da utilizzare nella vita quotidiana ma è quello di trasformare la realtà attraverso la modificazione di alcuni comportamenti dei protagonisti.

È un modello di ricerca empirica che è orientato prevalentemente alle decisioni prevedendo il coinvolgimento di tutti gli attori nel tentativo di risolvere situazioni problematiche.

⁶³ Dewey, Le fonti di una scienza dell'educazione, Firenze, La Nuova Italia, 1951.

⁶⁴ Ibid

⁶⁵ Kurt Zadek Lewin è stato uno psicologo tedesco.

Per Pourtois⁶⁶ questa tecnica permette il collegamento con i problemi sociali, il coinvolgimento e l'emancipazione degli attori e la presa di coscienza del cambiamento.

In tempi abbastanza recenti, a partire dagli anni '80, questo modello ha trovato applicazione anche nel mondo della scuola. Le fasi principali di questa tecnica, proiettata in campo educativo sono:

1. L'individuazione del problema al fine di facilitarne la comprensione;
2. La diagnosi che prevede una serie di ipotesi;
3. La verifica e revisione della diagnosi attraverso la documentazione di tutti gli attori implicati⁶⁷.

Queste fasi si ripetono in tutta la carriera del professionista facendo sì che la sua pratica didattica migliori continuamente.

Ma in che modo l'insegnante applica praticamente questo modello?

Un buon insegnante deve essere sempre critico, porsi tante domande sul proprio operato e analizzare continuamente i propri interventi. Quindi, per dirlo in termini di Elliot, deve individuare la situazione-problema, comprenderla attraverso le indagini e riflettere su questi dati.

Nell'azione, la consapevolezza che l'insegnante acquisisce da questa ricerca promuove un cambiamento positivo nell'attività educativa-didattica.

Siffatto modello consiste in un processo diretto al cambiamento di comportamenti che tenta di rispondere al bisogno di aderenza alla realtà didattica attraverso una "ricerca partecipante", che coinvolge gli attori in campo, sia nella fase di azione sia in tutte le fasi di ricerca.

Dal punto di vista metodologico il criterio principale è la coerenza, ossia il senso che gli esiti dell'indagine assumono rispetto agli scopi che si è prefissati.

Attraverso il modello appena descritto si può integrare una delle tecniche per la progettazione degli esperimenti più conosciute dagli anni novanta: *design of experiments*.

⁶⁶ Pourtois è un psicopedagogo belga

⁶⁷ Elliot, Giordan, Scurati, *La ricerca-azione. Metodiche, strumenti*, Torino, Bollati Boringhieri, 1993.

1.4.2- Design experiments⁶⁸

La tecnica del Design Experiments non guarda la sperimentazione come una fase di verifica in riferimento agli obiettivi fissati durante la progettazione, ma guarda la sperimentazione come una fonte di opportunità di miglioramento.

Nell'articolo "*Design experiments in Educational research*" realizzato dall'American Educational Research Association si vanno a delineare le caratteristiche e gli scopi di questa metodologia.

In quest'ottica gli esperimenti di progettazione sono condotti per sviluppare teorie che riguardano l'apprendimento in un determinato campo specifico. Quindi si tenta di superare il solo sperimentare empiricamente, perché le teorie riflettono il punto di vista secondo cui le spiegazioni e le interpretazioni ad esse inerenti sono essenziali per un apprendimento a lungo termine.

Questa tecnica permette una maggiore comprensione di un'ecologia dell'apprendimento.

Si introduce il termine ecologia perché il sapere non è concepito come una somma di componenti diverse, ma è visto come un tutto organizzato in parti connesse tra loro. In questi termini potremmo anche parlare di approccio olistico. Viene usata la metafora di un'ecologia per enfatizzare il concetto che quello che viene progettato non è soltanto una raccolta di attività ma sono dei sistemi interagenti che influenzano l'apprendimento. D'altronde il sistema educativo è un sistema complesso in quanto intervengono diversi fattori tra loro correlati e, nello studiare un sistema complesso, non è possibile isolare un'unica parte del settore. Ma è necessario tener conto che tutte queste parti interagiscano tra di loro.

Design experiments ha un orientamento pragmatico oltre che teorico. Il termine pragmatico deriva dell'aggettivo "*pragmatikòs*" che significa "operativo", "atto all'azione". Ed è per questo che nel vocabolario Treccani viene definito come «ciò che riguarda prevalentemente l'attività pratica, l'azione, caratterizzato dal prevalere degli interessi pratici su quelli teorici⁶⁹».

⁶⁸ Le argomentazioni del paragrafo seguente sono riprese dall'articolo *Design experiments in Educational research*" realizzato dall'American Educational Research Association.

⁶⁹ <https://www.treccani.it/vocabolario/pragmatico/>.

Questa tecnica può essere ricondotta a vari contesti e vari ambiti. Si possono avere degli esperimenti individuali, che quindi richiedono la presenza degli insegnanti e dello studente, oppure esperimenti in classe in cui c'è la collaborazione tra un gruppo di ricerca e un insegnante. Ancora, esperimenti in cui un gruppo di ricerca aiuta a organizzare e studiare la formazione dei futuri insegnanti. Oppure studi sullo sviluppo degli insegnanti in servizio, esperimenti di ristrutturazioni di scuole, dei distretti scolastici per supportare il cambiamento organizzativo.

Questi diversi tipi di esperimenti di progettazione sono accomunati da alcune caratteristiche trasversali.

In primo luogo c'è lo scopo. Tutto quello che viene fatto ha il fine di sostenere l'apprendimento, che sia di un singolo studente, di una classe, di insegnanti o di una scuola.

Un'altra caratteristica comune è l'intento di indagare la possibilità di miglioramento educativo attraverso la realizzazione di nuove forme di apprendimento. Per questo gli studi di progettazione vengono definiti generalmente "banchi di prova" per l'innovazione .

Un'altra proprietà che accomuna questi progetti è quella che viene definita una faccia prospettica e una riflessiva. Quella prospettica favorisce l'emergere di altri percorsi dell'apprendimento, ponendo attenzione alle contingenze che sorgono mentre il design si sviluppa. Per quanto riguarda la faccia riflettente gli esperimenti sono congetture; il progetto iniziale è esso stesso una congettura sui mezzi per supportare una particolare forma di apprendimento che deve essere testata.

I *design experiments* prevedono un procedimento iterativo. Procedimento per cui si arriva al risultato attraverso la ripetizione di una serie di operazioni. Perché? Perché man mano che le congetture vengono generate, e forse confutate, si sviluppano nuove congetture che vengono sottoposte a diversi test. Progettare in modo iterativo prevede una continua revisione che porta ad un quadro esplicativo che specifica le aspettative in modo che esse diventano fulcro dell'indagine per indagini successive.

Durante la preparazione di un esperimento di progettazione il team di ricerca deve specificare tutte le ipotesi e i punti di partenza intellettuali e sociali che vengono adoperati per arrivare alle forme previste di apprendimento.

È opportuno analizzare le capacità degli studenti in quel determinato momento e le risorse su cui si potrebbe essere in grado di costruire. Non è un pensiero nuovo, infatti, che la mente del bambino, prima di arrivare a scuola, è ricca di informazioni, dati che appartengono al senso comune, e reputo doveroso fare leva sulle idee, sulle potenzialità, degli alunni, capire come valorizzarle, per poi costruire percorsi più articolati.

Durante il lavoro il team potrebbe anche sviluppare nuovi metodi per valutare gli aspetti del ragionamento degli studenti che devono essere documentati dagli scopi dell'esperimento. Questo tipo di articolazione del lavoro è denominata "*pilot work*".

Una volta che si sono ipotizzati i punti di partenza, si passa alla formulazione di un progetto che incorpori congetture verificabili sui cambiamenti significativi nel ragionamento degli studenti.

Qual è il fine ultimo di questo lavoro?

Il fine ultimo è quello di migliorare il progetto iniziale testando e rivedendo continuamente le congetture sulla base di un'analisi continua sia del ragionamento degli studenti che dell'ambiente di apprendimento.

Nello spiegare quanto sopra si è più volte utilizzato la parola team, quindi si è fatto riferimento ad un gruppo di persone che collabora per raggiungere lo stesso obiettivo. La composizione del team varia in base alla portata e allo scopo dell'esperimento, ma indipendentemente da ciò è essenziale un forte coinvolgimento dei leader del gruppo di ricerca per far sì che il team approfondisca la comprensione del fenomeno in esame durante l'esperimento stesso attraverso registrazioni audio, registri per documentare le congetture in evoluzione col fine di supportare l'analisi retrospettiva dell'esperimento. Inoltre i membri hanno la responsabilità di comunicare ciò che è stato appreso in modo che siano aperti al controllo pubblico. A tal proposito, per quanto concerne il mondo della scuola reputo molto importante il lavorare cooperando

con altri insegnanti. Questo metodo può avvalersi anche di gruppi di ricerca con fine di ampliare sempre più il bagaglio professionale.

Come più volte dichiarato in questo elaborato, un risultato educativo-didattico è fortemente caratterizzato dal modo in cui gli eventi precedenti aprono, abilitano e vincolano gli eventi che seguono. Questo processo richiede che ci sia una spiegazione “storica”, retrospettiva, che permetta un resoconto sul come e sul perché una serie di eventi ha portato a una determinata situazione.

Per riuscire in questa impresa è un vantaggio coltivare ed innescare i diversi punti di vista dei membri del gruppo di ricerca. Un'analisi retrospettiva permette di fare tutto ciò perché va a collocare l'esperimento di progettazione in un contesto teorico più ampio. Ovviamente queste analisi possono essere contrastate. Ad esempio possono essere confutate dalle analisi condotte svolte durante l'esperimento. Ma restano comunque fondamentali perché rendono possibile l'anticipazione di risultati per quelli che poi saranno progetti futuri.

Capitolo 2 - Cos'è l'energia?

Il termine energia è molto adoperato nel nostro colloquio quotidiano, spesso lo utilizziamo con un'accezione generica che manca di precisione. In realtà il concetto di energia è uno dei concetti più astratti della fisica, che però diventa concreto quando prendiamo in considerazione le forme in cui quest'energia si presenta: energia elettrica, energia termica, energia meccanica.

Richard Feynman⁷⁰, premio Nobel per la fisica nel 1965 per l'elaborazione dell'elettrodinamica quantistica, afferma ciò che segue:

«È importante rendersi conto che in fisica oggi non abbiamo alcuna conoscenza di ciò che l'energia è. L'energia, infatti, è una cosa astratta perché non ci dice il meccanismo o la ragione delle varie formule⁷¹».

Il termine deriva dal greco antico “ἐνέργεια” (energeia) “azione, lavoro in atto, capacità di agire“. Da ἐν- (en-) “dentro, in” e da ἔργον (ergon) “lavoro, azione”.

«L'energia è la capacità che un corpo o un sistema di corpi ha di compiere lavoro, sia come energia in atto, cioè che opera nel processo in cui si produce un lavoro e che è commisurata al lavoro fatto, sia come energia potenziale, suscettibile di tradursi in atto attraverso opportune, varie trasformazioni»⁷².

Il concetto di energia nel corso del tempo ha subito diverse trasformazioni. Nell'epica greca significava “azione divina”.

Per Aristotele⁷³ ogni essere in natura possiede una “energeia” che lo mette in relazione con il proprio fine. Questa concezione è perdurata per molto tempo, infatti, la nozione di energia è rimasta legata al finalismo aristotelico⁷⁴ fino a quando la fisica galileiana, a partire dal 1564, la mette da parte privilegiando la relazione reciproca tra i corpi nello spazio.

⁷⁰ Richard Phillips Feynman è stato un fisico e divulgatore scientifico statunitense.

⁷¹ Cit. Richard Feynman

⁷² www.treccani.it/enciclopedia/energia/

⁷³ Aristotele è stato un filosofo, scienziato e logico greco antico.

⁷⁴ Il finalismo aristotelico consiste nella concezione secondo cui tutte le cose, in virtù di un'energia interna, tendono a realizzare naturalmente la propria essenza o ragion d'essere.

Nel 1600 sarà Leibniz⁷⁵ a risolvere la dicotomia tra potenzialità ed energia proponendo una visione unitaria di scienza della potenzialità in azione che lega cause ad effetti.

Thomas Young⁷⁶ nel 1807 affermò : « La parola energia può essere associata, con grande appropriatezza, al prodotto della massa o peso di un corpo per il quadrato del numero che esprime la sua velocità».

Da questo momento in poi arriviamo al concetto di energia nel suo significato attuale. Nel 1800, periodo della rivoluzione industriale, Nasser attesta l'esigenza di costruire macchine in grado di eseguire e di seguire certi compiti (lavoro). I lavori di Joule, a partire dal 1818, lo esortano a prendere in considerazione che il lavoro meccanico può produrre calore e che attraverso questo lavoro l'energia si trasforma in calore, che è anch'essa una forma di energia.

Kelvin nel 1849 constatò che nella conversione di calore in lavoro qualcosa si dovesse conservare (conservazione dell'energia). E da queste scoperte nel ventennio successivo vennero formulate le leggi fondamentali della termodinamica.

Ma torniamo ai giorni d'oggi. Il concetto di energia si manifesta nella nostra vita tutti i giorni nelle forme più diverse:

- Il Sole ci riscalda con la sua energia;
- Le lampadine si accendono grazie all'energia elettrica;
- Le automobili si muovono grazie all'energia fornita dal carburante;
- Il cibo ci fornisce l'energia per affrontare la giornata;
- I telecomandi funzionano a pile.

2.1- Il lavoro⁷⁷

Tra tutte queste forme, tutte queste definizioni c'è un denominatore comune che è il lavoro.

⁷⁵ Gottfried Wilhelm von Leibniz è stato un filosofo, matematico, scienziato, logico, teologo, linguista, glottoteta, diplomatico, giurista, storico, magistrato tedesco.

⁷⁶ Thomas Young è stato uno scienziato britannico.

⁷⁷ Le argomentazioni dei paragrafi del seguente capitolo sono riprese dal libro di testo: Amaldi, *L'Amaldi per i licei scientifici. blu*, volume 1, Bologna, Zanichelli editore, 2015.

Se consideriamo una forza costante \vec{F} che agisce su un punto materiale, e lo spostamento $\vec{\Delta s}$, definiamo il lavoro della forza, W , il prodotto tra la forza e lo spostamento:

$$W = F \cdot \Delta s$$

Questa formula fa riferimento al caso in cui sia il vettore spostamento che il vettore forza abbiano la stessa direzione e lo stesso verso. Nel caso in cui il vettore forza e il vettore spostamento siano antiparalleli, come ad esempio quando frena un'automobile, il lavoro è dato dalla formula:

$$W = -F\Delta s$$

In questo caso il lavoro viene definito lavoro resistente.

Un altro caso potrebbe essere quello di avere il vettore forza e il vettore spostamento perpendicolari. In questo caso la forza non influenza in alcun modo lo spostamento e quindi il lavoro sarà nullo.

$$W = 0$$

Propongo qui di seguito una tabella riassuntiva con le varie formule del lavoro⁷⁸:

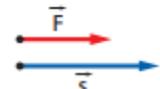
| CASI SEMPLICI DI LAVORO | | | | |
|-------------------------|---|-----------|--------|----------------|
| Angolo | | Formula | Valore | Tipo di lavoro |
| 0° |  | $W = Fs$ | + | Motore |
| 90° |  | $W = 0$ | 0 | Nulla |
| 180° |  | $W = -Fs$ | - | Resistente |

Figura 1 Tabella riassuntiva delle varie formule del lavoro

⁷⁸ La tabella è stata ripresa dai documenti presenti nel sito Zanichelli editore. Collegamento: online.scuola.zanichelli.it/.

L'unità di misura del lavoro, nel SI⁷⁹, è il joule. Il joule è definito come il lavoro compiuto da una forza di 1 newton quando il suo punto di applicazione si sposta di 1 m.

$$1 \text{ joule} = 1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m} = 1\text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

2.2- Definizione energia

Detto ciò, l'energia può essere definita come la grandezza fisica che misura la capacità di un corpo o di un sistema fisico di compiere un lavoro, indipendentemente dal fatto che il lavoro venga compiuto o meno. È una grandezza scalare, e l'unità di misura è il joule, la stessa unità di misura del lavoro.

Esistono varie forme di energia, classificate in base alla causa che le ha generate e alle condizioni in cui il corpo si trova.

Di seguito elenco le principali, o meglio quelle che ho deciso di affrontare per la progettazione didattica da me proposta:

- Energia cinetica;
- Energia potenziale;
- Energia meccanica (data dalla somma di energia cinetica ed energia potenziale);
- Energia termica;
- Energia elettrica;
- Energia solare.

2.3 -Energia cinetica

L'energia cinetica, che indichiamo per convenzione con la lettera K , è una forma di energia legata allo stato di moto dei corpi. È definita come semiprodotto tra la massa del corpo per il quadrato della sua velocità:

$$K = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$

⁷⁹ Sistema Internazionale di unità di misura

Con m indichiamo la massa del corpo e con v il modulo della velocità. Da questa formula si può dichiarare che l'energia cinetica è direttamente proporzionale alla massa del corpo e al quadrato del modulo della sua velocità. Come affermato precedentemente, l'energia cinetica è l'energia legata al movimento dei corpi e quindi qualunque corpo in moto con una certa velocità possiede energia cinetica. Sappiamo, però, che la velocità è una grandezza relativa perché dipende dal sistema di riferimento in cui ci troviamo ad osservare i corpi in movimento. E siccome l'energia cinetica dipende dalla velocità, se cambia sistema di riferimento cambia anche l'energia cinetica dei corpi in movimento, in quanto cambia la loro velocità.

2.3.1-Teorema dell'energia cinetica

L'energia cinetica è uguale al lavoro che una forza deve compiere per portare un corpo di massa m , inizialmente fermo, a una velocità v . In questo caso definiremo l'energia cinetica uguale al lavoro.

$$K = W$$

Per definizione

$$W = Fs$$

Per il secondo principio della dinamica la forza agente sul corpo è direttamente proporzionale all'accelerazione e alla massa. Di contro:

$$a = \frac{F}{m}$$

Nel moto uniformemente accelerato, con partenza da fermo

$$t = \frac{v}{a}$$

Sostituendo questa equazione nella formula precedente, otteniamo

$$t = \frac{v}{a} = v \frac{1}{a} = v \frac{m}{F} = \frac{mv}{F}$$

La distanza percorsa dal corpo fino all'istante t , nel moto uniformemente accelerato è data dall'espressione

$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \left(\frac{mv}{F} \right)^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \frac{m^2 v^2}{F^2} = \frac{1}{2} \frac{mv^2}{F}$$

Quindi il lavoro

$$W = Fs = \cancel{F} \frac{1}{\cancel{F}} \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2}mv^2$$

è uguale all'energia cinetica K .

Da questa formula possiamo arrivare ad enunciare il teorema dell'energia cinetica che riporta quanto segue: «se un corpo possiede un'energia cinetica iniziale K_i , e una forza agisce su di esso effettuando un lavoro W , l'energia cinetica finale K_f del corpo è uguale alla somma di K_i e di W »

$$K_f = K_i + W$$

Se questo corpo parte da fermo l'energia cinetica sarà proprio uguale al lavoro, come detto precedentemente. Se la velocità non è nulla, quindi l'energia cinetica non è nulla, il teorema dell'energia cinetica attesta che il lavoro svolto è uguale alla variazione della sua energia cinetica.

$$W = \Delta K$$

2.4-Energia potenziale

L'energia potenziale di un corpo è l'energia di cui sono dotati i corpi soggetti soltanto all'azione di forze conservative. Una forza si dice conservativa se il lavoro che essa fa nello spostamento da un punto A fino a un punto B dipende soltanto dagli estremi A e B e non dal percorso seguito durante lo spostamento. L'energia potenziale U viene determinata in modo che la sua variazione coincida con il lavoro cambiato di segno. Quindi

$$\Delta U = -WL$$

Questa energia può essere definita anche come un'energia immagazzinata, e come energia che ha la capacità di trasformarsi in un'altra forma di energia non appena si ha la possibilità.

Un classico esempio per descrivere l'energia potenziale è rappresentato dalla fionda. Quando rilassiamo la molla essa libera la propria energia potenziale (elastica) trasferendola alla pallina che acquista energia cinetica e quindi velocità. Ma questo sarà spiegato meglio successivamente.

2.4.1-Energia potenziale gravitazionale

L'energia potenziale gravitazionale è l'energia posseduta da un corpo per il semplice fatto di trovarsi ad una certa altezza rispetto ad una quota di

riferimento, ad esempio quella del suolo. Un corpo, per trovarsi ad una certa altezza, deve essere stato sollevato dal suolo e chi ha sollevato questo corpo ha impiegato energia che si è trasferita al sistema corpo come energia potenziale gravitazionale. Per questo l'energia potenziale gravitazionale è il lavoro che compie la forza peso per portare un corpo da un'altezza 0 ad un'altezza h . Questo tipo di energia è detta energia potenziale gravitazionale perché nasce dall'attrazione gravitazionale della Terra.

L'energia potenziale gravitazionale misura

$$U = mgh$$

Con m indichiamo la massa del corpo, con g l'accelerazione di gravità e h l'altezza cui è situato il corpo rispetto a un livello che viene considerato pari a 0.

2.4.2-Energia potenziale elastica

L'energia potenziale elastica è una particolare forma di energia potenziale relativa alla forza elastica, in quanto una molla compressa o allungata è in grado di compiere un lavoro quando viene lasciata andare.

Quindi, in egual modo dell'energia potenziale gravitazionale, si può affermare che una molla deformata possiede un'energia potenziale elastica soltanto per il fatto di essere deformata, poiché per comprimere la molla si è esercitata una forza su di essa che le ha permesso di immagazzinare energia.

L'energia potenziale elastica di una molla deformata è uguale al lavoro compiuto dalla forza elastica quando la molla si riporta nella sua posizione di riposo ed è direttamente proporzionale alla costante elastica k e al quadrato dell'elongazione x della molla.

Questa energia viene definita dall'espressione

$$U = \frac{1}{2}kx^2$$

Infatti se la molla si trova nella sua posizione di riposo, l'elongazione x sarà nulla e di conseguenza anche l'energia potenziale elastica sarà nulla.

2.5-Conservazione dell'energia meccanica

Che esista una sola quantità chiamata energia è dovuto al fatto straordinario che l'energia totale del sistema viene conservata.

«C'è un fatto, o se volete, una legge che disciplina tutti i fenomeni naturali che sono noti fino ad oggi. Non c'è eccezione conosciuta a questa legge - è esatta per quanto ne sappiamo. La legge è chiamata conservazione dell'energia. Essa afferma che vi è una certa quantità, che noi chiamiamo "energia", che non cambia nei cambiamenti molteplici che subisce in natura»⁸⁰.”

Consideriamo di lanciare un sasso, raggiunta la massima altezza dove l'energia cinetica è nulla e quella gravitazionale potenziale è massima, il sasso inizierà a scendere guadagnando energia cinetica e perdendo energia potenziale. Quindi l'energia totale di questo sistema può essere definita come una somma di energia cinetica ed energia potenziale. La somma di queste due energie si chiama energia meccanica E .

$$E = K + U$$

In assenza di attriti, l'energia meccanica di un sistema soggetto a forze conservative rimane sempre uguale: quando un'energia diminuisce, l'altra aumenta, in modo che la loro somma non cambia nel tempo.

In accordo con il teorema dell'energia cinetica

$$W = \Delta k$$

Dalla definizione di energia potenziale

$$W = -\Delta U$$

Eguagliando i due valori

$$\Delta k = \Delta U$$

Cioè

$$K_f - K_i = -U_f + U_i \rightarrow K_i + U_i = K_f + U_f$$

Da questa equazione si evince che la somma dell'energia cinetica e dell'energia potenziale allo stato iniziale è uguale alla somma delle medesime energie allo stato finale. Alla luce di ciò, possiamo affermare che l'energia finale è uguale all'energia iniziale e quindi il principio di conservazione dell'energia meccanica attesta che in un sistema isolato in cui agiscono solo forze conservative l'energia meccanica si conserva.

⁸⁰ Richard P. Feynman, *Sei pezzi facili*, Milano, Adelphi editore, 2000.

Il termine conservare significa che l'energia meccanica resta costante. Per sistema isolato intendiamo un sistema in cui non agiscono forze esterne, e specifichiamo la presenza di forze conservative in quanto solo per questo tipo di forze è possibile definire un'energia potenziale.

2.6-Energia termica

L'energia totale di un corpo in assenza di attrito si conserva. Ma cosa succede in presenza di attrito?

In certe situazioni, come ad esempio quando un'automobile frena, l'energia meccanica che manca si è trasformata in energia termica, che di solito è percepita come aumento di temperatura. Infatti se toccassimo i freni noteremo che la temperatura è aumentata, l'energia cinetica che permetteva alla macchina di camminare si è trasformata in calore.

«Il calore è la sensazione determinata dalla vicinanza o dal contatto del corpo umano con un oggetto o con un ambiente più caldo, cioè a temperatura più elevata di quella a cui si trova la superficie corporea, ma è anche la causa della sensazione stessa, e del riscaldamento dei corpi in genere, oltre che di numerosi altri fenomeni»⁸¹.

Da questa definizione si evince il legame presente tra calore e temperatura. Spesso nell'uso comune i due termini vengono considerati ed impiegati come sinonimi, ma in realtà sono due grandezze fisiche ben distinte. Questi vocaboli sono da sempre stati utilizzati in quanto l'uomo sin dall'antichità ha imparato a conoscere la sensazione di caldo e di freddo che il corpo avverte in determinate condizioni.

Per questo, prima di introdurre il concetto di calore, è doveroso fare una parentesi sulla grandezza fisica della temperatura.

Per riuscire a comprendere il concetto di temperatura è importante sapere che le sostanze sono composte da atomi, quando due o più atomi si legano insieme formano le molecole. In altre parole, la materia è costituita da particelle, atomi e molecole, che sono le più piccole unità che costituiscono le sostanze. Nei solidi queste particelle oscillano intorno a posizioni fisse, nei fluidi hanno una libertà di movimento maggiore. Qualunque sia lo stato di aggregazione, però,

⁸¹ www.treccani.it/vocabolario/calore/

le particelle sono in continuo movimento e questo movimento è detto agitazione termica.

Spiegato ciò si può definire la temperatura di un corpo come l'indice del grado di agitazione delle sue particelle. Nel SI l'unità di misura della temperatura è il Kelvin.

Quando una sostanza calda è messa a contatto con una sostanza fredda, le due sostanze, dopo un certo intervallo di tempo, assumono la stessa temperatura, questa temperatura prende il nome di temperatura di equilibrio, e si afferma che le sostanze hanno raggiunto l'equilibrio termico.

A questo punto la domanda da porci è "Cosa ha permesso ai due corpi di raggiungere la stessa temperatura? Cosa è passato da un corpo ad un altro?". Il calore.

Il calore è un'energia, in particolare un'energia in transito che si trasferisce da corpi più caldi a corpi più freddi. Quindi può essere definito come l'energia che viene scambiata tra corpi con diversa temperatura.

Attraverso la pratica si può osservare che per ottenere la medesima variazione di temperatura su materiali diversi sono necessarie quantità diverse di calore (Q).

Il rapporto tra l'energia che acquista una sostanza e l'aumento di temperatura è chiamato capacità termica. Indicando con la lettera C la capacità termica, con ΔQ la quantità di calore, con ΔT la variazione di temperatura possiamo definire

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$$

La capacità termica si misura in $\frac{J}{K}$ (joule / kelvin).

Sperimentalmente si verifica che quanto più grande è la massa che viene scaldata tanto maggiore è l'energia necessaria per aumentare la sua temperatura di 1°C. Questo ci permette di dichiarare che la capacità termica è direttamente proporzionale alla massa

$$\frac{C}{m} = c$$

La costante c è una grandezza che caratterizza ogni sostanza e prende il nome di calore specifico della sostanza. In altre parole si può dire che quando

forniamo calore ad un corpo, l'aumento di temperatura che ne consegue dipende dalla massa e dalla natura del corpo stesso, ovvero dal materiale di cui è costituito. Di fatto il calore specifico e la capacità termica sono grandezze che esprimono lo stesso concetto, cioè la quantità di energia necessaria per aumentare la temperatura di un sistema. Ma il calore specifico fa riferimento sia all'unità di temperatura che all'unità di massa, mentre la capacità termica solo all'unità di temperatura. Il calore specifico, nel SI, si misura in $\frac{J}{kg \cdot K}$ e quindi è la quantità di energia che la massa di 1 kg di sostanza deve acquistare perché la sua temperatura aumenti di 1K.

Dalla definizione di capacità termica si ricava

$$\Delta Q = C \cdot \Delta T$$

Conoscendo che

$$C = c \cdot m$$

Possiamo sostituire e ottenere

$$\Delta Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Questa relazione rappresenta la legge fondamentale della termologia e permette di asserire che la variazione di calore, ovvero di energia, è direttamente proporzionale alla massa della sostanza e alla variazione della temperatura.

Abbiamo già detto che quando due sostanze a temperatura diverse sono poste a contatto una certa quantità di calore passa da un corpo più caldo a corpo più freddo e dopo un certo periodo di tempo i due corpi raggiungono la stessa temperatura. Il valore di questa temperatura, temperatura di equilibrio, dipende dalle masse delle sostanze e dei calori specifici.

Prendendo in considerazione due sostanze, una più fredda e una più calda e indicando con

m_1 = massa corpo freddo

T_1 = temperatura corpo freddo

c_1 = calore specifico corpo freddo

m_2 = massa corpo caldo

T_2 = temperatura corpo caldo

c_2 = calore specifico corpo caldo

mettendole a contatto raggiungono una temperatura di equilibrio T_{eq} compresa tra T_1 e T_2 . Quindi possiamo scrivere ciò che segue

$$Q_{ceduto} = m_2 \cdot c_2 \cdot (T_{eq} - T_2)$$

$$Q_{assorbito} = m_1 \cdot c_1 \cdot (T_{eq} - T_1)$$

Siccome la T_{eq} è minore della temperatura T_2 il calore ceduto è negativo, e siccome T_{eq} è maggiore di T_1 il calore acquistato è una quantità positiva.

Quindi

$$Q_{assorbito} = -Q_{ceduto}$$

Ossia

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (T_{eq} - T_1) = -m_2 \cdot c_2 \cdot (T_{eq} - T_2)$$

Questa è l'equazione dell'equilibrio termico che ci permette di calcolare

$$T_{eq} = \frac{(m_1 \cdot c_1 \cdot T_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot T_2)}{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2}$$

Il calore si propaga spontaneamente all'interno di un corpo solido e di un corpo fluido. I meccanismi di propagazione sono tre:

- per conduzione;
- per convezione;
- per irraggiamento.

Per conduzione il trasporto di calore avviene per contatto, a causa degli urti fra le molecole dei corpi e senza alcun trasporto di materia. Questo tipo di trasferimento è tipico delle sostanze solide, ad esempio mettendo a contatto una sbarretta di acciaio con una fiamma.

Non tutte le sostanze però conducono il calore allo stesso modo, infatti, le sostanze hanno un coefficiente di conducibilità termica che permette di fare la differenza tra conduttori termici e isolanti termici. I conduttori termici, come per esempio i metalli, hanno coefficienti di conducibilità grandi, mentre gli isolanti termici, come ad esempio il polistirolo, hanno piccoli coefficienti di conducibilità.

La trasmissione di calore per convezione avviene per spostamento macroscopico di materia riscaldata sostituita da materia più fredda. Ciò è facilmente visibile mettendo una pentola di acqua sul fuoco. Si nota che il

liquido presente nella parte bassa del recipiente riscaldato si dilata e diminuisce di densità, diventando così più leggero. Per la legge di Archimede⁸² è spinto verso l'alto mentre il liquido più in alto, più freddo, scende verso il basso compensando lo spostamento del liquido che risale. Così facendo all'interno del pentola si creano delle correnti che prendono il nome di correnti convettive. La trasmissione di calore per irraggiamento invece non avviene né per contatto né per spostamento di materia. Avviene attraverso la radiazione elettromagnetica. Un esempio è l'energia emessa dal Sole sottoforma di radiazioni elettromagnetiche che vengono propagate nello spazio. Queste radiazioni trasportano energia e quando investono un corpo vengono assorbite provocando un aumento di energia cinetica delle molecole che va a produrre un innalzamento della temperatura.

2.7-Principio di conservazione dell'energia

Nel caso di forze non conservative, come per esempio la forza di attrito, alle quali non è possibile associare un'energia potenziale, è necessario rifarsi in generale alle variazioni dell'energia totale del sistema ed è fondamentale quindi conoscere tutte le trasformazioni subite dal sistema stesso.

Il principio di conservazione dell'energia meccanica è esteso ai fenomeni termici dal primo principio della termodinamica. Ma che cosa è la termodinamica?

La termodinamica è la branca della fisica che descrive le trasformazioni subite da un sistema in seguito a processi che coinvolgono la trasformazione di calore in lavoro e viceversa.

Il principio zero della termodinamica ci permette di dare un'ulteriore definizione del concetto di temperatura, in quanto il principio riporta che due sistemi in equilibrio termico con un terzo sistema sono anche in equilibrio termico tra di loro. E quindi la temperatura può essere definita come la proprietà del sistema che determina se esso sia o non sia in equilibrio termico con altri sistemi.

⁸² «Ogni corpo immerso, parzialmente o completamente, in un fluido riceve una spinta verticale dal basso verso l'alto pari al peso del liquido spostato.»

Il primo principio della termodinamica, enunciato da Clausius⁸³ nel 1865, ci spiega che l'energia può essere convertita da una forma ad un'altra ma non può essere né creata né distrutta.

In base a questo principio affinché si abbia variazione dell'energia interna di un sistema, esso deve scambiare energia con l'esterno e questo scambio di energia avviene o tramite lavoro o per passaggio di calore. Il primo principio quantifica la variazione di energia interna (ΔU) attraverso la seguente relazione:

$$\Delta U = Q - W$$

Il secondo principio della termodinamica è stato formulato sia da Clausius che da Kelvin Planck. Il primo afferma che è impossibile realizzare una trasformazione termodinamica che abbia come unico risultato la completa trasformazione in lavoro del calore assorbito da una sorgente a temperatura costante. Il secondo esplicita che è impossibile realizzare un processo termodinamico che abbia come unico risultato il passaggio di calore da un corpo a temperatura minore a un corpo a temperatura maggiore. Queste due definizioni ci permettono di evidenziare che non è possibile trasformare tutto il calore assorbito in lavoro, c'è sempre una porzione di calore che la macchina termica non è in grado di utilizzare e che viene scartato, ciò porta a dire che il lavoro risulta sempre minore del calore assorbito. Inoltre chiarisce che un passaggio spontaneo di calore da un corpo più freddo ad uno più caldo è impossibile.

2.8-Energia elettrica

L'energia elettrica è un altro tipo di energia potenziale. Non è una fonte di energia primaria in quanto deriva dalla trasformazione di diversi tipi di energia come energia chimica, idrica, etc., e per questo motivo viene definita energia secondaria. Dire che l'energia elettrica è un'energia potenziale implica che abbiamo a che fare con una forza conservativa. Infatti la forza di Coulomb, che è la forza che due cariche puntiformi Q_1 e Q_2 esercitano l'una sull'altra, è una forza conservativa.

Per spostare una o più cariche elettriche immerse in un campo elettrico occorre una certa quantità di energia e questa energia è appunto l'energia potenziale

⁸³ Rudolf Julius Emanuel Clausius è stato un fisico e matematico tedesco.

elettrica. Per quello che abbiamo precedentemente descritto, nel paragrafo sull'energia potenziale, si può definire l'energia potenziale elettrica di un sistema di cariche uguale al lavoro che la forza elettrica compirebbe se le cariche fossero portate a distanza infinita le une dalle altre. Nel caso in cui le due cariche sono cariche puntiformi l'energia si misura

$$U = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r}$$

Con k_0 indichiamo la costante di Coulomb che è un fattore di proporzionalità pari a circa $9 \cdot 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$.

L'unità di misura è sempre il joule in quanto stiamo parlando sempre di energia ed infatti

$$\left(\frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \left(\frac{\text{C}^2}{\text{m}}\right) = \text{N} \cdot \text{m} = \text{J}$$

L'energia potenziale finale sarà positiva quando le cariche hanno lo stesso segno, perché il lavoro fatto è un lavoro contro la forza repulsiva fra queste cariche, negativo, quando hanno segno opposto, perché il lavoro fatto è un lavoro contro la forza attrattiva tra esse.

2.9-Energia solare

«Non avevo dubbi che saremo riusciti a sfruttare l'energia del Sole. Se i raggi del Sole fossero stati armi da guerra, avremmo avuto l'energia solare già alcuni secoli fa»⁸⁴.

L'energia solare è la fonte primaria di energia sulla Terra che rende possibile la vita. Infatti questo tipo di energia è utilizzata dagli organismi autotrofi per fare fotosintesi e dagli organismi eterotrofi che a loro volta si nutrono di organismi vegetali, e quindi in maniera indiretta sfruttano l'energia solare.

L'energia solare arriva alla Terra sotto forma di radiazione elettromagnetica. Però non tutta l'energia che arriva dal Sole sulla Terra viene poi trasformata in energia utile, in quanto questa trasformazione è influenzata dall'irraggiamento, che è esattamente la quantità di energia solare incidente sulla superficie, subordinato a diverse condizioni, per lo più condizioni climatiche.

⁸⁴ Cit. Mark Victor Hansen

L'energia solare è una fonte di energia pulita, rinnovabile e inesauribile e può essere trasformata sia in calore che in elettricità.

Per trasformare l'energia solare in energia elettrica senza l'uso di combustibile si utilizza la tecnologia fotovoltaica che sfrutta l'effetto fotoelettrico. L'effetto fotoelettrico è la capacità che hanno alcuni semiconduttori di generare elettricità se posti alla radiazione luminosa.

Per convertire, invece, l'energia solare in calore c'è bisogno di impianti solari termici che permettono di catturare l'energia solare, immagazzinarla e poi utilizzarla per il riscaldamento.

Capitolo 3 – Progettazione del percorso didattico

3.1-Premessa

Quando ho deciso di intraprendere questo percorso di tesi il mio scopo principale, oltre quello di attuare un percorso significativo con i bambini di una classe quinta di una scuola primaria, era quello di far comprendere l'importanza della cultura scientifica. Attorno a questo tema ruotano ancora tanti pregiudizi e avversità che dagli adulti vengono trasmessi ai più giovani. A conferma di ciò, ricordo una frase pronunciata da un bambino della seconda classe primaria durante il mio secondo percorso di tirocinio: “Maestra mamma ha detto che è normale che ho un brutto voto in matematica è troppo difficile”. Ma non sempre è andata così. Dalle mie esperienze passate ho anche potuto constatare che molti bambini sono appassionati alle materie scientifiche soprattutto quando queste ultime sono accompagnate da giochi, esperimenti, attività pratiche.

È fondamentale promuovere l'importanza delle materie scientifiche perché la scienza è conoscenza, infatti il termine deriva dal latino “*scientia*” che significa appunto conoscenza.

Lev Tolstoj⁸⁵ affermava: «La scienza non è che una conoscenza immaginaria della verità assoluta⁸⁶».

Queste conoscenze si acquisiscono utilizzando metodi basati sull'osservazione empirica e sulla sperimentazione, con l'obiettivo di “guardare oltre”.

La scienza non offre “risposte preconfezionate” ma spinge le persone a porsi delle domande, a mettere in discussione ciò che è stato detto, ad utilizzare un approccio critico, in altre parole ad attivare delle strategie di pensiero.

Arrivata a questo punto le mie domande erano: “Quale argomento trattare?”; “Quale dovrà essere il mio ruolo durante la sperimentazione?”, “Quale saranno le metodologie più efficaci?”.

Quest'estate è stata per me di ispirazione. Ho letto tanto, ho fatto diverse ricerche e mi sono imbattuta in questa frase :

⁸⁵Lev Nikolàevič Tolstòj è stato uno scrittore, filosofo, educatore e attivista sociale russo.

⁸⁶ Cit. Lev Tolstoj

«Tutto è energia e questo è tutto quello che esiste. Sintonizzati alla frequenza della realtà che desideri e non potrai fare a meno di ottenere quella realtà»⁸⁷.

Posso dire che inizialmente ho letto questa frase con superficialità, però non so spiegarmi il motivo, ho deciso di appuntarmela sulle note del mio cellulare. Qualche settimana dopo, sui social ho trovato la medesima frase come didascalia ad una foto. Appena letta mi sono ricordata di essermi già trovata davanti a questa preposizione. L'ho riletta in maniera più accurata, più approfondita, quasi cercando di fare un'analisi del testo. E questo è stato il motivo per cui ho deciso che il mio lavoro di tesi si sarebbe concentrato sull'energia.

3.2-Durante la progettazione

Gli insegnanti hanno il compito di realizzare una progettazione. Ogni qualvolta viene realizzata il docente può scegliere di percorrere due strade:

- progettare a priori e poi andare a modificare o adattare ciò che è stato pianificato in merito ai bisogni speciali dei singoli allievi;
- creare da subito una progettazione flessibile, come proposto dall'UDL⁸⁸, in modo da riuscire ad affrontare le differenze individuali ed offrire più opportunità accogliendo le esigenze del più alto numero di allievi possibili⁸⁹.

Quindi la progettazione è un metodo di lavoro che consente di costruire mappe o identificare traiettorie, direzioni verso un futuro a lungo termine, ma intervallato da fasi che si concludono anche nel breve e medio termine⁹⁰.

Per progettazione si intende un'attività di elaborazione concettuale che, tenendo presenti i dati della realtà in cui si vuole o si deve operare, proietta nel futuro le finalità e gli obiettivi che prioritariamente si intendono perseguire nell'ambito della classe.

Qualsiasi sia il tipo di progettazione a cui si fa riferimento è fondamentale che essa poggi sempre sul principio dell'individualizzazione e della personalizzazione di un insegnamento/apprendimento, in quanto deve tendere

⁸⁷ Cit. Albert Einstein

⁸⁸ Universal Design for Learning

⁸⁹ Cottini, *Didattica speciale e inclusione scolastica*, Carocci Editore, Roma, 2017

⁹⁰ Barca, Marzo, Tripaldi, *Manuale di progettazione didattica*, Neldiritto Editore, 2018

ad assicurare a tutti gli utenti le pari opportunità educative e formative attraverso percorsi di apprendimento che tengano conto dei ritmi, dei modi e degli stili cognitivi propri di ciascun alunno.

La Direttiva ministeriale "Profumo" del 27 dicembre 2012 sottolinea che:

«ogni alunno, con continuità o per determinati periodi, può manifestare bisogni educativi speciali [...] rispetto ai quali è necessario che le scuole offrano adeguata e personalizzata risposta».

In sintesi, un buon progetto deve essere in grado di mettere in rilievo e di dimostrare in che misura c'è stato un cambiamento in termini di abilità e conoscenze e se è stato raggiunto il traguardo prefissato.⁹¹

3.3-II contesto

La scuola in cui ho deciso di attuare il mio intervento didattico è il 1° Circolo di Pozzuoli G. Marconi, istituto in cui ho avuto, come già detto precedentemente, la possibilità di insegnare.

La scuola opera in un contesto territoriale molto disomogeneo dal punto di vista socio-culturale, infatti i plessi sono collocati in quartieri con popolazione diversificata in termini culturali, occupazionali e insediativi. La complessità rappresenta uno stimolo alla differenziazione e all'arricchimento dell'essere e del fare scuola, esplicitandosi in attività curricolari ed extracurricolari mirate e ricche.

I plessi, situati nel centro storico di Pozzuoli, accolgono un'utenza eterogenea per contesto socio-economico; il livello culturale delle famiglie è diversificato, tendenzialmente medio-alto: una buona percentuale dei genitori possiede un diploma di scuola superiore o una laurea e partecipa alla vita scolastica dei figli.

La direzione della Scuola stabilisce e implementa una politica volta a migliorare la qualità dei processi di apprendimento e la motivazione allo studio, a promuovere il successo scolastico e la qualità del servizio. L'azione formativa svolta si articola, quindi, in finalità che possono così sintetizzare la Mission:

⁹¹ Calvani, Bonaiuti e Ranieri, *Fondamenti di Didattica. Teoria e prassi dei dispositivi formativi*, Roma, Carocci Editore, 2016.

- sviluppare azioni di educazione alla cittadinanza e alla legalità in termini di pieno sviluppo della persona umana, di formazione nel rispetto delle identità personali, sociali, culturali e professionali dei singoli alunni, ravvivare il senso di appartenenza alla società nella quale si vive e si opera e l'impegno a suo favore, in contesti formali e non;
- pianificare una didattica che sviluppi competenze intese come capacità di usare conoscenze, abilità, capacità personali e metodologiche in situazioni di lavoro o di studio;
- favorire il successo scolastico, inteso come sviluppo delle potenzialità di ogni allievo per il raggiungimento degli obiettivi educativi, formativi e didattici, compatibili con le caratteristiche individuali e l'assolvimento dell'obbligo scolastico prevenendo la dispersione e l'abbandono scolastico attraverso azioni di accoglienza e integrazione;
- realizzare appieno il diritto all'apprendimento e all'inclusione scolastica e sociale per tutti gli studenti in situazione di handicap o di difficoltà a causa di svantaggi educativi determinati da circostanze personali, sociali, culturali o economiche;
- tendere al miglioramento continuo nella qualità dei servizi formativi per rispondere in maniera adeguata ai bisogni reali della società.

La scuola stabilisce ed implementa una politica della qualità basata sulla Mission: «Aiutare i ragazzi a crescere, imparare, comunicare, scegliere in un ambiente formativo attento al benessere e ai valori della persona».

La classe di riferimento è una quarta primaria composta da ventitré alunni: dodici femmine e undici maschi. L'organico della classe ha subito solo una variazione rispetto all'anno scorso, infatti si conta un nuovo iscritto. All'interno della classe non si riscontrano particolari problemi di disadattamento se non per la presenza di due bambine straniere che hanno delle difficoltà con la lingua. La classe è molto vivace e la caratteristica che emerge in primo piano è la curiosità; a tal proposito le lezioni sono costellate da domande, richieste che rendono tutto più "vivo".

In media l'apprendimento risulta essere buono e fra i compagni prevalgono pratiche positive tese alla collaborazione e all'aiuto.

Gran parte degli alunni segue le attività didattiche con attenzione e rispetta le consegne eseguendole in modo corretto, una piccola parte ha invece bisogno di essere sollecitata dall'insegnante per prestare attenzione e completare l'attività svolta.

Alla luce dell'emergenza epidemiologica, che ha obbligato a convertire gran parte delle abitudini di vita e quindi anche delle abitudini scolastiche, le prestazioni didattiche sono state assicurate nella modalità a distanza.

La DAD⁹² è considerata come una didattica digitale integrata che prevede l'apprendimento con le tecnologie considerate uno strumento utile per facilitare apprendimenti curricolari e favorire lo sviluppo cognitivo. Le attività digitali proposte dalla scuola prevedono due modalità:

- Attività sincrone svolte con l'interazione in tempo reale tra gli insegnanti e gli studenti
- Attività asincrone senza l'interazione in tempo reale tra gli insegnanti e gli studenti.

In questa prospettiva gli insegnanti dell'Istituto hanno il compito di:

- valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni;
- favorire l'esplorazione la scoperta;
- incoraggiare l'apprendimento collaborativo;
- promuovere la consapevolezza del proprio modo di apprendere;
- attuare interventi adeguati nei riguardi di bambini con disturbi specifici dell'apprendimento e bisogni educativi speciali.

3.4-Preconoscenze

Una volta analizzato il contesto è importante fare un'analisi delle preconoscenze possedute dai bambini. Queste ultime sono il punto di partenza per costruire una progettazione. Infatti è fondamentale non considerare la mente dei bambini come una tabula rasa sul quale imprimere conoscenza e informazioni, come sostenuto dal modello di apprendimento

⁹² Didattica a distanza

comportamentista⁹³, ma è fondamentale, come propone il modello costruttivista⁹⁴, comprendere quelle che sono le preconoscenze degli allievi, in quanto la conoscenza precedente fornisce le basi per attivare processi di costruzione di nuove conoscenze.

A questo proposito, D'Amore afferma che «non si insegna mai sul vuoto, nel nulla: quando si insegna qualche cosa, su quel qualche cosa ci sono già idee, consapevolezze, competenze più o meno corrette, più o meno ben fondate⁹⁵».

3.5-Dalle Indicazioni Nazionali

Le Indicazioni Nazionali del 2012 fissano dei traguardi per lo sviluppo delle competenze. Questi ultimi «sono riferimenti ineludibili per gli insegnanti, indicano piste culturali e didattiche da percorrere ed aiutano a finalizzare l'azione educativa allo sviluppo integrale dell'allievo [...] i traguardi costituiscono criteri per la valutazione delle competenze attese e, nella loro scansione temporale, risultano prescrittivi».⁹⁶

Di seguito elenco alcuni dei traguardi per lo sviluppo delle competenze scelti per la mia progettazione.

Il bambino:

- Sviluppa atteggiamenti di curiosità e modi di guardare che lo stimolano a cercare spiegazioni di quello che vede succedere;
- Sviluppa la capacità di trovare connessioni tra informazioni, dati, situazioni, fenomeni;
- Espone in forma chiara ciò che ha sperimentato, utilizzando un linguaggio appropriato.

Le Indicazioni Nazionali inoltre esplicano ciò che l'alunno deve sapere e saper fare al fine di raggiungere i traguardi per lo sviluppo delle competenze e per

⁹³ Il comportamentismo è un approccio alla psicologia sviluppato dallo psicologo Watson agli inizi del Novecento, basato sull'assunto del comportamento esplicito dell'individuo sia l'unica unità di analisi scientificamente studiabile della psicologia, avvalendosi del metodo stimolo e risposta, in quanto direttamente osservabile dallo studioso.

⁹⁴ In psicologia il costruttivismo è un approccio derivante da una concezione della conoscenza come costruzione dell'esperienze personale anziché come rispecchiamento o rappresentazione di una realtà indipendente.

⁹⁵ Ivi p.13

⁹⁶ Cfr. Nuove indicazioni nazionali 2012

essere l'uomo e il cittadino di domani. Presentano gli obiettivi generali del processo formativo, gli obiettivi specifici di apprendimento e gli obiettivi trasversali.

Gli insegnanti traducono gli obiettivi specifici di apprendimento in obiettivi formativi personalizzati considerando in maniera adeguata le capacità di ogni singolo alunno all'interno delle varie scelte pedagogiche e didattiche.

Gli obiettivi di apprendimento assestati rispondono ad una logica olistica, secondo la quale tutti gli obiettivi si raccolgono all'interno di ogni singola disciplina per raggiungere aperture inter e trans disciplinari.

Qui gli obiettivi generali:

- Osservare e descrivere i fenomeni usando un linguaggio appropriato;
- Osservare, analizzare e descrivere semplici esperimenti;
- Utilizzare schemi e grafici per registrare un esperimento;
- Svolgere ricerche in gruppo;
- Svolgere e registrare semplici esperimenti in gruppo.

Qui gli obiettivi specifici:

- Comprendere il concetto di energia;
- Riconoscere le diverse forme di energia;
- Comprendere le trasformazioni dell'energia;
- Acquisire esperienza diretta sul concetto di conservazione dell'energia e dei principi della termodinamica;
- Raccogliere e registrare i dati;
- Osservare e sperimentare sul campo.

Qui gli obiettivi trasversali:

- Utilizzare un lessico specifico per descrivere idee e concetti;
- Comunicare e collaborare con i compagni;
- Utilizzare strumenti per svolgere diverse attività;
- Valutare in modo sistematico delle possibilità.

3.6-Attività

La prima attività è soprannominata “frasenergia”. Chiederò ai bambini di comporre delle frasi con la parola “energia” per cercare di capire quali siano le loro conoscenze pregresse e quali siano i loro pensieri. Gilbert e Watts hanno fatto diverse ricerche sul concetto di energia posseduto dai bambini prima dell’insegnamento. Dalla loro ricerca è emerso che i bambini hanno una visione dell’energia:

- Antropocentrica, in quanto l’energia è associata agli esseri viventi;
- Depositaria, in quanto alcuni oggetti hanno energia;
- Funzionale, perché è vista come una fonte molto generica.

Inoltre hanno trovato tre punti in comune fra le varie idee:

- l’energia ha a che fare con cose viventi in movimento;
- l’energia fa funzionare le cose;
- l’energia cambia da una forma un’altra.

Sin da piccoli infatti abbiamo sentito: “ L’energia non si crea e non si distrugge ma si conserva”.

Attraverso la lettura delle varie fasi e di alcune domande poste da me arriveremo all’elencazione di vari tipi di energia: energia elettrica, energia termica, energia meccanica. Mostrerò ai bambini diverse foto e loro collegheranno la foto con l’energia corrispondente.

Successivamente costruiremo una fionda grazie all’ausilio di matite, elastici e nastro adesivo. Con la fionda farò lanciare delle palline di carta e cercherò di far notare che più l’elastico verrà tirato più le palline andranno lontano. Il mio obiettivo è quello di far comprendere che per lanciare la pallina bisogna trasferire qualcosa, questo qualcosa è l’energia. Infatti, con la fionda, l’energia rimane immagazzinata nell’elastico (energia potenziale elastica) fino a quando si lascia libera la pallina, e a questo punto l’energia si trasforma in energia di moto (energia cinetica).

Ancora mostrerò ai bambini cosa succede mettendo a contatto un becher con un liquido caldo in un contenitore con acqua fredda. Misureremo la temperatura del liquido nel becher e poi quella dell’acqua fredda nel

contenitore. Pian piano vedremo che si raggiunge la temperatura di equilibrio, l'acqua si riscalda e liquido si raffredda. Inoltre farò pesare ai bimbi il becher contenente il liquido prima e dopo essere stato a contatto con l'acqua fredda in moto da far notare che il peso non è cambiato.

Il fine è quello di capire che il calore non è un materiale, ma è una modalità di trasferimento dell'energia che passa da un corpo a temperatura più alta ad una più bassa. Il passaggio si arresta quando due sistemi raggiungono la stessa temperatura. Questa attività risulterà importante anche perché i bambini potrebbero intuire che l'energia non è qualcosa di visibile ma qualcosa che produce dei cambiamenti visibili.

Un'altra attività sarà svolta a coppie. I bambini preleveranno con un bicchiere la stessa massa di acqua calda (m_2) e di acqua fredda ($m_1=m_2$). Questa attività sarà importante perché permetterà ai bambini di operare anche sulla misura. I bimbi misureranno le temperature iniziali ($T_2>T_1$) dei due sistemi e successivamente chiederò loro qual è la temperatura finale (T_{eq}) che si aspettano dopo il mescolamento. Dopo questa fase di ipotesi, farò scrivere sul quaderno i risultati ottenuti dalla misurazione della temperatura dell'acqua con il termometro. Faremo misurazioni anche mettendo quantità diverse di acqua e vedremo che la temperatura si avvicina di più a quella dell'acqua (prima del mescolamento) avente una massa maggiore. Inoltre attraverso delle domande cercherò di evidenziare che prendendo 100 g di acqua calda e 100 g di acqua fredda otterremo 200 g di acqua, quindi la massa si somma, mentre la temperatura raggiunta non è la somma delle due temperature ma è la loro media. Quindi farò notare che la temperatura e la massa sono due grandezze diverse, rispettivamente abbiamo grandezza intensiva⁹⁷ e grandezza estensiva⁹⁸.

⁹⁷ Si definiscono grandezze intensive della materia quelle grandezze che non dipendono dalle dimensioni del campione.

⁹⁸ Si definiscono grandezze estensive della materia quelle grandezze che dipendono dalle dimensioni del campione.

Di seguito la tabella proposta per inserire i dati ottenuti dalla misurazione:

| m_1 (g) | m_2 (g) | T_1 (°C) | T_2 (°C) | (m_1+m_2) (g) | T_{eq} (°C) |
|-----------|-----------|------------|------------|-----------------|---------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Tabella 1 per la raccolta e l'interpretazione dei dati

Per il primo principio della termodinamica affinché si abbia variazione di energia interna di un sistema questo deve scambiare energia con l'esterno. Ogni scambio di energia avviene o tramite lavoro o per passaggio di calore. Per far notare ai bambini che c'è una limitazione pratica al passaggio di calore da un corpo più freddo a un corpo più caldo prenderò un cubetto di acciaio freddo e lo metterò in un bicchiere di acqua calda. Osserveremo che l'acciaio si scalda e l'acqua si raffredda, infatti l'acqua cede parte della sua energia interna all'acciaio. Teoricamente poteva anche accadere che l'acqua si riscaldasse ulteriormente, aumentando la sua energia interna, e l'acciaio si raffreddasse ancor di più, ma praticamente ciò non avviene.

Un'altra attività che proporrò è soprannominata "Shakeriamo". Riempiremo un bicchiere con dell'acqua e lo lasceremo per un'oretta a temperatura ambiente, dopodiché misureremo la temperatura dell'acqua, la metteremo in un thermos e la scuoteremo per un po' di tempo. Vedremo che la temperatura si è innalzata e questo ci permetterà di comprendere che possiamo far variare la temperatura anche attraverso un lavoro.

Di seguito mi avvarrò del pendolo di Newton per dimostrare la conservazione dell'energia meccanica. Farò sollevare ai bambini prima una sfera e vedremo gli effetti, poi due sfere e infine tre. Solleveremo le sfere ad altezze differenti e osserveremo quali sono le conseguenze. Prima di spiegare il perché di ciò che è avvenuto, ascolterò tutte le loro ipotesi e i loro ragionamenti. Attraverso un brainstorming e delle domande cercheremo di arrivare al concetto che l'energia

della prima sfera arriva all'ultima, quindi si conserva. In particolare vorrò far notare che lasciando cadere una sola sfera essa sbatte contro le altre, di conseguenza la prima sfera si ferma, quelle intermedie non si muovono e l'ultima parte verso l'alto raggiungendo quasi la stessa altezza da cui era partita la prima e così via.

In un secondo tempo inizieremo una serie di esperimenti sulla trasformazione dell'energia. In questa attività in particolar modo ci occuperemo della trasformazione dell'energia cinetica in energia termica. Con il martello picchieremo ripetutamente l'estremità di un filo di ferro spesso, ruotandolo ad ogni colpo. Dopo un po' il filo di ferro, nel punto in cui abbiamo colpito, scotterà. L'energia cinetica del martello che lo colpisce si è trasformata in energia termica del filo ma anche del martello. Dopo un po' di tempo il filo non sarà più caldo, l'energia non è sparita ma si è distribuita in tutto l'ambiente e noi non siamo più in grado di percepirla.

Un esperimento simile possiamo farlo anche con una lampadina. Accenderemo una lampadina mettendola in corrente e vedremo che l'energia elettrica permette alla lampadina di accendersi. Questa energia si trasformerà in parte in energia luminosa, in parte in energia termica, che diventa visibile quando il filamento di tungsteno sarà super riscaldato arrivando essere incandescente.

Successivamente passeremo a giocare con le simulazioni, sulla trasformazione dell'energia, proposte dal sito Phet Colorado⁹⁹, e in un passaggio successivo cercheremo di riproporre queste simulazioni praticamente.

Il progetto Phet di simulazioni interattive dell'università del Colorado di Boulder crea simulazioni interattive gratuite di matematica e scienze. Queste simulazioni coinvolgono gli studenti mediante un ambiente intuitivo che può portare all'apprendimento attraverso l'esplorazione e la scoperta. L'utilizzo di queste applet permette di eseguire un esperimento virtualmente, di raccogliere dati e fare misure.

In particolar modo giocheremo con l'applet "forme e trasformazioni di energia" che consente di lavorare sulla conservazione dell'energia, sui sistemi energetici e sul trasferimento di energia.

⁹⁹phet.colorado.edu/it

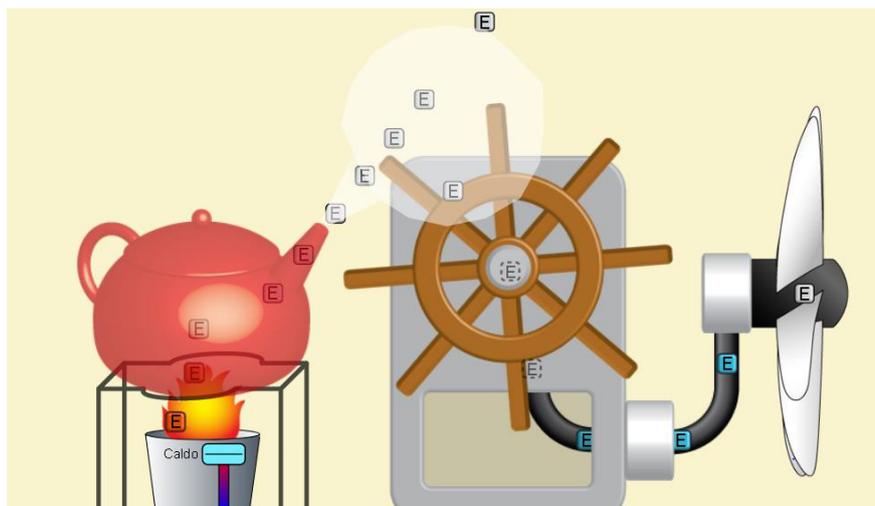


Figura 2 Trasformazione dell'energia termica¹⁰⁰

Da questa simulazione noteremo che offrendo calore al fornellino viene prodotto energia termica, questa energia in parte resta energia termica, in parte si trasforma in energia meccanica che arriva alla turbina e che viene a sua volta trasformata in energia elettrica da un alternatore, accoppiato all'asse rotante della turbina. Questa energia viene poi nuovamente trasformata in energia meccanica che permette il moto delle pale.

Cercheremo di riproporre praticamente questa simulazione mettendo su di un fornellino un'ampolla chiusa con all'interno dell'acqua e sul tappo dell'ampolla inseriremo una cannuccia che collegheremo ad una pala. Costateremo che quando l'acqua si riscalda e inizia a bollire fa fuoriuscire il vapore e le pale si muoveranno. Quindi l'energia termica si sarà trasformata in energia meccanica.

¹⁰⁰ La figura è stata ripresa dalle simulazioni presenti nel sito phet.colorado.edu/it

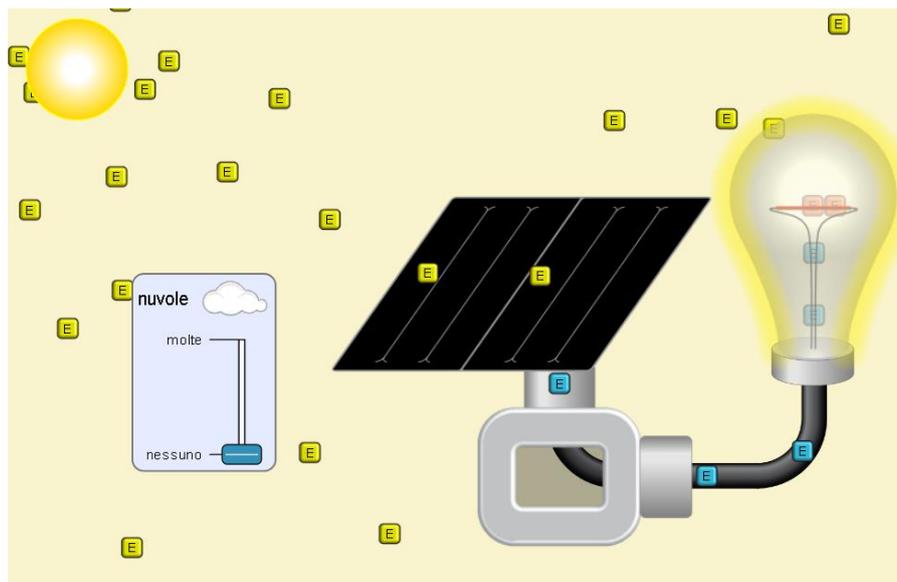


Figura 3 Trasformazione dell'energia solare¹⁰¹

Da questa simulazione appureremo che il pannello solare termico utilizza l'energia del Sole per produrre energia elettrica che permette di accendere la lampadina, e quindi in parte si trasforma in energia luminosa e in parte in energia termica.

Nel dettaglio si può rilevare che l'energia luminosa arriva sul pannello e in parte si trasforma in energia elettrica, in parte resta energia luminosa. Infatti di tutta l'energia che investe la cella solare, sottoforma di radiazione luminosa, solo una parte viene convertita in energia elettrica. Questa energia elettrica permette alla lampadina di accendersi e di riscaldarsi sempre più e di mettere luce.

Per riproporre questa simulazione ci sposteremo in cortile e agganceremo a un robottino, costruito precedentemente, un pannello fotovoltaico. Vedremo che l'energia solare colpisce il pannello fotovoltaico e permette di mettere in moto il robottino, oppure permette di accendere la lampadina collegata a quel pannello. Potremmo anche far rilevare le differenti velocità con cui si muove il robot con la lampadina e senza lampadina. Capovolgendo il pannello la lampadina si spegnerà e il robot cesserà di muoversi.

In questa fase di progettazione ho arricchito il mio laboratorio casalingo procurandomi materiali "aggiuntivi", tra questi, il termometro da cucina, il

¹⁰¹ Ivi p. 58

pendolo di Newton, un robot alimentato con celle solari. Sono quindi passata alla realizzazione delle esperienze che ho registrato con dei video finalizzati sia alla condivisione in piattaforma nel gruppo Classroom “Tesi di laurea” sia all’utilizzo in classe con i bambini.

Per la realizzazione di questi video ho deciso di non riferirmi ad un pubblico generico ma di rivolgermi a dei bambini, andando a descrivere ciò che avremmo fatto e ponendo delle domande capaci di innescare confronti, discussioni e interpretazioni. In un secondo momento ho fatto riferimento, invece, ad un pubblico adulto, di insegnanti, ai quali descrivere sia i modelli fisici sia le scelte didattiche.

Di seguito la tabella con le tematiche e le attività da me proposte:

| TEMATICHE | ATTIVITÀ |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Introduzione concetto energia; • Classificazione diverse forme di energia. | <ul style="list-style-type: none"> • Costruzione frase con la parola “energia”; • Scheda con collegamenti foto e diversi tipi di energia. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Energia potenziale elastica; • energia cinetica. | <ul style="list-style-type: none"> • Costruzione fionda; • Attività sperimentale con la fionda. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Energia termica; • temperatura di equilibrio. | <ul style="list-style-type: none"> • Mettere a contatto due sostanze con temperature differenti. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Temperatura di equilibrio; • Principio 0 della termodinamica. | <ul style="list-style-type: none"> • Misurazione di varie temperature; • Costruzione di una tabella per inserire i dati ottenuti. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Primo principio della termodinamica. | <ul style="list-style-type: none"> • Mettere cubetto di acciaio freddo in acqua calda. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Produzione di calore attraverso un lavoro. | <ul style="list-style-type: none"> • Shakerare un thermos contenente dell’acqua a temperatura ambiente. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Conservazione dell’energia meccanica. | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo pendolo di Newton; • Brainstorming. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Principio conservazione dell’energia; • Trasformazione energia cinetica in energia termica. | <ul style="list-style-type: none"> • Picchiare un filo di ferro spesso con un martello. |
| <ul style="list-style-type: none"> • Principio di conservazione dell’energia. | <ul style="list-style-type: none"> • Accensione lampadina |

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Trasformazione energia. | <ul style="list-style-type: none"> • Utilizzo applet; • Dalle simulazioni digitali alla realtà. |
|---|---|

Tabella 2- Tabella riassuntiva tematiche e attività proposte

3.7-Metodologie

Un passo successivo alla realizzazione di un progetto didattico è quello di andare a stabilire le metodologie da utilizzare.

« La metodologia, in senso generico, è lo studio del metodo su cui dev'essere fondata una determinata scienza o disciplina; con senso più concreto, è il complesso dei fondamenti teorici o filosofici sui quali un metodo è costruito»¹⁰².

Per riuscire a scegliere le metodologie adeguate bisogna sapere che cosa si vuole insegnare e a chi si vuole insegnare e bisogna tenere in mente che il miglior modo per suscitare l'interesse intorno alla disciplina è quello di renderne utile l'apprendimento.

L'apprendimento è facilitato se:

- c'è motivazione ad apprendere;
- quello che è appreso è significativo per i discenti;
- se gli allievi si sentono responsabili del proprio successo.

A tal proposito Bandura¹⁰³ sostiene:

« Il concetto di senso di autoefficacia si riferisce alla convinzione nelle proprie capacità di organizzare e realizzare azioni necessarie per gestire adeguatamente le situazioni che si incontreranno, in modo da raggiungere ai risultati prefissati¹⁰⁴».

Inoltre è fondamentale che vengano esplicitate le aspettative e gli obiettivi da raggiungere. La mancata conoscenza degli obiettivi tende ad inibire l'apprendimento. Infatti comunicare le aspettative, il lavoro che andrà fatto, attribuisce un senso allo sforzo personale fatto ma è anche utile per scegliere i comportamenti da adottare.

¹⁰² www.treccani.it/vocabolario/metodologia/

¹⁰³ Albert Bandura è uno psicologo canadese

¹⁰⁴ Cit. Bandura

Ancora è importante, oltre a comunicare gli obiettivi e le aspettative, coinvolgere gli alunni in alcune scelte curriculari come ad esempio le procedure di valutazione o le metodologie da applicare.

La fisica è una scienza sperimentale formalizzata su fenomeni riproducibili, cioè sui processi in cui è possibile in ogni momento fare l'esperimento e ritrovare lo stesso comportamento. Proprio per questo motivo l'apprendimento deve avvenire mediante esplorazione, domande, osservazioni e attraverso uno scambio di idee. Ritengo fondamentale che il docente non sia al centro del processo di insegnamento-apprendimento, ma che funga da mediatore, offrendo chiarimenti, approfondendo alcuni concetti senza offrire a priori regole o "ricette da seguire". Il bambino deve acquisire competenze facendo esperienze, attraverso tentativi ed errori e discussioni con i compagni.

Elenco qui di seguito le strategie didattiche utilizzate durante la realizzazione del percorso:

- IBSE
- Brainstorming
- Manipolazione di oggetti e costruzione
- Cooperative learning
- TEAL
- Learning by doing

IBSE, *Inquiry base science education*¹⁰⁵, cioè educazione scientifica basata sull'investigazione. Questa metodologia è molto efficace per le materie scientifiche.

Al centro di tutto è messa l'esperienza diretta dei bambini attraverso la sperimentazione. Con questa metodologia, quindi, i bambini vengono coinvolti in indagini collaborative, formulano ipotesi e previsioni che vanno poi verificate attraverso attività sperimentali.

Il brainstorming «È una metodologia di lavoro di gruppo nel quale più esperti riuniti insieme esprimono liberamente le loro idee, anche estruse o paradossali, circa un determinato problema, al fine di rendere possibile, con la loro

¹⁰⁵ Indagine sull'educazione scientifica di base

combinazione, di trovare una soluzione originale e brillante del problema stesso»¹⁰⁶.

Brainstorming è un termine inglese composto da “*brain*” che vuol dire cervello e “*storming*” tempesta, quindi letteralmente significa “tempesta di cervelli”. Questa metodologia risulta fondamentale per riuscire a comprendere quali sono i prerequisiti posseduti dai bambini in quanto fa emergere numerose idee relative ad un certo argomento. Questa strategia non prevede vincoli particolari, a parte quello di attenersi al tema scelto per la discussione, successivamente ogni membro è lasciato libero di esprimere le proprie opinioni.

Manipolazione di oggetti e costruzione: con i bambini abbiamo costruito diversi oggetti, ma anche utilizzato strumenti portati da me. Gli alunni hanno fatto così esperimenti, manipolato diversi oggetti e capito il loro funzionamento. Per esempio i bimbi hanno costruito una fionda, hanno utilizzato il pendolo di Newton, il termometro da cucina ...

Il cooperative learning è una strategia in cui gli allievi lavorano in gruppo per raggiungere un obiettivo comune. I pari influiscono molto sull'apprendimento, infatti per Vygotskij l'interazione con i compagni assume un'importanza fondamentale in riferimento al concetto di zona di sviluppo prossimale da lui proposto. Rapportarsi con i coetanei all'interno di un gruppo consente di lavorare in questa zona ottenendo risultati più significativi di quelli conseguibili individualmente. Il cooperative learning si fonda su due caratteristiche fondamentali dell'apprendimento:

- Il risultato ottenuto dal lavoro cooperativo sarà sempre maggiore della somma dei singoli risultati ottenuti dagli sforzi individuali;
- La conoscenza si costruisce socialmente attraverso il contatto e l'interazione con l'ambiente¹⁰⁷.

Per applicare questo tipo di metodologia è importante che ci siano delle condizioni specifiche:

¹⁰⁶ www.treccani.it/vocabolario/brain-storming/

¹⁰⁷ Ivi p. 48

- Interdipendenza positiva, in modo che gli alunni si sentano uniti e parte di un gruppo, e questo aiuta a sviluppare un clima affettivo positivo;
- La responsabilità individuale e di gruppo;
- Le competenze sociali tra cui abilità assertive, prosociali, empatiche, che sono il fondamento per aiutare e farsi aiutare;
- Revisione e perfezionamento continuo del lavoro di gruppo sollecitando in questo modo una riflessione di tipo metacognitivo.

TEAL, *Technology Enhanced Active Learning*¹⁰⁸, cioè tecnologie per l'apprendimento attivo. Questa metodologia ingloba le attività laboratoriali con le tecnologie e le simulazioni. Fondamentale è l'uso di simulazioni in ambienti digitali e virtuali per comprendere fenomeni, concetti fisici, grafici. Per esempio, durante le varie attività, i bambini hanno potuto utilizzare le applet presenti sul sito phet.colorado.edu/it/.

«Ciò che dobbiamo imparare a fare lo impariamo facendo».¹⁰⁹

Una delle metodologie che utilizzerò è il Learning by doing. Dewey introduce il principio pedagogico fondamentale che si apprende facendo, ecco quindi l'enunciato "learning-by-doing". Per lui conoscere significa modificare l'oggetto, la realtà, con il pensiero, interagire con il mondo; apprendere non significa ricevere passivamente delle nozioni, ma elaborare attivamente delle idee. Le Indicazioni Nazionali fanno esplicito riferimento alla pedagogia di Dewey perché l'allievo è posto al centro del processo di insegnamento-apprendimento e perché il vero apprendimento è fatto non solo di conoscenze ma di abilità e di competenze. A tal proposito Dewey scrive:

« Forse il maggiore degli errori pedagogici è il credere che un individuo impari soltanto quel dato particolare che studia in quel momento [...] che beneficio c'è ad accumulare notizie di geografia e di storia, ad apprendere a leggere e a scrivere, se con questo l'individuo perde il desiderio di applicare ciò che ha appreso e, soprattutto, se ha perduto la capacità di estrarre il significato delle esperienze future in cui via, via si imbatte?».

¹⁰⁸ Apprendimento attivo potenziato dalla tecnologia

¹⁰⁹ Cit. Aristotele

Il Learning by doing si configura come un apprendimento attraverso il fare, attraverso l'opera e attraverso le azioni. Così facendo gli obiettivi di apprendimento vengono ridefiniti come un "sapere come fare a" piuttosto che un "conoscere che". Il soggetto prende coscienza del perché sia necessario conoscere una determinata cosa e come questa conoscenza può essere utilizzata. La finalità, infatti, è quella di migliorare la strategia per imparare e il comprendere e interiorizzare le conoscenze.

3.8-Materiali

I materiali utilizzati durante la realizzazione del percorso sono i seguenti:

- Forniture di cancelleria;
- Elastici;
- Nastro adesivo;
- Becher;
- Contenitori;
- Termometro da cucina;
- Bilancia;
- Bicchieri;
- Cubetto di acciaio;
- Thermos;
- Pendolo di Newton;
- Martello;
- Filo di ferro;
- Lampadina;
- Robot;
- Pannello fotovoltaico;
- Cannucce;
- Generatore eolico;
- Fornello elettrico.

Capitolo 4- La sperimentazione

L'intervento didattico ha avuto come scopo principale quello di esplorare il concetto di energia soffermandosi sulla conservazione e trasformazione. Ho scelto di partire da un linguaggio quotidiano per poi introdurre, quando possibile, parole che appartengono al linguaggio scientifico, una volta che si è capito il significato profondo al quale rimanda quel determinato termine.

La fisica, così come altre discipline scientifiche, ha un linguaggio tecnico e uno degli obiettivi di chi la insegna è quello di aiutare gli alunni a far proprio quel linguaggio¹¹⁰.

Nelle pagine seguenti cercherò di riprodurre fedelmente ciò che è avvenuto in classe durante la sperimentazione, riportando frasi e dialoghi dei bambini, foto e materiale realizzato da loro. Difatti per la documentazione ho effettuato delle registrazioni audio, oltre che foto di momenti di sperimentazione, di disegni e pensieri scritti, di tabelle, che ho poi trascritto con cura per cercare di catapultare chi leggerà questo elaborato nella realtà che abbiamo vissuto.

4.1- Prima lezione: “frasenergia”

Durante il primo incontro ho spiegato ai bambini il percorso che saremo andati ad intraprendere insieme, un percorso diverso da come loro sono abituati a vedermi in quanto insegno storia e geografia nella classe.

Ho riferito: “Bimbi come sapete fra qualche mese dovrei laurearmi, e per fare ciò dovrò realizzare un percorso didattico su un tema che io e il mio professore abbiamo scelto. Ed io ho deciso di realizzarlo con voi”.

Subito i bambini si sono mostrati entusiasti al punto che Anna ha risposto: “Maestra lo sapevo che eravamo i tuoi preferiti”.

Coerentemente con l'impostazione metodologica data in questo elaborato ho reputato opportuno anticipare ai bambini alcuni obiettivi e attraverso quali metodologie avremmo svolto il nostro lavoro.

Ho strutturato l'incontro proponendo una prima attività che ho soprannominato “frasenergia”, con lo scopo di verificare le conoscenze già possedute dai bambini sull'argomento.

¹¹⁰ Ivi p. 13

“Allora bambini vi chiedo di scrivere delle frasi. In ogni frase deve esserci la parola energia”.

Inizialmente questa mia richiesta li ha spaesati, credevano di iniziare fin da subito a fare degli esperimenti pratici in cui non c'era bisogno di scrivere. Ho notato che i bimbi si guardavano e alla fine Gioia ha detto “Maestra ma quindi dobbiamo prendere il quaderno? Non possiamo dirle a voce”. Erano spaventati di scrivere frasi sbagliate, di commettere degli errori, d'altronde è risaputo “*Verba volant, scripta manent*”¹¹¹. Ho tranquillizzato loro spiegando che questa attività non aveva nessuna valutazione, ma serviva a me per capire in che modo e su cosa partire nel “viaggio sull’energia” che avremo intrapreso insieme .

Elenco alcune delle frasi pervenute:

Morgan: L’energia non si può vedere perché non ha una forma ma ci permette di fare tante cose. Ad esempio ci permette di accendere la luce.

Paolo: Per riuscire a correre veloce ho bisogno di energia.

Anna: Secondo me l’energia è come un grande cerchio che non finisce mai di colore giallo.

Benedetta: Il fuoco ha un'energia che ci fa riscaldare.

Antonio B: L’energia mi fa giocare con i videogiochi, mi fa usare il computer per le video lezioni, fa usare a mamma la lavatrice, la lavastoviglie, il ferro.

Antonio M: L’energia fa muovere gli oggetti, come le macchine infatti ci sono macchine elettriche.

Elisa: L’energia è una grandezza fisica come la forza.

Adelina: Senza l’energia non potremmo vivere perché l’energia ci dà acqua calda, la luce, la corrente.

Raffaele: Sulla Terra esistono tantissimi tipi di energia. C'è l’energia eolica grazie al vento, l’energia solare grazie al sole, l’energia idrica grazie all’acqua, l’energia da biomassa. Tutte queste sono energie rinnovabili cioè energie pulite, che non finiscono mai e che non inquinano (fig. 4).

¹¹¹ Le parole volano, gli scritti rimangono

Francesca: Gran parte delle cose che facciamo le facciamo grazie all'energia perché l'energia è dovunque. Credo che se non esistesse non ci potrebbe essere la vita sulla Terra.

Gabriele: L'energia ci permette di far funzionare diversi oggetti. Ad esempio quando manca la corrente non possiamo accendere la luce e la televisione si spegne (fig. 5).

Vittoria: Grazie al Sole abbiamo energia gratis e per sempre perché ogni mattina sorge il sole (fig.6).

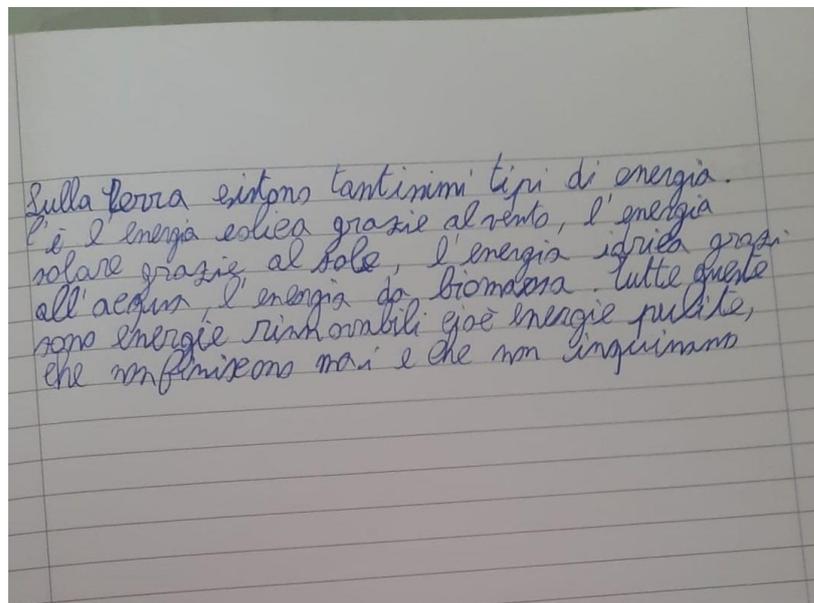


Figura 4- frase con la parola energia scritta da Raffaele

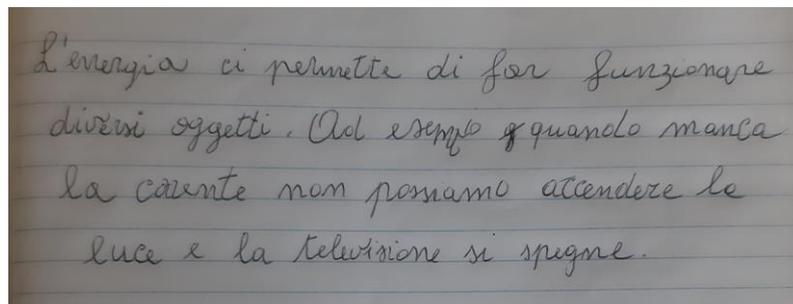


Figura 5- Frase con la parola energia scritta da Gabriele

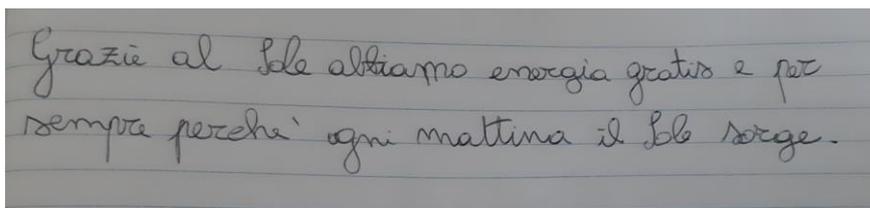


Figura 6- frase con la parola energia scritta da Kira

In un secondo momento siamo passati alla lettura di queste frasi. Anche se io non avevo mai introdotto la parola “fisica” ho notato che in alcune frasi essa compariva. A tal proposito Elisa ha evidenziato “Sì maestra, perché io so che la fisica è proprio una materia che studia queste cose perché a volte sento mio fratello ripetere”.

Siffatta argomentazione a conferma del fatto che i bambini conoscono molto di più di quello che noi insegniamo loro. Non apprendono soltanto a scuola ma in tutti i contesti e in tutte le occasioni che si trovano a vivere in maniera quasi automatica.

Sono stata piacevolmente colpita dalle frasi lette.

Mi aspettavo che tutti cercassero di dare una definizione del termine dato, invece molti bimbi hanno descritto gli effetti che l'energia produce innescando tanti argomenti da prendere in considerazione. Ho spiegato loro che nessuna frase era sbagliata, anzi tutte molto valide e che magari le avremo migliorate alla fine del percorso insieme. Ho anche registrato che diversi fanciulli hanno fatto riferimento alle energie rinnovabili, argomento che loro avevano già trattato qualche mese prima e sulla quale possedevano delle informazioni.

Un passo in avanti è stato dato dal fatto che, involontariamente, i bambini hanno fatto cenno a diverse forme di energia. Allora ho proposto di far emergere i differenti nomi attribuibili alle forme da loro citate. Ne è nato un dibattito che ha fatto emergere i seguenti vocaboli:

1. Energia solare
2. Energia eolica
3. Energia meccanica
4. Energia termica
5. Energia elettrica

6. Energia muscolare

Dopo aver scritto questi termini sul quaderno ho chiesto loro di associare un piccolo disegno.

Dalla progettazione iniziale dovevo essere io a mostrare delle immagini ai bambini e loro successivamente indicarmi a quale energia facevano riferimento. Nella pratica però ho cambiato questa impostazione e sono stati i bambini a illustrare immagini corrispondenti al tipo di energia scritto. Di fatto ho detto loro: “bimbi ho portato delle foto, potrei mostrarvele e chiedervi di associarle alle parole che abbiamo appena scritto. Ma siccome vi vedo così bravi fate voi un disegno accanto alle diverse forme di energia”. Questa mia frase ha riempito di autostima tutti i bambini che si sono sentiti all’altezza del compito e hanno percepito la mia fiducia nei loro confronti.

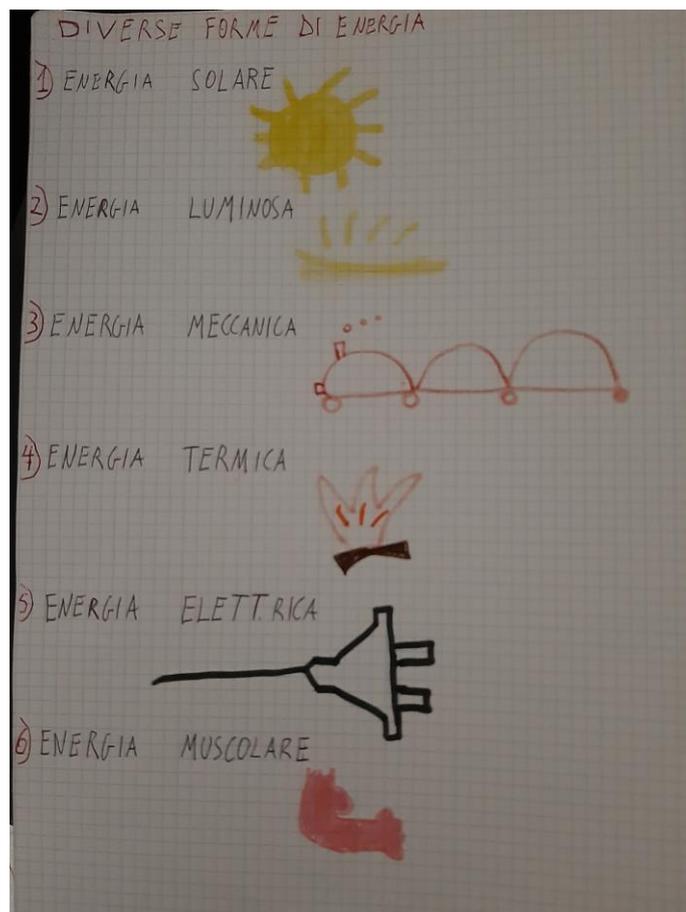


Figura 7- le diverse forme di energia individuate dai bambini durante il brainstorming



Figura 8- le diverse forme di energia individuate dai bambini durante il brainstorming

Da qui è cominciato il nostro viaggio all'interno dell'energia.

4.2- Secondo incontro: la fionda, il calore, la temperatura di equilibrio

Il secondo incontro, sulla scia del primo, è iniziato con una ripetizione di quanto fatto nella lezione precedente. Ho posto ai bimbi delle domande per attirare la loro attenzione e per cercare di far emergere, qualora ci fossero, problematiche o dubbi.

Siamo poi passati a costruire una fionda. Ho fatto vedere ai bambini un mio video, realizzato in precedenza su come realizzarla, poi con del materiale di facile reperimento (matita, elastico, nastro adesivo) l'abbiamo costruita.



Figura 9- Immagini estrapolate dal video in cui realizzavo una fionda e che ho mostrato ai bambini



Figura 10- Come costruire una fionda



Figura 11- Come costruire una fionda

“Maestra ma che cosa dobbiamo lanciare con la fionda?” era la domanda che più mi facevano durante la preparazione. Alla fine ho detto loro che avremo lanciato delle palline. Ogni bimbo ha costruito una pallina con dei fogli di carta arrotolati e successivamente siamo passati alla fase del lancio.

Ho chiamato un bambino al centro e ho domandato: “Cosa vi aspettate che accada?”.



Figura 12- Il lancio con la fionda di M.



Figura 13- Il lancio con la fionda di R.



Figura 14- Il lancio con la fionda di K.

Il primo lancio di Guido non è andato a buon fine. Avendo tirato leggermente l'elastico la pallina è atterrata molto vicino ai suoi piedi. Dopo una risata corale Elisa ha affermato: “Devi allungare di più l’elastico Guido, così la pallina andrà più lontano”. Vittoria ha detto: “Guido devi metterci più forza”.

E’ intuitivo capire come più si allunga l’elastico, più si trasferirà energia alla pallina e quindi andrà a cadere più lontano. Dopo svariati lanci si è aperto un dialogo:

Io: “Ma senza di noi la fionda funzionerebbe?”

Anna: “No maestra perché siamo noi che allunghiamo l'elastico”

Io: "Bimbi, secondo voi che cosa succede quando allunghiamo l'elastico? Mi spiego meglio, come è possibile che quando noi allunghiamo l'elastico, poi lo lasciamo la pallina si muove?”

Elisa: “Maestra lo so io. Perché quando noi allunghiamo l'elastico lo carichiamo e questa carica permette alla pallina di muoversi”.

Kira: “Sì maestra. Infatti hai visto che più allunghiamo l'elastico più la pallina va lontano. Quindi per forza l'elastico va a caricare la pallina”.

Raffaele: “Maestra posso dire io una cosa; è vero che l'elastico va a caricare la pallina. Ma io credo che all'inizio siamo noi che andiamo a caricare l'elastico. Quindi noi carichiamo l'elastico poi l'elastico carica la pallina”.

Queste affermazioni dei bambini sono state sorprendenti, mi hanno fatto capire quanto loro già intuitivamente conoscano il concetto di lavoro e quello di energia.

Per cercare di fare chiarezza e raccogliere le diverse idee ho affermato: “Allora facciamo una cosa partiamo dall'inizio. Prendiamo in considerazione “noi e elastico”. Che cosa facciamo per allungare l'elastico?”.

Tra tutte le risposte quella che mi ha più convinto è stata quella di Lea: “Maestra lo tiriamo con la nostra forza per questo si sposta”

Io: “Lea lo sai che hai appena descritto quello che in fisica si chiama lavoro. Quindi noi facciamo un lavoro per allungare la molla”.

Francesca: “Maestra però secondo me hanno fatto bene a chiamarlo lavoro perché in realtà noi stiamo facendo uno sforzo, anche se è un piccolo sforzo perché è facile allungare la molla . Perché ora abbiamo tirato una cosa molto leggera. Se era pesante noi dovevamo fare un lavoro enorme”.

Gioia: “Sì, forse non ci riuscivamo”.

Io: “ Ok bimbi, allora abbiamo detto che noi compiamo un lavoro e questo richiede uno sforzo, giusto?”

Gabriele: “Maestra aspetta ... io lo so già che cosa vuoi dire. Per fare questi sforzi dobbiamo avere tanta energia. Lo sai perché lo so maestra? Perché quando vado a calcetto la nonna mi dà sempre qualcosa da mangiare perché dice che mi serve energia”.

Da questa affermazione di Gabriele è stato molto facile e quasi naturale continuare il percorso. La conclusione è stata “ noi allunghiamo l'elastico che prende la nostra energia, poi lasciamo elastico e l'elastico fornisce l'energia alla pallina facendola muovere”.

Proprio quello che io volevo far emergere. D'altra parte i bambini nelle loro ipotesi iniziali hanno fatto riferimento ad un passaggio di un qualcosa tra l'elastico e la pallina, che loro avevano chiamato carica. Con la discussione si è arrivati a formulare la parola energia. Ed è stato per me sorprendente che non sia

stata io la prima a pronunciarla, ma è “stata costruita” dai bambini stessi. Ovviamente non ho parlato con i bambini di energia elastica, energia cinetica, ma quando i bambini hanno cercato di associare l’energia alle diverse forme che avevano scritte nella prima lezione hanno detto in coro “energia meccanica”.

La giornata è andata avanti con un'altra attività. Abbiamo riempito un recipiente con acqua calda e un altro più grande con acqua fredda. Ho portato un termometro da cucina e ho fatto misurare ai bambini le diverse temperature che abbiamo poi segnato alla lavagna. Ancora abbiamo pesato i due contenitori con acqua fredda e acqua calda.



Figura 15- Misurazione della temperatura del liquido con un termometro da cucina

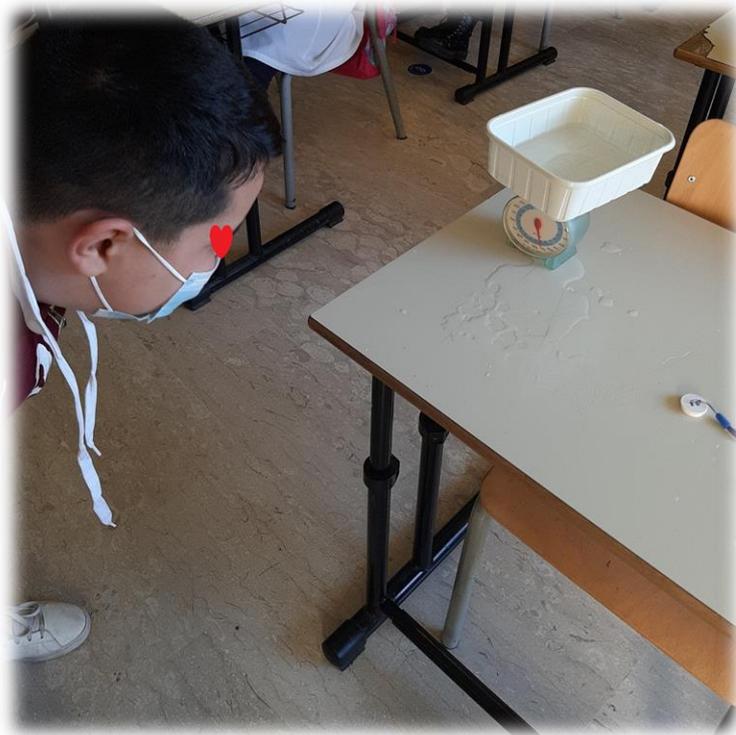


Figura 16- il peso del contenitore con all'interno il liquido



Figura 17- Misurazione della temperatura del secondo liquido con un termometro da cucina



Figura 18- il peso del secondo contenitore con all'interno il liquido

Il passaggio successivo è stato quello di immergere il contenitore con il liquido caldo in quello con il liquido freddo.



Figura 19- Immergiamo il contenitore con il liquido caldo all'interno del contenitore con il liquido freddo



Figura 20- Il contenitore con il liquido caldo è immerso nel contenitore con il liquido freddo

Dopo aver fatto ciò ho chiesto nuovamente ai bambini cosa si aspettassero.

Vittoria: “Maestra l’acqua fredda diventerà un po’ più calda e l’acqua calda un po’ più fredda”.

Antonio B: “Io credo che solo l’acqua calda diventa un po’ più fredda perché guarda come è più grande il recipiente dell’acqua fredda”.

Lea: “No, secondo me tutte e due non avranno più la stessa temperatura, ne sono certa, perché quando mamma raffredda il biberon di mio fratello lo mette nel lavandino con l’acqua fredda e io una volta misi la mano dentro e l’acqua era un po’ più calda”.

Giuseppe: “Maestra allora ci puoi dire qual è la risposta corretta?”

Vittoria: “No maestra non ce lo dire altrimenti non è più divertente”.

Io: “Allora sarete voi a dirmi la risposta corretta. Ne sono sicura”.

Ho notato che la maggior parte dei bambini ha ipotizzato che cambiassero entrambe le temperatura, ma nessuno ha supposto che si raggiungesse la stessa temperatura. Temperatura di equilibrio.

Abbiamo aspettato ancora un po’ dopodiché ho chiamato una bimba a misurare la temperatura dei due liquidi.

Mentre Anna misurava i bambini ipotizzavano il risultato. Sono rimasti tutti meravigliati dal fatto che le due temperatura fossero uguali, al punto che una bambina ha dichiarato “Maestra ma non è che mo che li pesiamo pesano uguale”. È partita una risata generale. Allora ho invitato la bambina a pesarli.

Abbiamo notato che il peso non era cambiato.

Allora ho chiesto: “Secondo voi allora che cosa è successo?”.

Giovanni: “Allora maestra è successo che mettendo il contenitore con l'acqua calda all'interno del contenitore con l'acqua fredda dopo diverso tempo hanno raggiunto la stessa temperatura”.

Io: “Sì Giovanni. Ma perché?”

Gioia: “Maestra perché il caldo si è spostato nell'acqua fredda e il freddo si è spostato nell'acqua calda”.

Lea: “Maestra secondo me il caldo si è spostato nell'acqua fredda e allora è normale che l'acqua calda sia diventata più fredda”.

Io: “Secondo voi bimbi invece di dire caldo possiamo dire calore?”.

Elisa: “Sì perché sono sinonimi”.

Guido: “Sì perché sono la stessa cosa”.

Io: “Allora parliamo di calore. Siete tutti d'accordo che è passato qualcosa tra questi due contenitori vero?”.

Anna: “Sì maestra, il calore”.

Io: “Giusto, ma io voglio farvi un'altra domanda che cosa è il calore?”.

Elisa: “Un oggetto che non si vede”.

Vittoria: “Una sensazione calda”.

Francesca: “Una forma di passaggio”.

Paolo: “Un materiale caldo e trasparente”.

Raffaele: “Qualcosa di caldo”.

A questo punto ho fatto mettere ai bambini una gomma da cancellare all'interno dei due contenitori e i bambini pesando hanno accertato che era cambiato il risultato.

Kira: “Allora non può essere un oggetto perché prima l'abbiamo pesato e non era cambiato niente”.

Francesca: “Io l'avevo detto che era una forma di passaggio perché mica pesa”.

Io: “Ok, abbiamo detto che il calore non è un oggetto, non è un materiale, ma può andare bene dire che è una modalità di passaggio. Ma ora vi chiedo, passaggio di cosa?”.

Di calore ha risposto di getto Anna.

Io: “Quindi il calore è una modalità di passaggio di calore?”.

Anna: “Eh no maestra non ha senso questa cosa”.

Paola: “Allora di acqua”.

Francesca: “No, che dici l’acqua ha un peso e il calore no”.

Sento urlare la parola energia.

Anna: “Maestra di energia perché prima quando abbiamo visto la fionda l’energia è passata ma non si vedeva e non pesava”.

Antonio M.: “Sì, è per forza l’energia”.

Adelina: “Ma è vero noi avevamo scritto anche energia termica l’altra volta sul quaderno”.

Siamo così riusciti a comprendere che il calore è una modalità di trasferimento dell’energia e che quest’ultima non possiamo vederla ma possiamo osservare i cambiamenti che produce.

Memori dell’esperienza precedente l’attività seguente si è svolta con enorme entusiasmo. L’obiettivo di questo lavoro era quello di approfondire il concetto di calore e di comprendere come due liquidi, messi a contatto, raggiungono la stessa temperatura, la temperatura di equilibrio.

Inizialmente avevo pensato di far lavorare i bambini in coppia ma, a causa delle disposizioni sanitarie dovute alla situazione pandemica che stiamo vivendo, non è stato possibile. Nonostante ciò i bimbi hanno operato interagendo e partecipando attivamente con i compagni. Grazie all’utilizzo di un becher ho chiesto ai bambini di prelevare la stessa quantità di acqua calda e di acqua fredda facendo ben attenzione al rispetto della stessa misura. Prima di mescolare questi due liquidi abbiamo misurato le temperature.



Figura 21- Misurazione temperatura 1



Figura 22- Misurazione temperatura 2



Figura 23- Iniziamo a travasare l'acqua in un becher



Figura 24- Travasiamo la stessa quantità di acqua fredda e calda nel becher

Le temperature dell'acqua fredda e dell'acqua calda misuravano rispettivamente 21°C e 69°C . Abbiamo riportato questi dati in una tabella che io ho scritto alla lavagna e i bambini hanno riproposto sul quaderno aggiungendo i grammi di

acqua fredda e di acqua calda prelevati, e quindi il totale di grammi d'acqua raggiunti dall'unione due liquidi.



Figura 25- Tabella per la raccolta e interpretazione dei dati scritta alla LIM

Dopodiché è iniziata una fase di ipotesi in cui i bambini hanno ipotizzato quale sarebbe stata la temperatura finale.

Anna: “Maestra dall'acqua fredda e l'acqua calda avremo l'acqua tiepida”.

Io: “Ma qual è il valore numerico che noi ci aspettiamo?”

Vittoria: “Maestra 48”.

Io: “Perché Vittoria?”.

Vittoria: “Perché $69-21$ fa 48”.

Io: “Siete tutti d'accordo?”.

La maggior parte dei bambini ha risposto di sì.

Lea però ha sostenuto: “Maestra secondo me si deve fare la divisione , quindi $65:21$ che fa 3,09”.

Io: “E se io vi dicessi che l'operazione da fare non è né la sottrazione né la divisione?”.

Paolo: “Maestra lo sapevo solo che avevo paura di dirlo perché pensavo che era sbagliato, dobbiamo fare $69+21$ perché le due temperature le stiamo mettendo insieme”.

Elisa: “Ma che c’entra Paolo una e fredda e una e calda come facciamo a sommarle, non è che sono tutte e due calde o tutte e due fredde”.

Paolo: “E scusami allora che cosa vuoi fare la moltiplicazione?”.

Elisa: “Maestra dobbiamo fare la moltiplicazione?”.

Io: “Neanche la moltiplicazione”.

Gabriele: “Maestra le abbiamo dette tutte, addizione, moltiplicazione e divisione e sottrazione. Non ci sono altre”.

Guido: “È impossibile maestra, veramente abbiamo fatto tutte le operazioni”.

Io: “Facciamo un gioco. Ricominciamo da capo, tutti mi avete detto che otterremo dell’acqua tiepida vero?”.

In coro: “Sì”.

Io: “Quindi il numero che ci aspettiamo, non pensiamo all’operazione, solo il numero, quale può essere ?”.

Queste sono state le risposte dei bambini: “52”, “50”, “66”, “35”, “47”.

Io: “Aspettate bimbi non dite solo i numeri datemi anche una motivazione”.

Lea: “Maestra perché ho pensato a un numero che sta tra il 69 e il 21”

Kira: “Maestra perché se mescoliamo dobbiamo avere dell’acqua che non è più così calda quindi meno di 65 ma non è nemmeno così fredda quindi un poco più di 21”.

Paolo: “Maestra perché abbiamo detto che le due acqua raggiungono la stessa temperatura però non può essere né troppo fredda come quella di prima , né troppo calda come quella di prima, quindi una via di mezzo”.

Io: “Andiamo a misurare la temperatura dell’acqua ora. Guido vai tu”.



Figura 26- Misuriamo la temperatura di equilibrio raggiunta

Guido: “Maestra 45,5°C”.

Io: “Ok diciamo 45°C”. Ora proviamo a fare le operazioni che mi avete detto prima, vediamo quanto viene?”.

Lea: “Maestra con nessuna viene 45”.

Anna: “Però con la sottrazione viene quasi lo stesso numero perché $69-21=48$ ”.

Antonio B.: “Eh ma non è 45 quindi non va bene”.

Giovanni: “Maestra esiste una nuova operazione?”.

Io: “No bambini, non dobbiamo fare nessuna nuova operazione”.

Ho preso un abaco e su un bastoncino ho inserito due palline, su un altro ho inserito 4 palline e ho chiesto: “Cosa devo fare per far sì che su tutti e due bastoncini ci siano le stesse palline senza che ne inserisca altre?”

Paolo: “Maestra devi togliere la pallina da lì (bastoncino da 4) e metterla lì (bastoncino da 2)”.

Io: “Bravissimo Paolo, quello che hai fatto tu e proprio quello che è successo alle nostre due temperature. Quello che abbiamo fatto si chiama media”.

Pasquale: “La maestra l’anno scorso ci disse che faceva la media di tutti i nostri voti per mettere il voto sulla pagella, è la stessa cosa?”

Io: “Esatto Pasquale la utilizziamo per scrivere con un solo numero tutti i valori della stessa grandezza, in questo caso la temperatura, che misuriamo”.

Elisa: “Sì maestra, noi avevamo detto però che era una cosa di mezzo quindi una media più o meno l’avevamo già detto”.

Io: “Come si ottiene quindi la nostra temperatura raggiunta?”.

In coro: “Facendo la media”.

Io: “Bravissimi. La media si ottiene sommando i valori che abbiamo quindi $69+21$ dopodiché dobbiamo dividere per il numero di valori considerati. Quindi quanti valori abbiamo qui?”.

In coro: “2”.

Io: “Quindi scrivetemi come otteniamo la media”.

Gioia: “Maestra viene proprio 45 che bello”.

Siamo così riusciti a comprendere che la temperatura di equilibrio raggiunta era proprio la media tra le due. Andando avanti abbiamo provato a prevedere diverse temperature di equilibrio. Abbiamo però notato che quando abbiamo messo più acqua calda, rispetto a quella fredda il risultato ottenuto non era più la media. La stessa cosa quando abbiamo aggiunto più acqua fredda rispetto a quella calda.

Anna: “Maestra non è più la media, però quando mettiamo più acqua fredda la temperatura finale sarà più fredda della media, altrimenti sarà più calda della media”.

Io: “Diciamolo meglio”.

Sollecitati dalle mie domande siamo arrivati a dichiarare che la temperatura finale, quando non prendiamo la stessa quantità di acqua fredda e calda, si avvicina di più a quella dell’acqua messa in maggior quantità.

Di seguito i dati rilevati dalle misurazioni fatte dai bambini.

| G DI ACQUA FREDDA | G DI ACQUA CALDA | G DI ACQUA TOTALE |
|-------------------|--------------------|-------------------|
| 100 | 100 | 200 |
| 200 | 200 | 400 |
| 150 | 100 | 350 |
| 100 | 100 200 | 300 |

| DI ACQUA FREDDA °C | DI ACQUA CALDA °C | °C DI ACQUA TOTALE |
|--------------------|-------------------|--------------------|
| 21 | 69 | 45 |
| 21 | 69 | 45 |
| 20 | 60 | 36 |
| 20 | 60 | 47 |

Figura 27- Tabella con i dati raccolti dalla sperimentazione scritta da Lea

| G DI ACQUA FREDDA | G DI ACQUA CALDA | G DI ACQUA TOTALE | °C DI ACQUA FREDDA | °C DI ACQUA CALDA | °C DI ACQUA TOTALE |
|-------------------|------------------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 100 | 100 | 200 | 21 | 69 | 45 |
| 200 | 200 | 400 | 21 | 69 | 45 |
| 150 | 100 | 350 | 20 | 60 | 36 |
| 100 | 200 | 300 | 20 | 60 | 47 |

Figura 28- Tabella con i dati raccolti dalla sperimentazione scritta da Paolo

Prima di andare via ho posto un ultima domanda: “Da questa tabella che abbiamo compilato abbiamo visto che prendendo 200g di acqua calda e 200g di acqua fredda otteniamo 400g di acqua totale perche facciamo la somma. Per la temperatura invece possiamo fare la somma?

Anna: “No, la media”.

Io: “Bravissimi, quindi il peso e la temperatura possiamo dire che sono due grandezze fisiche simili?

Subito Elisa: “No perché una si può sommare l'altra no”.

Mi è sembrata una risposta perfetta. Volevo arrivare proprio a quel punto. Ho deciso di non introdurre il termine di grandezza intensiva e grandezza estensiva perché la giornata è stata ricca di informazioni e abbastanza faticosa. In quel momento la mia soddisfazione è scaturita dal fatto che i bambini siano riusciti a comprendere che queste due grandezze sono grandezze diverse.

Al termine della lezione ho potuto appurare che i bambini intuitivamente hanno capito che dall'acqua fredda e acqua calda si ottiene acqua tiepida. La maggior parte di essi ha intuito anche che si ottiene un valore compreso tra i due, ma tutti hanno cercato di ottenere il risultato attraverso le quattro operazioni da loro conosciute. Questo a prova del fatto che ancora una volta i bambini cercano di collegare ciò che viene trattato ad argomenti già studiati in precedenza. E io ho cercato di partire proprio da queste intuizioni dei bambini, senza porre limitazioni iniziali per poi andare a costruire una nuova conoscenza.

4.3- Terza lezione: Cubetto di acciaio, shakeriamo, pendolo di Newton

Attraverso le attività precedenti abbiamo potuto concludere che il calore è un'energia in transito. Per arrivare, però, a sperimentare il secondo principio della termodinamica, che ci suggerisce che il calore passa sempre da corpi più caldi a corpi più freddi, ho proposto ai bambini la seguente attività da fare a casa.

Ho chiesto di prendere un cubetto di acciaio freddo e di metterlo in un bicchiere di acqua calda, di descrivere che cosa notavano e appuntare tutte le loro ipotesi e le loro motivazioni. Quando ho proposto ai bambini codesta attività ero consapevole che magari questa spiegazione sarebbe stata abbastanza difficile, ma ero molto incuriosita di leggere le loro risposte. Inizialmente la mia idea era quella di sperimentare insieme in classe, ma la difficoltà nel reperire un cubetto di acciaio che fosse realmente freddo mi ha fatto cambiare rotta. Ho quindi suggerito di farla a casa.

Riporto di seguito alcune ipotesi scritte dai bambini riguardo questo esperimento.

Lea: “Prima di andare a dormire ieri ho messo una pallina di acciaio nel congelatore e stamattina quando l’ho presa ho visto che era gelata. Poi ho preso un bicchiere con dell’acqua bollente e ho messo dentro la pallina di acciaio.

Non conosco la temperatura dell'acqua perché non avevo il termometro da cucina, però era molto calda perché usciva il fumo. Dopo un po' di tempo ho ripreso la mia pallina e ho visto che non era più così fredda come prima ma non era nemmeno così bollente come l'acqua di prima. Per questo credo che il calore dell'acqua calda, dato che abbiamo detto che è un'energia che si muove, è passato dall'acqua alla pallina”.

Gioia: “Vedo che il cubetto di acciaio quando l'ho messo nell'acqua calda si è riscaldato e l'acqua è diventata un po' più fredda ma poco perché ho messo molta più acqua, invece il cubetto di acciaio era più piccolo”.

Raffaele: “Come ci ha detto la maestra Cristina, ho messo una barra di acciaio che ho tolto dal congelatore in un bicchiere di acqua calda e ho potuto vedere che l'acciaio dopo un po' si è riscaldato. Ho usato la barra perché non avevo un cubetto a casa” (fig. 29).

Vittoria: “Secondo me il calore dell'acqua passa all'acciaio che diventa più freddo. Infatti se metto un cubetto di ghiaccio dell'acqua si scioglie perché diventa più caldo”.

Anna: “Cosa succede mettendo un cubetto di acciaio freddo in un bicchiere di acqua bollente? Ho messo il cubetto che mi ha dato papà nell'acqua. L'ho preso tante volte con un cucchiaino e vedevo che era sempre più caldo di prima. Quindi il calore dell'acqua con il passare del tempo ha fatto riscaldare il cubetto” (fig. 30).

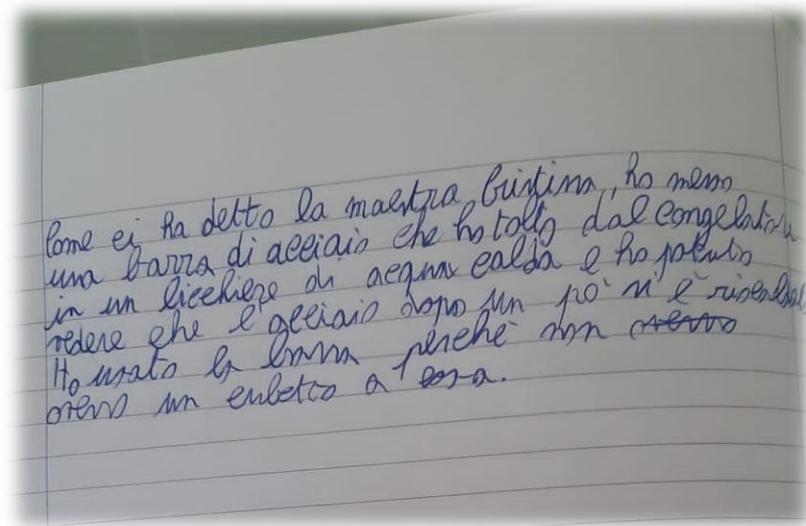


Figura 29- descrizione di Raffaele dell'esperimento svolto a casa

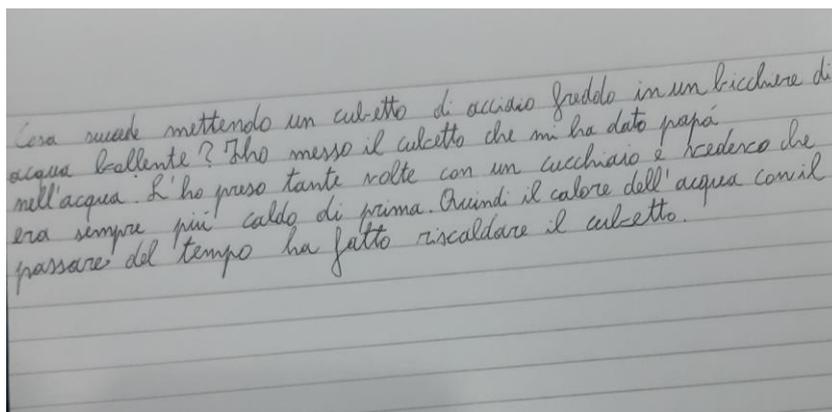


Figura 30- descrizione di Anna dell'esperimento svolto a casa

Una volta in classe abbiamo letto ciò che i bambini avevano scritto e ho trovato veramente pertinenti e giuste alcune delle loro proposte. Mi ha anche colpito il paragone che un bambino è riuscito a fare con il cubetto di ghiaccio andando a rendere concreto un pensiero astratto. Ci siamo confrontati sulle varie risposte e i bambini hanno notato che la totalità del gruppo era arrivata alla stessa conclusione, anche se alcuni avevano cercato di motivare il perché accadesse quel determinato fenomeno, mentre altri si erano limitati alla descrizione dell'esperimento. Rileggendo tutti i loro resoconti siamo giunti alla conclusione che il calore si sposta da corpi più caldi a corpi più freddi. Ho mostrato parte del video che avevo realizzato precedentemente a casa, facendo io lo stesso esperimento, e ho fatto notare che ero arrivata alla loro stessa conclusione.



Figura 31- Immagini estrapolate dal video in cui simulavo l'esperimento svolto dai bambini a casa



Figura 32- Cubetto di acciaio freddo immerso in acqua calda

Per confermare questa teoria ho preso un tè caldo dal distributore automatico e abbiamo visto che dopo un po' la bevanda si era raffreddata. Perché? Cosa ha fatto il calore? Queste sono le domande alle quali volevo dare una risposta.

Era facilmente prevedibile che i bambini sapessero che il tè dopo un po' si sarebbe raffreddato, d'altronde è un fatto possibile in molte delle nostre azioni

quotidiane, ma grazie a quanto detto precedentemente i bambini hanno affermato:

Elisa: “Maestra perché il calore sta andando fuori nell’aria, vedi il fumo che esce”.

Maestra se vengo a mettere la mano sopra al bicchiere già so che mi riscaldo, perché sta uscendo calore

Kira: “La spiegazione secondo me è che il calore del tè passa all’aria perché l’aria è più fredda del tè”.

Morgan: “Maestra ma allora perché io non sento l’aria più calda?”.

Gioia: “Morgan perché la maestra ha preso solo un piccolo bicchiere, guarda invece quanta aria ci sta nella classe ...”.

Raffale: “Si è così. Infatti se prendiamo tantissimi bicchieri l’aria si riscalda sempre più come quando a casa accendiamo la stufa maestra”.

Sono rimasta stupita e molto interessata nel vedere come i bambini attivassero un dialogo, correggessero i pensieri di alcuni compagni e si confrontassero senza il mio intervento. Difatti durante questa attività le mie parole sono state veramente pochissime, ho perlopiù cercato di gestire i loro interventi senza farli accavallare e prevalere l'uno sull'altro.

A questo punto ho proposto la prima attività della giornata da fare insieme che ho soprannominato Shakeriamo. Ho esordito in questo modo “Siamo pronti ora a Shakerare?”. Il mio intento è stato quello di far comprendere ai bambini che si può produrre calore anche attraverso un lavoro. Abbiamo riempito una bottiglia con dell’ acqua e l’abbiamo lasciata per un’oretta a temperatura ambiente. Dopodiché abbiamo misurato la temperatura con il termometro da cucina e l’abbiamo messa in un thermos. I bambini poi sono stati chiamati a scuotere il thermos energicamente e alla fine a misurare nuovamente la temperatura raggiunta. Nel mentre abbiamo discusso di quello che sarebbe potuto succedere.



Figura 33- Shakeriamo il termos



Figura 34- Shakeriamo il termos

Francesca: “Io credo che la temperatura resti la stessa perché non può scambiare calore con nulla. Perché il termos l’abbiamo chiuso”.

Paolo: “Io invece credo che l’acqua diventerà più calda perché l’abbiamo fatta muovere energicamente. Quando noi corriamo diventiamo molto più caldi maestra”.

La maggior parte dei bambini ha convenuto con la seconda affermazione, altri invece si sono astenuti non sapendo che cosa aspettarsi.

Siamo così passati a misurare la temperatura raggiunta e abbiamo notato che essa era di qualche grado maggiore della temperatura iniziale. Abbiamo continuato a shakerare sempre con più forza e la temperatura aumentava sempre più.



Figura 35- Misurazione della temperatura del liquido all’interno del termos dopo averlo shakerato

Allora siamo arrivati a poter dire con certezza che il nostro shakerare ha prodotto del calore. A quel punto ho suggerito di cercare di rendere più corretta l'affermazione provando ad utilizzare termini e concetti appresi nelle giornate precedenti “Cosa possiamo dire. Si può produrre calore anche attraverso ...?”.

Dopo un po' di secondi è arrivata la risposta, quella esatta.

Paolo: “Maestra attraverso un lavoro. Ne abbiamo parlato nella prima lezione se non mi sbaglio”.

Soddisfatta della spiegazione data dai bambini e delle loro intuizioni sempre molto argute siamo passati all'ultima attività della giornata.

Sono voluta partire da una frase che ho sentito dire spesso durante il mio percorso scolastico: “L'energia non si crea e non si distrugge, ma si conserva”.

Il termine conservare non significa altro che “resta costante”. Quindi partendo da questo enunciato e dagli opportuni accorgimenti ho domandato: “che cosa voglio dire se affermo l'energia non si crea e non si distrugge ma si conserva o meglio resta costante?”. Ho proposto di fare delle considerazioni dopo aver riportato la frase alla LIM.

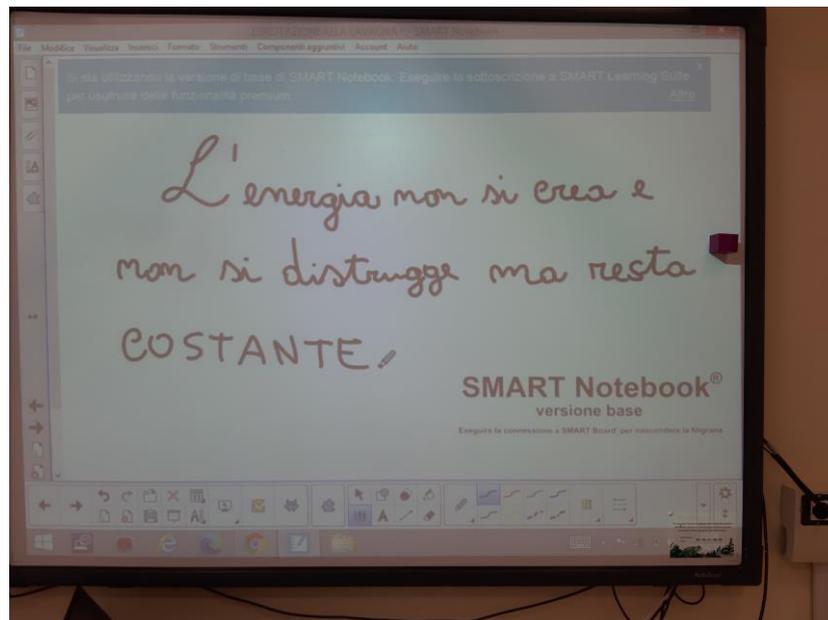


Figura 36- frase, scritta alla LIM, da cui è nata una discussione collettiva

Subito Elisa è intervenuta sostenendo che l'energia non nasce da qualcosa perché è sempre presente nei nostri movimenti, nelle nostre azioni. Ha aggiunto “non si può neanche distruggere perché quando abbiamo visto l'esperimento con la fionda abbiamo visto che l'energia dell'elastico non finiva così all'improvviso ma andava alla pallina”.

Kira invece ha detto “Maestra perché l'energia del vento ad esempio fa muovere delle pale, quindi non è che muore ma diventa energia delle pale”.

Ci avvicinavamo sempre di più alla formulazione della parola corretta, ma nessuno l'ha pronunciata senza una mia sollecitazione.

Io: “Allora abbiamo detto che una forma di energia in un'altra energia. Che verbo possiamo utilizzare ?”

In coro: “Si trasforma”.

Io: “Quindi che cosa possiamo affermare?”.

La frase emersa è stata: “L'energia non si distrugge ma si trasforma in altre forme di energia.

Per dimostrare allora la conservazione dell'energia meccanica ho fatto giocare i bambini con il pendolo di Newton¹¹², idea che mi è stata suggerita dal corso di “Elementi di fisica” seguito all'università. Non potendo utilizzare tutti lo stesso pendolo, e per ottimizzare i tempi, abbiamo giocato con una simulazione della culla di Newton¹¹³.



Figura 37- simulazione del funzionamento del pendolo di Newton

¹¹² Il pendolo di Newton è costituito da un insieme di sferette metalliche di massa uguale sospese con fili a due aste di metallo orizzontali e parallele. Le sferette, a riposo, si toccano, sono alla stessa altezza e sono equidistanti dalle aste.



¹¹³ https://weblab.unime.it/html5phit/phit/newtoncradle_it.htm



Figura 38- simulazione del funzionamento del pendolo di Newton

Abbiamo inizialmente notato cosa succedeva lasciando cadere una sola sfera, poi due sfere ed infine tre sfere. In un secondo momento abbiamo lasciato cadere le sfere ad altezze differenti. Di seguito tutte le intuizioni percepite dai bambini:

Antonio M. “Maestra se lanciamo sola una sfera se ne alzerà solo una, se ne lanciamo due se ne alzeranno due e così via”.

Guido: “L’energia nostra la diamo alla sfera che lanciamo poi l’energia passa a tutte le sfere fino ad arrivare all’ultima che si alza”.

Con il pendolo manuale invece siamo riusciti a notare che l’altezza dalla quale lanciamo la prima è la stessa che raggiunge l’ultima.

Quindi Gioia: “Poi possiamo anche dire che l’energia della prima sfera è la stessa dell’ultima sfera perché si alza alla stessa altezza?”.

Anna: “Maestra se invece lanciamo tre sfere, siccome le sfere sono cinque la stessa sfera che lanciamo si solleva pure . La stessa cosa se lanciamo quattro sfere”.

Racimolando le varie idee e cercando di far chiarezza, ho chiesto: “Allora perché questo esperimento se abbiamo detto che parliamo di conservazione dell’energia?”. Dalle varie soluzioni dei bambini è emerso che “il pendolo ci riesce a far capire che l’energia della prima sfera attraverso il contatto con le altre arriva fino all’ultima quindi si conserva”. Il mio intento era proprio quello.

Quindi ho deciso di non parlare dei diversi tipi di energia che entrano in gioco, con il pendolo di Newton, ma soltanto di sottolineare l'aspetto della conservazione.

Quando pensavo di poter salutare i bambini Gabriele ha posto un quesito: “Maestra però io ho notato una cosa che nessuno ha detto. Hai visto che con il pendolo al computer le palline si muovevano sempre, le abbiamo lasciate per un’ora e loro si muovevano ancora. Invece quando tu hai messo il pendolo sulla cattedra dopo un po’ di tempo si è fermato. Forse perché il computer può andare all’infinito?”.

Adelina: “È vero maestra me ne sono accorta anche io però il computer non è la realtà vera”.

Io: “Che cosa vuol dire che non è la realtà vera?”.

Attimi di silenzio. Ho pensato che la mia domanda fosse complicata allora ho aggiunto: “Cosa manca nel simulatore che abbiamo qui nella realtà?”

A quel punto ho visto tantissime mani alzate e i bambini hanno risposto l’aria. Quindi siamo sopraggiunti ad asserire che il pendolo si ferma perché a contatto con l’aria.

Elisa: “Quindi maestra se non incontrasse l’ostacolo dell’aria non si fermerebbe mai?”.

Tutti erano molto meravigliati. Avrei a quel punto ampliare il discorso e parlare dell’attrito ma ho valutato inopportuno farlo, ho letto nei comportamenti dei bambini un po’ di stanchezza dopo le tante attività fatte e ho preferito quindi salutarli affettuosamente e invitarli a tenersi pronti per la nostra prossima attività in quanto: “Ci occuperemo della trasformazione dell’energia”.

4.4- Quarta lezione: trasformazione dell’energia

Gli esperimenti svolti fin qui ci hanno preparato alla sperimentazione delle attività sulla trasformazione dell’energia. Ho notato che questo lavoro, a differenza di quelli precedenti, si è svolto in maniera quasi naturale, senza bisogno di mie sollecitazioni e ho constatato che i bambini erano molto sicuri di loro, delle loro risposte e di ciò che sarebbe successo.

Ho portato in aula un martello e un pezzettino di ferro abbastanza spesso. Ho chiesto ad un bambino, facendo molta attenzione, di colpire più volte questo filo di ferro e di spiegare cosa sentiva al tatto dopo un po' di colpi. Dopo diversi picchietti abbiamo notato che il pezzo di ferro e la punta del martello iniziavano ad intiepidirsi. Siccome avevo già anticipato che ci saremmo occupati delle trasformazioni dell'energia i bambini hanno da subito iniziato a ipotizzare le variazioni che avvenivano. In fretta sono pervenuti a dire che l'energia del martello che picchiava, che abbiamo chiamato energia di movimento (nome proposto dai bambini per andare ad indicare l'energia cinetica), si trasforma in energia termica permettendo così al martello e al filo di ferro di riscaldarsi. Ancora una volta ho cercato di porre l'attenzione sul fatto che l'energia non è visibile ma produce dei cambiamenti che noi riusciamo a percepire, quindi cambiamenti visibili.

Dopo la conversazione avuta con i bambini, ho chiesto nuovamente di toccare il filo ed il martello e loro sono rimasti molto stupiti nel vedere che il martello e il filo di ferro erano tornati alla temperatura iniziale. Allora ho posto un quesito: “Quindi che fine ha fatto l'energia?”.

Francesca: “Sicuramente non è sparita perché abbiamo detto che si trasforma sempre ma non si distrugge mai, però non saprei che energia è diventata”.

Ci sono stati dei secondi di pausa e, a riprova del fatto che i bimbi cercano di collocare nuove informazioni alle conoscenze precedenti, ho notato che cercavano sul quaderno le forme di energia che avevamo scritto in una delle prime lezioni. Dopo poco, quando stavo per fare una domanda Anna ha detto: “Maestra come l'esperimento della tazza di tè”.

Ammetto che il mio intento non era quello di richiamare quell'attività, ma ho trovato il suggerimento di Anna brillante. Quando gli ho chiesto di contestualizzare ciò che aveva detto ha aggiunto “Maestra con la tazza di tè noi riusciamo a vedere il calore che usciva e andava nell'aria perché era davvero bollente, ma siccome il martello non è così bollente noi non la vediamo, ma è successa la stessa cosa, si è trasferito nell'aria e siccome lo spazio è grande noi non la sentiamo”.

Ho lodato questo intervento. Mi ha permesso di comprendere che anche scrivendo veramente poco, perché durante le attività non abbiamo scritto tantissimo ma per lo più abbiamo fatto sperimentazioni, i bambini ricordassero molte delle cose dette. D'altra parte per loro l'esperienza pratica è importantissima e permette di ricordare molte più cose rispetto a quelle che apprendono con una semplice trasposizione scritta.

Siamo poi passati ad un'altra attività, sempre per far notare le trasformazioni dell'energia. Questa volta ho portato una lampadina a pile e ho chiesto di provare a descrivere le trasformazioni.

Gabriele: "L'energia elettrica fa accendere la lampadina quindi si trasforma in energia luminosa".

Kira: "La lampadina si accende grazie all'energia elettrica e poi si trasforma in energia luminosa perché diventa lucente e ci permette di vedere".

Ho deciso di trascurare il fatto che la lampadina funzionasse grazie a delle pile che trasformano l'energia chimica in energia elettrica quindi non ho fatto questo appunto. Ho fatto però notare che nessuno aveva registrato un dato importante. A quel punto è partita una sorta di gara a chi riuscisse a notare il particolare omissso ed è arrivata la frase che, come già scritto sopra, mi sento ripetere più spesso quando inizio un'attività sperimentale: "Maestra posso toccare?".

A quel punto è diventato tutto molto più semplice per i bambini che hanno potuto percepire che la lampadina fosse calda e da ciò hanno velocemente detto: "Energia termica".

Sono anche rimasti sorpresi dal fatto che parte dell'energia si trasformasse in energia luminosa e parte in energia termica. Ho dato per buono, infatti, questa affermazione di Vittoria: "Maestra perché l'energia iniziale era così tanta che è stata possibile trasformarla in due forme di energia". Ho però sottolineato che il totale dell'energia all'interno di un sistema cambia solo con il trasferimento di energia in o fuori dal sistema.

In un secondo momento abbiamo sperimentato le attività sul trasferimento dell'energia attraverso le applet presenti sul sito Phet Colorado. Ho registrato lo stupore iniziale scaturito dal fatto che i bambini non pensavano potessero

esistere delle simulazione di esperimenti, nonostante avessimo già utilizzato una simulazione per il pendolo di Newton. Tutti gli alunni sono voluti andare al computer ed avviare la simulazione.

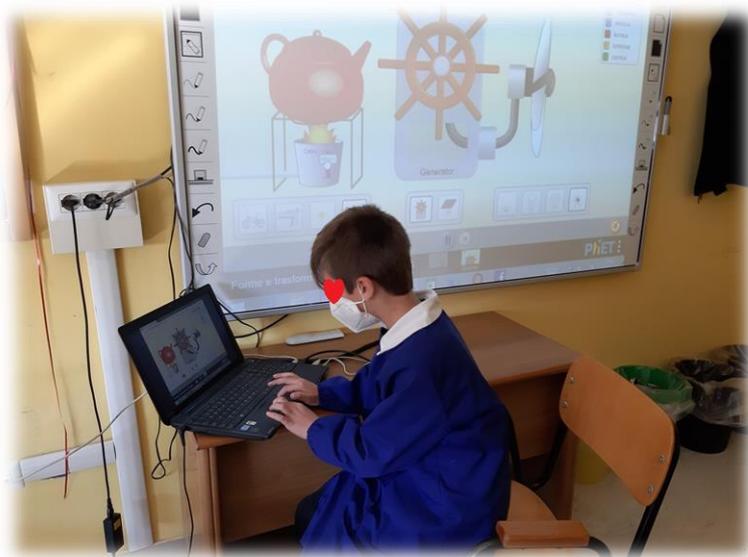


Figura 39- Giochiamo con le applet per vedere le trasformazioni dell'energia termica



Figura 40- Giochiamo con le applet per vedere le trasformazioni dell'energia solare

Attraverso queste simulazioni interattive i bambini hanno notato, ad esempio, come l'energia chimica si potesse trasformare in energia di movimento, e poi come questa energia attraverso la turbina permettesse di accendere una lampadina. Ho poi proposto la simulazione che permetteva di leggere come

dall'energia solare, grazie ad un pannello solare si arrivasse a produrre energia elettrica che permetteva alla lampadina di accendersi. In questo caso, come avevamo già potuto sperimentare precedentemente, i bambini hanno evidenziato che parte dell'energia si trasformava in energia luminosa e altra in energia termica. Abbiamo poi visto come l'energia termica arrivata alla turbina diventasse energia di movimento e successivamente energia elettrica che permetteva il movimento di una pala, quindi di nuovo energia termica.

Avevo ipotizzato che queste potessero essere delle attività che avrebbero suscitato grande curiosità, ma la risposta dei bambini è stata al di sopra delle mie aspettative. Forse perché era un'attività mai fatta. Mai loro avevano lavorato con simulazioni interattive per capire un argomento fisico. Ad attività pratiche invece erano già abituati. Ho avuto, infatti, molta difficoltà nel gestire i loro interventi, le loro richieste e dopo diverso tempo ho suggerito di riproporre praticamente una di queste simulazioni.

Avevo proposto di fare questa attività in cortile ma, a causa della situazione pandemica che stiamo vivendo, non è stato possibile. Nonostante tutto ho cercato di non demoralizzarmi e ho approfittato della grande finestra presente nell'aula. La fortuna ha voluto che la giornata fosse molto soleggiata e tramite un robottino con su un pannello fotovoltaico i bambini hanno rilevato che quando l'energia solare riusciva a colpire il robottino esso si muoveva, quando invece con la loro mano oscuravano il pannello o capovolgevano il robot il movimento cessava all'istante.



Figura 41- Osserviamo il funzionamento del robot alimentato con celle solari



Figura 42- Osserviamo il funzionamento del robot alimentato con celle solari



Figura 43- il funzionamento del robot alimentato con celle solari quando non permettiamo che i raggi solari colpiscano le celle



Figura 44- Robot con le celle solari



-Figura 45- Robot con le celle solari

Riporto alcuni commenti fatti durante l'attività:

Giuseppe: “Maestra ma è bellissimo, si capisce benissimo il trasferimento dell'energia”.

Anna: “Ma lo voglio anche io così spiego anche a casa quello che abbiamo imparato. Così faccio io la mia maestra”.

Io: “E cosa spieghi?”.

Anna: “Maestra te lo dico proprio come se fossi io la maestra: allora l’energia solare arriva al pannello e grazie a questo motore si trasforma in energia di movimento, non la vediamo perché l’energia non si vede ma vediamo che si muove il robottino”.

Risposta perfetta. Non potevo essere più soddisfatta e contenta del percorso che avevamo intrapreso.

Dapprima avevo programmato anche di riproporre praticamente un'altra simulazione, grazie all'utilizzo di un fornellino, di un'ampolla e di una cannuccia per vedere come dall'energia termica arrivassimo a far muovere la pala, ma a seguito della sopraggiunta didattica a distanza non è stato possibile.

4.5- Il metodo sperimentale

Con i bambini ho cercato di applicare quello che è il metodo sperimentale, proponendo durante le attività un primo momento osservativo con una fase di ipotesi, dopodiché una sperimentazione che andasse a verificare se le ipotesi iniziali fossero giuste. Nel caso contrario attraverso un brainstorming siamo arrivati a delle affermazioni corrette.

D’altro canto «non importa quanto sia bella la tua teoria, non importa quanto tu sia intelligente. Se non concorda con l’esperimento, è sbagliata»¹¹⁴.

Il metodo sperimentale è stato teorizzato da Bacon¹¹⁵ e ancora con più chiarezza da Galileo Galilei¹¹⁶ e si è affermato nell'indagine scientifica a partire dagli inizi del XVII secolo, con lo scopo di andare a confermare o a confutare ipotesi scientifiche a seguito di un controllo sperimentale.

Galilei non scrisse mai una teoria su tale metodo ma, all'interno di alcuni suoi scritti, si possono ricavare le procedure che egli stesso seguì e che forniscono l'idea che durante lo studio dei fenomeni è importante la fase osservativa che deve poi essere seguita dalla ricerca di leggi, facendo uso della matematica. A tal proposito in una delle opere di Galileo si può leggere quanto segue: «Simplicio: *io resto interamente appagato: e mi credano certo che se io avessi*

¹¹⁴ Cit. Richard Feynman

¹¹⁵ Francis Bacon, è stato un filosofo, politico, giurista e saggista inglese.

¹¹⁶ Galileo Galilei è stato un fisico, astronomo, filosofo, matematico e accademico italiano, considerato il padre della scienza moderna.

a ricominciare i miei studii, vorrei seguire il consiglio di Platone e cominciarli dalle matematiche, le quali veggo che procedono molto scrupolosamente, né vogliono ammettere per sicuro fuor che quello che concludentemente dimostrano»¹¹⁷.

È possibile dividere il metodo scientifico o sperimentale in due fasi distinte: una fase induttiva e una fase deduttiva. La prima prevede un momento osservativo e di misurazione con una successiva formulazione di un'ipotesi. La seconda prevede inizialmente una verifica delle ipotesi e una formulazione di una teoria.

Le osservazioni possono essere di tipo qualitativo e quantitativo. Le prime si fanno ricorrendo ai sensi, le seconde attraverso misurazioni. Le ipotesi, invece, sono supposizioni che spiegano ciò di cui non si è a conoscenza certa ed è proprio per questo che devono essere avvalorate da altre prove¹¹⁸.

La sequenza di fasi citata precedentemente però non è sempre una sequenza fissa, infatti, come afferma la professoressa Maria Elisa Bergamaschini: «Non si tratta di una successione lineare e meccanica di operazioni intellettuali e di tecniche operative, ma piuttosto di “una strada”, fatta di strumenti teorici e di pratiche sperimentali, che permette di rendere esplicito ciò che all’inizio di una indagine è ancora implicito, anche se già intuito, adombrato. Questa strada non è lastricata di informazioni/nozioni cioè risposte preconfezionate, ma è piuttosto costruita pietra su pietra: domande ben formulate, osservazioni attente alle sfumature, risposte non definitive che aprono nuove domande»¹¹⁹.

Ciò che contraddistingue la ricerca scientifica è proprio l'utilizzo del metodo sperimentale. Ed è proprio per il fatto che la formulazione di una teoria non potrà mai precludere la possibilità di ottenere prima o poi un risultato che la contraddica, la ricerca scientifica non ha mai una fine. In effetti nella scienza tutte le affermazioni possono sempre essere messe in discussione e anche le conoscenze che vengono considerate certe possono essere confutate con nuove scoperte.

¹¹⁷ G. Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, 1638.

¹¹⁸ https://online.scuola.zanichelli.it/scopriamolachimica-files/Approfondimenti/Zanichelli_Bagatti_Scopriamo_Cap01_A_Metodo.pdf

¹¹⁹ Maria Elisa Bergamaschini, «Fare scienza» in laboratorio: la dimensione sperimentale delle scienze della natura, «Emmeciquadro», 2017.

Questo concetto è stato ripreso da Popper¹²⁰ nella sua opera “*Logica della scoperta scientifica*” dove espone il suo pensiero sulla falsificabilità di una teoria scientifica. Lo studioso riteneva che non si può mai essere certi sulla validità di una legge al massimo si può falsificarla.

In pratica, dalla proposizione universale viene dedotta una proposizione singolare di cui sarà verificata l'attendibilità attraverso delle esperienze. Questo non sarà un processo di verifica ma un processo di falsificazione in quanto se l'esperienza conferma ciò che è stato detto l'ipotesi è rafforzata ma non verificata, se l'esperienza non conferma, invece, la proposizione iniziale risulterà falsificata¹²¹. Per dirle con le parole Di Popper: «I fatti possono confutare una teoria quando essi dimostrano la falsità di una o più ipotesi derivate da essa».

Durante gli interventi didattici fatti, per far essere un po' scienziati i miei bambini, ho reputato necessario, per tutte le motivazioni di cui sopra, utilizzare questo metodo.

«Lo scienziato nel suo laboratorio non è solo un tecnico, è anche un bambino davanti a fenomeni della natura che lo affascina come un racconto di fate»¹²².

¹²⁰ Sir Karl Raimund Popper è stato un filosofo ed epistemologo austriaco.

¹²¹ Frabboni, Pinto Minerva, *Manuale di pedagogia e didattica*, Laterza, Bari, 2013

¹²² Cit. Marie Curie

Capitolo 5- La valutazione e gli strumenti di verifica

In questo capitolo cercherò di porre l'accento su quelli che sono gli elementi fondamentali di una valutazione didattica, le fasi, gli errori e l'importanza da dare a questo momento. A seguire riporterò il momento valutativo effettuato durante il mio intervento didattico richiamando griglie, grafici e documentazione prodotta dai bambini.

5.1- La valutazione scolastica

Nelle Indicazioni Nazionali è specificato che agli insegnanti compete la responsabilità della valutazione e la cura della documentazione didattica.

Ma che cosa si intende per valutazione?

Il termine deriva dal latino “*valere*” che significa “dare un prezzo”, “stimare”. Cercando di dare un senso a questi termini si può concludere che la valutazione è un processo che permette di attribuire valore riguardo una determinata azione o un determinato evento.

In ambito pedagogico, ai sensi dell'articolo 1 del D.lgs n. 62 del 2017 la valutazione:

«[...]ha per oggetto il processo formativo e i risultati di apprendimento delle alunne e degli alunni, delle studentesse e degli studenti delle istituzioni scolastiche del sistema nazionale di istruzione e formazione, ha finalità formativa ed educativa e concorre al miglioramento degli apprendimenti e al successo formativo degli stessi, documenta lo sviluppo dell'identità personale e promuove l'autovalutazione di ciascuno in relazione alle acquisizioni di conoscenze, abilità e competenze¹²³».

Da qui si evince l'importanza di avere ben chiaro cosa si intende per conoscenze, per abilità e per competenze. Le conoscenze sono tutte le informazioni che lo studente apprende a seguito dell'assimilazione delle informazioni. Possono quindi essere facilmente ricollegabile al concetto di sapere. Le abilità rappresentano, invece, la capacità di utilizzare le conoscenze apprese per risolvere compiti-problema e si ricollegano al saper fare. Le competenze, infine, rappresentano la capacità di unire le conoscenze e le abilità e di usarle in un determinato contesto. Queste competenze, utilizzabili in più

¹²³ Art. 1, legg-e 2017, n.62

ambiti, riguardano il saper essere, che è ciò che veicola le nostre conoscenze e le nostre abilità dandole un senso. Parlando di sapere essere arriviamo ad intendere i comportamenti e gli atteggiamenti di una persona e facciamo quindi riferimento alla sua identità più profonda.

A tal proposito le linee guida per la certificazione delle competenze del 2017 precisano che «il momento valutativo è fondamentale per accertare se l'alunno sappia utilizzare le conoscenze e le abilità acquisite nelle varie discipline per risolvere situazioni problematiche complesse ed inedite, mostrando un certo grado di autonomia e responsabilità nello svolgimento del compito. Pertanto questo momento deve prevedere anche una situazione di autovalutazione, con testi autobiografici, autobiografie cognitive, analisi della prestazione e momenti di eterovalutazione, cioè osservazioni in itinere da parte del docente¹²⁴».

«La valutazione non va concepita soltanto come un momento finale ma deve essere vista come una misura di monitoraggio dell'andamento complessivo del progetto, dall'inizio alla fine, in vista del raggiungimento di obiettivi precedentemente determinati¹²⁵».

Da quanto sopra si deduce che la valutazione non può essere collegata alla fine di un percorso ma l'accompagna nella sua totalità. In questa prospettiva si parla di *assessment for learning*¹²⁶ per il quale l'apprendimento è definito come un impegno dello studente a cercare il senso dei concetti studiati e appresi e a costruire le relazioni e legami tra essi. Lo studente è al centro dei processi di apprendimento e di valutazione e questa centralità si esplicita nella consapevolezza dei percorsi scelti, nella capacità di riflettere sul proprio apprendimento, nella negoziazione e nella costruzione di criteri per giudicare il lavoro svolto e nella capacità di valutare il lavoro dei pari¹²⁷.

È possibile andare ad individuare tre fasi principali della valutazione scolastica. La prima che può essere definita valutazione iniziale e che ha uno scopo diagnostico con la finalità sia di conoscere l'alunno e predisporre un percorso

¹²⁴ Cfr. Linee guida per la certificazione delle competenze del 2017

¹²⁵ Capperucci, *Dalla programmazione educativa e didattica alla progettazione curricolare*, Milano, Franco Angeli Editore, 2008

¹²⁶ Valutazione per l'apprendimento

¹²⁷ Ivi p.16

di apprendimento consono alle sue peculiarità, sia di capire le conoscenze che già possiede su determinati argomenti.

La seconda fase della valutazione, che può essere definita formativa e viene svolta in itinere, ha lo scopo di orientare il processo di apprendimento di ciascun alunno e accertare l'apprendimento in relazione agli obiettivi programmati.

In ultimo una valutazione finale che ha uno scopo sommativo in quanto permette di ricostruire un bilancio degli apprendimenti promossi al termine di un percorso formativo e quindi di andare ad appurare conoscenze, abilità e competenze raggiunte.

Proprio per questo la valutazione è concepita intrecciata alla progettazione didattica. I criteri di valutazione che richiamano i traguardi di apprendimento consentono in questo modo di scegliere gli strumenti di rilevazione e di predisporre le prove di valutazione per rendere osservabili i cambiamenti fatti dagli allievi. Infatti «Valutare significa raccogliere informazioni, analizzare i dati raccolti, interpretare i risultati rispetto ai mezzi programmati ed agli obiettivi prefissati, ad ogni stadio del processo, emettere giudizi¹²⁸».

Grazie a Dewey e Weber¹²⁹ abbiamo preziose indicazioni sulla valutazione. Per il primo la valutazione si riferisce direttamente a una situazione esistente e indirettamente a una situazione futura che si desidera produrre. Per il secondo la valutazione è una componente intrinseca dell'azione ed è per questo che può essere definita motore e regolatore dell'azione.

Per la valutazione didattica possiamo individuare tre paradigmi interpretativi.

1. Positivista: che ritiene che sia possibile una spiegazione probabilistica degli effetti di un'azione formativa e quindi concepisce la valutazione come misurazione del risultato prodotto da comparare con l'obiettivo progettato;
2. Pragmatista o interazionista: per il quale la valutazione viene intesa come gestione delle procedure per raggiungere gli standard formativi definiti all'interno o all'esterno del sistema;

¹²⁸ Capperucci, *La valutazione degli apprendimenti in ambito scolastico. Promuovere il successo formativo a partire dalla valutazione*, FrancoAngeli, Milano, 2011

¹²⁹ Karl Emil Maximilian Weber è stato un sociologo, filosofo, economista e storico tedesco.

3. Costruttivista: per il quale il centro della valutazione è spostato al controllo dell'osservazione dell'analisi esplorativa, di ciò che accade durante le azioni formative e la ricerca di un giudizio condiviso. Ed è per questo che si privilegiano momenti di autovalutazione e co-valutazione¹³⁰.

Uno degli argomenti più discussi e sulla quale nascono una serie di problematiche è il come rendere la valutazione oggettiva, perché è noto che la tipologia delle prove scelte possa influenzare le forme di apprendimento e le modalità di studio degli studenti. Questi limiti producono i seguenti effetti:

- Effetto alone che consiste nell'interazione del giudizio in merito ad una specifica prestazione a causa dell'influenza esercitata dai precedenti giudizi;
- L'effetto di contrasto che può provocare una sorta di sovrastima o sottostima di una determinata prova a paragone delle prove degli altri allievi;
- L'effetto di stereotipia per la quale ogni giudizio potrebbe risentire positivamente o negativamente della generalizzazione dell'opinione originaria¹³¹.

Ritengo importante che l'insegnante conosca i limiti attribuibili alle prove che somministra in modo da rendere più consapevole il momento valutativo senza però, allo stesso tempo, indurre comportamenti di repulsione della prova stessa e che tenga conto dell'unicità e della personalizzazione di ogni singolo allievo. «Ognuno è un genio. Ma se si giudica un pesce dalla sua abilità di arrampicarsi sugli alberi, lui passerà tutta la sua vita a credersi stupido¹³²».

5.2 -Valutazione del percorso didattico

Alla luce delle considerazioni finora scritte, ho deciso di effettuare una valutazione diagnostica iniziale per capire le conoscenze già possedute dai bambini.

¹³⁰ Ivi p. 16

¹³¹ Domenici, *Manuale della valutazione scolastica*, Bari, Laterza, 2007.

¹³² Cit. Einstein

Successivamente attraverso un'osservazione sistematica ho valutato le capacità degli alunni di relazionarsi, di esprimere con parole chiave il proprio pensiero e di intervenire in una discussione per cogliere dati qualitativi e quantitativi.

Il professore Filippo Quitadamo definisce l'osservazione sistematica come «una metodologia rigorosa che permette la produzione di una documentazione utile ai fini autovalutativi e ai fini di testimonianza del lavoro svolto all'interno della scuola. L'oggetto della osservazione è proprio il comportamento degli alunni che apprendono durante lo svolgimento delle attività didattiche¹³³».

Unitamente a questa osservazione ho utilizzato una tabella di rilevazione delle conoscenze per rilevare la chiarezza nell'espressione delle idee, la partecipazione, il contributo dato nelle attività sperimentali e l'efficacia delle argomentazioni. Per ogni criterio ho individuato tre possibile livelli: "si", "in parte", "no".

| | Partecipa attivamente e con costanza | Cerca di offrire il proprio contributo nelle attività sperimentali | Utilizza un linguaggio chiaro per esprimere le proprie idee | Mostra autonomia e responsabilità |
|----|--------------------------------------|--|---|-----------------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |

¹³³ Quitadamo, *saggio sulla valutazione scolastica*.

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |

Tabella 3- rilevazione conoscenze

La griglia da me compilata, al termine del percorso, mi ha permesso di elaborare un grafico e di codificare le prestazioni degli studenti in relazione agli obiettivi prefissati.

Ho scelto di compilare questa griglia al termine di tutti gli incontri perché ho preferito fare un bilancio conclusivo tenendo conto dei miglioramenti intercorsi da una lezione ad un'altra.

Di seguito il grafico ottenuto dalla compilazione della tabella:

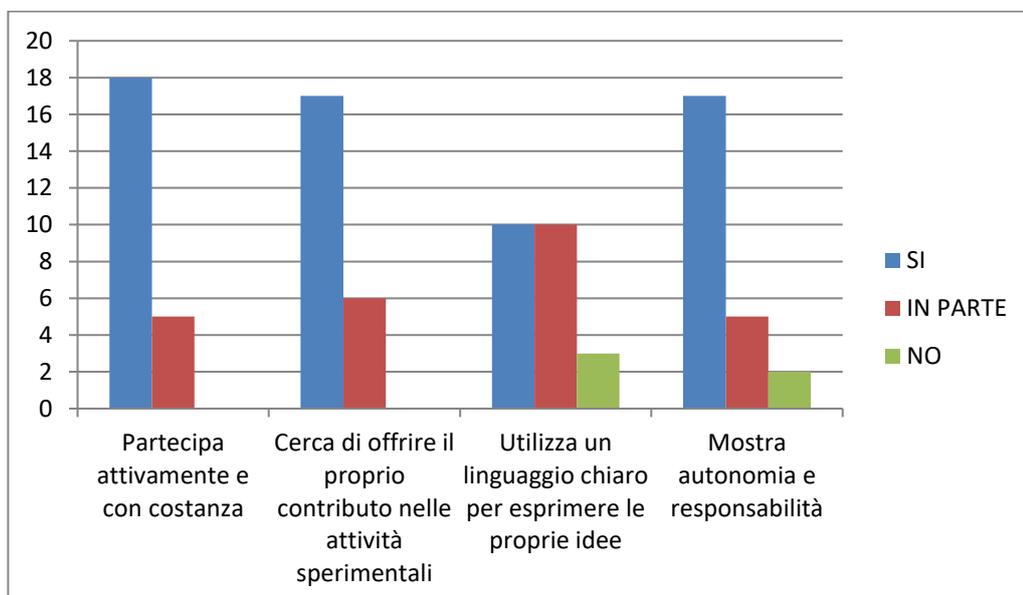


Figura 46- grafico rilevazione conoscenze

Come è possibile evincere dal grafico, il primo criterio analizzato ha visto quasi la totalità dei bambini partecipare attivamente e con costanza . Credo che

ciò sia stato anche influenzato dal fatto che i bambini già mi conoscessero e quindi si era già creato un rapporto di fiducia reciproca che ha permesso ai bambini di non avere timore del percorso che abbiamo intrapreso. Non ho notato alcuna differenza dal primo all'ultimo incontro, infatti i bambini che presentano una frequenza discontinua che non gli permette di partecipare con costanza sono stati sempre gli stessi in tutti gli incontri. Ad ogni modo non ho valutato "nulla" la partecipazione di nessun bambino.

Anche per quanto concerne il secondo criterio, ovvero "cerca di offrire il proprio contributo nelle attività sperimentali" nessun bambino è stato completamente mancante durante le attività, anche se questo parametro nel corso delle lezioni ha subito delle mutazioni. In particolare, nella prima lezione ho notato che i bambini, forse un po' impauriti dal poter sbagliare, erano più restii nel provare ad utilizzare praticamente oggetti nuovi, mentre erano completamente attivi nel fornire spiegazioni, ipotesi. Con il passare delle lezioni questo dato ha subito un cambiamento in quanto quasi la totalità dei bambini offriva un contributo importante durante la sperimentazione, nonostante alcuni bambini avessero bisogno di una sollecitazione. Soffermandomi ancora su questo criterio ritengo importante evidenziare che alcuni bambini sono stati invogliati dai propri compagni nell'esprimere le proprie idee. "Dai provaci, se sbagli non succede nulla".

Per quanto riguarda il terzo criterio, quello che richiama l'efficacia della chiarezza delle proprie espressioni, ha ottenuto risultati più disomogenei. Ho rilevato che quasi la metà della classe utilizza un linguaggio chiaro, grazie ad una fluida comunicazione e una ricca proprietà di linguaggio, l'altra metà, invece, ha delle difficoltà nell'esprimere a parole i concetti, spesso sono stata io a cercare di intuire il messaggio, mentre soltanto una piccola parte presenta enormi difficoltà nell'esprimersi, e non mi riferisco ad un linguaggio proprio della disciplina scientifica, ma ad una comunicazione generale, a causa dello scarsissimo vocabolario di parole conosciute. Questo andamento è stato lineare per tutti gli incontri anche se però in due o tre bambini ho potuto notare un miglioramento, forse dovuto alla maggiore sicurezza in se stessi raggiunta nel corso degli incontri.

Per l'ultimo criterio ho notato miglioramenti enormi nel corso delle attività. Inizialmente i bambini avevano bisogno di essere guidati man mano in tutti i passaggi, in tutte le attività intraprese. L'ultima lezione invece si è svolta in maniera quasi automatica, i bambini hanno dialogato, espresso le loro idee autonomamente facendo emergere grande impegno e responsabilità. Questo vale per quasi la totalità della classe. Per la restante parte invece ho rilevato poca responsabilità in quanto completamente presenti durante le attività svolte in aula, mentre per il compito da fare a casa hanno avuto bisogno di un incoraggiamento oppure hanno preferito non farlo.

5.2.1- Test di verifica

Agli incontri fatti se ne è poi aggiunto un altro in cui abbiamo svolto la verifica finale con 14 domande che comprendevano domande aperte, domande chiuse, domande a completamento. Ho proposto questa verifica per far emergere i risultati di quanto si era appreso, le problematiche che hanno bisogno di approfondimento e per monitorare il processo di insegnamento.

Ho strutturato la prova su tutti gli argomenti affrontati andando a ripercorrere le attività fatte con i bambini. Prima di somministrare il test ho cercato di andare a chiarire le finalità e gli obiettivi che volevo andare ad accertare.

Ho notato che i bambini erano abbastanza agitati ed emozionati. Ho cercato quindi di raggiungere un clima più sereno e disteso attraverso un piccolo discorso: “bimbi state tranquilli, le domande sono tutte semplicissime e riguardano soltanto gli argomenti che abbiamo sperimentato insieme. Durante tutta la prova se avete qualche dubbio potete farmi delle domande e se c'è qualche domanda che proprio non riuscite a rispondere andate avanti, non vi preoccupate. Io sono sicura che andrete benissimo”.

Prima di iniziare la prova abbiamo letto insieme tutte le domande, ho chiesto di fare silenzio durante lo svolgimento in modo da non distrarre nessuno e siamo partiti.

Ho deciso di attribuire 1 punto per ogni domanda esatta che riguardava la tipologia vero o falso o risposta multipla. Mentre per le domande aperte 2 punti per ogni risposta esatta, un punto per ogni risposta parzialmente corretta. Per ogni risposta non data o sbagliata non ho dato alcun punteggio.

A seguire dispongo in elenco le domande del test ed alcune delle risposte date dai bambini.

1. Prova a fornire una definizione del termine energia
2. Elenca le diverse forme di energia che conosci
3. L'uomo assume energia attraverso:
 - o cibo
 - o acqua
 - o calore
 - o Sole
4. Che cosa è il calore?
 - o una forza
 - o una modalità di trasferimento dell'energia
 - o un tipo di energia elettrica
5. Quando parliamo di calore ci riferiamo ad energia
6. Che cosa succede mettendo a contatto un liquido freddo con un liquido più caldo?
7. Quale temperatura finale otterrò unendo 100g di acqua a 20°C e 100g di acqua a 70°C?
 - o 90°C
 - o 50°C
 - o 45°C
8. Se invece ai 100g di acqua a 20°C aggiungiamo 200g di acqua a 70°C che temperatura otterrò?
 - o 50°C
 - o una temperatura più vicina ai 20°C
 - o una temperatura più vicina a 70°C
 - o 45°C
9. Il calore passa da corpi più freddi a corpi più caldi? V - F
10. Che cosa si intende per conservazione dell'energia ?
11. Con quale oggetto si può spiegare il concetto di conservazione dell'energia?

12. Nomina le varie forme di energia coinvolte in questa trasformazione



13. Indica che tipo di trasformazione avviene nel ferro da stiro

14. In quale di queste immagini l'energia elettrica viene trasformata in energia di movimento



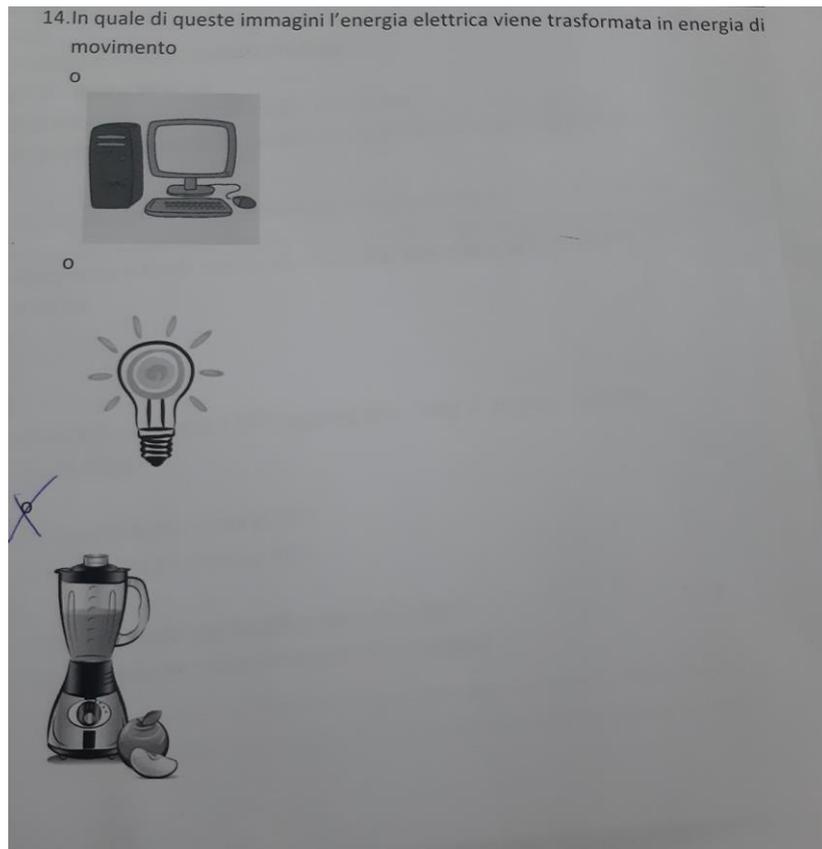


Figura 47- Test finale

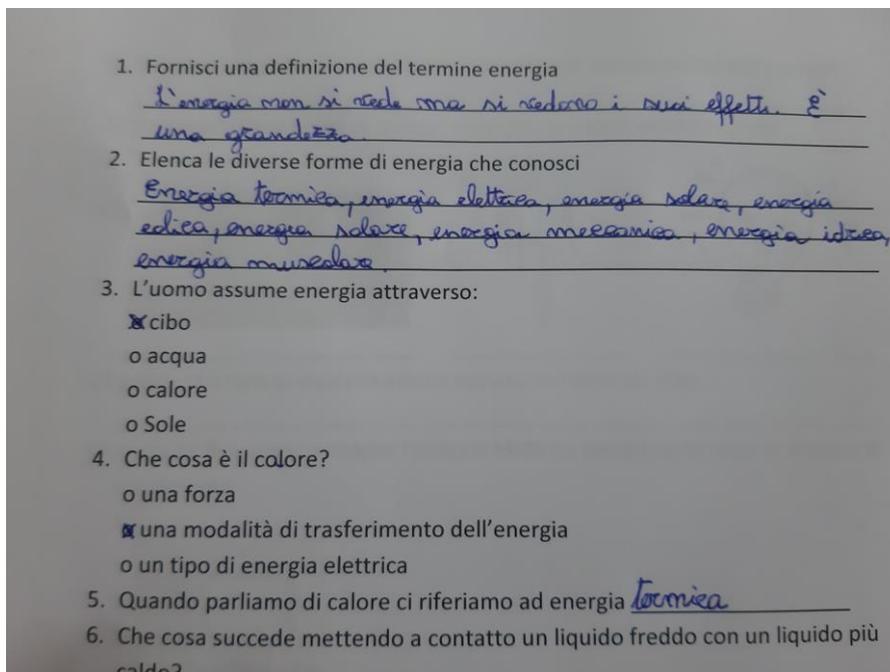


Figura 48- Test finale

11. Con quale oggetto si può spiegare il concetto di conservazione dell'energia?
Bondolo di Newton

12. Nomina le varie forme di energia coinvolte in questa trasformazione



Eolica



movimento



Luminosa

13. Indica che tipo di trasformazione avviene nel ferro da stiro
Da energia elettrica a energia termica

14. In quale di queste immagini l'energia elettrica viene trasformata in energia di movimento




Figura 49- Test finale

1. Fornisci una definizione del termine energia
GRAZIE ALL' ENERGIA COMPIAMO UN LAVORO

2. Elenca le diverse forme di energia che conosci
ELETTRICA - SOLARE - MECCANICA - TERMICA - MISCOLARE - LUMINOSA

3. L'uomo assume energia attraverso:

- cibo
- acqua
- calore
- Sole

4. Che cosa è il calore?

- una forza
- una modalità di trasferimento dell'energia
- un tipo di energia elettrica

Figura 50- Test finale

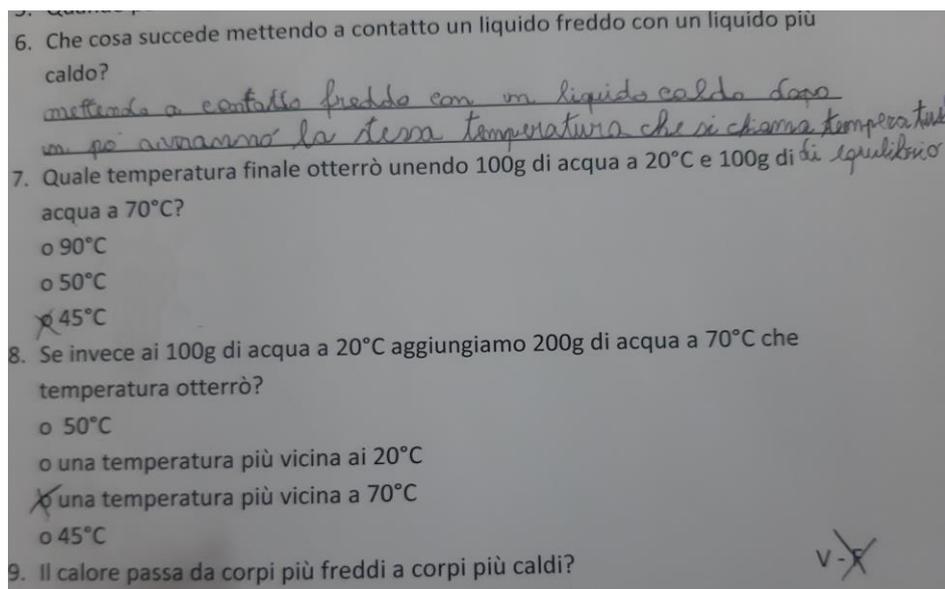


Figura 51- Test finale

Per quanto riguarda le domande a risposta multipla e vero o falso quasi la totalità dei bambini ha fornito la risposta corretta. Per quanto riguarda le risposte alla terza domanda, sul modo in cui “assumiamo energia” è stata considerata corretta la risposta “cibo” ma è evidente che tutte le altre risposte potrebbero essere prese in considerazione. All'ultima domanda invece non è stata data risposta da alcuni bambini, a detta loro, per mancanza di tempo, mentre un solo bambino ha fornito la risposta sbagliata.

Di seguito un istogramma relativo al risultato delle prove a risposta chiusa. Sull'asse della ascisse sono riportati i numeri delle domande, su quello delle ordinate il numero dei bambini.

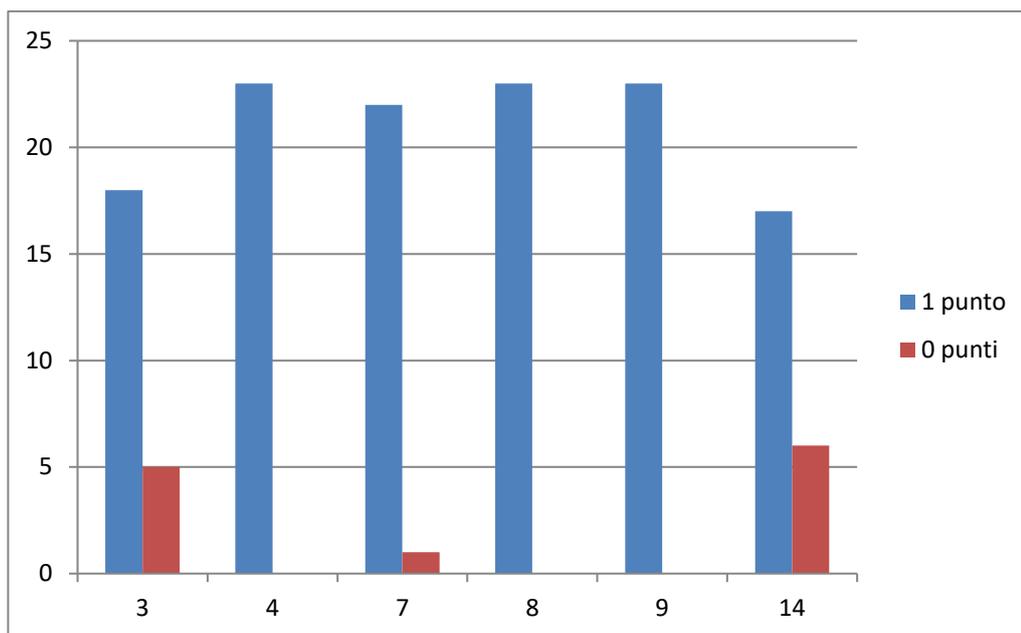


Figura 52- istogramma relativo alle domande a risposta multipla

Il discorso è un po' più complicato per quanto riguarda le domande che richiedevano una risposta aperta.

La prima domanda, quella sul fornire una definizione di energia, ha messo più in difficoltà i bambini. Avevo già messo questo in preventivo perché il concetto di energia è uno dei concetti più astratti e di conseguenza più difficile da definire. Anche durante il nostro percorso non abbiamo dato una definizione a questo termine, ma mi interessava capire se i bambini riuscissero a costruire una definizione attraverso le conoscenze acquisite. Alcuni bambini non hanno risposto a questa domanda, altri hanno affermato che l'energia è una grandezza fisica che non si vede ma si vedono gli effetti, un'altra bimba ancora ha scritto “grazie all'energia compiamo un lavoro”.

La seconda domanda invece è stata risposta da tutti i bambini. Sono tutti riusciti ad elencare, chi più e chi meno, le diverse forme di energia. I bimbi che ne hanno evidenziato di meno ne hanno scritte 4.

In merito alla quinta domanda solo un bimbo ha risposto in maniera errata. Relativamente alla sesta domanda invece ho evidenziato che il concetto era stato appreso dalla quasi totalità dei bambini, ma che una buona parte hanno avuto difficoltà a scriverlo in maniera chiara. Ci sono però stati dei bambini che hanno dato delle risposte molto convincenti utilizzando anche il termine

“temperatura di equilibrio”. La risposta che ho reputato più corretta è stata “mettendo a contatto un liquido freddo con un liquido caldo dopo un po' di tempo avranno la stessa temperatura. Questa temperatura si chiama temperatura di equilibrio. Succede questo perché il calore del liquido caldo passa al liquido freddo”.

A proposito della decima domanda, quella che faceva riferimento alla conservazione dell'energia, la maggior parte dei bambini ha riportato la frase che avevamo scritto durante le lezioni alla lavagna, alcuni invece hanno cercato di rispondere attraverso un esperimento: “ l'energia non sparisce mai perché si trasforma in altri tipi di energia, come nel caso del pannello solare", oppure “L'energia nasce da altri tipi di energia e si trasforma poi in altri ancora, come nell'esperimento del martello e del pezzo di ferro”.

L'undicesima domanda, invece, è stata risposta da tutti in maniera corretta. Tutti infatti hanno scritto il pendolo di Newton, solo un bimbo non ha invece fornito alcuna soluzione.

In relazione alla dodicesima domanda metà della classe ha indicato le forme di energia esatte coinvolte nella trasformazione rappresentata, l'altra parte ha compiuto delle inesattezze, forse a causa dell'immagine che poteva risultare un po' equivoca. Infatti alcuni bambini in riferimento alle prime due immagini hanno scritto “energia eolica” ad entrambe. Quello che però io volevo far evincere era il movimento delle pale. Nonostante questa equivocità metà dei bimbi ha risposto “energia meccanica”.

La tredicesima domanda, invece, non è stata risposta da un paio di bambini, sempre per mancanza di tempo, mentre dalla restante parte è stata fornita una spiegazione corretta o comunque parzialmente corretta. In entrambi i casi tutti i bambini sono arrivati alla conclusione che dall'energia elettrica si arrivasse poi ad energia termica.

Anche per queste domande riporto il grafico degli esiti del test. Sull'asse delle ascisse sempre il numero di domanda su quello delle ordinate il numero di bambini

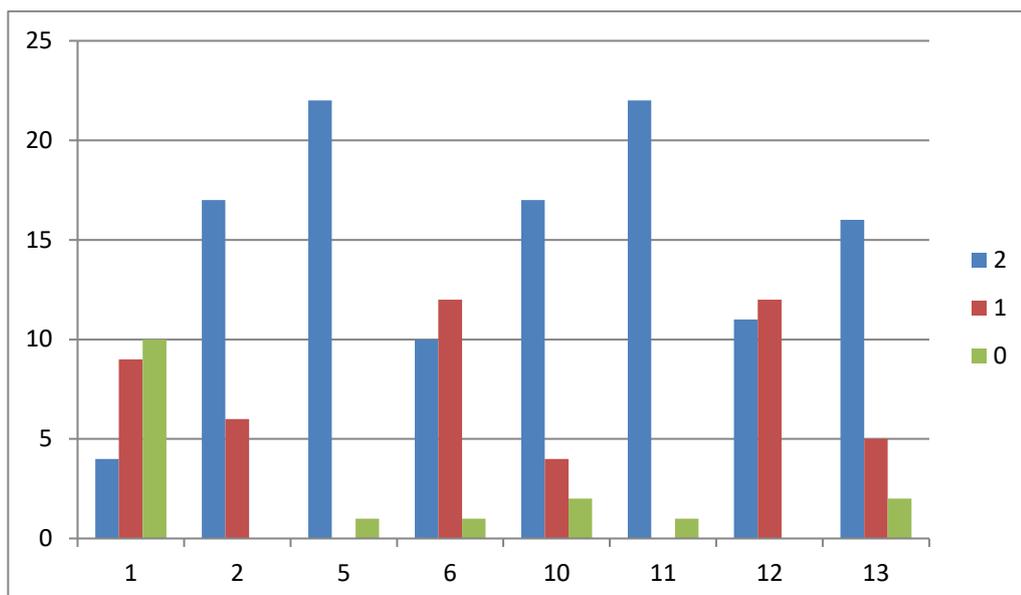


Figura 53 - istogramma relativo alle domande a risposta multipla

Al termine della correzione ho potuto constatare che la riuscita del test è stata più che positiva, e questo è stato per me motivo di gioia. Ho anche imparato che occorre discutere con i ragazzi sulle risposte date superando la logica di sbagliato-corretto e quindi dando al test un valore soprattutto formativo.

5.2.2- Autovalutazione

Coerentemente con quanto scritto in questo elaborato, al termine dei miei incontri ho poi deciso di far scrivere ai bambini un'autobiografia cognitiva, cioè un racconto, da parte dello studente, del percorso cognitivo compiuto, l'autovalutazione del prodotto realizzato e soprattutto del processo adottato per rispondere alle varie situazioni problemi.

Ho detto loro: "Vi chiedo di scrivere delle righe sul nostro percorso, di raccontarlo. Scrivete quello che avete provato, le difficoltà che ci sono state, i momenti belli. Raccontate poi un'attività che vi è piaciuta particolarmente".

Ho disposto ciò perché l'osservazione sistematica condotta mi ha consentito di cogliere taluni aspetti, ma non mi ha permesso di cogliere il senso, il significato, le emozioni che il bambino ha provato durante il lavoro.

Quello dell'autobiografia è uno strumento che assolve ad una funzione riflessiva e metacognitiva e tale procedura, legata alla narrazione di sé, ha trovato applicazioni molto interessanti anche nella didattica speciale¹³⁴.

Questa documentazione mi ha permesso di raccogliere il senso, le emozioni, i pensieri realmente provati dai bambini. Ho letto tutto con molta attenzione e ho potuto cogliere la veridicità, la purezza dei loro sentimenti, ho potuto capire anche quelli che erano stati momenti di difficoltà che magari erano stati celati da sorrisi e ho ricevuto un feedback essenziale per il mio operato. Ritengo infatti che l'autovalutazione sia importante per l'insegnante e per l'allievo ai fini del miglioramento delle prestazioni professionali.

Qui di seguito alcune parti delle autobiografie scritte.

“Con la maestra Cristina abbiamo fatto delle lezioni nuove perché abbiamo parlato dell'energia e abbiamo fatto degli esperimenti, delle ipotesi e poi siamo arrivati a delle conclusioni. All'inizio mi è sembrato molto strano perché non abbiamo mai fatto queste cose con lei. Lei ci ha sempre spiegato tante cose sugli Egizi, sui fiumi, sui laghi. Per questo durante la prima lezione avevo un po' paura ma ero anche un po' divertita perché ci ha detto delle cose belle. Abbiamo imparato veramente tante cose, all'inizio abbiamo scritto le cose che noi già sapevamo e le diverse forme di energia. Poi le altre lezioni abbiamo fatto degli esperimenti sull'energia termica, sulla conservazione dell'energia, sulla trasformazione dell'energia. La cosa che più mi è piaciuta è stato utilizzare strumenti che non avevo mai visto prima tipo il pendolo di Newton o un termometro da cucina. A volte avevo paura di alzare la mano perché non volevo dire una cosa sbagliata e forse per questo la maestra poteva credere che io non stavo facendo niente, allora ho deciso di superare questa paura e di dire le cose che pensavo. L'esperimento che mi è piaciuto di più è stato quello di mettere in una scodella acqua calda e acqua fredda. Mi è piaciuto perché sono andata io a controllare che il peso dell'acqua calda era uguale a quello dell'acqua fredda e poi abbiamo creato la tabella. Sono riuscita a capire che alla fine si arriva ad una temperatura che si chiama temperatura di equilibrio e che il calore passa dall'acqua calda all'acqua fredda. L'esperimento che mi è piaciuto di meno è stato quello con il cubetto di acciaio perché l'abbiamo fatto da soli a casa. Infine abbiamo fatto anche un test che è andato molto bene e per questo sono contenta. Mi dispiace che queste lezioni sono finite perché mi divertivano, però la maestra ci ha promesso che avremmo fatto altre lezioni

¹³⁴ Ivi p. 48

come queste con un altro argomento. E la maestra dice che mantiene sempre le promesse”.

“Non sono molto bravo a scrivere però ci provo. Le emozioni e i sentimenti che ho provato durante le lezioni sono stati tantissimi. Ero contento e emozionato perché abbiamo fatto cose nuove e che non abbiamo mai fatto con nessuna maestra. Ero anche agitato perché non sapevo cosa avremmo fatto di nuovo ed io quando facciamo cose nuove a volte mi blocco. Sono stato anche arrabbiato con i miei compagni a volte, perché mi volevano parlare sopra e dicevano che io avevo detto una cosa sbagliata. Ma sono stato felice perché la maestra mi ha ascoltato sempre. L’esperimento che mi è piaciuto di più è stato quello con il robot che sopra aveva il pannello solare. Infatti l’ho comprato anche a casa. Mi sono anche divertito a farlo prima al computer perché non avevo mai visto dei giochi così. L’energia del Sole faceva muovere il robot e quindi diventava energia di movimento. Per questo ho capito la trasformazione dell’energia. La cosa che invece non mi è piaciuta è stata scrivere questo testo perché non mi piace scrivere”.

“Ieri abbiamo fatto l’ultima lezione con la maestra Cristina sul viaggio sull’energia e abbiamo fatto una verifica con delle domande che ci ha dato. All’inizio non ero molto contenta di fare queste attività, ho anche chiesto a mamma di non farle perché quando lavoriamo tutti insieme e in gruppo mi vergogno. Però poi diciamo che mamma mi ha obbligato. Abbiamo fatto delle lezioni con degli esperimenti, la maestra non ci ha mai detto la soluzione o la risposta esatta ma ci ha fatto solo tante domande e noi da soli siamo arrivati a dare la risposta. Non avrei mai pensato che potevamo imparare delle cose senza che le dicesse prima la maestra. Mi è piaciuto tantissimo l’esperimento con la fionda perché è stato il primo che abbiamo fatto insieme e mi ha fatto ridere perché qualche mio amico non sapeva proprio lanciare le palline. Poi mi è piaciuto anche perché ho capito per la prima volta che l’energia della molla passa alla pallina. Non sapevo questa cosa anche se a casa a volte avevo giocato con la fionda. Poi mi è anche piaciuto utilizzare il robot solare, faceva tanto ridere come si muoveva. Ora abbiamo finito e sono un po’ triste e mi fa ridere pensare che non lo volevo fare all’inizio”.

Leggere queste righe è stato per me molto emozionante ma anche molto utile per rendere il mio operato sempre più corretto e di qualità.

Conclusioni

È arrivato il momento di fare un bilancio della storia della mia formazione iniziando dall'esperienza scolastica. Ho pensato all'intero percorso e a quanto ero affascinata, incuriosita, attratta, dalle discipline scientifiche durante i miei primi anni di scuola. Ponevo di continuo tante domande, sia a casa che in aula, e cercavo di imparare sempre qualcosa in più rispetto a quello che era programmato, anche, ricordo, per sorprendere le mie insegnanti.

Questo amore, questa passione, si è tramutata in un rapporto più complicato durante gli anni del liceo. Ho frequentato parte di quegli anni, infatti, pensando che la mia scelta, quella di frequentare il liceo scientifico, fosse sbagliata.

Ho iniziato a sentirmi persa poco dopo il secondo anno. Le insegnanti cambiavano di anno in anno e con loro le metodologie e le strategie che accompagnavano le lezioni. Mi impegnavo sempre tantissimo ma non riuscivo ad ottenere i risultati che mi prefissavo. Ho capito, quindi, e toccato “con mano”, come si possa “cadere” facilmente nella trappola delle “discipline scientifiche incomprensibili” e come la continuità didattica sia una tematica importantissima ma non ancora valorizzata quanto merita nel mondo della scuola. Eppure rappresenta il presupposto per qualificare il diritto allo studio degli alunni.

Ho riconsiderato poi il tutto durante il percorso universitario. Gli esami che mi hanno coinvolto maggiormente, e che non mi hanno fatta sentire spaesata e impreparata durante i miei primi giorni da maestra, sono stati quelli riguardanti la didattica delle singole discipline. In particolar modo gli esami di didattica della matematica e didattica della fisica hanno suscitato in me un interesse particolare, che mi ha spinto a fare ricerche in questo senso e ad ambire all'insegnamento di queste discipline. Un primo passo l'ho fatto proprio attuando quanto descritto in questo elaborato. Inoltre questi insegnamenti mi hanno fornito strumenti per la progettazione e la conduzione di attività di educazione scientifica per la scuola dell'infanzia e primaria, che ho cercato di concretizzare durante la fase attuativa svolta e che mi hanno permesso di capire quanto queste attività non tocchino solo le capacità matematiche ma anche le capacità linguistiche.

La redazione e la progettazione di questo elaborato è stata costellata da continui cambiamenti, rivisitazioni e progettazione di materiali che sono stati adattati a causa della situazione pandemica del nostro paese.

Sembra quasi paradossale ma in tutto questo sono riuscita ad estrapolare diversi lati positivi, delle opportunità, che credo possano essere sfruttate anche in situazioni di normalità. Ho cercato di vedere e trovare il bello nel brutto.

Come già ribadito più volte, la stesura di questo lavoro deve molto al modo in cui abbiamo lavorato con i docenti in formazione, con i professori dell'università e con le mie colleghe. Ci sono stati diversi incontri che svolgendosi da remoto hanno permesso la presenza di tutti e una maggiore collaborazione. Probabilmente in una situazione diversa non si sarebbe creata questa “macchina da lavoro” come mi piace definirla. Uno degli ultimi incontri poi si è svolto in presenza, nell’ istituto Porchiano-Bordiga di Napoli. È stato in questa occasione che ho visto dal vivo i volti, gli sguardi, dei docenti in formazione con i quali avevamo sempre collaborato a distanza. Inoltre, ho avuto la possibilità di presentare siffatto elaborato di tesi, discutere sul lavoro fatto e ricevere una retroazione molto positiva (allegato 1). Questo incontro è stato anche molto interessante perché ho ascoltato gli interventi sulle sperimentazioni fatte dai docenti del plesso docenti con i loro allievi. Ciò ha permesso ancora una volta, ed in maniera ancora più significativa, di accordare le attività di tesi con attività che coinvolgono le scuole.

Ho avuto la possibilità di interagire con le famiglie attraverso la didattica a distanza, elemento che potrebbe essere trascurato durante le normali attività scolastiche, ma che è di vitale importanza in quanto scuola e famiglia condividono la responsabilità dell'educazione dei fanciulli.

Ho poi avuto la possibilità di utilizzare molti dispositivi che la rete offre, che possono distaccarsi da quelli che sono gli strumenti di solito utilizzati, ma che rappresentano e fanno parte a pieno del nostro futuro, in quanto il futuro è digitale. Parlando di questo faccio sicuramente riferimento alle applet che ho avuto modo di utilizzare con i bambini, ma che ancora prima ho scoperto

grazie ad esercitazioni del corso di “Elementi di fisica” del professore Emilio Balzano, seguito al quarto anno di università. Si pensava che a distanza non potesse essere possibile sperimentare, invece queste simulazioni hanno dimostrato il contrario: è possibile condurre esperimenti anche a casa confrontando i risultati che con quelli che si ottengono con le simulazioni e animazioni potenziando notevolmente la capacità di modellizzare.

Ritornando invece al percorso intrapreso con i bambini mi posso ritenere molto contenta e soddisfatta. È stato sì un percorso impegnativo, importante, ricco di impedimenti a causa della pandemia, ma è stato molto piacevole preparare a casa gli esperimenti, eseguirli con i bambini e raccogliere gli apporti di tutti loro. Abbiamo affrontato concetti scientifici spesso complessi ma credo che la didattica laboratoriale e le altre metodologie scelte, che vedono l'alunno attivo e partecipe, mi hanno permesso di veicolare concetti in modo più naturale ed efficace. Il lavoro di gruppo ha aiutato lo sviluppo delle capacità relazionali dei bambini che hanno iniziato a prestare attenzione al punto di vista dei compagni e si sono sentiti un vero gruppo.

Nonostante abbia avuto altre esperienze, altre possibilità di attuare interventi in classe, questa per me è stata la prima volta in cui ho costruito e realizzato un percorso didattico che prevedesse una così corposa fase sperimentale. Inizialmente mi sembrava un'impresa ardua e non nego di aver avuto paura di non esserne all'altezza ma, grazie all'aiuto del mio relatore e del suo team, posso affermare che nel complesso mi ritengo appagata dei risultati ottenuti.

Ho messo in atto competenze acquisite nei corsi universitari e lavorato allo sviluppo di nuove competenze che dovrebbero risultare utili nel mio futuro lavoro di insegnante. La competenza osservativa-riflessiva mi ha permesso di fare riferimento alle motivazioni e ai bisogni dei bambini prima di attuare l'intervento. Senza cogliere questi aspetti il docente non potrà mai attuare un intervento veramente significativo. La competenza progettuale, fondamentale per organizzare tempi, modi e spazi. Una lezione improvvisata renderebbe l'insegnante poco sicuro su cosa fare e cosa dire. I bambini sono i primi ad accorgersi di ciò e di conseguenza a non prestare attenzione. La competenza relazionale, ho compreso che conoscenze, i saperi, sono fondamentali ma da

soli non bastano per fare un buon insegnante. In assenza di una relazione autentica e fluida, senza un buon coinvolgimento personale una capacità di selezionare, interpretare le conoscenze, una capacità di interazione adeguata, questi saperi non saranno mai trasmessi in maniera significativa ai bambini.

I bambini hanno partecipato alle attività con molto entusiasmo, impegno, sempre molto felici di imparare cose nuove.

Nel complesso hanno tutti raggiunto gli obiettivi prefissati durante la fase progettuale. L'autostima, le capacità di ragionamento, le capacità di astrazione hanno subito un notevole miglioramento.

Inoltre gli alunni, coerentemente con i traguardi prefissati dalle Indicazioni Nazionali del 2012, hanno sviluppato atteggiamenti di curiosità e modi di guardare che li stimolano a cercare spiegazioni a quello che si trovano di fronte.

Spero che questo intervento sia stato realmente utile e fruttuoso per i bambini e che in futuro ricorderanno con entusiasmo e con calore questa nostra collaborazione. Spero inoltre che la lettura di questo lavoro di tesi possa essere utile ad insegnanti che intendono sperimentare percorsi didattici in ambito scientifico-matematico nella Scuola Primaria.

Allegato 1

Allego la presentazione PowerPoint esposta durante l'incontro con i docenti in formazione dell'istituto Porchiano-Bordiga di Napoli.

TRA LE MOTIVAZIONI CHE MI HANNO SPINTO AD INTRAPRENDERE QUESTO CORSO DI TESI:

Far comprendere l'importanza della cultura scientifica. Reputo l'educazione scientifica fondamentale all'interno della formazione scolastica, per il suo valore educativo, pratico e argomentativo. E per siffatto motivo mi sono predisposta l'obiettivo di far sì che i bambini si allontanino da quei pregiudizi che ancora ruotano attorno a questa cultura, e che non abbiano più atteggiamenti di sfiducia e rinuncia in riferimento a queste materie.

La volontà di promuovere e favorire l'apprendimento attraverso una didattica laboratoriale con attività che permettessero un'osservazione diretta e sperimentale sui fenomeni trattati.

La scienza non offre "risposte preconfezionate" ma spinge le persone a porsi delle domande, a mettere in discussione ciò che è stato detto, ad utilizzare un approccio critico, in altre parole ad attivare delle strategie di pensiero.

«La scienza non è che una conoscenza immaginaria della verità assoluta» (Lev Tolstoj).

Attraverso un processo naturale, che potrei definire quasi inevitabile, questo lavoro di tesi si è adattato alla situazione che si è creata, e mi riferisco all'epidemia di covid-19, e che ha visto coinvolti diversi fattori.

Il modo in cui io, i miei insegnanti, le mie colleghe e docenti in formazione abbiamo lavorato creando una comunità.

Il ruolo di mediazione svolto negli incontri dal gruppo di ricerca ha permesso di creare un ponte tra formazione iniziale e formazione in servizio degli insegnanti.

Ho avuto la possibilità di interagire con le famiglie attraverso la didattica a distanza, elemento che potrebbe essere trascurato durante le normali attività scolastiche, ma che è di vitale importanza in quanto scuola e famiglia condividono la responsabilità dell'educazione dei fanciulli.

Ho poi avuto l'opportunità di utilizzare molti dispositivi che la rete offre, che possono distaccarsi da quelli che sono gli strumenti di solito utilizzati, ma che rappresentano e fanno parte a pieno del nostro futuro, in quanto il futuro è digitale.

La redazione di questo elaborato è stata arricchita dai contributi estrapolati dalla mia esperienza di insegnamento vissuta quest'anno.

● Il tatto relazionale

L'Embodied Cognition

- (Le Indicazioni Ministeriali del 2007 e del 2012, in particolare per il primo ciclo di istruzione, evidenziano l'importanza della consapevolezza del proprio corpo come strumento di conoscenza di sé e del mondo. E si aggiunge che «la comprensione del mondo esterno non si trova nella natura ma dentro noi stessi [...] e le spiegazioni non sono altro che rappresentazioni della nostra immaginazione a partire dalle attrazioni derivanti dalla nostra esperienza corporea»).
- Il ruolo della storia e delle narrazioni nell'insegnamento delle discipline scientifiche. Reputo che la realtà debba essere spiegata da cose semplici e così diventa più facile da comprendere

«I modelli scientifici sono estensioni delle storie e questo modo di sviluppare il pensiero scientifico può portare a una didattica che unisce le discipline scientifiche e quelle umanistiche senza arrivare ad un appiattimento della scienza sulle sue regole interne» (F. Corni).

Per quanto concerne la progettazione

L'intervento didattico è stato attuato in una quarta primaria.

Ho scelto i traguardi per lo sviluppo delle competenze, gli obiettivi generali del processo formativo, gli obiettivi specifici di apprendimento e gli obiettivi trasversali più consoni per la mia progettazione.

Ho valutato le preconoscenze degli alunni.

D'Amore afferma che «non si insegna mai sul vuoto, nel nulla: quando si insegna qualche cosa, su quel qualche cosa ci sono già idee, consapevolezza, competenze più o meno corrette, più o meno ben fondate».

In questa fase di progettazione ho arricchito il mio laboratorio casalingo procurandomi materiali "aggiuntivi", tra questi, il termometro da cucina, il pendolo di Newton, un robot alimentato con celle solari. Sono quindi passata alla realizzazione delle esperienze che ho registrato con dei video finalizzati sia alla condivisione in piattaforma nel gruppo Classroom "Tesi di laurea" sia all'utilizzo in classe con i bambini.

Un passo successivo alla realizzazione del progetto didattico è stato quello di stabilire le metodologie da utilizzare.

L'intervento didattico ha avuto come scopo principale quello di esplorare il concetto di energia soffermandosi sulla conservazione e trasformazione.

“Erasenergia”

Costruzione e lancio di palline con una fionda

Il calore è un'energia in transito

Temperatura di equilibrio

Limitazione pratica al passaggio di calore da un corpo più freddo a un corpo più caldo

Shakeriamo

Pendolo di Newton

Varie attività sul trasferimento dell'energia





La valutazione

- Osservazione sistematica e tabella di rilevazione delle conoscenze: per rilevare la chiarezza nell'espressione delle idee, la partecipazione, il contributo dato nelle attività sperimentali e l'efficacia delle argomentazioni.
- Test di verifica: per far emergere i risultati di quanto si è appreso, le problematiche che hanno bisogno di approfondimento e per monitorare il processo di insegnamento.
- Autovalutazione con autobiografie cognitive. Ho disposto ciò perché l'osservazione sistematica condotta mi ha consentito di cogliere taluni aspetti, ma non mi ha permesso di cogliere il senso, il significato, le emozioni che il bambino ha provato durante il lavoro. Leggere queste righe è stato per me molto emozionante ma anche molto utile per rendere il mio operato sempre più corretto e di qualità.

Bibliografia

- Amaldi, *L'Amaldi per i licei scientifici.blu* , volume 1, Bologna, Zanichelli editore, 2015
- Arons, *Guida all'insegnamento della fisica*, Bologna, Zanichelli, 1992
- Barca, Marzo, Tripaldi, *Manuale di progettazione didattica*, Neldiritto Editore, 2018
- Bartolini, Bussi, *Matematica. I numeri e lo spazio*, Bergamo, Junior Editore, 2008
- Belladelli, Ferrari, *Rapporto tra gruppo classe e laboratorio: il ruolo dei laboratori*, 2010
- Bergamaschini, «Fare scienza» in laboratorio: la dimensione sperimentale delle scienze della natura, «Emmeciquadro», 2017
- Calvani, Bonaiuti e Ranieri, *Fondamenti di Didattica. Teoria e prassi dei dispositivi formativi*, Roma, Carocci Editore, 2016
- Capperucci, *Dalla programmazione educativa e didattica alla progettazione curricolare*, Milano, Franco Angeli Editore, 2008
- Capperucci, *La valutazione degli apprendimenti in ambito scolastico. Promuovere il successo formativo a partire dalla valutazione*, FrancoAngeli, Milano, 2011
- Cottini, *Didattica speciale e inclusione scolastica*, Carocci Editore, Roma, 2017
- D'amore, *Didattica della matematica*, Bologna, Pitagora Editrice, 2001
- Dipartimento di matematica dell'università di Palermo, *Quaderni di Ricerca in Didattica (Science)*, n.4, 2012
- Domenici, *Manuale della valutazione scolastica*, Bari, Laterza, 2007
- Elliot, Giordan, Scurati, *La ricerca-azione. Metodiche, strumenti*, Torino, Bollati Boringhieri, 1993
- Frabboni , *Il laboratorio*, Bari, La Terza, 2003
- Frabboni, Pinto Minerva, *Manuale di pedagogia e didattica*, Laterza, Bari, 2013
- Franceschini, *Insegnanti consapevoli. Saperi e competenze per i docenti della scuola dell'infanzia e di scuola primaria*, Bologna, CLUEB, 2012
- Galilei, *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, 1638
- Goleman, *L'intelligenza emotiva*, Rizzoli Editore, Milano, 2011
- Goussot, *La pedagogia speciale come scienza delle mediazioni e delle differenze*, Fano, Aras Edizioni, 2015

Indicazioni Nazionali per il curriculum, in *Annali della Pubblica Istruzione*, Firenze, Le Monnier, 2012

Laneve, *Insegnare nel laboratorio*, Brescia, La Scuola Editore, 2014

La Neve, *Manuale di Didattica. Il sapere sull'insegnamento*, Brescia, La Scuola Editore, 2017

Laurillard, *Insegnamento come scienza della progettazione*, Milano, Franco Angeli Editore, 2015

Ligorio, Cacciamani, *Psicologia dell'educazione*, Roma, Carocci Editore, 2013

Militerni R., Militerni G, *Psicologia dello sviluppo*, Napoli, Idelson-Gnocchi, 2013

Palmiero, Borsellino, *Embodied Cognition. Comprendere la mente incarnata*, Fano, Aras Edizioni, 2014

Pezzano, *Le radici dell'educazione. La teoria dell'esperienza in John Dewey*, Milano, Franco Angeli Editore, 2017

Piaget, *lo sviluppo mentale dei bambini*, Torino, Einaudi editore, 2000

Richard P. Feynman, *Sei pezzi facili*, Milano, Adelphi editore, 2000

Rivoltella, Rossi, *L'agire didattico. Manuale per l'insegnante*, Brescia, La Scuola Editrice, 2017

Sandrone Boscarino, *la didattica laboratoriale nella scuola della Riforma*, INDIRE

Santoni Rugiu, *Maestre e maestri. La difficile storia degli insegnanti elementari*, Roma, Carocci Editore, 2006

Venuti, *L'osservazione del comportamento*, Roma, Carocci Editore, 2001

Zavalloni, *La pedagogia della lumaca*, Verona, EMI editore, 2012.