



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
SUOR ORSOLA
BENINCASA

DIPARTIMENTO DI
SCIENZE FORMATIVE, PSICOLOGICHE E DELLA
COMUNICAZIONE

CORSO DI LAUREA

SCIENZE DELLA FORMAZIONE PRIMARIA

TESI DI LAUREA
IN
ELEMENTI DI FISICA

ONDE E OSCILLAZIONI NELLA SCUOLA
PRIMARIA: LA DIDATTICA LABORATORIALE E LA
SUA VALENZA

Relatore
Prof.
Emilio Balzano

Candidata
Alessia Preziuso
Matricola 208005506

INDICE

INTRODUZIONE	5
1. EDUCAZIONE SCIENTIFICA	8
1.1 L'educazione scientifica nella scuola di base	8
1.2 Importanza della documentazione in ambito educativo	10
1.3 L'osservazione come fase di un ciclo continuo	12
1.4 La formazione dei docenti e il timore delle discipline scientifiche	16
2. LE METODOLOGIE DIDATTICHE	24
2.1 Il ruolo dell'esperienza nell'apprendimento	24
2.2 La didattica laboratoriale	28
2.3 Il valore della ricerca-azione	32
2.4 Disegno come artefatto cognitivo	36
3. ONDE E OSCILLAZIONI	41
3.1 Onde e oscillazioni	42
3.1.1 Impulso	43
3.1.2 Moto ondulatorio	44
3.1.3 Onde armoniche	46
3.1.4 Moto armonico	46
3.2 Propagazione delle onde	48
3.3 Caratteristiche delle onde	49
3.4 Onde trasversali e longitudinali	50
3.5 Onde elastiche	51
3.6 Onde stazionarie	52

3.6.1	<i>Fronti d'onda e raggi</i>	53
3.6.2	<i>Raggi d'onda</i>	55
3.7	<i>Onde sonore</i>	55
3.7.1	<i>Il suono e la materia</i>	57
3.7.2	<i>Risonanza acustica</i>	60
3.7.3	<i>I suoni e l'udito</i>	61
4.	<i>LA SPERIMENTAZIONE</i>	64
4.1	<i>La classe interessata</i>	64
4.1.1	<i>I traguardi per lo sviluppo delle competenze e gli obiettivi di apprendimento</i>	64
4.1.2	<i>La metodologia</i>	65
4.1.3	<i>Mediatori didattici e disposizione degli spazi e dell'ambiente di apprendimento</i>	66
4.2	<i>Attuazione</i>	67
4.2.1	<i>Prima attività</i>	67
4.2.2	<i>Seconda attività</i>	75
4.2.3	<i>Terza attività</i>	84
4.2.4	<i>Quarta attività</i>	95
4.2.5	<i>Quinta attività</i>	100
4.2.6	<i>Sesta attività</i>	109
	<i>CONCLUSIONI</i>	119
	<i>BIBLIOGRAFIA</i>	123

INTRODUZIONE

Al giorno d'oggi, è immediato notare che le materie scientifiche nell'ambito scolastico sono ritenute accessibili solo a pochi. Per avvalorare tale affermazione basti pensare che durante tutto il nostro percorso scolastico ci siamo trovati dinanzi ad insegnanti o professori che le ritenevano discipline complesse e per tale motivo appannaggio di pochi. La questione di base appare chiara, molti docenti dovrebbero sdoganare tali materie da quegli orpelli dogmatici nei quali risultano reclusi ed affrontarle in maniera positiva e propositiva, allontanandosi dall'approccio meccanico e nozionistico. Questo, permetterebbe non solo di favorire l'interesse dei discenti ma anche di renderli consapevoli del fatto che per tutti ci sia una concreta possibilità di ottenere risultati soddisfacenti. A tal proposito, risulta necessario formare gli alunni non solo nell'ottica di acquisire nuove conoscenze ma anche di avere pieno dominio degli ambiti disciplinari e delle loro possibili connessioni, così come suggeriscono le Indicazioni Nazionali del 2012¹. Pertanto, risulta fondamentale che i docenti impegnati nei lavori di ricerca, riescano a trovare la via giusta per mantenere non solo l'attenzione degli studenti ma anche stimolare l'interesse e la motivazione per lo studio delle discipline scientifiche. È necessario che il lavoro di ricerca che viene attuato nelle classi non sia scontato o banale anzi che tenga conto del fatto che i bambini costituiscono i veri protagonisti di quest'avventura. In quest'ottica si colloca la necessità di una formazione degli insegnanti che sia adeguata a quanto richiesto dalle normative attuali e che riesca a trasmettere l'importanza dell'acquisizione di un pensiero scientifico. L'approccio scientifico nasce dal gusto di cercare risposte a domande "vere" relative alla conoscenza dei fenomeni naturali. Inoltre, è stato rilevato dai diversi studi e dalle numerose ricerche svolte dagli esperti in materia, che le attività che uniscono esplorazione di fenomenologia e teoria hanno un impatto ragguardevole sulla motivazione e sull'efficacia dell'apprendimento. Tale tipologia d'esperienza, riesce a sostenere gli alunni nell'apprendimento delle conoscenze scientifiche e allo stesso tempo stimolare la curiosità. Dunque, la scelta di svolgere un percorso inerente alla fisica risiede nel fatto che tale materia, pur non appartenendo al curriculum scolastico della scuola primaria, permette agli alunni di esplorare e conoscere dei fenomeni che appartengono alla realtà che li circonda. Infatti,

¹ *Indicazioni nazionali per il curriculum della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2012

nella classe quinta della scuola primaria, ad esempio, è presente il nucleo tematico: “Osservare e sperimentare sul campo”, per la disciplina Scienze, che risulta essere pienamente in linea con quanto realizzato a scuola con i bambini durante le varie attività sperimentali. Quindi l’insegnamento della fisica non deve essere considerato come una mera anticipazione di ciò che i discenti impareranno in futuro, ma come uno strumento che gli consentirà di esplorare, valutare, porsi domande e giungere a conclusioni in maniera autonoma. Tuttavia, nei vari contesti scolastici, l’insegnamento delle materie scientifiche è ridotto ad un semplice esercizio di memorizzazione di regole o formule già impostate e di conseguenza incomprensibili per i bambini. Pertanto, si genera una tipologia di apprendimento autoreferenziale nel quale l’alunno avrà notevoli difficoltà ad orientarsi tra i concetti di tali discipline poiché i docenti in primo luogo si mostrano timorosi nell’affrontare alcune spiegazioni per paura di cadere in errore. Da qui, si evince che molti docenti tendono a riprodurre ciò che hanno vissuto durante la loro esperienza scolastica e poi successivamente a trasmetterlo ai propri alunni. A tal fine, è necessario prevedere nell’ottica di una formazione scientifica, una metodologia di tipo laboratoriale caratterizzata da attività esperienziali che prevedono il lavoro attivo degli alunni e che conducano all’apprendimento attraverso deduzioni, scoperte e riflessioni condivise. Grazie a tali pratiche, il bambino può apprendere sperimentando sul campo e successivamente, in linea con gli obiettivi di tali metodologie, può sviluppare competenze interdisciplinari, autonomia, capacità di problem solving, di cooperazione e pensiero critico. Ovviamente, le attività laboratoriali possono essere applicate a tutte le discipline scolastiche. Inoltre, non bisogna dimenticare che l’apprendimento laboratoriale rappresenta un’ottima opportunità che si basa sul benessere del singolo studente e su una proposta inclusiva e partecipata, che stimola la pratica riflessiva in merito al proprio operato, sollecitando la creatività e le attitudini individuali di ciascuno. Tramite la flessibilità, la trasversalità e la libertà propria dell’esperimento scientifico, gli incontri si sono sviluppati concentrandosi su domande e considerazioni alle quali non vi è stata alcuna fretta di rispondere in quanto l’obiettivo è stato quello di far scoprire direttamente e praticamente in prima persona la veridicità delle proprie affermazioni. Questo, con l’intento di sottolineare la necessità di innovare le pratiche didattiche e di trovare gli strumenti adatti a mantenere costante l’attenzione dei bambini. Dunque, partendo da tali premesse, ho svolto un lavoro di ricerca sperimentale. Quindi ho progettato un percorso

didattico nella scuola primaria, in particolar modo in una classe quinta, dove si sono svolte molteplici attività di sperimentazione mirate all'acquisizione di concetti basilari di fisica: le onde, la propagazione delle onde e le varie tipologie di onde (stazionarie, periodiche, trasversali e longitudinali), soffermandoci con particolare attenzione sulle onde sonore. Durante, tali attività è risultato indispensabile l'utilizzo di strumenti come ad esempio le slinky e il diapason, in modo da favorire l'analisi di un modello di apprendimento significativo nel quale tali dispositivi avessero un ruolo centrale ed innovativo.

Il lavoro di tesi è stato così organizzato:

- nel primo capitolo è stato presentato il concetto di educazione scientifica in relazione al valore della documentazione ed osservazione realizzata da coloro che si occupano di ricerca didattica. L'obiettivo perseguito è stato quello di fornire degli spunti di riflessione riguardo la formazione dei docenti in particolar modo per quanto concerne le discipline scientifiche;
 - o nel secondo capitolo è stata trattata la tematica delle metodologie da utilizzare nei processi di insegnamento- apprendimento delle discipline scientifiche: sottolineando il valore inclusivo della didattica laboratoriale e le opportunità da essa offerte, in seguito è stato definito il disegno come artefatto cognitivo;
- nel terzo capitolo sono stati sviluppati a livello teorico i concetti di fisica utilizzati nella parte di attuazione del progetto nella scuola primaria, quali: le onde, la propagazione delle onde e le varie tipologie di onde (stazionarie, trasversali, longitudinali e sonore);
- nel quarto ed ultimo capitolo, infine, è riportata la sperimentazione e la relativa documentazione.

EDUCAZIONE SCIENTIFICA

1.1 L'educazione scientifica nella scuola di base

Il neonato fin dai primi mesi dimostra di avere un sistema di riconoscimento degli oggetti incentrato su principi spazio-temporali che gli permette di effettuare numerazioni in modo implicito. Gli studi sui neonati dimostrano infatti che già a pochi mesi sono in grado di eseguire indirettamente operazioni fra due o tre oggetti. Pertanto, è possibile sviluppare le competenze numeriche dei bambini ancor prima che inizino un apprendimento formale dei numeri e della matematica, semplicemente promuovendo le loro capacità di discriminare visivamente insieme di piccoli oggetti. A tal proposito, risulta fondamentale avviare all'educazione scientifica molto presto, cioè, ai bambini nella scuola dell'infanzia e della scuola primaria. Il compito dell'educazione scientifica è quello di mirare all'acquisizione di un pensiero critico che consenta l'interpretazione della realtà attraverso i concetti peculiari della conoscenza scientifica².

Morin³, infatti sottolineava la necessità di riconnettere le conoscenze disperse nelle varie scienze, soprattutto in quelle della cognizione, in una "visione multidimensionale" del sapere. Egli era convinto che la conoscenza fosse un fenomeno multidimensionale e pertanto che la crescita dei saperi specializzati ponga ognuno di noi in una condizione favorevole rispetto al sapere di riferimento. Per il filosofo francese, risulta indispensabile il superamento di ogni ideologica contrapposizione tra cultura scientifica e cultura umanistica. Tale contrapposizione risulta essere il frutto di un passato incombente, in cui per tantissimi anni la cultura umanista ha padroneggiato la scena della civiltà antica.

Al fine di compiere delle scelte autonome e di valutare quello che ci viene detto, è fondamentale possedere una "cultura scientifica", che tenga conto anche del ruolo del ragionamento nelle varie situazioni che la quotidianità ci pone dinanzi. Nell'ambito scolastico, la figura dell'insegnante deve possedere non solo competenze e conoscenze didattico-pedagogiche ma deve comunque possedere dei saperi necessari per l'insegnamento di materie scientifiche affinché presenti i giusti mezzi per affrontare le diverse sfide che la complessa realtà odierna pone in auge. In riferimento a ciò, è

² Rondanini L., *Valutazione formativa e portfolio: ricerca sul curricolo e innovazione didattica*, Ufficio scolastico regionale per l'Emilia Romagna

³ Morin E., *Le vie della complessità*, in Bocchi G., Ceruti M., (a cura di), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, 1985, pp. 49-60

importante chiarire che la conoscenza scientifica del docente risulta essere una componente fondamentale delle varie esperienze che si intendono realizzare in classe, tali esperienze devono risultare attraenti ed innovative e porre il bambino dinanzi a delle difficoltà da risolvere talvolta in autonomia, talvolta in collaborazione con i suoi compagni. Come già accennato in precedenza, sin dalla scuola dell'infanzia si può favorire l'educazione scientifica partendo da ciò che i bambini hanno appreso precedentemente al di fuori del contesto scolastico⁴. Dunque, cominciare da qualcosa che risulta essere già familiare gli consentirà di aumentare le loro conoscenze in maniera più vantaggiosa. Per tale motivo, è rilevante favorire l'osservazione in quanto essi imparano anche guardando ciò che il docente mette in atto quotidianamente. "Piuttosto che travolgerli con la nostra conoscenza, dobbiamo aiutarli a risistemare, aggiustare, mettere in forma coerente ciò che loro già sanno"⁵. Tale definizione si è realizzata praticamente durante il percorso sperimentale che è stato attuato all'interno di una classe quinta della scuola primaria, dove i bambini seppur grandi, si sono mostrati sin da subito attenti e pronti nel fornire risposte o a sostenere delle ipotesi. Quest'ultime sono state pronunciate dagli alunni con lieve titubanza per quanto concerne la forma poiché essi erano consapevoli della complessità degli argomenti in esame e di conseguenza non possedevano i mezzi necessari o gli strumenti che gli consentivano di formalizzare al meglio non solo ciò che osservavano ma anche ciò che sperimentavano praticamente in prima persona. Inoltre, attraverso il costante lavoro di osservazione, esplorazione e manipolazione, i bambini iniziano a comprendere meglio le caratteristiche di un fenomeno ed il suo funzionamento. In riferimento a ciò, nell'ambito di un'educazione scientifica che tenga conto del reale obiettivo che intende perseguire, è importante che vi sia un cambiamento delle metodologie utilizzate in quest'ambito. Ciò concorre alla necessità di superare l'apprendimento di tali discipline solo mediante delle lezioni frontali poiché l'innovazione delle attività laboratoriali influisce sul coinvolgimento immediato degli studenti, veri protagonisti nella verifica sperimentale degli argomenti trattati.

⁴ Galetto C., *Fare scienza nella scuola dell'infanzia*, in Mazzoli P., *Capire si può: educazione matematica e scientifica*, Carocci Editore, Roma, 2005

⁵ *Ibidem*

1.2 Importanza della documentazione in ambito educativo

Prima di parlare dell'importanza della documentazione in ambito scolastico, bisogna chiedersi cosa vuol dire il termine "documentare", la prima accezione di significato presente sul dizionario afferma: "Corredare con documenti un'affermazione, uno scritto, un atto giuridico; dimostrare con prove di fatto e con precisi riferimenti la verità o l'esattezza di quanto si asserisce" o ancora "predisporre e produrre una documentazione; fornire, a uno studioso o sperimentatore, tutto ciò che può essergli utile per progredire negli studi o nelle ricerche relative all'argomento che l'interessa"⁶. Dunque, volendo riassumere tali definizioni, si può affermare che per il docente documentare risulta essere qualcosa di intrinseco che gli consente di organizzare le parti di un processo di apprendimento⁷. Nonostante l'emblematico valore della documentazione nei processi di insegnamento-apprendimento, è emerso sin dalle prime esperienze avute sul campo cioè durante i vari anni di tirocinio diretto, che tale pratica sia ancora in disuso per molti e che pochi ne conoscano realmente l'efficacia, basti pensare invece che la documentazione può essere uno strumento di supporto per l'insegnante in diversi momenti della giornata scolastica anche per riflettere su ciò che è avvenuto in aula senza svalutare o sopravvalutare gli episodi che non si hanno ben chiari⁸. Quindi, partendo da tali premesse risulta necessario documentare per definire al meglio la qualità dei processi di conoscenza attivati. Documentare quindi, rappresenta un'opportunità formativa per il docente che riesce ad accedere alle proprie conquiste, visualizzarle praticamente, consentendogli al tempo stesso di riflettere sull'efficacia del proprio modo di lavorare ossia su quelle attività che egli realizza per garantire un accrescimento delle competenze.

In altre parole, è chiaro che quando si inizia a "mettere per iscritto", si inizia a dare forma alla propria esperienza didattica e di conseguenza a renderla visibile, così da avere uno sguardo innovativo e allo stesso tempo globale su sé stesso e sui propri alunni⁹. I processi di insegnamento-apprendimento risultano essere i protagonisti della pratica di documentazione in quanto all'interno di questi talvolta si esplicitano particolari che ad occhio nudo possono sfuggire o in qualche modo risultare futili. Da tali affermazioni si evince che è necessario non solo porsi domande ma anche cercare di rispondere a tali

⁶ <https://www.treccani.it/vocabolario/documentare/>

⁷ Nicolli S., *Documentare la scuola: pensieri guida*, in Nicolli S. (a cura di), *Narrare la scuola: insegnanti riflessivi e documentazione didattica*, Asterios Editore, Trieste, 2018, p. 14

⁸ *Ibidem*

⁹ *Ivi*, p.15

quesiti provando a riflettere sul significato di fondo dei due verbi: insegnare e apprendere. Ancora, mediante la documentazione i docenti hanno la possibilità di riguardare con distacco ciò in cui ci si è trovati o ci si troverà immersi; effettuando un confronto fra lo fra le proprie intenzioni educative e ciò che concretamente avvenuto nella situazione pratica. Per costituire una documentazione in primo luogo bisogna scegliere cosa si vuole documentare e questo implica di conseguenza una riflessione nella quale è necessario mettere a fuoco i destinatari e gli obiettivi del lavoro. Il docente, durante la sua pratica didattica segue un ciclo che tende a ripetersi costantemente caratterizzato dall'osservazione, documentazione, interpretazione e progettazione. Tali fasi risultano essere strettamente collegate le une alle altre in un continuo scambio dialogico. In breve, la documentazione si rivela strumento di valutazione e autovalutazione in quanto permette di dare valore all'esperienza e, attraverso il confronto, di arricchirsi e svilupparsi ulteriormente ma allo stesso tempo oggetto sociale ¹⁰.

Dalla bibliografia presa in esame, risulta evidente che l'insegnante è colui che sceglie su cosa bisogna soffermarsi o a cosa bisogna dare maggior attenzione, ciò implica l'attuazione di una scelta da parte del docente che agisce, quindi, responsabilmente attraverso un atto valutativo. In poche parole, è il docente a scegliere cosa intende documentare ed in che modo realizzare tale documentazione al fine di ottenere una fotografia chiara e precisa dei processi che intende valorizzare e porre in auge. Tra gli strumenti tecnologici utilizzati per la documentazione particolare attenzione è rivolta all'uso dei cellulari, in quanto troppo spesso questi catturano gli sguardi inconsapevoli degli adulti costantemente immersi in un mondo parallelo; dunque, così come si cerca di sensibilizzare i più piccoli ad un utilizzo più consapevole di tale mezzo, la medesima cosa deve avvenire per chi è più adulto. Al contempo, però, tale dispositivo ha costituito un supporto fondamentale nella pratica di documentazione, in particolar modo per quanto concerne le attività sperimentali documentate durante il lavoro di tesi realizzato. Infatti, i cellulari hanno reso accessibili e unificato molte funzionalità, di conseguenza, rappresentano una vera e propria risorsa poiché consentono simultaneamente di registrare audio, scattare fotografie e registrare video. Tale contemporaneità è risultata una parte imprescindibile di questo lavoro di documentazione in quanto ha permesso di risolvere alcune problematiche inerenti alle conversazioni avvenute in classe con i bambini. Prima

¹⁰ *Ivi*, p.17

di avviare la pratica della documentazione è bene che il docente sappia utilizzare molteplici chiavi interpretative per riuscire a cogliere le micro e le macro progettazioni congiuntamente all'identità dell'alunno e dell'intero gruppo classe¹¹. Ciò è realizzabile solo attraverso un'attenta osservazione e analisi dei prodotti realizzati dagli alunni.

1.3 L'osservazione come fase di un ciclo continuo

Le prime osservazioni sistematiche ad ampio raggio effettuate in ambito analitico sono quelle realizzate da Anna Freud¹² sui bambini rifugiati o rimasti orfani durante la Seconda guerra mondiale accolti nelle Hampstead War Nurseries. Per la psicoanalista austriaca, l'osservazione costituiva un metodo valido per conoscere alcuni aspetti dello sviluppo del mondo interno del bambino e delle sue istanze psichiche quali: es, io e super-io. Il grado di maturazione degli apparati e delle funzioni dell'io, molti meccanismi di difesa usati dal bambino producono secondo la studiosa materiale utilizzabile dall'osservatore¹³. Inoltre, istruì i suoi allievi all'osservazione dei bambini per lunghi periodi e a trascrivere nel dettaglio alcuni momenti che poi sarebbero stati oggetto di discussione durante i seminari a cui prendevano parte gli osservatori. In tali occasioni, venivano presentate dagli osservatori le descrizioni degli eventi e le proprie impressioni in merito a quanto osservato¹⁴. Tramite le osservazioni realizzate durante il corso della sua vita, la studiosa maturò la consapevolezza che interventi tempestivi inerenti alla relazione adulto-bambino durante l'infanzia fossero in grado di prevenire difficoltà affettive e comportamentali in fasi successive della sua vita. Infatti, numerose osservazioni vennero archiviate e utilizzate per aggiornare la cornice teorica di psicoanalisi infantile. Una svolta cruciale si ebbe con l'utilizzo del metodo osservativo nell'ambito della ricerca psicoanalitica al fine di integrare e convalidare teorie e materiali, così come fece Margareth Mahler, celebre esponente della corrente statunitense¹⁵. Con tale pratica, si assistette ad una svolta nell'osservazione di tipo psicoanalitica in particolar modo rivolta allo studio delle interazioni precoci madre - bambino nel periodo che andava dai due ai

¹¹ *Ivi*, p. 16

¹² Venuti P., *L'osservazione del comportamento: ricerca psicologica e pratica clinica*, Carocci Editore, Roma, 2001

¹³ *Ibidem*

¹⁴ <https://www.rivisteweb.it/doi/10.1449/95806>

¹⁵ Venuti P., *L'osservazione del comportamento: ricerca psicologica e pratica clinica*, Carocci Editore, Roma, 2001

venti mesi. Pertanto, viene introdotta dalla Mahler: la sistematicità, la registrazione filmata delle interazioni e il controllo delle variabili nel setting osservativo. La sistematicità e la registrazione filmata hanno rappresentato una parte integrante del lavoro di tesi svolto in classe durante quest'anno scolastico. Inoltre, l'osservazione ha un ruolo emblematico in molti ambiti di studio della psicologia, soprattutto quelli relativi alla prima infanzia. Dunque, anche per chi opera in ambito educativo, è legittimo interrogarsi su cosa voglia significare il verbo "osservare". Per rispondere a tale quesito prendiamo in considerazione questo verbo in relazione con altri simili, come ad esempio il verbo vedere: diversamente da "vedere", un verbo di percezione che non implica intenzione, "osservare" invece è un atto intenzionale¹⁶. In riferimento al verbo guardare che identifica un suo simile possiamo notare una sostanziale differenza in quanto: con il "guardare" condivide l'intenzionalità, ma in modo diverso dal "guardare" cerca anche di "serbare", ovvero, di registrare quanto visto: osservare è un guardare intenzionale, per mettere a fuoco ciò che si ritiene maggiormente significativo e rilevante per uno specifico obiettivo. In sintesi "saper osservare implica, dunque, più di quanto la parola non suggerisca: significa imparare a guardare intenzionalmente in modo da poter "serbare" e cioè conservare i dati osservati, per poterci tornare sopra e riflettere"¹⁷. Per fare questo occorre saper descrivere, essere chiari e comprensibili per evitare la generalizzazione ed evitare di svilire quanto si osserva, bisogna perciò osservare da più punti di vista e in modo sistematico. Da quanto emerso, il verbo "osservare" vuole anche dire descrivere in maniera precisa le caratteristiche di un determinato evento, di un comportamento, di una situazione e delle condizioni in cui questa si verifica. Pertanto, l'osservazione è un'attività che fa parte dell'esperienza quotidiana di ciascuno di noi, ed è attraverso questa azione che avviene il nostro primo contatto con la realtà circostante. Nonostante tali considerazioni, risulta doveroso fare riferimento al "paradosso dell'osservatore"¹⁸, in quanto si pone spesso l'accento sulla necessità di un'osservazione che sia più oggettiva possibile, ma che in realtà modifica il proprio oggetto di indagine nel momento in cui lo osserva, poiché questo comportamento viene esplicitato da una persona dotata di specifici valori e convinzioni. A tal proposito, ci si chiede fino a che punto tale descrizione sia

¹⁶ Pozzo G., *L'osservazione: uno strumento per conoscere cosa succede in classe*, Università per Stranieri, Perugia, 2008, p. 2

¹⁷ *Ibidem*,

¹⁸ *Ivi*, p. 3

affidabile dato che ciò che si osserva è condizionato dalla presenza dell'osservatore. Il problema dell'oggettività e soggettività delle osservazioni non può essere dimenticato o addirittura ignorato in campo educativo. Quindi, da ciò emerge il bisogno di ridurre al minimo il problema inerente all'soggettività, ma ci si è mai interrogati sul significato effettivo di tale concetto? In primo luogo, bisogna chiarire l'esistenza di due differenti correnti di pensiero in quanto da lato vi sono coloro che ritengono la soggettività come una risorsa e dall'altro chi invece la considera come motivo di errore¹⁹. In particolar modo, tra i sostenitori di quest'ultima corrente di pensiero vi è la logica sperimentale classica, basti pensare al caratteristico esperimento di biologia o chimica condotto in laboratorio, mentre a sostegno del primo filone vi sono altri campi del sapere quali ad esempio: la psicoanalisi, nella quale si sfruttano al massimo le potenzialità informative proprie della soggettività. Dunque, considerando tali presupposti, risulta complicato ovviare a tale problema in quanto pur volendo ridurre al minimo ogni rischio di distorsione della realtà, bisogna sempre ricordare che la soggettività umana prende il sopravvento quando si tratta di osservare l'uomo, i suoi atteggiamenti e le sue reazioni emotive²⁰. In egual modo un'osservazione estremamente oggettiva provocherebbe il rischio di banalizzare non solo l'evento ma anche la persona osservata, riducendo al minimo ogni aspetto originale e peculiare dell'individuo. Fondamentale, in tal senso risulta essere la neutralità, come strumento per distanziarsi. Ciò vuol dire che l'osservatore deve utilizzare un linguaggio "neutro" libero cioè da ogni giudizio e pregiudizio. Quindi, ci si chiede: "Come si può restare neutri?". Studiando ciò che succede mentre succede in quel dato contesto, dalla prospettiva di ciò che viene studiato, a dispetto che l'osservatore sia "partecipante" o "non partecipante". Pertanto, si deve prediligere un linguaggio di tipo denotativo e non connotativo in quanto vi è una sostanziale differenza tra la descrizione dei comportamenti che implica un basso grado di interferenza e il commento e la valutazione che al contrario richiedono un elevato livello di interferenza. L'osservazione, risulta essere uno degli aspetti principali della professionalità di chi opera in ambito educativo, sia a diretto contatto con gli alunni sia in ambito formativo. In riferimento a tale affermazione, per i docenti è di fondamentale importanza acquisire gradualmente una competenza osservativa. Ma una delle cose che

¹⁹ Braga P., Tosi P., *L'osservazione*, in Mantovani S. (a cura di), *La ricerca sul campo in educazione. I metodi qualitativi*, Bruno Mondadori, Milano, 1995

²⁰ *Ibidem*

spesso accade è quella di dare per scontato ciò che si osserva. Questo implica scarse possibilità di rinnovare la propria prospettiva poiché si tende a dare attenzione sempre ai medesimi aspetti di ciò che si presenta dinanzi. Per tale motivo, l'utilizzo di un approccio etnografico nell'osservazione scolastica diviene una prerogativa assoluta. Inoltre, essendo il contesto elemento centrale e imprescindibile nell'approccio etnografico, è auspicabile che la lettura dei dati avvenga nel contesto in cui essi sono stati raccolti e al contempo che le persone osservate partecipino all'interpretazione di questi. In generale, l'osservazione si connota mediante alcuni elementi caratteristici quali: l'intenzionalità e la finalità. Per come è stata definita, l'osservazione è un elemento centrale nel processo di ricerca scientifica ed è anche alla base della professionalità di educatori ed insegnanti, come fulcro della progettualità educativa poiché progettare presuppone il conoscere e cioè comprendere la situazione di partenza. Non bisogna escludere la scientificità di tale metodo nonostante si lavori con materiale "umano", ma in assenza di specifiche competenze ed abilità nell'osservare, è difficile giungere ad una comprensione fondata a livello scientifico su situazioni complesse come quelle di natura educativa. All'interno di un percorso di osservazione formativa "si cerca di coniugare la formazione all'osservazione, intesa come appropriazione di strumenti utili per sviluppare la capacità osservativi e la formazione, con l'osservazione attraverso l'auto-osservazione, a partire dalla riflessione sulla propria pratica"²¹. Inoltre, la capacità di far nascere domande e trovare le risposte, di mettere in luce imprevisti e aprire orizzonti inaspettati è ciò che caratterizza l'utilità degli strumenti introdotti. A tal riguardo, questi dispositivi permettono di cogliere gli aspetti osservabili in modo esplicito, fornendo così le "certezze" necessarie per proseguire alla successiva spiegazione. La tipologia di strumenti utilizzati devono adattarsi al tipo di osservazione che si intende promuovere. All'interno della realtà scolastica dove si è svolto il percorso di tirocinio, è stato possibile notare l'utilizzo di strumenti strutturati come elenchi, griglie, liste di elementi da osservare per facilitare la raccolta dei dati. In particolare, la griglia di osservazione è utile per raccogliere informazioni su un aspetto specifico²². Questi vengono definiti metodi chiusi e comportano una selezione dei dati da osservare. La decisione di utilizzare o costruire una griglia di osservazione nasce dall'individuazione degli obiettivi della

²¹ Pozzo G., *L'osservazione: uno strumento per conoscere cosa succede in classe*, Università per Stranieri, Perugia, 2008, p. 7

²² *Ivi*, p. 9

ricerca, e si basa sui riferimenti di tipo teorico del ricercatore e su ciò che intende indagare. Per quanto concerne la riflessione sulla propria pratica, l'insegnante deve tener conto del fatto che l'osservazione costituisce un momento di autoformazione nel quale, mediante l'utilizzo degli strumenti idonei, possa autovalutarsi. Allo stesso tempo, il percorso formativo di osservazione può intrecciarsi ad uno di ricerca-azione, in cui, accanto alla competenza osservativa occorrerà sviluppare anche una competenza comunicativa, soprattutto in relazione alla restituzione dei dati propri dell'osservazione.

1.4 La formazione dei docenti e il timore delle discipline scientifiche

La legge 107 del 2015 definisce la formazione del personale della scuola come: “obbligatoria, permanente e strategica e la riconosce come opportunità di effettivo sviluppo e crescita professionale, per una rinnovata credibilità sociale di contributo all'innovazione e alla qualificazione del sistema educativo”²³. Naturalmente, ognuno di noi vive la propria vita in base alle proprie conoscenze e alle proprie credenze che influenzano il nostro modo di fare, il nostro modo di essere e di interagire con le persone che ci circondano, così come il resto della popolazione anche i docenti posseggono un corredo di conoscenze e credenze che vanno ad influire inevitabilmente sulla loro attività didattica, sulla scelta dei contenuti, sull'adozione di metodologie e sulla gestione delle lezioni. Infatti, la propria visione della realtà e le modalità secondo cui agiamo si concretizzano praticamente nel modo di materializzare i processi di insegnamento-apprendimento. Dunque, si apprende la professione dell'insegnante per assimilazione di concreti esempi d'insegnamento: proprio per questo è difficile cambiare professionalmente senza esempi concreti di paradigmi alternativi. A tal fine, seppur vero che le competenze e le conoscenze acquisite tramite percorsi formativi universitari e non rappresentino la base dell'insegnamento, è indispensabile che queste siano accompagnate dalle conoscenze delle dinamiche che intercorrono a scuola, in classe e tra i bambini. Risulta essenziale vivere e conoscere la scuola in prima persona, non essendo fatta solo di leggi e nozioni ma anche di pensieri, idee, emozioni e sensazioni. Imparare a leggere le emozioni e pensieri non può essere appreso unicamente dai libri ma attraverso la pratica diretta. Motivo per il quale il corso di studi in Scienze della Formazione Primaria, è

²³ <https://www.miur.gov.it/corsi-di-formazione-per-docenti>

caratterizzato da esperienze di tirocinio indirette e dirette, in cui si ha la possibilità di vivere la scuola a trecentosessanta gradi, prendendo spunto dal lavoro svolto dalle precedenti generazioni. Queste ultime, però, non sempre sono risultate al passo con i tempi, in quanto spesso le docenti non propongono metodologie o strategie di apprendimento innovative ma basano il processo di apprendimento-insegnamento su lezioni frontali, in cui il docente è un semplice informatore e l'alunno un semplice mittente; pertanto, i vecchi modelli formativi non sono più sufficienti ad affrontare le complesse sfide dell'attualità. Appare evidente che bisogna abolire questo paradigma attraverso metodologie laboratoriali e più vicine alle generazioni odierne, ciò può essere realizzato solo grazie a corsi di aggiornamento e/o formazione. Inoltre, il percorso di tirocinio diretto, svoltosi con continuità per quattro anni, consente allo studente universitario di entrare nella scuola in maniera operativa ed offre la possibilità di riflettere sui diversi contesti formativi in cui si trova ad agire, effettuando talvolta un confronto fra la realtà scolastica e quella universitaria, suggerendo così diversi spunti di riflessione in merito. L'insegnante, perciò deve realizzare dei collegamenti con le conoscenze già possedute o proporre nuove informazioni, in modo da costruire le basi per i successivi apprendimenti degli alunni. Facendo riferimento all'esperienza personale di ognuno di noi relativamente agli insegnamenti ricevuti durante gli anni scolastici, risulta scontato pensare ad un modello in cui l'insegnante spiega e gli studenti ascoltano, provando poi in un secondo momento a ripetere le spiegazioni con termini diversi. Ciò, pur non volendo risulta insito in ognuno di noi, semplicemente per il fatto di averlo vissuto. In quest'ottica è indispensabile richiamare il pensiero di Russel e Martin²⁴, i quali sostengono che le esperienze di apprendimento vissute in precedenza dai futuri insegnanti sono particolarmente rilevanti. Infatti, particolare attenzione dovrebbe essere posta all'autonomia, alla responsabilità, al pensiero critico e all'autoriflessione sulle loro conoscenze di base e sul loro futuro metodo di insegnamento. Tale modello presenta inevitabilmente dei limiti che devono essere superati. Per superare tale problema spesso vengono realizzati dei corsi di formazione ed auto-formazione che in alcuni casi presentano le medesime metodologie dalle quali bisogna prendere le distanze, ma in altrettanti casi vi è invece la presenza di formatori che riescono a entusiasmare e a

²⁴ Ozdemir, G., Clark D.B., *An Overview of Conceptual Change Theories*, in "Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education", Vol. 3, Modestum, Belgrado, 2007

coinvolgere i partecipanti. Quest'ultimo è il caso del corso nazionale di formazione-autoformazione sulla didattica delle Scienze e della Matematica nella Scuola Primaria e dell'Infanzia. Durante quest'anno accademico, tale corso è stato proposto dal professore Emilio Balzano, nonché mio relatore e realizzato congiuntamente ad altri docenti esperti ed attivi sul piano della ricerca didattica. Ho partecipato alle lezioni che si sono svolte con cadenza mensile, con molta curiosità ed interesse. Infatti, durante tali incontri si è concretizzata l'opportunità di promuovere concretamente la riflessione condivisa per quello che riguarda la pratica che le docenti già in servizio hanno realizzato nel corso degli anni con particolare attenzione alle attività svolte durante quest'anno scolastico. Inoltre, la partecipazione al corso da parte di noi studentesse del quinto anno di Scienze della Formazione Primaria si è concentrata principalmente sull'osservazione e sull'ascolto delle esperienze delle docenti dell'Istituto comprensivo di Bra. Tali esperienze ci hanno consentito di ripensare all'azione didattica in un'ottica innovativa e propositiva. Infatti, il corso si è rivelato ricco di contenuti utili per comprendere l'importanza del "mettere le mani in pasta", poiché sono state descritte numerose attività ed esperimenti sulla linea data dal gruppo di ricerca del sito LES. Al contempo, i consigli e suggerimenti delle docenti che quotidianamente lavorano in tale ambito, sono risultati materiale prezioso per la stesura della suddetta. Durante tale corso è emerso chiaramente il ruolo primario della cooperazione tra ricercatori e docenti nei programmi di ricerca, considerando questo come un fattore chiave nella promozione dell'insegnamento. In questi casi, l'insegnamento risulta essere l'oggetto di comune interesse, dove il docente dopo aver seguito un corso di formazione proficuo per la propria professione che tenga conto dei contenuti disciplinari, ha la possibilità di proseguire autonomamente per quanto concerne la propria formazione. Da tali considerazioni, si evince che tramite la formazione continua, gli insegnanti hanno la possibilità di accrescere la propria professionalità poiché ci si è resi conto del fatto che la mera preparazione fondata esclusivamente sul piano culturale non basta più. Negli ultimi anni, il dibattito in merito alla formazione degli insegnanti risulta essere sempre più acceso poiché è stata avvertita un'esigenza di innovazione in particolar modo per le materie scientifiche che sono spesso trascurate o non trattate con la giusta preparazione. Pertanto è considerato un tema molto complesso e pare che il problema non possa essere risolto senza un approccio globale che richieda interventi ad ampio spettro di natura culturale, ad esempio è necessaria una

revisione radicale del ruolo della scuola. È opinione diffusa che lo scarso riferimento ai risultati posti in auge dalla ricerca e dalle Indicazioni Nazionali sia dovuto essenzialmente all'inadeguata preparazione degli insegnanti. Questo è ciò che accade in modo particolare nella scuola dell'infanzia e nella scuola primaria dove i docenti, solitamente prediligono discipline come la Biologia e la Geografia, evitando al contempo la Fisica e la Chimica. Generalmente, le linee guida nazionali lasciano liberi i docenti nella scelta delle materie da insegnare e dunque quest'ultimi tendono a scegliere quelle in cui si sentono maggiormente sicuri. Infatti, dai dibattiti emerge che sono molti i docenti della scuola primaria a prediligere l'insegnamento delle materie letterarie a dispetto di quelle scientifiche, in quanto è diffusa l'opinione secondo la quale molti di questi non si sentono adeguatamente qualificati per l'insegnamento delle discipline scientifiche. Tuttavia, sembra che la ricerca per quanto concerne l'educazione scientifica stia iniziando ad occuparsi seriamente della formazione degli insegnanti. A tal proposito, la ricerca didattica si è concentrata in modo diffuso sulla preparazione degli insegnanti e sullo sviluppo di modelli volti al miglioramento della loro formazione. Nonostante le indagini statistiche non mostrino che l'impatto di quest'aspetto incida in modo particolare sul rendimento degli studenti nell'immediato, esistono diversi studi che indagano proprio sull'importanza di questi nella costruzione di conoscenze e competenze da parte degli allievi²⁵. Nella nostra società appare evidente la riluttanza nei confronti delle materie scientifiche percepite come aride e difficili. Di conseguenza, è necessario che in Italia ci si impegni a promuovere maggiormente la competenza scientifica, definita da PISA-OCSE come "science literacy" cioè: l'abilità di interessarsi a questioni inerenti alla scienza e alla tecnologia e il possedere un pensiero scientifico tale da essere un cittadino consapevole. Una persona preparata dal punto di vista scientifico è disposta a impegnarsi in argomentazioni in merito alla scienza e alla tecnologia che richiedono la capacità di spiegare i fenomeni, di valutare e progettare una ricerca scientifica e di interpretare dati²⁶. Dunque, dall'analisi di diversi lavori di ricerca emerge che possono essere individuati quattro elementi che hanno una forte ricaduta sul rendimento degli studenti, quali: la valutazione formativa, la gestione della classe, le strategie di insegnamento e un curriculum pensato con attenzione per ogni disciplina e che includa indicazioni sull'utilizzo di

²⁵ Hattie J., *A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*, Routledge, New York, 2009

²⁶ Di Cacchio C., *Indagine OCSE-Pisa 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*, OCSE, Pisa, 2015, p. 5

materiale didattico precedentemente sperimentato e validato²⁷. Motivo per cui, le esperienze dei futuri docenti si basano su sperimentazioni e attività laboratoriali svolte sul campo a scuola, tali lezioni sono il frutto di un connubio proficuo tra le realtà accademiche e quelle scolastiche, dimostrando di avere per i futuri docenti un impatto significativo in merito alla formazione scientifica. Le attività che risultano avere un impatto maggiore, non solo per le competenze in campo scientifico, sono quelle che prevedono un periodo di insegnamento esteso ad almeno dieci settimane, un coaching con continui feedback e l'analisi di situazioni in cui viene valorizzata l'interazione tra pari, la discussione e l'argomentazione fatta secondo una modalità critica²⁸. Inoltre, l'interazione con la scuola e le attività di insegnamento dei futuri insegnanti si materializza in Italia nel tirocinio e nei lavori di tesi sperimentali. L'interazione con la scuola può considerarsi produttiva solo se rientra in un percorso di ricerca- azione in cui si pone la giusta attenzione al rapporto con il territorio e con i diversi attori che supportano l'educazione scientifica anche nei contesti informali. I docenti del domani, dovrebbero accrescere un'idea di quello che in futuro sarà il loro lavoro durante il loro percorso di studi partecipando a delle attività di ricerca. Non accade la medesima cosa con i corsi di preparazione che, al contrario, non prevedono percorsi didattici da sperimentare per l'insegnamento delle discipline scientifiche. Da tali argomentazioni, si evince che molti docenti della scuola primaria preferiscono non approfondire argomenti scientifici o talvolta di escluderli dal curriculum in quanto non possiedono una buona conoscenza della materia da cui consegue anche una scarsa autostima, tale questione è stata affrontata ampiamente da Appleton²⁹. Ciò comporta da parte di chi non evita del tutto di insegnarle che tali discipline vengano trattate solo mediante schede di lavoro prescrittive o tramite il libro di testo, rinunciando all'innovazione della pratica sperimentale e della discussione guidata. Infatti, la classe intesa come un ambiente culturale, è un luogo nel quale la conversazione risulta essere una parte rilevante dell'apprendimento anche di quello matematico/scientifico. Mediante la loro preparazione iniziale gli insegnanti hanno la possibilità di analizzare e riflettere sui modi in cui vengono preparati, dal momento che

²⁷ Cleaver S., Detrich R., States J., *Overview of Teacher Preparation*, The Wing Institute, Oakland, 2020

²⁸ Dunst C.J., Dcborah W.H., Howse R.B., Wilkie H., Annas K., *Research synthesis of meta-analyses of preservice teacher preparation practices in Higher Education*", Canadian Center of Science and Education, Ontario, 2020, p. 29

²⁹ Appleton K., *Elementary science teaching*, in "Handbook of Research on Science Education", Routledge, Londra, 2007

con giusta ragione si sentiranno maggiormente a proprio agio con ciò che hanno sperimentato e che hanno vissuto con successo come studenti. Dal quadro appena tracciato emerge che la problematica della preparazione iniziale dei docenti in scienze è particolarmente articolato e che molto lavoro di ricerca e di sperimentazione deve essere ancora realizzato, nonostante i numerosi studi in tale ambito. In particolar modo, si evince che gli insegnanti sono lasciati sostanzialmente soli dinanzi al tentativo di migliorare la propria pratica didattica in mancanza di azioni attinenti alla formazione iniziale ed anche in itinere. Pertanto, è indispensabile sottolineare che la capacità di insegnare non è innata e anche se c'è passione, motivazione e comunicazione autentica, non è possibile improvvisare. Anche se, per quanto concerne l'idea dell'improvvisazione nella didattica, Zorzi³⁰ evidenzia la matrice relazionale dell'esperienza improvvisativa, definendola come una forma di “esplorazione dell'inesplorato”. Per tale motivo, pensare all'improvvisazione nella pratica didattica vuol dire considerare l'insegnamento stesso come una continua occasione di apprendimento e di riflessione. Quindi, come accennato in precedenza, non improvvisa chi non conosce o chi non sa fare, poiché improvvisare richiede la capacità di aprirsi all'imprevisto, a ciò che è nuovo, comprendendo che determinati rischi e imprevisti sono in realtà da considerare come opportunità formative e, pertanto, già presenti all'interno della relazione educativa. Per tale motivo, il professionista soprattutto, nell'ambito educativo, deve essere consapevole che, nonostante le pratiche e le abitudini siano consolidate, può essere che le cose non vadano come ci si aspetta o addirittura può essere che si decida di farle andare in modo diverso, è in queste situazioni che l'improvvisazione diventa una parte necessaria del profilo professionale con la quale bisogna fare i conti. Bisogna quindi chiedersi, secondo un'ottica di apprendimento, quali sono le pratiche attive che il docente vuole favorire durante il suo insegnamento; chiedersi di quali pratiche si rende modello per la classe finché insegna ed infine di quale modellizzazione è consapevole e di quale no. Per quanto concerne la disciplina fisica, si evince che talvolta il contributo che la ricerca in didattica della fisica offre alla formazione dei futuri insegnanti riguarda esclusivamente la rivisitazione dei contenuti disciplinari alla luce delle difficoltà note di apprendimento e al

³⁰ Santi M., Zorzi E., *L'improvvisazione tra metodo e atteggiamento: potenzialità didattiche per l'educazione di oggi e di domani*, in “Itinera: rivista di filosofia e di teoria delle arti”, Vol. 10, Milano, 2015

modo di rilevarle attraverso metodi standardizzati come questionari o test³¹. Le nuove pratiche d'intervento in classe non appaiono sufficientemente idonee a superare le problematiche precedentemente descritte in quanto risultano essere eccessivamente riferite a sé stesse e mal aderenti al curriculum trasversale nell'ottica di un piano formativo che tenga conto di tali peculiarità. L'integrazione degli aspetti pedagogici nell'insegnamento della fisica non può limitarsi alla conoscenza/interazione tra il modello accreditato di un fenomeno e un elenco di idee spontanee. Nell'ultimo periodo, gli studi in merito alla ricerca didattica, che integrano ricerche nelle neuroscienze con quelle in pedagogia e in particolare in didattica della matematica e della fisica, stanno suggerendo nuove proposte e strategie. Quest'ultime danno vita a scenari innovativi che vanno ad incidere in modo indicativo sulla formazione in ambito scientifico dei futuri docenti della scuola dell'infanzia e della scuola primaria. Questi conseguimenti possono essere già nei tempi recenti proficuamente utilizzati per superare il divario che è presente nel corso di studi di Scienze della Formazione Primaria tra i corsi incentrati sulla didattica generale e quelli delle didattiche disciplinari. Infatti, risultano essere notevolmente significativi i contributi che le ricerche in tale ambito offrono in merito alle dinamiche che intercorrono tra le competenze linguistiche, matematiche e fisiche. Tuttavia, dalla bibliografia presa in esame si evince l'eccessiva enfasi posta nel ruolo statico e decontestualizzato svolto dai cosiddetti mis-concetti come gli errori tipici, in alcuni casi lo riduce ad un catalogo di fraintendimenti che interessano ormai tutte le aree della fisica a diversi livelli d'insegnamento, con il possibile rischio di fornire alibi o addirittura deresponsabilizzare i docenti nella loro funzione educativa. Inoltre, diverse ricerche sulla formazione degli insegnanti della scuola dell'infanzia e della scuola primaria si concentrano sulle aspettative dei docenti e sulla percezione del proprio futuro professionale. Dunque, i futuri insegnanti dovrebbero sviluppare un'idea del loro lavoro futuro durante i loro studi e partecipando ad attività di ricerca-azione già durante il corso di studi³². Una visione comune tra gli studenti universitari, è infatti quella secondo la quale l'apprendimento si basi essenzialmente sulla memorizzazione dei concetti. Pertanto, i futuri docenti dovrebbero prendere consapevolezza del fatto che la conoscenza scientifica non può

³¹ Guidoni, P., *Re-Thinking Physics for Teaching: Some research problems*, in Redish E.F., Vicentini M. (a cura di), *Research on Physics Education*, Società Italiana di Fisica, Bologna, 2004

³² Balzano E., Cuomo F., Minichini C., Serpico M., *Communities of practice and continuous teacher professional development: Findings from eight case studies*, Università degli Studi di Napoli, Napoli, 2013

ridursi ad un mero insieme di formule, dati e problemi. Bisogna, però, considerare che nella pratica di progettazione dei contenuti appena citati che la fisica, nella scuola primaria, non è una disciplina specifica appartenente al curriculum e che solitamente gli insegnanti si sentono più sicuri nell'insegnamento delle Scienze della Terra. Eppure, sono numerosi gli studi a dimostrare che i bambini, quando hanno la possibilità di esplorare i fenomeni fisici con il supporto di adulti e coetanei; sviluppano atteggiamenti critici e la capacità di lavorare con modelli e sono talvolta in grado di difendere il proprio punto di vista con argomentazioni sofisticate. Da ciò, si comprende che la conoscenza di base dei concetti chiave e dei metodi della fisica risulta essere un prerequisito necessario che i docenti devono possedere per affrontare i fenomeni scientifici di interesse quotidiano. In particolar modo, il metodo peculiare della fisica tramite il quale si costruiscono modelli e teorie è fondamentale per le altre discipline scientifiche come, ad esempio, in matematica per introdurre concetti ed operazioni. Quindi, quando a scuola vengono proposte delle attività sperimentali e di ricerca non bisogna dimenticare il contesto specifico in cui queste si stanno attuando, evitando così di ridurre tale pratica ad una semplice sequenza di azioni senza alcun fine. Pertanto, per una formazione che sia realmente efficace è necessario che vi sia il coinvolgimento dei gruppi e non dei singoli insegnanti delle diverse scuole, infatti la collaborazione con i colleghi risulta preziosa per il lavoro degli insegnanti in quanto è in grado di promuovere la riflessione sulla pratica e di conseguenza sullo sviluppo professionale degli stessi docenti. Ancora, il valore della collaborazione e della condivisione tra pari dovrebbe essere riconosciuto dalle politiche educative come una parte integrante dell'agire didattico e pertanto bisognerebbe fornire risorse adeguate in termini di tempo, di spazio e di formazione. Un'ulteriore problematica inerente alla formazione riguarda il fatto che ai docenti della scuola primaria viene chiesto di affrontare un gran numero di argomenti scientifici, da ciò risulta ragionevole pensare che la materia sia troppo ampia. Il sistema scolastico dovrebbe considerare gli insegnanti sia come discenti in servizio che in formazione. Una possibile soluzione didattica al problema della frammentazione nell'esplorazione dei fenomeni scientifici è offerta dalle articolate proposte per il curriculum scientifico che raccolgono suggerimenti di esperti in pedagogia e scienze. Per questo motivo, si chiede di realizzare l'insegnamento delle

discipline scientifiche in modo longitudinale tra idee fondamentali, concetti trasversali e pratiche didattiche³³.

LE METODOLOGIE DIDATTICHE

1.5 *Il ruolo dell'esperienza nell'apprendimento*

Prima di parlare dell'esperienza in rapporto all'apprendimento, è doveroso fornire una definizione di questo termine. Con l'ausilio del vocabolario Treccani³⁴ possiamo leggere che l'esperienza si configura come “conoscenza diretta, personalmente acquisita con l'osservazione, l'uso o la pratica, di una determinata sfera della realtà o anche della realtà pratica considerata nel suo complesso”. Infatti, molte delle esperienze che viviamo nel corso della vita rimangono radicate in noi, in qualche modo è come se lasciassero un segno indelebile, fisso nella nostra mente. Secondo Dewey³⁵ l'esperienza si configura come un processo e non il risultato statico e predeterminato di un insieme di sensazioni o informazioni acquisite. Infatti, l'atto conoscitivo deweyano è “*esperienza*” che mostra come la dimensione teoretica abbia necessariamente bisogno, per qualificare sé stessa, della pratica; insieme questi aspetti generano esperienza. Dunque, già da queste poche righe si evince il valore dell'esperienza nei processi di conoscenza. Il filosofo e pedagogista statunitense, mette in evidenza la continua e immediata apertura dell'esperienza verso nuove esperienze, facendo in modo di guidare la coscienza soggettiva verso condizioni oggettive. Egli è considerato uno dei precursori in tal senso, di una vera e propria rivoluzione pedagogica avvenuta nel secolo scorso. In particolar modo, in una delle sue opere sintetizza il suo pensiero in merito all'educazione, sottolineando la necessità di educare le persone con democrazia in modo da favorire la nascita di un pensiero critico negli alunni. Pertanto, il metodo educativo teorizzato da Dewey pone in primo piano il valore dell'esperienza pratica. È importante considerare l'ottica nella quale si colloca il suo pensiero in quanto egli definisce l'apprendimento come un processo nel quale si integrano l'esperienza e la teoria,

³³ National Research Council, *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept and Core Ideas*, National Academies Press, Washington, 2012

³⁴ <https://www.treccani.it/vocabolario/esperienza/>

³⁵ Dewey J., *Esperienza e educazione*, Raffaello Cortina Editori, Milano, 2014

l'osservazione e l'azione. Quindi, l'esperienza e la scoperta si configurano come abilità per raggiungere un traguardo significativo per il soggetto stesso, pertanto il processo di apprendimento si realizza non solo al termine cioè al raggiungimento degli obiettivi prefissati ma anche in itinere. In sintesi, non bisogna porre attenzione solo al risultato che si è raggiunto ma anche alla strada percorsa in tal senso. Infatti, sin dall'infanzia, in maniera inconsapevole, si impara a conoscere il mondo che ci circonda grazie all'esperienza: per prove ed errori, tramite i quali il soggetto impara ad adattarsi alla realtà in cui vive. Ciò lo conduce ad un processo di apprendimento generato dalle continue correzioni delle sue azioni. Pertanto, l'errore è qualcosa di intrinseco al processo di apprendimento in quanto non solo i bambini, ma anche gli adulti imparano sulla base di ciò che hanno fatto ed in base alle loro esperienze pregresse, che favoriranno l'acquisizione di nuove competenze. Uno dei padri della psicologia sociale, Kurt Lewin³⁶, formulò una teoria del campo traendo spunto dall'omonima teoria fisica, nella quale, in definitiva, parlava di uno spazio soggettivo che rispecchia la modalità mediante la quale osserviamo la realtà con le nostre convinzioni, idee, speranze, esperienze e desideri. In questo scenario emerge che l'esperienza concreta passa attraverso l'osservazione e la riflessione, utilizzando i presupposti teorici e giunge con la sperimentazione a tradurre la riflessione in azione e quindi in esperienza. Per lo psicologo statunitense, dunque, il campo può avere molti gradi di differenziazione, a seconda delle esperienze che la persona ha vissuto. Invece, Piaget sottolinea il ruolo dell'esperienza concreta per lo sviluppo delle mente del bambino. Inoltre, il pedagogista svizzero si interessò particolarmente alle origini dei processi cognitivi, della formazione e dello sviluppo dell'intelligenza umana e alle relazioni tra uomo e ambiente. In riferimento a quest'ultima relazione, pensava che il bambino apprende nel primo stadio di vita, cioè da 0 a 2 anni, tramite l'azione sensoriale e che solo successivamente svilupperà la capacità di dare vita a rappresentazioni mentali³⁷. Infatti, egli sostiene che lo sviluppo cognitivo del bambino deriva dall'interazione con la realtà, grazie alla quale si verifica una trasformazione in termini di acquisizione di informazioni necessari alla conoscenza pratica. Per Piaget l'apprendimento si configura come un processo nel quale

³⁶ Lewin K., *Teoria e sperimentazione in psicologia sociale*, Il Mulino, Bologna, 1972

³⁷ Piaget J., *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, Einaudi, Torino, 2000

l'individuo si forma attraverso la scoperta del sapere e non soltanto attraverso il suo contenuto, è quindi fondamentale il percorso con cui si giunge a una conoscenza e non solo il risultato a cui si giunge, come accennato già in precedenza. L'apprendimento che si determina dall'esperienza ignora un processo circolare di riflessione che lega l'esperienza in fase di svolgimento, la riflessione, la concettualizzazione e l'azione. Per evidenziare l'importanza delle sperimentazioni e più in generale delle attività incentrate sull'esperienza pratica, è importante ricordare che l'apprendimento viene raggiunto mediante la riflessione in merito ad un'esperienza vissuta, la partecipazione diretta e le scoperte vissute in prima persona durante tali momenti. Il primo a definire l'apprendimento esperienziale cioè *Experiential Learning* come un processo a spirale fu David Kolb, il quale considera l'esperienza concreta come il momento durante il quale il soggetto è immerso nel fare. Dunque, per Kolb l'apprendimento segue una direzione circolare nella quale per acquisire delle conoscenze, bisogna fare riferimento all'osservazione ed alla trasformazione dell'esperienza. Tale processo si compone di quattro fasi sequenziali e viene definito come ciclo di Kolb³⁸. La prima fase è definita fase delle esperienze concrete nella quale l'apprendimento si realizza mediante le percezioni e l'interpretazione personale di esperienze; la seconda è la fase detta fase dell'osservazione riflessiva, nella quale l'apprendimento deriva dalla comprensione dei significati tramite l'osservazione e l'ascolto; la terza fase è quella della concettualizzazione astratta, nella quale l'apprendimento deriva dall'analisi e dall'organizzazione logica dei flussi di informazioni; infine la quarta ed ultima fase è denominata sperimentazione attiva, in cui l'apprendimento è determinato dall'azione, la sperimentazione e verifica di funzionamento ai fini dell'evoluzione. Lo studioso statunitense, condivide l'approccio progressista e rivoluzionario dell'educazione descritto da Dewey, il quale considerava l'esperienza perno centrale all'interno dei processi di apprendimento, allontanandosi dalla concezione che configurava l'apprendimento come una mera acquisizione di nozioni, concetti e relazioni. Ancora, l'esperienza si configura per Dewey non come un'attività isolata e singolare: le esperienze sono sempre legate tra loro in un continuum e non sono un fatto individuale,

³⁸ Di Nubila R., Fedeli M., *L'esperienza: quando diventa fattore di formazione e di sviluppo: dall'opera di David A. Kolb alle attuali metodologie experiential learning*, Pensa Multimedia, Lecce, 2010

bensì sociale. Gli studiosi Pfeiffer e Jones³⁹, allo stesso modo di Kolb definiscono un modello di learning circle che si compone di cinque fasi: impegnarsi (nella prima fase, le attività progettate nel learning circle hanno l'intento di creare interesse, generare curiosità e domande nella mente degli studenti in modo da scoprire che cosa sanno già e far emergere eventuali conoscenze errate); esplorare (in questa seconda fase viene data la possibilità agli studenti di socializzare con il modello oggetto di studio attraverso esperienze concrete, in cui possono utilizzare le loro preconcoscenze per dare vita a nuove idee); spiegare (durante questa terza fase gli studenti vengono spronati a individuare attentamente aspetti peculiari delle esperienze vissute attraverso la spiegazione dei concetti); elaborare (questa fase dà l'opportunità agli studenti di approfondire e rinforzare la comprensione di ciò che hanno appreso, applicandolo in situazioni nuove); valutare (durante la fase conclusiva gli studenti sono spronati ad auto-valutarsi in merito a ciò che hanno precedentemente appreso e le relative abilità acquisite). Da tali contributi, emerge la valenza dell'esperienza nei processi di apprendimento, in quanto il soggetto scopre il sapere attraverso un processo che gli consentirà in un secondo momento di elaborare teorie. La risorsa dell'apprendimento esperienziale riguarda il coinvolgimento dello studente in ogni fase del ciclo, portando a una maggiore motivazione e interesse ai fini di un cambiamento in un contesto reale. Infatti l'esperienza non genera inconsciamente apprendimento, per farlo, deve essere supportata da un percorso non improvvisato di riflessione sulle esperienze vissute. In tal modo si generano competenze ed anche la capacità di applicare quanto appreso in situazioni analoghe. Pertanto, bisogna concepire ed attivare dei modelli organizzativi innovativi che partano dalle preconcoscenze e dalle misconoscenze dei ragazzi e li portino verso percorsi di riflessione sistematica. A tal proposito, l'esperienza risulta una condizione necessaria per crescere ed imparare. Ovviamente, partendo da tali presupposti non bisogna dimenticare che l'apprendimento esperienziale deriva dall'esperienza vissuta sia a livello cognitivo che a livello emotivo e sensoriale, infatti le emozioni e le sensazioni sono parte integrante di tale apprendimento poiché includono al loro interno la capacità di comprendere degli stati d'animo altrui e la capacità di mettersi nei panni dell'altro. L'esperienza intrinseca all'apprendimento è considerata come una modalità tramite la quale possiamo acquisire

³⁹ Pfeiffer J.W., *A Handbook of structured experiences for human relations training*, Vol. 8, Pfeiffer & Co, 1973

nuove competenze attraverso comportamenti che ci permettono di toccare con mano i limiti e successivamente di superarli, infine favorisce la scoperta ed il rafforzamento delle singole attitudini personali. Un esempio di questa tipologia di apprendimento basato sull'esperienza riguarda il periodo in cui da bambini impariamo ad andare in bicicletta, nei primi periodi capiterà spesso di cadere e di farsi male ad esempio sbucciandosi un ginocchio. Dunque, tramite quest'esperienza avremo acquisito una nuova consapevolezza cioè che non bisogna correre quando si pedala in bicicletta per evitare di cadere e di farsi male. Per questo motivo, anche quest'esperienza che esemplifica un episodio comune della vita quotidiana dei bambini, presenta un elevato valore formativo.

1.6 La didattica laboratoriale

“La didattica laboratoriale comprende qualsiasi esperienza o attività nella quale lo studente riflette e lavora insieme agli altri, utilizzando molteplici modalità apprenditive, per la soluzione di una situazione problematica reale, l'assolvimento di un incarico o la realizzazione di un progetto”⁴⁰. Questa definizione risulta essere esemplificativa per quanto concerne ciò che si può realizzare mediante l'esperienza diretta. A tal proposito, l'attuale didattica laboratoriale è il risultato di un processo di innovazione che parte dalle idee di Dewey, il quale sintetizzava le teorie in merito a tale tema con l'espressione *learning by doing*⁴¹, ovvero imparare facendo. Inoltre questa nuova metodologia apre la strada a un nuovo tipo di apprendimento mediante il quale si può trasferire nella vita reale tutto ciò che è stato appreso in classe. Un ulteriore vantaggio riguarda il fatto che tale metodo offre la possibilità di mettersi alla prova praticamente e di verificare la propria formazione in merito ad una specifica disciplina. Egli sosteneva che l'apprendimento fosse un'esperienza sociale nella quale ogni persona fin dalla nascita acquisisce delle conoscenze e dei comportamenti in quanto agisce nella realtà che la circonda. L'educazione scolastica ha anch'essa un carattere sociale. L'aspetto sociale

⁴⁰https://www.miur.gov.it/documents/20182/706750/palermo_15-11-2018-didattica_laboratoriale.pdf/50fdb585-5e5e-47a1-8ccc-264354ce4d35#:~:text=La%20E2%80%9Cdidattica%20laboratoriale%20comprende%20qualsiasi,la%20realizzazione%20di%20un%20progetto

⁴¹ Dewey J., *Il mio credo pedagogico. Antologia di scritti sull'educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1999

dell'educazione deve interessare, secondo Dewey, ogni ambito del processo educativo: deve riferirsi anche alle finalità educative, perché uno degli scopi principali della scuola deve essere quello di favorire la socializzazione, deve riguardare i contenuti culturali, perché la scuola deve insegnare quelle conoscenze e quelle capacità di cui vi è bisogno nella società. Per tale motivo, il precursore dell'attivismo pedagogico, organizzò la scuola elementare sperimentale di Chicago nella quale si realizzavano veri e propri laboratori di cucina, di artigianato, di fisica e di chimica ai quali i bambini partecipavano quotidianamente. In questo modo introdusse il lavoro manuale nel quale: il fare e il contatto diretto, stimolano la conoscenza del bambino e allo stesso tempo permettono di prendere coscienza di sé. Lo studioso concepisce la scuola come una comunità democratica, ossia un luogo che stimola spirito di partecipazione e corresponsabilità. Pertanto, l'insegnamento non viene subito passivamente attraverso la ricezione di nozioni mnemoniche, anzi si caratterizza come il risultato dell'attività volontaria del bambino. Infatti, se da un lato sappiamo che ogni individuo è predisposto ad apprendere qualcosa in maniera attiva, dall'altro sappiamo che proprio l'azione comporta la riflessione e dunque l'acquisizione delle conoscenze. Sin dall'inizio, Dewey si impegnò per superare l'artificiosa divisione fra studi classici e studi professionali, nel tentativo di definire al meglio l'importanza dell'esperienza nell'apprendimento. In merito alla formazione scolastica, egli predilige le discipline scientifiche e tecniche, che saranno esaminate però nel loro aspetto formativo di cultura generale e non come una prematura apertura al mondo professionale. In generale, questa tipologia di didattica, pur nascendo da tale pensiero non riguarda in modo specifico le discipline scientifiche, anzi risulta essere un tipo di approccio che servendosi della metodologia della ricerca e della risoluzione dei problemi, punta all'acquisizione di competenze piuttosto che al mero accumulo di conoscenze. Quindi, considera l'insieme di tutte le opportunità formative che permettono di ottenere abilità trasversali di carattere logico, linguistico ed osservativo, utili a produrre nuove conoscenze e a sviluppare nuove competenze nel rispetto degli stili di apprendimento. Secondo Dewey: "Imparare dall'esperienza significa fare una connessione reciproca fra quel che facciamo alle cose e quel che ne godiamo o ne soffriamo in conseguenza [...] in queste condizioni il fare diventa un tentare: un esperimento col mondo per scoprire che cos'è; e il sottostare diventa istruzione: la

scoperta di un nesso tra le cose”⁴². Da questa citazione si evince che l’apprendimento generato dall’esperienza è chiaramente collegato ad una situazione “laboratoriale”, nella quale l’alunno è impegnato attivamente nel fare e nello sperimentare. Attualmente la didattica laboratoriale si pone in una condizione di scambio dialogico con le discipline scientifiche attraverso la: *didattica laboratoriale e innovazione del curriculum nell’area scientifica (STEM)*⁴³. Il fine di tale struttura di ricerca è quello di sostenere una riflessione che leghi la revisione delle metodologie didattiche con quella del curriculum delle scuole di ogni ordine e grado per integrare sempre di più le discipline scientifiche con gli altri ambiti disciplinari. I percorsi di insegnamento-apprendimento che questa ricerca intende promuovere sono orientati alla realizzazione di corsi di sviluppo professionale per una didattica laboratoriale. A tal proposito, si intendono valorizzare tutte quelle attività che mettono al centro la collaborazione tra ricercatori e insegnanti in contesti reali di apprendimento. In questo nuovo scenario, è imprescindibile il ruolo svolto dal docente in quanto egli non si limiterà alla mera presentazione dei contenuti ma dovrà dedicarsi all’identificazione delle opportunità per lo studente e cioè a ideare, progettare e consolidare le attività di apprendimento, alla ricerca e alla messa a disposizione delle risorse indispensabili e a fornire il supporto agli studenti che apprendono. In quest’ottica si può notare un cambiamento radicale della figura del docente, il quale dovrà mettere in discussione tutte le sue convinzioni in merito all’ apprendimento e alle pratiche didattiche associate. L’insegnante, dunque, si occuperà di sollecitare il ruolo attivo degli studenti, di favorire una continua e riflessione su ciò che si è fatto e su ciò che si sta facendo e di integrare tra loro le diverse attività di apprendimento partendo dalle esperienze della realtà degli alunni. La funzione del docente è quella di dare degli stimoli e dare avvio all’attività, di conseguenza egli deve saper condurre e coordinare il gruppo, effettuare una sintesi e favorire il confronto. Pertanto volendo paragonare la figura del discente a quella del protagonista, il docente deve immedesimarsi nella figura dell’attore e regista poiché deve coinvolgere tutti i discenti ed assegnare un ruolo ed un obiettivo ad ognuno di loro. Infatti, il laboratorio si configura non solo come un luogo nel quale i discenti possono “mettere in pratica o attuare” ciò che hanno appreso ma anche come una modalità di operare trasversale alla prassi didattica; si potrebbe definire come un momento centrato

⁴² Dewey J., *Democrazia ed educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1965

⁴³<https://www.indire.it/linea-di-ricerca/didattica-laboratoriale-ed-innovazione-del-curriculum-nellarea-scientifica-stem/>

sulla proposta in cui l'allievo lavora con i compagni, attraverso diverse modalità di apprendimento, per la realizzazione di un progetto o la risoluzione di un problema. A tal proposito è essenziale che il bambino venga lasciato libero di esprimersi e di svolgere le attività autonomamente per imparare a mettersi in discussione, a sbagliare e talvolta a correggere il tiro. Di seguito tale metodologia didattica favorisce la motivazione degli alunni poiché l'impegno si determina a partire da un apprendimento visibile, utile e concreto e stimola la creatività partendo dalle attività di rielaborazione. A tal fine, è necessario ricordare che tutte le aule possono diventare dei laboratori nei quali si facilita la personalizzazione del percorso di insegnamento-apprendimento che consente ai discenti di acquisire delle conoscenze mediante l'esperienza pratica. Quindi, il laboratorio ha una rilevanza ineludibile per la promozione e l'attuazione di un progetto educativo della persona in quanto offre al bambino concrete occasioni di sperimentare, apprendere, conoscersi e valutarsi tramite le esperienze realizzate. Un ulteriore vantaggio della realtà laboratoriale riguarda il fatto che il laboratorio si configura come un luogo di approccio cooperativo, nel quale i bambini si confrontano in merito a ciò che stanno sperimentando, agli strumenti utilizzati durante tali attività, talvolta consigliandosi in merito alle modalità di utilizzo di tali dispositivi. Dunque, può considerarsi una metodologia che favorisce la socializzazione tra i discenti, promuove la costruzione di conoscenze, arricchisce la didattica e stimola la dimensione cognitiva ed emotiva. In sintesi, la didattica laboratoriale si realizza in un clima di collaborazione e inclusione nel quale vengono evidenziate le capacità personali e relazionali del discente e si attivano dei percorsi formativi finalizzati a valorizzare l'autonomia di giudizio e di azione. Nell'ambito educativo e non solo, si configurano in maniera proficua i rapporti di identificazione e collaborazione con gli altri. È importante però esso non venga ridotto ad un momento ricreativo ed a una prassi occasionale.

Specificamente, il laboratorio consente di:

- avviare gli apprendimenti secondari, vale a dire cogliere l'opportunità mentre si impara, per imparare ad imparare;
- accedere alle conoscenze e alle esperienze in qualità di strumento attivo, cioè per fare proprie conoscenze immediatamente usufruibili e legate a finalità pratiche: ossia abilità orientate all'esperienza quotidiana;

- incoraggiare le capacità inventive e la creatività⁴⁴.

Quindi, la didattica laboratoriale deve indirizzarsi verso metodologie che consentano di sottolineare il ruolo centrale svolto dal discente non solo come protagonista del suo apprendimento ma anche come perno centrale per la realizzazione, da parte dell'insegnante, delle adeguate strategie di apprendimento che intende realizzare.

1.7 Il valore della ricerca-azione

Il modello di ricerca-azione nasce nel 1946 ad opera dello psicologo svizzero Kurt Lewin che coniò il termine *action- research*, poi tradotto successivamente in italiano. Tale modello nasceva con lo scopo di comprendere le problematiche presenti in determinati contesti tramite la condivisione di saperi del ricercatore e del pratico. In tal senso l'azione acquisisce sempre maggiore importanza poiché è considerata come un momento nel quale si costruisce una conoscenza sul problema stesso.

Il fine non è semplicemente quello di esaminare determinate nozioni teoriche bensì di analizzare una pratica relativa ad un campo di esperienza per introdurre in essa delle innovazioni migliorative.

La RA è definita sia dal fatto che l'oggetto della ricerca è intrinseco nei contesti reali, sia dal fatto che sono i protagonisti stessi a dare vita e a svolgere la ricerca. La prospettiva della ricerca-azione è risultata proficua anche per quanto concerne la formazione, poiché consente ai soggetti in formazione di avere un ruolo centrale nel processo formativo, come già evidenziato nel precedente paragrafo. Per questo motivo, la ricerca-azione in campo educativo costituisce un elemento imprescindibile non solo per la formazione dei docenti ma anche per l'analisi della pratica educativa ed il conseguente miglioramento. L'entità di quest'ultimo dovrebbe essere definita dalla ricerca-azione piuttosto che presumerla a priori. Pertanto, in questo processo di ricerca-azione le teorie non sono approvate in maniera indipendente e poi applicate alla pratica. Queste anzi sono convalidate attraverso la pratica⁴⁵.

⁴⁴ Banzato M., Minello R., *Imparare insieme: laboratorio di didattica dell'apprendimento cooperativo*, Armando Editore, Roma, 2002

⁴⁵ Elliot J., Giordan A., Scurati C., *La ricerca-azione: metodi, strumenti e casi*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994

In generale le fasi in cui si articola il modello di Lewin sono tre:

- la formazione del gruppo;
- formazione dei componenti per la realizzazione della ricerca. In esso vi è lo spazio-tempo per la esplicitazione del problema, la scelta della metodologia di raccolta dei dati, l'analisi di questi e in conclusione la formulazione delle ipotesi di intervento;
- la fase conclusiva si riferisce all'azione dove vengono chiariti: i tempi, i compiti, le responsabilità, procedendo all'attuazione del progetto.

Questo modello però potrebbe trarre in inganno poiché si potrebbe credere che l'idea principale possa essere individuata prima di avviare il processo e che la ricognizione riguardi unicamente l'individuazione dei dati e che l'attuazione si caratterizzi come un processo lineare⁴⁶. Però, è a partire dagli anni Ottanta che la ricerca- azione è presente nel mondo della scuola soprattutto mediante il lavoro di alcuni studiosi come Kemmis e Easen, che operarono in Australia, negli Stati Uniti e in Gran Bretagna. In particolar modo Kemmis e i suoi collaboratori avvertirono che bisognava evitare quei problemi che sono considerati irrisolvibili cioè per i quali non si può fare nulla. Kemmis si occupa di sintetizzare il modello descritto da Lewin sulla base di alcune attività quali: "identificazione di un'idea generale", "ricognizione", "piano generale", "sviluppo della prima fase di azione", "attuazione della prima fase di azione", "valutazione", "revisione del piano generale". Da questo ciclo di base i ricercatori procedono poi a spirale passando a: "sviluppo della seconda fase di azione", "attuazione", "valutazione", "revisione del piano generale", "sviluppo della terza fase di azione", "attuazione", "valutazione" e via scorrendo⁴⁷. Questo ciclo viene continuamente alimentato dalla riflessione di tutti i partecipanti e si ripete in modo costante nell'arco della vita professionale del docente, portandolo verso l'incessante miglioramento della sua pratica didattica. Alcune idee effettivamente non possono essere facilmente collegate con l'azione e dovrebbero essere evitate secondo alcuni, anche se possono risultare interessanti dal punto di vista teorico. Nonostante ciò vi sono alcune situazioni che si possono collegare con azioni, pur chiedendoci fino a che punto sia possibile fare qualche cosa al riguardo⁴⁸. È necessario

⁴⁶ *Ibidem*

⁴⁷ Kemmis S., *Action Research in Retrospect and Prospect*, Australian Association for Research in Education, Melbourne, 1980

⁴⁸ Elliot J., Giordan A., Scurati C., *La ricerca-azione: metodi, strumenti e casi*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994

seguire quelli che sono dei criteri fondamentali per la selezione dell'idea generale sulla quale poi ci si dovrà interrogare sia per la natura della problematica che per l'aspetto che si intende migliorare. Per tale motivo, è bene che il docente intraprenda una serie di azioni che aiutino ad analizzare il problema in profondità pertanto bisogna rivedere in itinere l'idea principale. Per quanto riguarda la descrizione, bisogna dare vita ad una descrizione che sia più completa possibile, affinché si espliciti la natura della situazione che si intende modificare e di conseguenza migliorare. I dati più rilevanti sono forniti dalla raccolta delle informazioni. Anche se durante il corso di tale raccolta, si possono verificare comunque dei cambiamenti in merito alla comprensione dell'idea iniziale. In riferimento alla spiegazione, invece, è importante spiegare i dati rilevanti che sono stati raccolti e descritti. Ci si interroga in merito agli avvenimenti contingenti e da tali domande si genera un passaggio da una descrizione dei dati a un'analisi critica del contesto in cui essi nascono. Questo comporta da un lato una discussione preliminare con creazione di ipotesi esplicative e una verifica delle ipotesi. Da queste premesse si comprende che una parte fondamentale del processo di RA è la documentazione. Le tecniche per la raccolta dei dati sono molteplici e vanno selezionate in rapporto al problema, ai soggetti interessati e alla sostenibilità.

Per esempio vi sono:

- i diari cioè aneddoti, resoconti quasi testuali di conversazione e di scambi verbali, resoconti introspettivi delle proprie sensazioni, atteggiamenti, motivazioni e impressioni nel reagire a cose, eventi, circostanze: tali elementi favoriscono la costruzione dell'atmosfera della situazione. In una ricerca-azione il contenuto dei diari dovrebbe sempre presentare la data, i dati relativi alla classe e la materia;
- i profili che forniscono il quadro di una data situazione o persona nel tempo e consentono di guardare all'evoluzione di una situazione o di un soggetto nel tempo;
- le analisi di documenti creati all'interno del contesto scolastico che possono dare informazioni preziose per comprendere il problema e le potenzialità di intervento;
- le testimonianze fotografiche che sono in grado di cogliere gli aspetti visivi di una determinata situazione e sono utili ai fini dell'attivazione di un confronto e della ricerca tra insegnanti ed esperti⁴⁹.

⁴⁹ Ivi, p. 12

In Francia, la ricerca-azione in ambito educativo ha trovato riscontro nella Pedagogia Istituzionale che mira alla conoscenza della “pratica” istituzionale di un gruppo ad opera dello stesso. Il fine di tale progetto è quello di condurre a dei cambiamenti migliorativi. In campo accademico l’opera di teorizzazione di tali premesse è stata compiuta da René Barbier⁵⁰ il quale prevedeva lo sviluppo degli attori della ricerca presupponendo rispetto alla ricerca classica un cambiamento a livello epistemologico. Per quanto concerne la metodologia, per lo schermidore francese, la ricerca – azione segue un processo a spirale nel quale intercorrono quattro tematiche principali: l'individuazione del problema e la contrattazione; la pianificazione e la realizzazione; l'utilizzo di tecniche coerenti con l'approccio di ricerca – azione; la teorizzazione, la valutazione e la pubblicazione dei risultati. Invece in Inghilterra, fu John Elliott, negli anni Sessanta, a dare il via all'utilizzo della ricerca-azione in ambito scolastico. Per il docente inglese, la ricerca-azione si configura come un dispositivo idoneo per affrontare quegli aspetti dell'azione formativa e della didattica che sono considerati problematici dagli insegnanti, affinché si possano trovare modalità accessibili di soluzione. Decisiva è, per Elliott, la possibilità di dar vita ad un gruppo di ricerca che riunisca attori e ricercatori, nelle medesime condizioni. Egli considera le liste di controllo, utilizzate per condurre periodicamente delle analisi, eccessivamente diffuse. Infatti da un dialogo avuto con un collega comprese che alcune liste di controllo prodotte dai LEA (London Educational Authority) non stimolavano inevitabilmente la crescita professionale e il miglioramento della pratica anzi il docente è consapevole del fatto che una cosa è individuare situazioni problematiche a seguito di una valutazione o analisi, altra cosa invece è intervenire in maniera proficua. Con ciò non si vuole intendere che il tipo di valutazione che si basa su una lista di controllo sia inutile. Anzi queste usate con coscienza, possono concretamente porre in auge situazioni problematiche in ambito educativo che devono essere migliorate. Per questo motivo, gli insegnanti non sono portati a rivedere periodicamente le loro convinzioni in quanto si limitano a rispondere a delle domande esclusivamente sull’idea che loro hanno di sé stessi. Questo non risulta in alcun modo produttivo per quanto concerne la propria crescita professionale⁵¹. Infine, all’interno della classe risultano particolarmente utili nell’ambito della ricerca-azione il videoregistratore e il registratore. Quest’ultimo è risultato

⁵⁰ Barbier R., *La ricerca – azione*, Armando Editore, Roma, 2007

⁵¹ Elliot J., Giordan A., Scurati C., *La ricerca-azione: metodi, strumenti e casi*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994, p. 2

necessario per il suddetto lavoro di tesi in particolar modo durante le diverse attività sperimentali che si sono svolte con i bambini in classe. L'utilizzo del registratore portatile in classe è stato fondamentale in quanto è stato posto al centro dell'aula per far sì che si riuscisse a registrare tutte le discussioni in modo preciso. Infatti grazie alla possibilità di muoverlo, è stato spostato e posto talvolta vicino ai bambini che presentavano un tono di voce più basso rispetto agli altri. Tali dispositivi devono essere utilizzati in modo da non creare intralcio o arrecare fastidio durante le ore di lezione. Per questa ragione, se si tiene la videocamera fissata è più facile registrare aspetti o momenti rilevanti della relazione educativa come i dialoghi che avvengono tra gli alunni e con il docente. Per quanto concerne la videoregistrazione, essa presenta un vantaggio in più rispetto alla semplice registrazione poiché non vi alcun bisogno di azionare o fermare il video, questo garantisce una maggiore rapidità e flessibilità. Ovviamente tutte queste azioni sono seguite da un'attenta ed accurata trascrizione da parte del docente. Questa richiede molto tempo anche se assicura ottimi risultati in termini di concentrazione rispetto al mero ascolto.

1.8 Disegno come artefatto cognitivo

Sin dall'antichità tutti gli uomini si sono occupati della creazione di alcuni oggetti necessari non solo per la loro sopravvivenza ma anche per far sì che riuscissero a vivere meglio. Questi oggetti non venivano realizzati solo per fini pratici come è stato appena accennato, ma servivano anche per sostenere il pensiero umano.

Basti pensare ad un abaco, esso favorisce e facilita la nostra mente durante il calcolo matematico allo stesso modo la lista della spesa supporta il pensiero.

Dunque, questi oggetti seppur in modo diverso rappresentano delle informazioni, ad esempio: l'abaco rappresenta uno strumento matematico mentre la lista della spesa uno strumento di scrittura, che costituisce un supporto per la memoria. Prima di analizzare il concetto di artefatto cognitivo, è necessario ricordare che il termine "artefatto" in generale si riferisce a quegli oggetti che vengono intenzionalmente realizzati o modificati dall'uomo per il raggiungimento di uno scopo preciso, ciò che li identifica è, appunto, l'intenzionalità. Con l'espressione artefatto cognitivo si intendono tutti gli oggetti e strumenti che favoriscono lo sviluppo di determinati apprendimenti. Questo concetto fu

teorizzato per la prima volta dal matematico sudamericano Seymour Papert. La sua idea nacque dall'osservazione di alcune tribù africane nelle quali i bambini costruivano dei piccoli manufatti in giunco o delle riproduzioni in scala di alcune abitazioni. Da tali osservazioni, egli si rese conto del fatto che la mente di ogni individuo per sviluppare delle idee ha bisogno di materiali adeguati. Questa teoria non distingue le persone in base all'età e pertanto risulta, secondo lo studioso, fondata sia per gli adulti che per i bambini poiché per apprendere c'è bisogno di costruire e maneggiare materiali, oggetti reali e dispositivi. Dunque, l'apprendimento si sviluppa anche con la costruzione di artefatti cognitivi. Oltre a Papert anche Norman⁵² considera gli artefatti cognitivi come "strumenti di pensiero" che completano le capacità della nostra mente consolidandone le conoscenze. Egli sottolinea l'aspetto duale di tale concetto: infatti se da un lato i manufatti cognitivi appaiono come strumenti riflessivi, in grado di mettere ordine la conoscenza e promuovere lo sviluppo e il potenziamento dell'intelligenza; dall'altra adempiono anche una funzione pragmatica ed esperienziale, cioè sembrano strumenti in grado di fare leva sul mondo e sull'ambiente circostante.

Secondo lo psicologo statunitense, l'artefatto cognitivo è ovviamente un oggetto prodotto dall'uomo con il fine di agire sull'informazione, conservarla ed operare su questa. In altre parole, si configura come uno strumento artificiale pensato propriamente con lo scopo di garantire una funzione rappresentativa e influire sull'attività cognitiva umana. Per Norman gli artefatti non amplificano semplicemente le potenzialità dell'uomo, ma accompagnano l'attività mentale e possono trasformare lo svolgimento di un compito⁵³. L'utilizzo di un artefatto cognitivo modifica la conoscenza stessa per la quale è stato ideato: questa variazione si riferisce sia alla riorganizzazione delle modalità percettivo-motorie di interazione con l'ambiente, sia al modo di riflettere e le modalità di pianificazione delle azioni e delle relazioni sociali; infatti, lo svolgimento in maniera produttiva delle funzioni generalmente assegnate alla mente dell'uomo, pone in primo piano meccanismi o supporti che palesano le operazioni meccaniche e in questo modo libera la mente, consentendo di affinare nuove e più complesse abilità. Ancora, risultano essere particolarmente rilevanti gli effetti di carattere ecologico propri degli artefatti cognitivi poiché questi favoriscono un concreto cambiamento del mondo. In tal senso

⁵²Norman D.A., *Le cose che ci fanno intelligenti. Il posto della tecnologia nel mondo dell'uomo*, Feltrinelli, Milano, 1995

⁵³ *Ibidem*

riescono a concepire nuovi modi per acquisire conoscenza, nuovi modi per far funzionare il pensiero e presentano una domanda intrinseca la quale genera necessariamente una risposta legata alla necessità di ripensare le modalità didattiche.

Infatti, quando ci si avvicina alle discipline scientifiche, disegnare diventa una modalità che consente di rappresentare le cose che succedono o le cose che pensiamo possano accadere durante le sperimentazioni, ad esempio. In questo contesto appena descritto, il disegno smette di essere un disegno libero e convenzionale per diventare il modo di vedere, di immaginare, di capire di ogni singolo bambino. Il disegno risulta essere la rappresentazione grafica della realtà che il bambino ha dinanzi. Naturalmente ci sono diversi tipi di rappresentazioni grafiche e i loro criteri vengono stabiliti in itinere ed in relazione al contesto. I bambini disegnano per rappresentare un'esperienza, un avvenimento accaduto, le fasi di un processo, le trasformazioni nello spazio e nel tempo e il disegnare dal vero impegna il bambino in un confronto attento e continuo tra la realtà e il proprio punto di vista: si guarda, si prova, si riguarda, si cambia, si cerca di definire i colori, le proporzioni adeguate. Talvolta per descrivere qualcosa di molto complesso i bambini prediligono il disegno alla scrittura poiché esso consente di descrivere meglio la composizione e il funzionamento degli oggetti. Per esempio, durante le varie attività svolte con i bambini della classe V D dell'Istituto comprensivo Socrate-Mallardo, è stato chiesto loro al termine di alcune attività di disegnare ciò che avevano osservato per riordinare le loro idee in merito. Durante una delle giornate di attività, i bambini hanno rappresentato graficamente l'allungamento di una slinky e la mano dalla quale partiva l'impulso per tale allungamento. Per la realizzazione di questi disegni, le consegne fornite da me e dalla docente di classe sono state imprescindibili per la buona riuscita in quanto si tratta di disegni scientifici cioè disegni nei quali si spiegano fenomeni inerenti a tale ambito. Pertanto, è necessario che tale processo inizi sin dalla scuola dell'infanzia cioè nel periodo in cui i bambini disegnano in modo spontaneo e senza alcuna pretesa di comunicare qualcosa. I più piccoli, infatti, possono rappresentare graficamente alcune conoscenze elaborando disegni più o meno complessi. Chiaramente, i disegni risultano essere diversificati anche per quanto concerne il numero di dettagli rappresentati.

In altri momenti il disegno diventa, invece, un modello per raccontare in poco tempo cosa succede e far capire con rapidità i fenomeni analizzati. Gli elaborati prodotti diventano poi oggetto di confronto e discussione tra gli alunni. Talvolta essi costituiscono

un'occasione per porre domande e mettere in luce nuovi problemi; infatti informarsi in merito ai disegni durante e dopo l'esecuzione risulta fondamentale. Allo stesso modo, esso dà possibilità ai bambini di cambiare idea mentre disegnano e di conseguenza farli confrontare con domande che rilevano le diversità. A tal proposito il disegno scientifico diventa quindi uno strumento potente di costruzione del pensiero e ogni elaborato fornisce all'insegnante un'enorme ricchezza di dati relativamente ai modi di pensare e di vedere di ogni alunno; la condivisione, la valorizzazione e la discussione dei diversi prodotti diventa un altro momento di costruzione di sapere collettivo.

Infatti, quando a scuola si chiede ai bambini di disegnare un'esperienza vissuta, indipendentemente dalla loro età, gli si chiede di riflettere su di essa, di descrivere i fenomeni osservati, ciò consente la creazione di un pensiero coerente in modo da poter sviluppare autonomamente le proprie interpretazioni del mondo.

In generale, il disegno scientifico nella scuola primaria consente di:

- descrivere il funzionamento di un meccanismo superando ciò che è visibile;
- raccontare le varie tappe di un'esperienza di tipo scientifico;
- descrivere autonomamente il proprio pensiero in riferimento a fenomeni naturali⁵⁴.

In quest'ambito il disegno scientifico viene definito come uno strumento che favorisce i processi di ragionamento, di riflessione e di risoluzione dei problemi matematici. Come già esplicitato in precedenza, i bambini hanno una grande quantità di conoscenze che si basa sull'esperienze vissute sia all'interno che all'esterno del contesto scolastico. Tali conoscenze risultano essere una risorsa molto complessa pertanto il loro linguaggio è spesso inadeguato. Per tale motivo, ossia per ovviare ai problemi legati al linguaggio e alla scrittura, risulta fondamentale l'uso del disegno inteso come efficace strumento di comunicazione non solo in ambito educativo. In riferimento a quanto appena evidenziato, è bene definire il ruolo del docente in merito alla creazione dei disegni, i quali costituiscono uno strumento in grado di costruire pensieri ed idee. Perciò i docenti mentre svolgono le proprie pratiche didattiche devono saper sfruttare i disegni e la relativa valenza formativa. Infine, per sviluppare le capacità del bambino a risolvere problemi, è necessario stimolarlo a comunicare e ad argomentare la rappresentazione che l'ha portato

⁵⁴ Galetto C., *Fare scienza nella scuola dell'infanzia*, in Mazzoli P., *Capire si può: educazione matematica e scientifica*, Carocci Editore, Roma, 2005, p.117

a trovare la soluzione. Dobbiamo, quindi, chiedere al bambino di distanziarsi dalla rappresentazione spontanea realizzata e di verbalizzare quanto ha immaginato e pensato. Il disegno di tipo matematico, si realizza a partire dall'illustrazione di un problema, questa rappresentazione inizialmente costituisce un disegno realistico che presenta un intento narrativo. Il disegno dunque avrà finalità narrative poiché dovrà rappresentare un testo ma non dovrà trascurare la consegna e la domanda del problema ai fini della risoluzione dello stesso. Spesso il disegno è accompagnato da didascalie più o meno chiare, queste si intrecciano al disegno e costituiscono insieme ad esso una duplice modalità per la risoluzione. Questa tipologia di disegno, costituisce un valido aiuto per educare lo sguardo e di conseguenza la capacità di osservare imprescindibile per ogni costruzione di conoscenza⁵⁵. Tale lavoro, non è semplice o immediato anzi va adeguatamente stimolato e spronato. Per poter parlare di disegno scientifico è necessario evidenziare il passaggio, la fase di transizione dal disegno realistico al disegno simbolico. Questo momento costituisce una fase centrale per l'acquisizione di determinate conoscenze pertanto non avviene per tutti allo stesso momento o allo stesso modo. Tale transizione non va in alcun modo forzata ma semplicemente sostenuta e stimolata dal docente poiché avviene nei bambini in modo diversificato. Gli alunni sono soliti passare al disegno simbolico per ragioni diverse, ad esempio perché:

- non sono molto soddisfatti dei propri disegni e per questo utilizzano i simboli per ovviare a tali difficoltà;
- le quantità con il passaggio da una classe a quella successiva risultano essere sempre più grandi e quindi le quantità vengono semplificate mediante i simboli;
- perché questo tipo di disegno facilita la risoluzione dei problemi di conta⁵⁶.

Una buona modalità per i docenti di conoscere meglio i propri alunni è quella di osservare attentamente e simultaneamente i disegni realizzati. In particolar modo, per quanto riguarda il disegno scientifico vi sono diverse metodologie per osservare i disegni dei bambini. In primo luogo, è possibile porli al centro dell'aula oppure è possibile trasferirli su lucidi per proiettarli in un secondo momento alla lavagna interattiva. L'analisi dei

⁵⁵ Ivi, p.124

⁵⁶ Ivi, p.126

disegni dà vita ad una discussione in merito alle questioni in esame, dando origine ad un fecondo confronto di opinioni⁵⁷.

ONDE E OSCILLAZIONI

L'idea di base su cui si è fondato tutto lo svolgimento delle attività di sperimentazione, è stata quella di verificare praticamente i diversi fenomeni fisici presi in esame affinché i bambini potessero toccare con mano il funzionamento di questi. Il fine ultimo non è stato quello di generalizzare o formalizzare i fenomeni trattati bensì fornire ai bambini seppur piccoli dei mezzi adeguati affinché essi potessero scoprire un mondo nuovo nel quale: osservare, formulare ipotesi e, successivamente, verificarle. A tal fine, la mia intenzione non è stata quella di spronare i bambini all'utilizzo di termini tecnici o comunque troppo difficoltosi ma di aiutarli a pensare e riflettere sotto un nuovo punto di vista. In questo capitolo, essendo tale tesi indirizzata ad un pubblico adulto, verranno esplicitate tutte le leggi fisiche di riferimento ovviamente affiancate dal modo in cui queste potrebbero essere proposte nei diversi contesti didattici. Infatti, ogni attività è stata realizzata sulla base di una didattica esperienziale che si allontanasse dalla consueta didattica frontale per spronare gli alunni ad affrontare situazioni nuove, riorganizzare le proprie idee e adattare i propri comportamenti. Questo è stato possibile grazie al fatto che i bambini vivendo sulla loro pelle le nozioni, riusciranno a sfruttare al meglio la loro intelligenza o almeno è quello che si auspica. Tale didattica esperienziale rappresenta un mezzo privilegiato per integrare l'apprendimento con le emozioni in quanto rende più concreti e diretti gli insegnamenti. Inoltre, le attività svolte nelle varie giornate sono state incentrate su diverse tematiche concerni i fenomeni ondulatori, nonostante tale differenza queste hanno condiviso il medesimo funzionamento. Esse si sono inserite pienamente all'interno del curriculum scolastico in modo da potersi sviluppare sia trasversalmente che verticalmente. La presentazione degli argomenti, è stata invece strutturata in modo tale da evidenziare un legame tra i contenuti e l'esperienza emotiva dello studente attraverso continui riferimenti alla vita pratica e al suo vissuto esperienziale. Nel corso delle varie giornate, ho affrontato con gli alunni differenti tematiche sempre in riferimento all'argomento centrale quale: la propagazione delle onde, in particolar modo facendo attenzione alle onde del mare, alle corde vibranti e al suono. In conclusione, tale capitolo si basa sugli

⁵⁷ *Ibidem*

aspetti teorici della sperimentazione attuata, in particolare sui fenomeni ondulatori, le grandezze fisiche di riferimento, i diversi tipi di onde quali: longitudinali, trasversali, stazionarie e sonore.

1.9 Onde e oscillazioni

La vibrazione e l'oscillazione sono fenomeni che caratterizzano tutto ciò che ci circonda. Infatti gli atomi sono costretti a continue oscillazioni e vibrazioni. Un'oscillazione nello spazio nel tempo è detta onda. Ancora, un'onda è una perturbazione che si propaga nello spazio trasportando energia senza alcun trasporto di materia, partendo da una sorgente di origine. Da ciò che abbiamo osservato con i bambini, è emerso che in generale un'oscillazione si verifica quando un sistema che si trova in equilibrio stabile viene perturbato da una forza. Infatti, quando il corpo è fermo si trova in una situazione di equilibrio, quando invece è perturbato questo si muove avanti e indietro passando per la sua posizione di equilibrio. “La peculiarità delle oscillazioni è la loro periodicità, ossia la caratteristica per cui la perturbazione si ripete ad intervalli di tempo regolari”⁵⁸. Il classico esempio di oscillazione, è il pendolo. Inoltre, Galileo scoprì che l'intervallo di tempo che un pendolo impiega per compiere oscillazioni di piccola ampiezza non dipende dalla massa del pendolo né dall'ampiezza dell'oscillazione. Un esempio di un pendolo semplice che possiamo realizzare è quello di un sasso sospeso all'estremità di un filo. I pendoli oscillano con regolarità motivo per cui vengono utilizzati all'interno degli orologi. Per quanto concerne i fenomeni ondulatori, è importante ricordare che qualunque sia la loro natura o mezzo di propagazione (liquido, solido o vuoto), queste seguono sempre alle medesime leggi della fisica di cui si occupa la meccanica ondulatoria⁵⁹. Facendo riferimento alla definizione di onda, è naturale che i bambini chiedano: “Perché durante la loro propagazione le onde trasportano materia?”. Altrimenti le onde del mare dovrebbero sommergere la riva. In realtà, l'acqua oscilla verticalmente. La massa d'acqua non si sposta orizzontalmente. Per questo motivo, una barca viene spinta tendenzialmente verso l'alto al passaggio di un'onda, non viene trasportata dalle onde, questo è ciò su cui abbiamo riflettuto durante una delle attività, dando vita ad una vera e propria discussione

⁵⁸ https://staticmy.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808935151_04_CAP.pdf p.1

⁵⁹ <https://www.andreaminini.org/fisica/onda/>

in merito. Un esempio per far comprendere meglio tale definizione ai bambini è dato dalla simulazione presente sul sito PhET⁶⁰ dove si può osservare il comportamento delle onde che si propagano lungo una corda e trasportano l'energia meccanica senza però spostare la materia di cui è composta la corda.

Di seguito, la foto di tale simulazione:

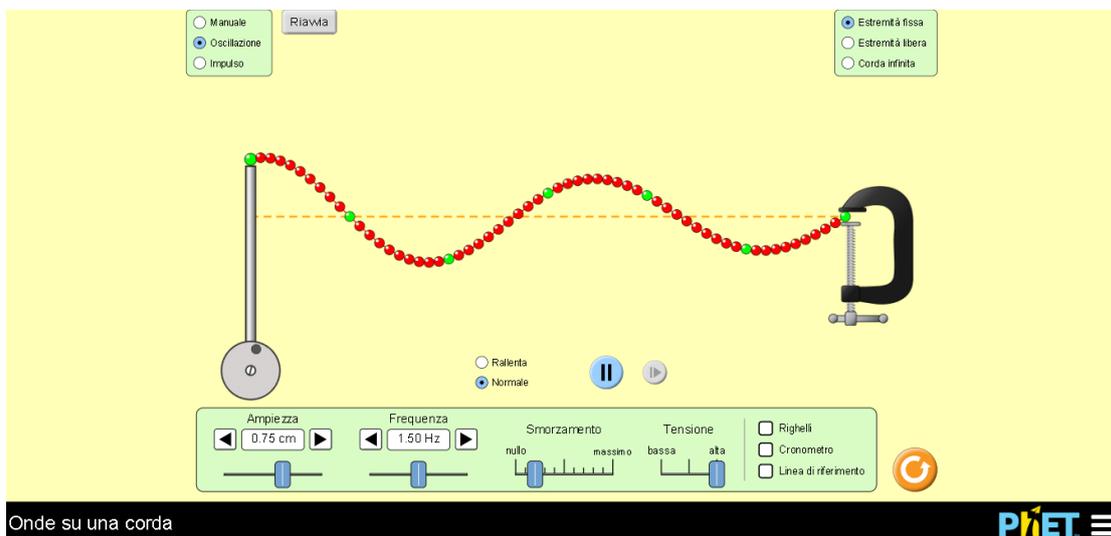


Figura 1: Rappresentazione grafica di un'onda che si propaga lungo una corda

Tutto ciò è stato osservato praticamente dai bambini durante la seconda attività di sperimentazione svoltasi in aula con la maestra Angelica e meditante l'utilizzo di strumenti quali: un recipiente pieno d'acqua ed una fogliolina posta al suo interno, tale attività verrà approfondita nel capitolo 4. Gli alunni hanno osservato come con l'utilizzo di un contagocce si creassero delle onde che investivano la fogliolina, facendola semplicemente oscillare.

1.9.1 Impulso

Durante una delle attività sperimentali con i bambini in classe è stato citato anche il famosissimo gioco del domino tramite il quale è stato definito il concetto di impulso. Pertanto, osservando una fila di mattoncini del domino in piedi uno accanto all'altro, possiamo notare come dando una piccola spinta al primo mattoncino, questo cadrà e colpirà con la sua caduta il secondo mattoncino che a sua volta colpirà il terzo e così via

⁶⁰ <https://phet.colorado.edu/it/simulations/wave-on-a-string>

fino all'ultimo della fila. Si trasferirà dunque energia cinetica tra i mattoncini che compongono la fila. La conseguenza di quello che osserviamo è una sequenza di mattoncini che cadono. In realtà, ogni mattoncino non si sposta dalla posizione in cui si trova ma naturalmente si appoggia su quello vicino, trasferendogli la propria energia cinetica. Ponendo attenzione alla situazione descritta poc'anzi, per generare l'onda di mattoncini durante il gioco del domino dobbiamo necessariamente spingere il primo della fila. Tale spinta prende il nome di impulso. Infatti, l'impulso è una forza che provoca una vibrazione o un'oscillazione in un punto della materia.

1.9.2 Moto ondulatorio

Nella prima attività di sperimentazione che è stata attuata, si è parlato ai bambini delle onde in linea generale e di qualcosa che fosse in qualche modo per loro familiare cioè le onde del mare; dunque, la discussione si è basata sulle loro esperienze al mare e sulle diverse onde che osservavano. Un esempio del moto ondulatorio è costituito dalle onde del mare, infatti, queste sono causate da oscillazioni delle molecole d'acqua: le particelle materiali oscillano intorno alla loro posizione di equilibrio, quindi l'unica cosa che continua a muoversi con continuità lungo una sola direzione è l'energia.

Le particelle si muovono secondo una traiettoria circolare tale che le onde andrebbero a definire una combinazione di onde longitudinali e trasversali. La caratteristica che più di tutte ha suscitato interesse da parte dei bambini in merito alle onde che si propagano in una superficie liquida è costituita dalla visuale: cioè dal fatto che osservandole dall'alto queste apparivano come degli anelli concentrici a partire da un impulso dato mentre osservandole lateralmente queste assomigliavano ad una serie infinita periodica di curve, definita sinusoidale.

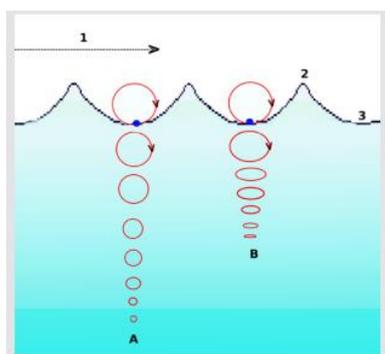


Figura 2: Rappresentazione dell'oscillazione delle particelle d'acqua

In merito al concetto di sinusoidi, risulta doveroso citare Frank Oppenheimer, fisico nucleare e fondatore del museo scientifico Exploratorium di San Francisco. Quest'ultimo ha costituito il primo museo al mondo in cui vi è stata la possibilità, per i visitatori di partecipare ad esperimenti interattivi: in tal modo, essi potevano divenire attori della pratica scientifica. Infatti, egli all'interno del museo appena citato eseguì un esperimento per dimostrare che un pendolo in oscillazione di andirivieni descrive una linea retta su una superficie in quiete e una sinusoidi su una superficie che si muove a velocità costante⁶¹. Dunque, la sinusoidi costituisce la rappresentazione grafica di un'onda, di cui i punti più alti di tale curva sono detti creste mentre i punti più bassi di tali curve sono chiamati valli. Inoltre, nella fig. 3 compare una linea retta che rappresenta la posizione "di riposo", cioè il punto medio dell'oscillazione.

In riferimento alla posizione di riposo è bene definire l'ampiezza, cioè la distanza tra la posizione di riposo ed una cresta dell'onda o allo stesso modo è definita come la distanza tra la posizione di riposo e una valle. Tale definizione è stata osservata dai bambini durante la quarta attività e proprio in quest'ultima è stato posto un quesito in merito alla lunghezza delle due ampiezze ossia di quella riferita alla valle e quella riferita alla cresta. Inoltre, per quanto concerne la figura della sinusoidi bisogna definire anche un'ulteriore grandezza cioè la lunghezza d'onda che viene indicata comunemente con la lettera greca lambda λ , questa è la distanza fra due creste o due valli consecutive ed è anche distanza fra due punti corrispondenti consecutivi dell'onda. A tal proposito la lunghezza d'onda delle onde marine segue l'ordine dei metri⁶².

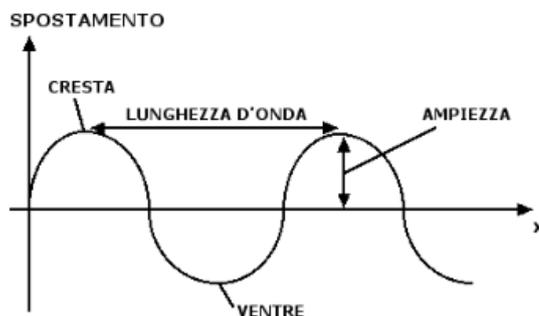


Figura 3: Rappresentazione grafica degli elementi dell'onda

⁶¹ Hewitt P. *Elementi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1991, p.351

⁶² Ivi p.352

1.9.3 Onde armoniche

Un' onda è definita armonica quando la legge che determina la sua vibrazione è di tipo sinusoidale. Quindi, un'onda armonica si propaga attraverso un mezzo generando una mutazione in ogni punto dello spazio rispetto al proprio stato di equilibrio in modo periodico, cioè ad ogni intervallo di tempo chiamato periodo si ripetono tali vibrazioni⁶³. Per tale motivo, le onde armoniche costituiscono anche un sottoinsieme delle onde periodiche. Dal punto di vista matematico, tale tipologia di onde è descrivibile con la funzione seno oppure coseno.

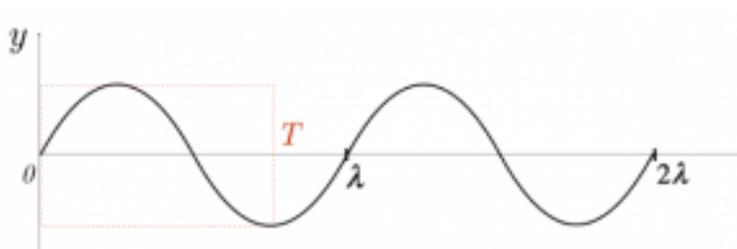


Figura 4: Rappresentazione grafica di un'onda ossia una sinusoide

Un esempio di onde armoniche può essere costituito dall': effetto di sasso gettato in un lago oppure dalle onde che si propagano lungo una corda tesa oppure le onde sonore. A differire tra i vari tipi di onde appena citate è la grandezza che oscilla: infatti nel caso delle onde elastiche è la posizione, nel caso delle onde sonore è la pressione del mezzo.

1.9.4 Moto armonico

In riferimento alle onde armoniche bisogna definire quello che è il moto armonico cioè il movimento che si ottiene proiettando su un diametro le posizioni di un punto materiale che si muove di moto circolare uniforme. Il diametro divide la traiettoria del moto circolare uniforme in due semicirconferenze. Il moto armonico nelle zone centrali è più rapido e percorre distanze maggiori in tempi uguali mentre agli estremi tale moto risulta essere più lento e percorre distanze minori negli stessi tempi⁶⁴.

⁶³ *Ibidem*

⁶⁴ *Ivi*, p. 351

Per lo studio delle onde è necessario capire in che modo si muovono nel tempo ragion per cui, due elementi fondamentali quando parliamo di onde sono: il periodo e la frequenza che sono l'una l'inverso dell'altra e viceversa.

Il periodo infatti misura la durata di un'oscillazione completa compiuta dal pendolo, questa dipende dalla lunghezza d'onda e dall'accelerazione di gravità. Si indica con la lettera T maiuscola. Invece, la frequenza determina il numero di oscillazioni nell'unità di tempo cioè in un secondo. Viene indicata con la lettera f minuscola, nel Sistema Internazionale la sua unità di misura è l'Hertz, che si riferisce al nome del fisico tedesco che per primo studiò questi fenomeni. Dire che un suono è di trecento Hz significa che il corpo che lo produce vibra tremila volte al secondo.

Se un'onda compie un'oscillazione completa in un secondo, la sua frequenza è di 1 Hz. Perciò, maggiore è il numero di oscillazioni in un certo intervallo di tempo, maggiore è la frequenza. La frequenza è l'inverso del periodo. Rispetto a quanto i bambini hanno prima osservato e poi sperimentato durante la quarta attività di sperimentazione, bisogna fare riferimento alla legge delle onde armoniche in un punto fissato. Questa fase è stata svolta l'attività con l'aiuto concreto della docente di classe e mediante l'utilizzo di una corda d'alluminio.

Supponiamo di osservare un'onda che si propaga lungo una corda, fissando l'attenzione su un punto specifico cioè il punto P, noteremo che tale punto si muoverà su e giù rispetto alla propria posizione di equilibrio allo scorrere del tempo⁶⁵.

⁶⁵ <https://www.chimica-online.it/fisica/onda-armonica.htm>

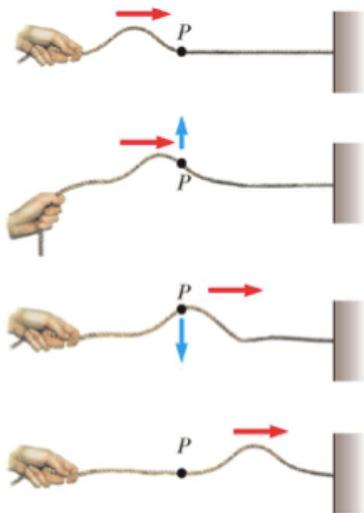


Figura 5: La corda che viene scossa su e giù lungo, genera una perturbazione

Tale legge definisce quanto osservato e sperimentato con i bambini durante una delle attività di sperimentazione. Nel caso dell'attività svolta in classe i bambini hanno potuto osservare che quando questa viene scossa su e giù, genera una perturbazione che si propaga lungo la corda.

1.10 Propagazione delle onde

Come citato in precedenza, tutto ciò che ci circonda vibra o oscilla; pertanto, tutte le informazioni ci arrivano sotto forma di onde. Quest'ultime possono costituire un suono cioè energia che raggiunge le nostre orecchie. L'energia quando viene trasportata da un'onda da una sorgente che oscilla a un ricevitore distante non trasporta materia o meglio tra i due punti non avviene alcun trasporto di materia⁶⁶.

In tal senso, quando qualcuno parla con noi da un altro lato della stanza, l'onda sonora che raggiunge le nostre orecchie è una perturbazione dell'aria che si propaga attraverso la stanza. Un ulteriore esperimento che può essere realizzato per dimostrare tale concetto è quello in cui vi è l'utilizzo di una corda tesa orizzontalmente ed attaccata per un estremo al muro. Se inizio a scuotere su e giù l'estremo libero della corda questa genera un'onda e lungo la corda si propaga una perturbazione ritmica. Di conseguenza, non si muoveranno le parti della corda in quanto tali ma sarà proprio tale perturbazione a

⁶⁶ Hewitt P. *Elementi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1991, p. 353

muoversi lungo la corda. Allo stesso modo, possiamo osservare tale concetto anche su una superficie liquida come l'acqua, realizzando un ulteriore esperimento molto semplice, di cui ho parlato ai bambini. Se gettiamo un sasso in uno specchio d'acqua piatto e calmo, osserviamo la formazione di cerchi concentrici sulla superficie dell'acqua, questi rappresentano delle onde che si allontanano dal punto in cui è stato gettato il sasso, allargandosi sempre di più. Così come nel caso della corda, è la perturbazione a muoversi non l'acqua anche se sembrerebbe il contrario. Questo è verificabile grazie al fatto che dopo il passaggio della perturbazione, l'acqua torna alla posizione in cui era prima che si producesse l'onda⁶⁷.

L'acqua così come la corda e l'aria citate nei precedenti esempi, raffigura il mezzo attraverso il quale si propaga l'energia dell'onda.



Figura 6: un'onda circolare sull'acqua di uno stagno calmo

1.11 Caratteristiche delle onde

Riepilogando, se vogliamo osservare praticamente un'onda e la figura che si crea quando questa si propaga possiamo utilizzare una fune sottile, nel caso dell'attività che è stata realizzata con i bambini, è stata utilizzata una corda lunga un paio di metri. In seguito, bisogna legare tale corda o a un punto fermo come un albero o ad esempio, chiedendo l'aiuto di un'altra persona si tiene ferma mantenendola ai due estremi.

Se prendiamo la corda dall'estremo libero e la facciamo muovere dando un impulso come una frustata, vediamo che si genera un'onda. Come accennato, la forma che si osserva è una linea curva particolare che prende il nome di sinusoidale.

Riassumendo, per descrivere un'onda si utilizzano alcuni elementi:

- il punto più alto è la cresta dell'onda, mentre il punto più basso si chiama ventre;
- la distanza tra due creste successive è la lunghezza d'onda;

⁶⁷ *Ibidem*

- l'ampiezza dell'onda è l'altezza della cresta rispetto all'asse di propagazione.

Quando l'impulso attraversa la materia, ogni punto dell'onda si alza dall'asse fino alla cresta, poi scende fino al ventre e risale verso l'asse. Questo ciclo è detto oscillazione completa ed è costituito da una cresta e da un ventre. Per cui, partendo da tali considerazioni è importante ricordare la definizione delle onde ossia perturbazioni che propagandosi trasportano energia e non materia. Le onde appena descritte si chiamano onde meccaniche cioè onde che trasportano energia cinetica e si trasmettono all'interno di un mezzo, cioè di un materiale o di una sostanza, come ad esempio: l'aria, l'acqua e la corda. Ciò è stato osservato durante le diverse attività di sperimentazione svolte con i bambini.

1.12 Onde trasversali e longitudinali

Per ottenere un tipo d'onda più semplice, agitiamo l'estremità libera di una corda tesa, spostandola rapidamente su e giù. Il movimento della mano produce una deformazione, ossia la sorgente dell'onda inizia a propagarsi lungo tutta la corda cioè il mezzo materiale in direzione orizzontale⁶⁸. Nonostante ciò, ogni piccolo tratto della corda si muove solo in su e in giù. Quindi non si ha trasporto di materia ma solo di energia e quantità di moto. Perciò, mentre l'onda si sposta ciascun punto ripete il moto che la mano ha impresso all'estremità libera della corda, muovendosi verticalmente per poi tornare alla posizione di partenza. Dato che, tale moto è perpendicolare alla direzione di propagazione dell'onda, questa è detta onda trasversale. I bambini hanno potuto osservare questo tipo di onde cioè trasversali durante la quarta attività svolta in classe mediante l'utilizzo di una molla a spire lasse, cioè una slinky dall'inglese. Hanno notato che scuotendo su e giù l'estremo libero di tale slinky si può ottenere un'onda trasversale.

⁶⁸ http://static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808937391_04_CAP.pdf p.517

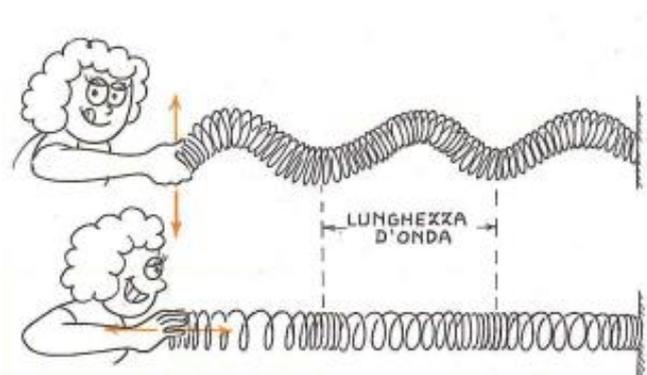


Figura 7: in entrambi i casi le onde trasmettono energia da destra a sinistra. Nel primo caso l'onda è trasversale perché l'estremo viene scosso su e giù, nel secondo caso viene scosso avanti e indietro, generando un'onda longitudinale

1.13 Onde elastiche

Le onde che si propagano lungo una molla, longitudinali o trasversali, sono esempi di onde elastiche. Un'onda che si propaga attraverso un mezzo materiale grazie alle proprietà elastiche del mezzo è detta elastica⁶⁹.

In relazione a quanto detto, per far sì che i bambini potessero osservare tale fenomeno cioè quello delle onde elastiche, è stato necessario l'utilizzo di una slinky in quanto mezzo elastico. Successivamente, è risultato fondamentale anche l'utilizzo di una corda tesa poiché quest'ultima si comporta come una molla, ovvero si oppone all'allungamento con la forza di tensione, che è una forza di tipo elastico.

Per tale ragione, quando una corda è tesa, è possibile che una deformazione trasversale la allunghi di poco: la deformazione si allontana, sotto forma di onda, dalla zona in cui è prodotta perché la corda tende a ritornare alla sua posizione di equilibrio per effetto della sua elasticità⁷⁰. Risultano essere elastiche anche le onde sonore: nell'aria e nell'acqua, come in tutti i fluidi, il suono si propaga per un susseguirsi di compressioni e rarefazioni dell'aria o del mezzo in cui si propagano. Per quanto concerne, invece, le già citate onde del mare cioè quelle visibili sull'acqua, queste non risultano essere elastiche, ma sono causate dalla forza-peso che agisce sulle masse d'acqua sollevate⁷¹.

Dunque, nell'acqua si possono formare due tipologie di onde, che si propagano secondo differenti meccanismi. "Il mezzo materiale è sempre lo stesso, ma viene descritto in modo

⁶⁹ http://static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808937391_04_CAP.pdf p. 518

⁷⁰ *Ibidem*

⁷¹ *Ibidem*

differente: come un mezzo elastico nel caso delle onde sonore e come mezzo incompressibile e soggetto solo a forza di gravità nel caso delle onde in superficie”⁷².

Infatti, dai dialoghi avvenuti in classe con i bambini, è emerso uno spiccato interesse per quanto riguarda la propagazione delle onde sulla superficie del mare e la domanda più frequente si riferiva alle traiettorie circolari che si formano sulla superficie dell’acqua. Per tale motivo, è stato spiegato loro che ogni volumetto d’acqua è soggetto a due moti: uno trasversale, che segue l’alzarsi e l’abbassarsi dell’onda, e uno longitudinale, avanti e indietro nella direzione in cui si propaga l’onda. Di conseguenza, tali volumetti d’acqua descrivono una traiettoria circolare. Tale argomento è stato affrontato solo in seguito all’osservazione delle onde longitudinali e trasversali.

1.14 Onde stazionarie

Le onde stazionarie hanno rappresentato per i bambini della classe dove è stata svolta l’attività sperimentale motivo di numerose riflessioni e discussioni. In particolar modo, hanno osservato tale tipologia di onde in una bacinella rettangolare piena d’acqua, ma anche su una corda legata ad una parete. A tal proposito, hanno notato che se leghiamo una corda a una parete e scuotiamo su e giù l’estremità libera si produce un’onda nella corda, come già detto in precedenza. In questo caso, la parete essendo troppo rigida non permette alla corda di continuare a far propagare l’onda e quindi l’onda si riflette a ritroso lungo la corda verso di noi. Infatti, scuotendo la corda nel modo più adatto, riusciamo a far sì che l’onda iniziale e quella riflessa generino un’onda stazionaria, nella quale le parti della corda, dette nodi, rimangono in quiete⁷³. Le onde stazionarie sono dovute al fenomeno dell’interferenza che può essere osservata facilmente nell’acqua. Dunque, quando due onde con la stessa ampiezza e la medesima lunghezza d’onda si propagano nella stessa direzione ma in versi opposti, le onde sono sempre in opposizione di fase nei nodi.

⁷² http://static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808937391_04_CAP p.519

⁷³ Hewitt P., *Elementi di fisica*, Zanichelli, Bologna, p.359

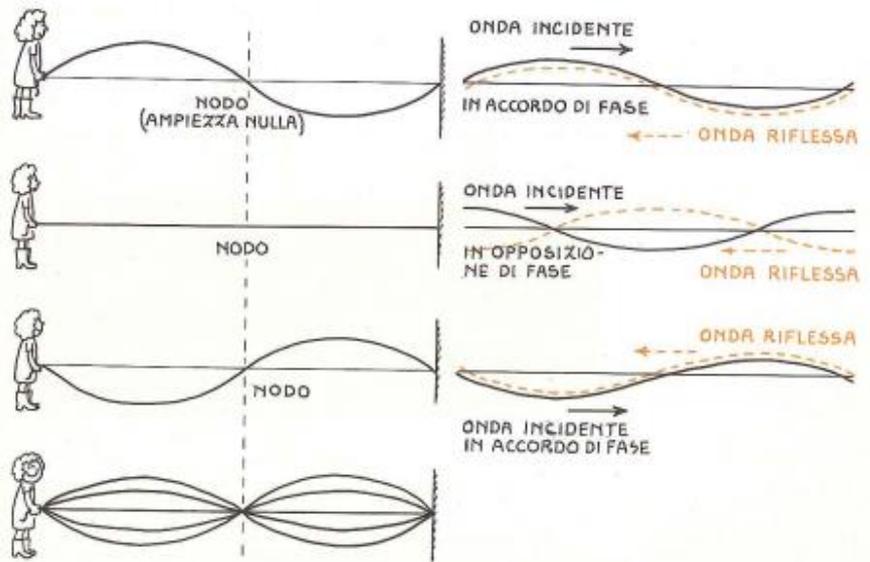


Figura 8: L'onda incidente e l'onda riflessa interferiscono per creare un'onda stazionaria.

Un'onda stazionaria si produce anche quando pizzichiamo una corda di uno strumento musicale come ad esempio una chitarra. Infatti, su di essa si generano delle onde che si propagano verso i due estremi della corda. Le onde, una volta giunte alle due estremità della corda, si riflettono e si dirigono verso il capo opposto della corda per creare diverse riflessioni consecutive. Di conseguenza, un'onda stazionaria è un'onda che non si propaga ma rimane sempre nella stessa zona di spazio⁷⁴.

1.14.1 Fronti d'onda e raggi

La propagazione delle onde è un fenomeno che può verificarsi in un mezzo unidimensionale come una corda, sia in un mezzo bidimensionale come la membrana di un tamburo, sia in un mezzo tridimensionale come accade alle onde sonore nell'aria⁷⁵.

Ad esempio, se pizzichiamo la corda di uno strumento musicale come la chitarra, l'onda sonora si propaga radialmente in tutte le direzioni. Lo strato d'aria attorno al petardo subisce una compressione e subito dopo si rarefa; l'onda consiste in una sequenza di compressioni e rarefazioni, che si allontana dalla sua sorgente e fa variare, da un istante all'altro e da un punto all'altro, la pressione dell'aria. "Tutti i punti che si trovano ad una distanza r dallo scoppio sono investiti dall'onda nello stesso istante e formano un fronte

⁷⁴ https://online.scuola.zanichelli.it/amaldi-files/Cap_16/OndeStazionarie_Cap16_Par4_Amaldi.pdf

⁷⁵ http://static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808937391_04_CAP_p.520

d'onda. Perciò, un fronte d'onda è un insieme di punti in cui la grandezza che varia al passaggio dell'onda ha lo stesso valore in qualunque istante. Infatti, l'onda sonora generata dal petardo è un'onda sferica, perché i suoi fronti d'onda hanno la forma di sfere concentriche. Tuttavia, a grande distanza dal punto di origine ogni piccola porzione di un fronte d'onda assomiglia sempre più a una superficie piana⁷⁶. Per cui, molto lontano dalla sorgente, un'onda sferica può essere descritta come un'onda piana, con fronti d'onda piani e paralleli. Un esperimento emblematico per far sì che i bambini possano osservare praticamente i vari fronti d'onda è quello dell'acqua. Infatti quando si generano delle increspature della superficie dell'acqua dovute ad una goccia di pioggia che cade in una pozzanghera parliamo di onde bidimensionali: per la forma dei loro fronti d'onda sono chiamate onde circolari⁷⁷. I bambini hanno sperimentato direttamente tale fenomeno servendosi, però di un recipiente colmo d'acqua e di un contagocce.



Figura 9 e 10: Propagazione delle onde su una superficie liquida, esperimento realizzato in classe con i bambini della V D.

⁷⁶ *Ibidem*

⁷⁷ *Ibidem*

1.14.2 Raggi d'onda

Per quanto concerne il raggio d'onda questi indicano, in ogni punto, la direzione lungo cui si propaga l'onda: per rappresentarli graficamente si usa di solito una freccia che serve a specificare il verso di propagazione.

Tali raggi differiscono in base alla tipologia di onda che definiscono. Ad esempio in un'onda sferica, che si propaga in tutte direzioni, i raggi sono delle semirette uscenti dalla sorgente; mentre in un'onda piana che percorre un'unica direzione, presenta raggi rettilinei e paralleli tra loro⁷⁸.

1.15 Onde sonore

Nel corso delle ultime giornate di sperimentazione, l'attenzione è stata posta su una particolare tipologia di onde ossia le onde sonore. I bambini attraverso diversi esperimenti hanno potuto constatare che i suoni sono in realtà onde e che nella vita di tutti i giorni siamo costantemente immersi in un mondo fatto di suoni e rumori.

La prima cosa che i bambini mi hanno domandato in merito a tale argomento è stata: "Come fa a nascere un suono?". Per rispondere a tale interrogativo, è risultato necessario l'utilizzo di un righello lungo una trentina di centimetri. Successivamente questo strumento è stato appoggiato sulla cattedra presente in aula, con una metà sporgente all'esterno e l'altra metà schiacciata da alcuni libri molto pesanti per far sì che la tenessero ferma. A questo punto, è stata piegata l'estremità sporgente del righello con la punta di un dito facendola vibrare: ciò produrrà un suono. Infatti un corpo che vibra può produrre un suono. In questo caso il corpo viene definito sorgente sonora⁷⁹.

Questa tipologia di corpi che possono vibrare e produrre onde sonore sono dotati di una proprietà particolare ossia l'elasticità. Quest'ultima è la proprietà di un corpo di deformarsi quando viene sottoposto a una forza e poi di ritornare alla forma iniziale quando la forza termina. Attraverso il dialogo con i bambini è anche emerso che vi sono

⁷⁸ http://static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808937391_04_CAP.pdf p.521

⁷⁹ *Ibidem*

molti modi per produrre onde sonore: come ad esempio battendo la superficie tesa ed elastica di un tamburo oppure pizzicando le corde di un'arpa o di una chitarra.

Un'ulteriore domanda che gli alunni mi hanno posto sin dall'inizio riguarda la trasmissione del suono. Dopo le varie attività, è sorto che un suono si trasmette da una sorgente sonora attraverso un mezzo elastico come è appunto l'aria. Infatti, riprendendo l'esempio del righello i bambini hanno notato che quando viene fatto vibrare produce un suono.

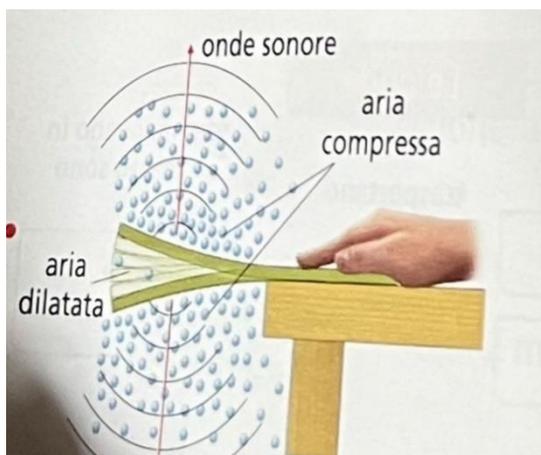


Figura 10: Rappresentazione dell'attività realizzata in classe, un righello messo in vibrazione determina una parte superiore in cui l'aria è compressa e una parte inferiore in cui l'aria è dilatata

A tal proposito, la deformazione del righello viene trasmessa all'aria circostante, dunque l'aria che si trova sopra e sotto lo strumento viene compressa da un lato e dilatata dall'altro con la stessa frequenza⁸⁰. La medesima cosa, accade quando colpiamo con un martelletto i rebbi di un diapason. In entrambi i casi nell'aria vengono trasmesse onde longitudinali che si propagano in tutte le direzioni come quelle prodotte nella slinky schiacciata “avanti e indietro”. Nel caso delle onde sonore, il mezzo attraverso cui si propaga l'onda non è la molla bensì è l'aria. Inoltre, le vibrazioni dell'aria trasportano l'onda fino al nostro orecchio, dove fanno vibrare il timpano. La vibrazione del timpano viene trasformata in impulsi nervosi che poi vengono analizzati dal cervello e interpretati come suoni.

⁸⁰ *Ibidem*

1.15.1 Il suono e la materia

Le onde sonore, a differenza delle onde elettromagnetiche, nel vuoto non possono propagarsi. Tale definizione non è stata mostrata praticamente ai bambini in quanto risultava un fenomeno piuttosto complicato da osservare. In generale, però per osservarlo è possibile porre una radiolina accesa o un dispositivo che è in grado di generare suoni, in una campana di vetro, possiamo sentire la musica perché il suono si propaga dalla radio nell'aria dentro alla campana. Se con una pompa aspiriamo tutta l'aria presente nella campana di vetro, creando il vuoto, il suono cesserebbe immediatamente. Infatti, senza la presenza del mezzo materiale le onde meccaniche non si possono trasmettere. Le onde sonore, dunque, sono onde meccaniche⁸¹. Ricapitolando, nel vuoto i suoni non si possono propagare.

Nel corso delle attività di sperimentazione i bambini hanno notato che il suono cambiava la sua intensità in relazione alla distanza della sorgente sonora. Ad esempio, è stato dapprima utilizzato un cellulare in aula per produrre della musica che i bambini in classe udivano molto chiaramente, successivamente il cellulare è stato posto al di fuori dell'aula cioè dietro la porta, gli alunni hanno subito constatato che il suono era più debole rispetto a quello che ascoltavano in classe. Questo perché all'aumentare della distanza dalla sorgente l'energia trasportata dall'onda meccanica diminuisce fino ad annullarsi. Un ulteriore caso in cui si verifica ciò, può essere osservato quando gettiamo un sasso in uno stagno, ci rendiamo conto che man mano che aumenta la distanza dal punto d'ingresso in acqua, le onde diventano sempre più piccole e deboli fino a scomparire. Quindi, all'aumentare della distanza dalla sorgente l'energia trasportata dall'onda meccanica diminuisce fino ad annullarsi⁸². Con tale affermazione, si definisce ciò che loro hanno potuto notare direttamente con l'esperienza pratica. Dunque, una parte dell'energia cinetica trasportata dall'onda si trasforma in energia termica: l'energia termica viene trasferita poi alle particelle che compongono il mezzo elastico in cui si propaga l'onda. In questo caso, alle particelle dei gas che formano l'aria. La velocità dell'onda sonora dipende dal mezzo in cui essa si propaga. Nell'aria il suono viaggia con una velocità media di circa 340 m/s, mentre nell'acqua si propaga a 1500 m/s. La velocità dell'onda

⁸¹ *Ibidem*

⁸² Zanoli S., *Aliante il volo della scienza*, Mondadori Scuola, Milano, 2018 p.207

sonora può dipendere anche dalla temperatura del mezzo. Per esempio, nell'aria fredda la velocità del suono è minore che nell'aria calda.

VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DEL SUONO			
Materiali	Velocità (m/s)	Materiali	Velocità (m/s)
vetro	5 370	ottone	3 420
alluminio	5 240	acqua marina	1 510
ferro	5 170	acqua (15 °C)	1 430
acciaio	5 000	legno di olmo	1 010
legno di quercia	4 100	sughero	500
marmo	3 810	aria	340
zinco	3 810		

Figura 11: tabella della velocità di propagazione del suono nei vari materiali

Nell'acqua le onde sonore sono molto più veloci. Ciò può essere osservato in maniera molto semplice facendo battere due pietre l'una contro l'altra. Mentre anche noi siamo immersi, il suono arriva alle nostre orecchie più velocemente. Infine, ci sono dei materiali che assorbono completamente le vibrazioni e non permettono che il suono si propaghi, questi sono detti isolanti acustici. Per quanto concerne il volume di un suono:

quando ascoltiamo un brano musicale, sentiamo le voci di persone che parlano o dei rumori riusciamo a distinguere un grande numero di suoni diversi tra loro. Bisogna ricordare che la nostra voce così come il suono di ogni strumento musicale, non è altro che un'onda meccanica costituita da energia cinetica che comprime e dilata l'aria. Le caratteristiche che ci permettono di distinguere i suoni tra loro sono:

- intensità sonora o volume
- altezza
- timbro
- durata

Il volume di un suono è anche detto intensità sonora ed è la pressione che le onde sonore esercitano sui nostri timpani. L'intensità di un suono dipende dall'ampiezza dell'onda sonora: maggiore è l'ampiezza dell'onda, maggiore è l'intensità del suono.



Figura 12: rappresentazione iconografica di due tipi di onde sonore

L'intensità sonora si misura in decibel (dB) ed è un'energia specifica costituita dalla relazione tra la potenza di un'onda sonora e l'area della superficie dalla quale viene attraversata. Considerando un'onda sonora che si propaga dalla sorgente si nota che tale potenza, essendo costante, si distribuisce su superfici sempre più ampie. L'intensità di un suono è quindi il flusso di potenza che passa nell'unità di tempo, attraverso una superficie unitaria e perpendicolare alla direzione di propagazione. I livelli di intensità sonora vengono misurati in decibel, dove 0 dB corrisponde al suono di un ambiente deserto, cioè quando non si sente nulla e 100 dB è il rumore registrato in discoteca. "Il livello di pressione acustica corrisponde al calcolo logaritmico del rapporto tra la pressione misurata e una pressione di riferimento"⁸³. Al di sopra dei 130 dB i suoni si caratterizzano come fastidiosi e talvolta dolorosi. Tuttavia, se l'esposizione al suono è prolungata nel tempo, è sufficiente un'intensità di 90 dB per danneggiare l'udito. Invece, l'altezza di un suono dipende dalla frequenza dell'onda sonora. Maggiore è la frequenza di vibrazione, più il suono è alto o acuto. Infatti, quando con il dito pigiamo i tasti di un piano forte ciascuno di essi produce ovviamente un suono diverso: i tasti a sinistra producono suoni bassi o gravi mentre i tasti a destra suoni alti o acuti. Tale caratteristica dei suoni è stata osservata in classe con l'utilizzo di un righello messo in vibrazione e ben fissato al bordo della cattedra mediante libri pesanti. La prova è stata realizzata dapprima con il righello posto a una determinata sporgenza e successivamente è stata modificata la sporgenza dello strumento in questione. I bambini hanno notato che quando il righello è più sporgente sentiremo un suono più basso in quanto la frequenza di vibrazione è minore. Invece, quando il righello è meno sporgente, si sono accorti che il suono era più acuto

⁸³ <https://www.internationalacoustic.com/it/intensita-sonora-e-percezione-del-suono/>

poiché la frequenza di vibrazione è maggiore. Per quanto riguarda il timbro di un suono, esso è l'elemento del suono che ci permette di riconoscere la fonte sonora, ossia lo strumento, la persona, l'animale o il fenomeno naturale da cui si origina il suono. Esso dipende:

- dalle peculiarità della fonte
- dalla modalità mediante la quale il suono viene generato (percuotendo, strofinando, scuotendo, ecc.)

Due suoni possono avere la stessa altezza e anche la stessa intensità ma essere comunque diversi tra loro. Questo è ciò che accade quando suoniamo con la medesima nota due strumenti musicali differenti o quando le voci di due cantanti cantano lo stesso brano. Ogni sorgente sonora ha un proprio particolare timbro. Infatti, il timbro dipende dalla forma delle vibrazioni che a sua volta dipende dalla frequenza degli armonici, suoni secondari di frequenza superiore che vengono emessi contemporaneamente al suono fondamentale. I suoni emessi da sorgenti sonore diverse hanno timbri diversi⁸⁴. La forma dell'onda sonora è data dall'insieme delle vibrazioni fondamentali insieme alle vibrazioni secondarie. Il tipo e il numero di vibrazioni fondamentali e secondarie dipendono anche dalle caratteristiche della sorgente sonora: ad esempio dal materiale di cui è fatta la sua forma. A tal proposito, gli esseri umani hanno una voce diversa gli uni dagli altri che dipende dalla forma della gola e della bocca, invece in una chitarra dipende dalla forma dello strumento e dalle sue dimensioni. Inoltre, la durata è la proprietà del suono che definisce l'estensione nel tempo di un fenomeno sonoro, essa ci consente di riconoscere se un suono è lungo o breve. Dipende dal perdurare della vibrazione nel tempo.

1.15.2 Risonanza acustica

Per conoscere il concetto della risonanza acustica, bisogna dapprima definire la risonanza in senso generale. Da bambini, ci sarà capitato di notare che una piccola spinta ad un'altalena la fa oscillare ad una frequenza ben precisa, detta frequenza propria che dipende dalla lunghezza dell'altalena. Essa si comporterà proprio come un pendolo e come tutti i pendoli presenta una frequenza tipica di oscillazione. La frequenza naturale di oscillazione (o frequenza propria) è perciò anche la frequenza per cui una forza esterna trasferisce energia al sistema oscillante nel modo più efficiente. Se pensiamo ad un

⁸⁴ Zanoli S., *Aliante il volo della scienza*, Mondadori Scuola, Milano, 2018 p.213

bambino che dondola su un'altalena ci rendiamo conto che per spingere una persona sull'altalena, in modo da ottenere un moto sempre più ampio, dobbiamo imprimere alla giostra delle spinte sempre sincronizzate con il suo moto. Il susseguirsi di spinte fa sì che l'onda diventi sempre più ampia e rapida. Questo fenomeno in fisica è definito risonanza. Il fenomeno della risonanza si genera quando una forza esterna agisce su un sistema fisico con una frequenza capace di amplificare il moto del sistema stesso. Quando una sorgente sonora è investita da onde sonore prodotte da un'altra sorgente che vibrano alla sua stessa frequenza si ottiene la risonanza acustica⁸⁵. Tale fenomeno è stato osservato durante l'ultima attività sperimentale realizzata in classe con i bambini. I diapason sono degli strumenti che vengono utilizzati per accordare gli strumenti musicali e hanno una loro frequenza di vibrazione caratteristica che può essere modificata leggermente spostando un morsetto fissato con una vite su uno dei due rebbi di metallo. Per realizzare tale esperimento, è risultato necessario l'utilizzo di due diapason disposti su un banco ad una distanza di pochi centimetri l'uno dall'altro, sistemati in modo che le aperture delle casse di amplificazione siano una davanti all'altra. È stato chiesto agli alunni di colpire uno dei due diapason e poi smorzare la vibrazione prodotta con la mano. I bambini hanno notato che colpendo uno dei diapason e smorzandolo sentiamo il secondo diapason che vibra anche senza essere stato colpito. Dunque, questi risultano essere "sintonizzati" sulla stessa frequenza di vibrazione perciò vi è trasmissione del suono. Diversi strumenti musicali hanno corde che suonano per simpatia, ovvero senza essere pizzicate dall'esecutore.

1.15.3 I suoni e l'udito

Non tutte le onde sonore possono essere percepite dagli esseri umani: ad esempio noi non riusciamo ad udire alcuni suoni che altri animali come i cani possono percepire. I suoni udibili dall'orecchio umano hanno una frequenza compresa tra i 20 Hz e i 20000 Hz. I suoni che presentano una frequenza inferiore a 20 Hz sono definiti infrasuoni e vengono prodotti da alcuni fenomeni naturali, per esempio da terremoti e non sono udibili per l'uomo. Invece, i suoni che hanno frequenze al di sopra di 20000 Hz, sono molto acuti e

⁸⁵ *Ibidem*

sono detti ultrasuoni. Anche tali suoni non sono udibili dagli esseri umani ma possono essere percepiti da alcuni animali come i pipistrelli.

“Che forma ha il suono? Come possiamo osservare le onde sonore?”. Queste sono solo alcune delle domande che i bambini si sono posti durante le diverse giornate in cui ho presenziato in classe. Inizialmente, facendo riferimento al contagocce che genera delle onde circolari in un recipiente d’acqua si sono accorti che in questo modo tale tipologia di onde erano visibili. Ma perché non è possibile vedere le onde sonore prodotte dalla vibrazione delle corde di uno strumento musicale?

Per rispondere a tale quesito, è fondamentale citare il pioniere di quella che poi fu chiamata acustica, ossia il fisico tedesco Ernest Chladni che fu il primo a rendere in qualche modo visibili le onde sonore. Perciò egli utilizzò una sottile lastra di metallo, leggermente cosparsa di sabbia e messa in vibrazione tramite un archetto di violino sfregato in un punto del bordo. Da tale esperimento riuscì a mostrare diverse figure che le vibrazioni riuscivano a creare su superfici meccaniche.

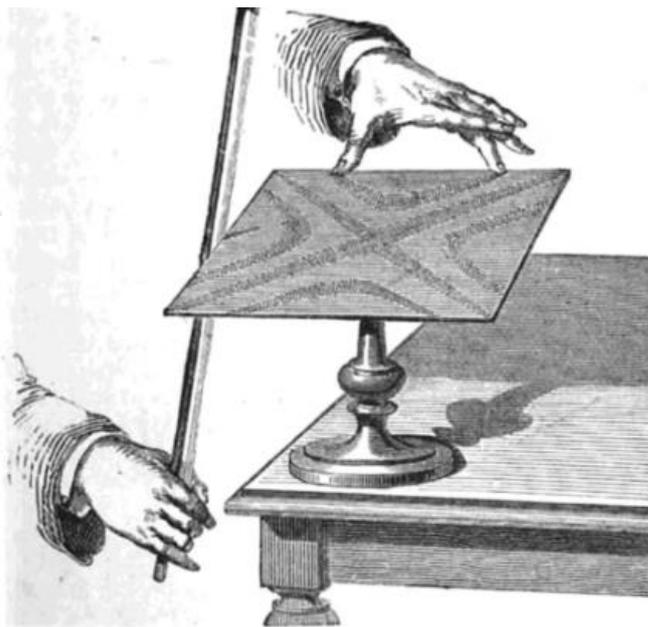


Figura 13: lastra di metallo, leggermente cosparsa di sabbia e messa in vibrazione tramite un archetto di violino sfregato in un punto del bordo

Più o meno negli stessi anni Megan Watts Hughes, cantante gallese, inventò l'eidofono⁸⁶, cioè un dispositivo che permetteva di visualizzare la voce umana. L'eidofono fece sin da subito scalpore e fu presentato, oltre che nella Royal Society, in molte altre istituzioni scientifiche e associazioni musicali. L'eidofono è costituito da un lungo tubo, per lo più in ottone o legno, con un bocchino aperto. Questo cilindro allarga leggermente il suo diametro fino a terminare in un gomito sul quale sono state inserite diverse casse di risonanza senza fondo, le quali, nella loro parte superiore, erano dotate di una membrana elastica di gomma cosparsa di sabbia o altro. La camera di risonanza era collegata ad un tubo nel quale si poteva cantare.



Figura 14: prototipo dell'eidofono

Dal lavoro svolto dal fisico viennese Ernst Chladn, si ispirò Hans Jenny⁸⁷ medico svizzero che verso la metà del XX secolo attraverso le sue sperimentazioni e un'attenta osservazione è stato in grado di definire una base concettuale fenomenologica completa sugli effetti morfogenetici delle onde sonore sulla materia. Da ciò si definì, la Cimatologia⁸⁸ cioè la scienza che si occupa dello studio sistematico delle manifestazioni periodiche della gamma acustica e dell'effetto delle vibrazioni sulla materia.

⁸⁶ Margaret Watts Hughes, Le figure vocali dell'Eidofono: forme geometriche e naturali prodotte dalle vibrazioni della voce umana, "Christian Herald" Company, Limited. 1904

⁸⁷ https://www.scienzaeconoscenza.it/blog/scienza_e_fisica_quantistica/che-cos-e-la-cimatologia

⁸⁸ *Ibidem*

LA SPERIMENTAZIONE

1.16 La classe interessata

In accordo con questa prospettiva, ho progettato ed attuato un percorso didattico sulla propagazione delle onde prestando attenzione ad una serie di fenomeni ad esso collegati quali: fronte d'onda, lunghezza ed ampiezza dell'onda, periodo e frequenza, velocità e direzione di propagazione dell'onda. Congiuntamente a tali aspetti ho preso in considerazione per il mio lavoro anche ad alcune tipologie di onde come: onde periodiche, onde sonore, onde stazionarie, onde longitudinali e trasversali. La sperimentazione è stata svolta durante l'anno accademico 2022/23 nell'I.C. "Socrate- Mallardo" ubicato a Marano di Napoli, in particolar modo nel plesso Mallardo. Le attività hanno coinvolto una sola classe, la 5^a D, in questa sono presenti 21 bambini, di età compresa tra i 10 e i 11 anni. Tra questi sono presenti due alunni, uno con Disturbi specifici dell'apprendimento (DSA) e l'altro con Deficit cognitivo. La maggior parte delle attività si sono svolte nell'orario antimeridiano, più precisamente dopo l'orario di pranzo. Tutte le attività sono state registrate con l'utilizzo di un dispositivo tecnologico e fotografate con il medesimo. Queste insieme agli elaborati grafici prodotti dai bambini e alle loro continue e preziose considerazioni e riflessioni sono risultate materiale prezioso per la mia attività di documentazione. Come tecnica di registrazione dei dati ho deciso di utilizzare, durante le diverse giornate strumenti automatici come: le registrazioni audio insieme alle fotografie in quanto garantiscono una maggiore ricchezza narrativa, consentono di avere descrizioni più precise e ovviano al problema dell'affaticamento da parte di chi deve registrare.

1.16.1 I traguardi per lo sviluppo delle competenze e gli obiettivi di apprendimento

I traguardi per lo sviluppo delle competenze delle diverse attività di sperimentazione, sono in linea con la programmazione di istituto e le Indicazioni Nazionali e sono in particolar modo volti a far sì che l'alunno:

- Sviluppa atteggiamenti di curiosità e modi di guardare il mondo che lo stimolano a cercare spiegazioni di quello che vede succedere.
- Esplora i fenomeni con un approccio scientifico: con l'aiuto dell'insegnante, dei compagni, in modo autonomo, osserva e descrive lo svolgersi dei fatti, formula domande, anche sulla base di ipotesi personali, propone e realizza semplici esperimenti.
- Individua nei fenomeni somiglianze e differenze, fa misurazioni, registra dati significativi, identifica relazioni spazio/temporali.
- Individua aspetti quantitativi e qualitativi nei fenomeni, produce rappresentazioni grafiche e schemi di livello adeguato, elabora semplici modelli.

In riferimento alle Indicazioni Nazionali⁸⁹, gli obiettivi di tale progettazione e attuazione sono:

- Osservare e riconoscere regolarità o differenze nell'ambito naturale; utilizza e opera classificazioni;
- analizzare un fenomeno naturale attraverso la raccolta di dati, l'analisi e la rappresentazione;
- utilizzare semplici strumenti e esperimenti per interpretare fenomeni naturali o verificare le ipotesi di partenza;
- spiegare, utilizzando alcuni termini del linguaggio specifico, i risultati ottenuti dagli esperimenti, anche con l'uso di disegni e schemi;
- rispettare le regole di convivenza sociale;
- saper collaborare e lavorare in gruppo.

1.16.2 La metodologia

Durante la mia progettualità, ho utilizzato diverse metodologie attive il che vuol dire metodologie in cui il bambino divenisse attore della propria esperienza di apprendimento. Questo si è verificato, durante le attività di ricerca e sperimentazione con l'utilizzo di una didattica laboratoriale in cui i bambini si sentissero realmente parte di un processo di insegnamento-apprendimento. Durante le varie attività, i bambini avranno modo di

⁸⁹ *Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2012

utilizzare in prima persona alcuni strumenti e materiali. Il percorso didattico che ho deciso di realizzare tiene conto della necessità effettuare esperimenti in cui il bambino può vedere concretamente i risultati del proprio lavoro.

L'argomento centrale cioè quello dei fenomeni ondulatori è stato introdotto mediante la metodologia del Brain Storming che ha consentito a tutti gli alunni di far emergere le loro idee sull'argomento di riferimento. Inoltre, durante quasi tutte le attività è risultato necessario favorire il Cooperative Learning, metodologia specifica che si basa essenzialmente sul lavoro di gruppo per il raggiungimento di obiettivi comuni, tra i quali il miglioramento dell'apprendimento del singolo grazie ad una collaborazione proficua. Dunque, per facilitare la libera espressione dei bambini, è stata adottata la metodologia della discussione di gruppo, tramite la quale gli alunni hanno avuto la possibilità di sviluppare le abilità sociali dell'argomentazione, del confronto, promuovendo diverse discussioni guidate in classe. Oltre a ciò, la discussione rappresenta una forma di apprendimento significativo che passa dal coinvolgimento attivo degli studenti. In questo modo ogni alunno si è sentito maggiormente coinvolto ed interessato alle attività da me proposte.

1.16.3 Mediatori didattici e disposizione degli spazi e dell'ambiente di apprendimento

Come punto di partenza per la mia progettazione, si tenterà di utilizzare molteplici mediatori attivi come: l'esperimento scientifico che risulterà essere il perno centrale di quest'ultima. In un contesto scolastico gli esperimenti scientifici per bambini consentono di acquisire conoscenze tecniche, valorizzano le loro esperienze ed il bagaglio delle skills. Coinvolgere i bambini implica il suscitare in loro un certo interesse. Coinvolgere significa mettere in atto alcuni esperimenti e laboratori. Eseguire degli esperimenti, per spiegare meglio la lezione, stimola la curiosità del bambino e la propria fantasia, nonché l'incremento di un certo interesse nei confronti della materia. Inoltre, la realizzazione di tali esperimenti consentirà ai bambini la possibilità sia di confermare che di confutare delle tesi. Inoltre, vi sarà l'utilizzo di mediatori iconici come le immagini e l'applet che saranno rese visibili ai bambini grazie alla LIM presente in classe, infine i mediatori simbolici i quali richiedono l'utilizzo di narrazioni, simboli, codici linguistici, dunque i testi scritti e feedback. Per quanto riguarda gli spazi e la predisposizione dell'ambiente di

apprendimento, risultano essere elementi di qualità pedagogica dell'ambiente educativo che si pongono in linea con le metodologie utilizzate per il raggiungimento degli obiettivi prefissati. In tal senso, il setting di svolgimento delle diverse attività è l'aula, in cui lo spazio presente, se pur poco, è sfruttato al meglio permettendo il libero movimento degli alunni in caso di necessità, questo è reso possibile anche dalla disposizione dei banchi ad isola. Tale disposizione dei banchi prevedeva già anticipatamente una divisione in gruppi degli alunni.

1.17 Attuazione

Il docente deve saper “osservare”, quindi non “vedere”. Osservare significa descrivere al meglio le caratteristiche di un dato evento, comportamento o situazione e delle condizioni in cui si verifica. Dall'esperienza svolta durante questi mesi di sperimentazione, ho compreso che spesso ai miei occhi alcune cose apparivano scontate poiché è molto difficile vedere in modo nuovo ciò che abbiamo dinanzi quotidianamente. Quindi, è stato fondamentale l'utilizzo di strumenti di registrazione che mi hanno permesso di rendere le cose registrate in qualche modo oggettive. A tal proposito, l'interpretazione dei dati deve essere più minuziosa e mirata sui vari aspetti che si vogliono evidenziare. Dunque, l'insegnante attraverso l'osservazione può recepire svariate informazioni se questa è inserita all'interno di un'ipotesi di percorso. Durante l'attuazione della mia ipotesi progettuale mi sono accorta di quanto per essere un buon osservatore bisogna non solo accontentarsi di un'osservazione dei fenomeni nella loro peculiarità ma cercare di cogliere l'aspetto globale di determinate situazioni facendo attenzione anche alle possibili correlazioni.

Gli alunni risultano essere impegnati ad accogliere le richieste altrui, a confrontarsi con le molteplici opinioni ed elaborare idee che tengano conto di tali richieste ed opinioni. I risultati ottenuti dai discenti, in tal senso, facilitano il raggiungimento di determinate abilità e competenze che s'inseriscono nella sfera del sapere e saper fare al fine di promuovere capacità personali e relazionali che valorizzino la loro autonomia di giudizio ed azione.

1.17.1 Prima attività

La prima attività di sperimentazione, cioè quella introduttiva, verte su una discussione sul termine “onde” in senso generale. A tal proposito, sono rimasta estremamente colpita dall'accoglienza ricevuta dalla classe a seguito della mia presentazione da parte della docente di classe, la maestra Angelica che si occupa delle materie quali: matematica, scienze, tecnologia e geografia. Sin dal primo momento, i bambini si sono mostrati notevolmente incuriositi ed attenti rispetto a ciò che avremmo fatto insieme negli incontri a seguire. L'intento di questa prima attività era far osservare ai bambini le onde a partire dal concetto di onde del mare e di come queste si propagassero grazie a una “forza” definita impulso, inoltre l'intenzione era quella di porre in auge anche il concetto di direzione di propagazione dell'onda e di fronte d'onda.

Questo primo intervento effettuato in classe si è aperto con una domanda stimolo cioè: *“Quando pronuncio la parola ‘onda’ cosa vi viene in mente?”*.

Da tale quesito si è aperto un dibattito in cui ogni alunno per alzata di mano, si è prenotato per esporre le proprie considerazioni, infatti un bambino dice: “Le onde sonore”.

Io suggerisco loro di pensare a qualcosa di familiare e tutti in coro rispondono: “Le onde del mare”. Piacevolmente, mi sono accorta che le loro ipotesi erano concerni quanto gli era stato domandato ed in brevissimo tempo sono giunti alla risposta attesa in maniera del tutto autonoma.

A questo punto mostro ai bambini il silent book sulle onde di Suzy Lee. Nel libro sono raffigurate molteplici immagini di una bambina che gioca con l'acqua del mare. Si nota che nelle varie immagini la bambina, dapprima si avvicina alle onde poi gioca con esse, si tuffa nel mare, sposta dell'acqua con i piedi e talvolta si ferma ad osservarle meglio.



Figura 15: silent book “L’onda” di Suzy Lee



Figura 16:: silent book “L’onda” di Suzy Lee

Dopo aver preso visione di tutte le immagini del libro, chiedo loro: “*Secondo voi le onde del mare sono tutte uguali tra loro o cambiano?*”.

Loro in coro: “Non sono tutte uguali maestra, cambiano”.

A questo punto chiedo ai bambini cosa cambi tra le varie onde che hanno osservato e prima di rispondere gli suggerisco di ripensare alle loro esperienze al mare.

F dice: “Una è più alta, una è più bassa, una è più storta e una più dritta.”.

Allora continuo chiedendo se la quantità d’acqua che si sposta grazie alle onde è sempre la stessa o varia. Loro in coro rispondono che cambia in base alla grandezza delle onde che si trovano dinanzi.

Facendo riferimento alle immagini del libro che avevo mostrato precedentemente, gli chiedo di porre attenzione al livello dell’acqua e dico: “*Il mare com’è?*”.

Nella prima pagina il mare è calmo dicono loro. Andando avanti notano come il mare inizi ad agitarsi, facendo attenzione alle prime increspature sulla riva. Nelle ultime pagine rilevano che il mare è molto agitato, perciò chiedo loro: “*Questo da cosa può essere dipeso?*”.

Loro all’unisono rispondono che il mare potrebbe essere agitato a causa del vento.

Così ho deciso di riprendere il primo feedback ricevuto, cioè quello relativo ai tipi di onde e chiedo di suggerirmi i diversi tipi d’onda che ricordano oltre quelle del mare e di nuovo M. cita le onde sonore.

A questo punto, però chiedo di soffermarsi sulle onde che si creano su una superficie liquida come le increspature presenti sull’acqua del mare. Inoltre, inizio ad elencare gli strumenti che utilizzeremo per questa prima attività cioè un recipiente trasparente di vetro

di forma circolare, un contagocce e ovviamente l'acqua che servirà per riempire il recipiente.

Dopodiché per far sì che loro avessero una visuale migliore, gli dico di alzarsi e di disporsi tutti attorno alla cattedra dove avevo preparato i dispositivi che avremmo poi utilizzato. La prima domanda che gli pongo riguarda il livello dell'acqua cioè se fosse tutta allo stesso livello e i bambini forniscono diverse ipotesi: c'è chi suggerisce che l'acqua nel recipiente sia piana, chi piatta. Allora continuo chiedendo loro se notano dei dislivelli sulla superficie dell'acqua nel recipiente di vetro.

Mentre i bambini sembrano riflettere su questa domanda, l'insegnante di classe dice: "E' allo stesso livello". Allora dico ai bambini: "*Come possiamo in questo sistema creare l'onda? Di cosa abbiamo bisogno?*".

G dice: "Maestra dobbiamo soffiare". Di seguito gli suggerisco di avvicinarsi al recipiente e a provare per osservare cosa accade, i bambini attorno osservano in silenzio finché uno di loro vedendo il movimento dell'acqua, esclama: "Vabbè, si sapeva".

Perciò, partendo da quanto appena osservato chiedo loro se l'aria ci è servita e in che modo. Alcuni bambini prima che io finissi la frase mi dicono: "Si è servita l'aria come stimolo per creare l'onda".

Allora D dice: "Possiamo creare le onde anche con la mano". Allo stesso modo del compagno che lo aveva preceduto gli chiedo di avvicinarsi per provare direttamente con la sua mano. Successivamente F. mi dice che possiamo anche muovere il banco per creare le onde.

E io chiedo loro di citarmi possibili differenze tra i primi due modi e quest'ultimo. Gli chiedo: "*Cosa cambia?*".

Loro rispondono: "Il banco, F. vuole muovere il banco per creare le onde, non direttamente l'acqua".

Dunque, proviamo e il bambino inizia a muovere leggermente il banco per dimostrare la sua ipotesi. Poi, cerco di farli riflettere sulla natura di quello che loro avevano definito stimolo. Proseguo, chiedendo se avessero in mente nuovi modi per generare un movimento dell'acqua nel recipiente.

L dice: "Prendendo dell'acqua e buttarla sopra, facendo tipo così (mimando il gesto con le mani)".

In mano il bambino mentre mima il gesto, ha una bottiglia d'acqua quindi chiedo conferma per capire se si riferisse a quest'oggetto per gettare l'acqua nel recipiente e lui mi risponde di sì. Come per gli altri bambini, chiedo di provare ciò che avevano affermato e prima di iniziare a sperimentare, li osservo cercare tra i banchi la bottigliina con il collo più stretto. Dopo aver trovato la bottiglia con il collo più stretto, L. prova la sua ipotesi. Allora chiedo di descrivermi ciò che stavano realizzando e cosa si fosse appena verificato nel recipiente.

G dice: "La goccia ha mosso l'acqua".

A dice: "Un buco ha mosso l'acqua in realtà".

Chiedo al primo bambino di argomentare meglio il suo pensiero e lui dice: "La goccia è caduta nell'acqua e quindi ha creato le onde".

A tal proposito, chiedo loro di dirmi la differenza che hanno osservato sulla superficie dell'acqua cioè, dico: "*Queste onde create dalla bottigliina d'acqua come sono a differenza di quelle che si sono create con il soffio del primo bambino?*". Per essere più chiara cito l'esempio di quando lanciamo a mare un sasso nell'acqua dall'alto e di immaginare cosa si generi in quel caso sulla superficie.

A dice: "Si creano dei cerchi".

Domando: "*E come sono tra di loro questi cerchi?*".

F dice: "Uno dietro l'altro".

I bimbi in coro: "Hanno un unico centro, forse cambia il lato, l'aria". Allora dico loro che si tratta di cerchi che hanno un nome particolare, cioè sono cerchi concentrici non soffermandomi troppo sull'argomento dal punto di vista geometrico in quanto non era ancora stato spiegato dalla docente di classe. Dopo tutta questa serie di ipotesi e considerazioni torno allo scopo principale dell'attività ovvero fargli osservare la formazione di queste onde partendo dagli strumenti precedentemente citati. Mostro ai bambini, cosa accade quando con un contagocce facciamo cadere una singola goccia e poi di seguito diverse gocce una dopo l'altra. Dopo aver osservato bene cosa si verificasse al momento dell'impatto della goccia nell'acqua, li invito a provare individualmente con il contagocce. Da subito è risultata visibile la difficoltà dei bambini nell'utilizzo di tale strumento soprattutto per quanto concerne la motricità fine. I bambini, infatti, mi hanno chiesto ripetutamente di aiutarli riproducendo il movimento delle dita della mano. Dopo diversi tentativi nei quali ognuno ha avuto il proprio tempo per provare e riprovare con

calma e tranquillità, sono riusciti grazie all'esercizio ad avvicinarsi a ciò che volevano realizzare.



Figura 17: Un bambino mentre utilizza il contagocce in maniera autonoma



Figura 18: L'onda che si è creata dopo l'impulso datogli dal contagocce

Dunque, chiedo: “Cosa modifica secondo voi i tipi di onde che vedete nel recipiente?”.

F dice: “E dipende dal peso della goccia, se butti un masso cambia rispetto alla goccia”.

B. dice: “Cambia anche in base all'altezza”.

S. dice: “Tipo, è come se rimbalzasse”.

Man mano che si avvicinano a sperimentare, chiedo di fare attenzione alla superficie dell’acqua e di osservare molto attentamente le onde che si creano e la loro forma. I bambini si avvicinano uno per volta e una bambina mentre svolge direttamente l’attività dice: “Maestra, eccoli i vari cerchi”.

Durante il proprio turno un bambino mi dice: “Pure buttando di nuovo il contagocce direttamente nell’acqua si crea un movimento”.

Allora il bambino vicino dice: “è la stessa cosa di quando tu ti butti nel mare da una roccia ti butti da là e si fanno tutte queste onde”.

Visto che parlava a bassa voce, ho ripetuto a tutti quanto detto dal bambino sottolineando loro di aver usato un recipiente colmo d’acqua e il contagocce per realizzare praticamente l’esperimento citato in classe che è in realtà anche ciò che accade quando ci tuffiamo a mare da uno scoglio o da un trampolino. Nel mentre i bambini si aiutano tra loro nell’utilizzo del contagocce, dandosi suggerimenti per aspirare più acqua. Durante il proprio turno, M. dice: “Allora non so come spiegarlo, che quando tipo lo fai da un’altezza minore la goccia cade piano”.

Dico loro di provare direttamente questa ipotesi e M. dice: “Le onde ne sono poche e vanno pure piano; invece, se lo fai più in alto le onde sono di più e vanno più veloce”.

Io però suggerisco loro di ricordare che il numero di onde rimane lo stesso perché dipende dal numero di gocce che cadono sulla superficie dell’acqua. Scrivo alla lavagna che una goccia implica la formazione di un’onda. Però, riprendendo ciò che suggeriva M., diciamo che i cerchi che si sono formati variano rispetto all’altezza da cui cade la goccia. Riprendendo l’esempio dei tuffi chiedo loro di riflettere sui tuffi in riferimento all’altezza. Cioè chiedo: “*Se io mi tuffassi da due metri o da dieci metri di altezza, si sposterebbe la stessa quantità d’acqua?*”.

F. dice: “No di meno”.

Ripeto la domanda per essere più chiara e loro mi dicono che la quantità d’acqua che si sposta cambia in relazione all’altezza del mio tuffo e che vi sia una correlazione tra le due.

E. dice: “Cambia ed è molto più forte”.

G. dice: “Dipende anche dal peso che hai, perché se tu ti tuffi da due metri e pesi tipo 50 kg ti butti e l’onda è più grande. Invece se sei più magro, ad esempio, pesi 30 kg e ti tuffi sempre dalla stessa altezza l’onda è più piccola perché pesi di meno”.

Proseguo, chiedendo: “*Che vuol dire che l’onda è più piccola?*”.

G. risponde: “Che si sposta meno acqua quando uno si tuffa e il cerchio che osserviamo quando uno si tuffa è più piccolo”.

A questo punto M. dice: “Siccome il recipiente è piccolo, l’acqua quando fa le onde queste si scontrano con il vetro del recipiente e ritornano indietro”.

Quasi alla fine F aggiunge: “Si può creare un’onda nei bordi del recipiente?”.

Io suggerisco di provare quanto appena chiesto e perciò domando al bambino di far capire meglio la sua ipotesi allora lui dice: “Sto provando a mettere l’acqua c’è farla cadere nei bordi del recipiente per vedere se cambia o no”.

Dopo aver osservato chiedo: “*Cosa succede?*”

F. risponde: “Non cambia”.

D. dice: “In realtà non cambia ma le onde hanno un’altra direzione”.

M. dice: “Se la facevi cadere al centro si formava un cerchio, invece qua è soltanto verso destra. Se partiamo dal bordo di sinistra del recipiente le onde vanno verso destra e se lo fai al centro le onde si propagano lungo tutto il contorno e si formava un cerchio”.

G. dice: “Se facciamo cadere le gocce al centro queste creano onde che vanno ad aprirsi e poi richiudersi perché sbattevano contro il vetro”.

Io chiedo cosa intende per “*sbatte*”.

A. dice: “Urtano maestra e ritornano indietro”.

Una bambina poi interviene, dicendo: “Se la forma del recipiente cambia cioè ora è un cerchio ma avremmo potuto utilizzare una bacinella quadrata, se tu fai cadere delle gocce al centro queste creano sempre onde a forma di cerchio”.

Dopo che tutti singolarmente hanno sperimentato quanto avevo mostrato chiedo di disegnare ciò che hanno osservato durante la loro esperienza diretta e di soffermarsi in particolar modo sulle figure che si creavano sulla superficie dell’acqua dopo l’impatto della goccia che successivamente definiremmo impulso



Figura 19,20 e 21: rappresentazioni iconografiche dell'esperimento realizzato in classe



1.17.2 Seconda attività

Prima di iniziare la discussione in merito all'argomento del giorno, ho chiesto ai bambini di ripetere quanto accaduto durante la prima sperimentazione.

"C'è qualcuno che mi aiuta a riassumere?"

Allora un bambino si offre volontario e dice: “La settimana scorsa, abbiamo fatto detto che ci sono sia le onde sia sonore che quelle del mare, soffermandoci sulle onde del mare. Abbiamo mostrato che le onde del mare possono essere create dal vento, ecc.”

Io intervengo suggerendo loro di ricordare grazie a cosa abbiamo generato le onde durante la prima attività e loro in coro rispondono: “Con il contagocce”.

Io chiedo: “Cosa abbiamo osservato?”.

F. continua: “Quando abbiamo fatto cadere le gocce si creavano tante onde, una di seguito all’altra e che assomigliavano a dei cerchi”. Poi inizio a spiegare agli assenti la prima attività svolta con la classe, ossia l’utilizzo di un contagocce per generare delle onde in un recipiente trasparente pieno d’acqua. Dopo aver riassunto ciò, dico ai bambini di fare attenzione a ciò che osserveranno sulla LIM. Infatti servendomi della simulazione presente sull’Applet Phet Colorado⁹⁰, loro potranno osservare a livello digitale ciò che hanno fatto praticamente la volta scorsa.

Il fine del secondo incontro è stato quello di far riflettere i bambini sulla definizione di onda intesa come una perturbazione che trasporta energia ma non materia, a partire dall’esperienza diretta con una fogliolina che galleggia sull’acqua. Inoltre con l’utilizzo di un recipiente di forma rettangolare ho fatto sì che loro potessero osservare le onde stazionarie e di come queste si propagassero.

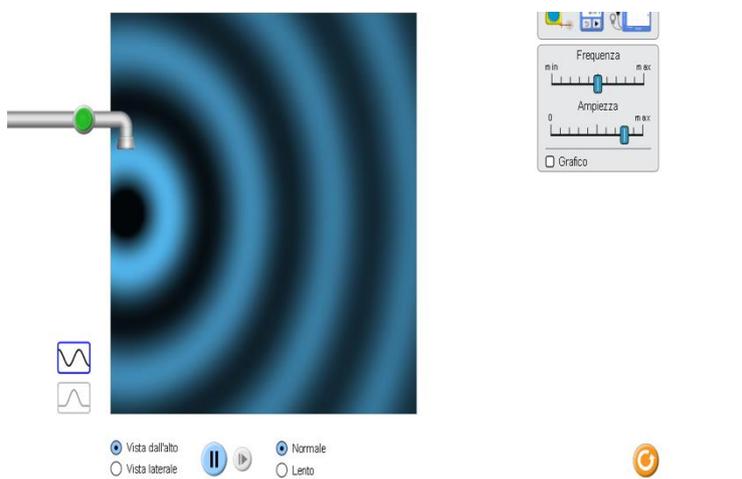


Figura 22: <https://phet.colorado.edu/it/simulations/waves-intro>

Inoltre, chiedo ai bambini di continuare fare domande e a suggerire possibili ipotesi.

⁹⁰ <https://phet.colorado.edu/it/simulations/waves-intro>

La docente di classe interviene, dicendo di fare domande solo dopo aver ascoltato bene ciò io che avevo da dire. Faccio partire la simulazione e premo sull'opzione lento che si trova in basso, per far sì che i bambini riescano ad osservare meglio quello che si verifica nell'acqua nel preciso istante in cui cade la goccia. Per prima cosa bambini di fare attenzione alla visuale mostrando loro i disegni che hanno realizzato. Chiedo: *“C'è qualche differenza tra i disegni e ciò che vedete sulla LIM?”*.

L dice: *“Si maestra alcuni disegni si vedono dall'alto, altri invece fanno vedere il recipiente di lato”*. Collegandomi a questa risposta, mentre cadono le gocce, inverto la visuale e seleziono quella laterale e domando: *“Cosa riuscite ad osservare lateralmente?”*.

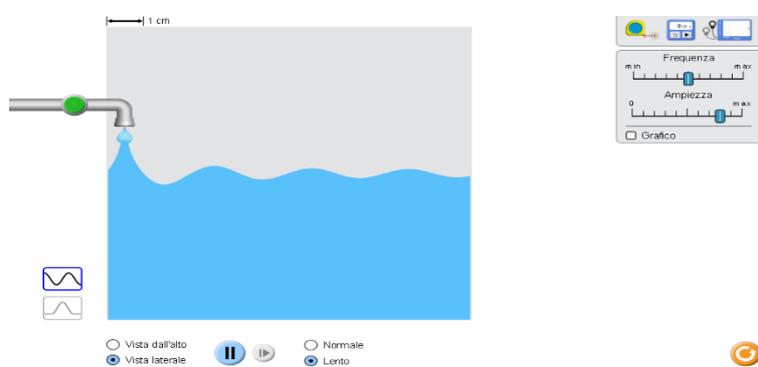


Figura 23: <https://phet.colorado.edu/it/simulations/waves-intro>

S. dice: *“Maestra sono sempre le stesse gocce che cadono ma da qui non si vedono i cerchi ma le onde proprio come quelle del mare”*.

Perciò, rispondo, dicendo: *“A cosa assomigliano queste onde?”*. I bambini: *“Sembrano delle montagne che poi sprofondano”*.

Successivamente sposto nuovamente la visuale dall'alto e domando: *“Ma secondo voi, cosa accade quando faccio cadere tante gocce nello stesso istante? I cerchi che si formano nell'acqua come sono tra loro, vicini o lontani?”*.

E i bambini iniziano a pensarci su, sembrano molto incuriositi dalla mia domanda, titubanti sulle possibili risposte.

La maestra interviene dicendo che forse è meglio mostrarlo direttamente nel recipiente e ripete l'esempio della prima sperimentazione.

I bambini allora dicono: *“Le onde sono sempre di più”*.

Come sono tra di loro dico io: *“Sempre più vicine o lontane?”*.

G. dice: *“Più gocce in un momento fanno onde più giganti”*.

La docente di classe sottolinea che però non possiamo far cadere due gocce insieme ma che ne cadrà sempre una e poi un'altra.

Un bambino interviene e dice: “Dopo che è finito l'impatto della prima goccia, arrivando l'altra goccia fa alzare il livello della goccia precedente”.

Nel frattempo, esco dall'aula e vado a riempire d'acqua il recipiente questa volta di forma rettangolare. Una volta rientrata in classe, chiedo ai bambini di avvicinarsi alla cattedra dove ho appoggiato il recipiente, così come la volta precedente.

È importante che stabilizzi il livello dell'acqua prima di iniziare a far cadere le gocce, dico io. Inizio a far cadere le gocce molto velocemente nella stessa unità di tempo e chiedo: “*Come vi sembrano tra loro i cerchi vicini, lontani o alla stessa distanza l'uno dall'altro?*”.

F. dice: “Vicini maestra”.

Allora io dico ai bambini di abbassarsi per osservare lateralmente il recipiente e verificare in prima persona quanto osservato durante la simulazione dell'applet.

Domando: “*Cosa vedete lateralmente?*”.

E. dice: “Sono delle onde non più cerchi”.

Poi inizio a far cadere le gocce più lentamente e quindi poche gocce nell'unità di tempo e M. dice: “Sono più lontane queste”.

A questo punto chiedo ai bambini se in classe fosse presente la bambina che la volta scorsa mi chiese se la forma delle onde nell'acqua dipendesse o meno dal recipiente utilizzato. Infatti pongo ai bambini la stessa domanda: “*Secondo voi, sulla base di quello che avete osservato la forma del recipiente influenza la forma delle onde?*”.

Loro all'unisono rispondono di no.

Perciò proseguo, chiedendo: “*C'è differenza tra il recipiente utilizzato nella prima sperimentazione e quello utilizzato nella seconda?*”.

E loro mi rispondono: “Si maestra, perché questo è di forma rettangolare mentre quello era un cerchio”.

Riferendomi al quesito posto durante la prima attività, chiedo: “*Quando facciamo cadere le gocce in questo recipiente rettangolare le onde che si generano che forma hanno?*”.

D dice: “Sempre circolare maestra quindi non dipende dalla forma del recipiente”.

Ricollegandomi alla definizione di onda, cito ai bambini in breve quest'ultima dicendogli che è una perturbazione che trasporta energia ma non materia. Come possiamo comprendere meglio questa cosa?

Faccio loro l'esempio di quando sono al mare e si trovano al largo o in barca o su un pedalò, domando: *“E' capitato mai a qualcuno di voi?”*.

Allora proseguo, dicendo: *“Quando vi trovate fermi in mezzo al mare su una barca o su un pedalò spesso capita che con il passaggio di altre barche anche più grandi si generano delle onde che investono la barca e voi vi spostate in quel momento o rimanete lì oscillando semplicemente?”*.

E i bambini: *“Maestra ma oscilla e rimane là, la barca fa solo su e giù.*

Quindi io dico: *“Ma il pedalò si è spostato?”*.

E loro in coro: *“No”*.

Ho deciso di partire da questo esempio pratico della loro vita quotidiana cosicché loro familiarizzassero meglio con ciò che avrebbero sperimentato durante questa giornata.

Possiamo dimostrare anche praticamente questo esempio in classe. Cosa ci servirà?

Abbiamo bisogno di un recipiente pieno d'acqua, una fogliolina e un contagocce.

Inseriamo nel recipiente pieno d'acqua la foglia e iniziamo a far cadere le gocce sempre con l'utilizzo del contagocce. La prima domanda che pongo loro è: *“Si muove la foglia?”*.

S. dice: *“Un poco si è mossa”*. Allora chiedo: *“Ma oscillava come dicevamo prima o si è proprio spostata?”*. E lei: *“No oscillava solo”*.

Gli altri in coro asseriscono.



Figura 24: esperimento per osservare le onde su una superficie liquida



Figura 25: una bambina prova a riprodurre quanto osservato

Quindi propongo ai bambini di sperimentare quello che ho appena appena mostrato e tutti si offrono volontari, alzando le mani. Iniziano a turno ad avvicinarsi al recipiente e man mano che proseguono aspettano con calma il turno del compagno che si trova di fianco. Mi chiede F. mentre sta provando: “Maestra ma questo accade solo alla foglia o con tutto?”.

Dopo che tutti hanno realizzato l’esperienza in prima persona, tornano ai loro posti e prima di andare avanti chiedo se ci fosse un volontario per riassumere l’esperienza. Si offre L. che dice: “Praticamente se prendiamo un oggetto e lo mettiamo in una bacinella piena d’acqua il flusso delle onde lo farà muovere pochissimo, c’è non spostare ma solo oscillare, cioè andare su e giù”. A questo punto, chiedo loro se vogliono verificare anche con il proprio corpo e tutti insieme mi rispondono in modo affermativo. Ma prima di procedere mostro alla LIM una simulazione dal sito applet.

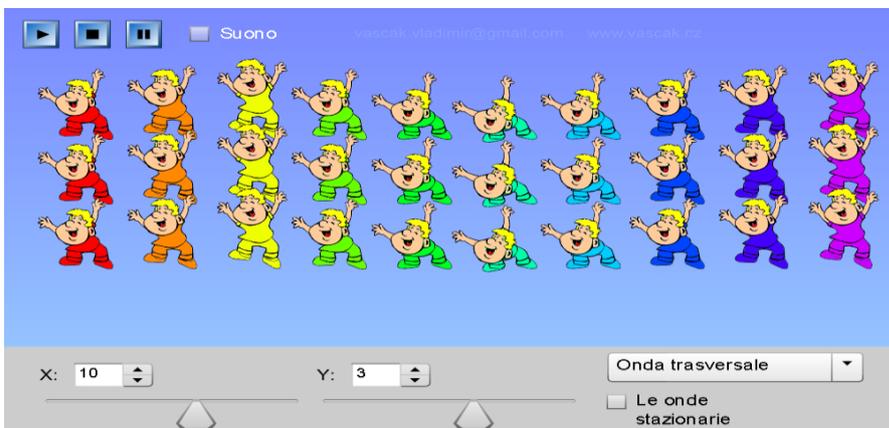


Figura 26: https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_vlneni&l=it

I bambini sembrano molto entusiasti di quello che ho proposto loro, in particolar modo i maschietti si mostrano molto euforici per tale visione. Dopo aver definito dal sito il tipo d'onda, chiedo ai bambini: *“Cosa osservate?”*.

F. dice: “Degli omini con le tutine colorate che si alzano ed abbassano”.

G. dice: “Sì, delle persone tutte uguali che si muovono sempre allo stesso modo formando una specie di curva”.

Allora dico loro di simulare un'ola proprio come quella che si fa allo stadio e gli dico di mettersi in piedi dietro la loro sedia. Poi con l'ausilio della docente di classe, assegniamo un numero specifico ad ogni bambino affinché si seggano uno dopo l'altro. Dopodiché, inizio ad elencare i numeri da 1 a 18 e loro si iniziano a sedere uno dopo l'altro velocemente. Una volta terminato chiedo ai bambini: *“Vi siete spostati per creare questa ola?”*.

F. dice: “No, ci siamo seduti e quindi siamo andati su e giù”. E io ho detto loro: *“Volendovi paragonare alla foglia che abbiamo osservato prima nel recipiente pieno d'acqua avete fatto su e giù così come la foglia? Non vi siete mossi siete rimasti al vostro posto, giusto?”*.

G. dice: “Sembra proprio così riflettendoci anche se noi non oscillavamo come la foglia”.

Allora L. dice: “Quindi le onde si muovono su e giù ma restano sempre al loro posto”.

Proseguo chiedendo: *“Cosa vi sembrano gli omini colorati che fanno una ola?”*.

E G. dice: “Una bandiera che sventola”. Poi interviene L. che dice: “Delle onde che arrivano alla fine e che poi ricominciano”.

Improvvisamente F, anticipandomi, dice: “Maestra perché alla fine le onde nel recipiente sono dritte”.

D. dice: “Se muovi la bacinella ottieni proprio il movimento che fanno gli omini colorati”.

Collegandomi a quanto detto da F, dico ai bambini che questa volta creeremo delle onde nel recipiente così come la volta precedente ma con una differenza dato che questo ha una forma diversa, così chiedo loro di dirmi la forma del nuovo strumento.

E loro in coro: “ Rettangolare”. Ma come possiamo dare l'impulso per formare le onde? Senza utilizzare il contagocce? Suggesto io.

Tutti in coro: “Con le mani”.

Suggesto a qualche volontario di farmi vedere direttamente sul recipiente in che modo intendesse con le mani.

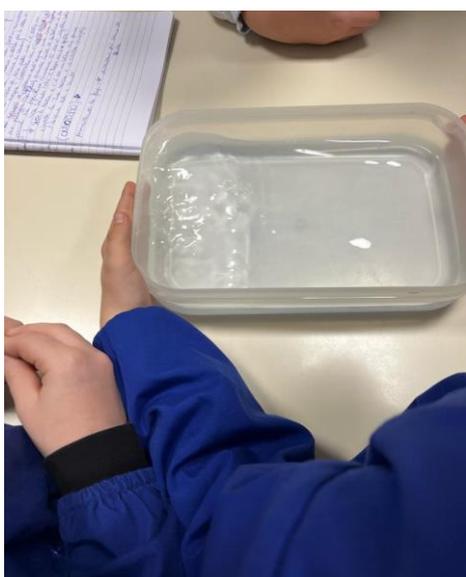
G. inizia a simulare il movimento con le mani finché non la invito a provare direttamente con il recipiente presente sulla cattedra.

Uno alla volta si avvicinano per provare il loro movimento per dare l'impulso alle onde e suggerisco loro di alzarsi e mettersi in cerchio attorno alla cattedra per osservare meglio i vari tentativi dei compagni che per primi hanno deciso di fare delle ipotesi e di sperimentarle.

Una bambina inizia a dare dei piccoli colpi al lato più corto del recipiente rettangolare e inizia ad osservare:



Figura 27,28,29 e 30: I bambini provano a creare delle onde stazionarie e iniziano a controllare il movimento della mano per far sì che l'acqua non fuoriesca



Allora io chiedo: “Cosa?”.

F. dice: “L’onda parte, sbatte e ritorna”.

A. dice: “L’onda va a destra e sinistra”.

T. dice: “Fa un movimento, va avanti e indietro”

G. dice: “Come tipo una persona ti spinge e tu spingi lei subito dopo”.

L. dice: “Vedo che non ci sono più i cerchi”.

Io pongo l’attenzione su questa affermazione e F. dice: “Ci sono delle linee rette al posto dei cerchi”.

Allora io chiedo loro: *“Ma si sono formate sempre delle onde? O queste non sono onde?”*.

E loro in coro: “No, queste sono sempre onde”. Continuo dicendo: *“E cosa cambia in questo caso rispetto all’esperimento della volta precedente?”*.

M. dice: “Le onde di prima erano a forma di cerchio e si espandevano sempre di più invece queste sono sempre della stessa forma e vanno avanti e indietro”.

G. aggiunge: “Quando abbiamo provato l’esperimento precedente le onde erano a forma di cerchio e si espandevano e a volte tornavano indietro, invece qua se diamo l’impulso sul lato destro del recipiente l’onda parte da qua e poi torna indietro”.

Poi D. aggiunge: “Quando abbiamo usato il contagocce c’era un impulso diverso, questa volta abbiamo usato le mani”.

Nel frattempo i bambini disposti in cerchio attorno alla cattedra iniziano a spostarsi dinanzi al recipiente per provare in prima persona l’esperimento.

Una volta terminato i bambini tornano ai loro posti e chiedo nuovamente l’intervento di qualcuno per riassumere quanto detto e per organizzare meglio le idee.

Allora L. chiede la parola: “Ho notato che usando il contagocce con il recipiente di forma circolare facciamo scendere delle gocce che creano delle onde sotto forma di cerchi, ma se lo vediamo di lato ci sono sempre delle onde che non sembrano dei cerchi ma proprio delle onde del mare. Invece se mettiamo le mani sui lati più corti del recipiente rettangolare e lo muoviamo l’acqua parte da un punto e va a sbattere dall’altro.

Io dico: *“Ci siamo chiesti che forma hanno queste onde?”*. E i bambini in coro: “Sono delle linee rette”.

Riprendo la parola e chiedo: *“Quindi in questo caso l’onda che parte urta con le pareti del recipiente?”*. E loro in coro: “Sì”.

Io continuo: *“E nel caso del contagocce quindi pensando a ciò che abbiamo visto durante la scorsa attività c’era un impatto?”*. E qualcuno di loro dice: “No”.

A questo punto G. chiede di intervenire e dice: “Con il contagocce le onde piano piano si allargano sotto forma di cerchio e poi scomparivano con l’impatto del recipiente, cioè quando lo toccavano”.

1.17.3 Terza attività

Quest’attività si è svolta in due giornate differenti. Durante quest’ultima ho proposto argomenti quali: risonanza in riferimento all’oscillatore armonico e onde longitudinali e trasversali. Ho presentato ai bambini il nuovo strumento che avremmo utilizzato cioè la molla slinky che ci avrebbe consentito di osservare i riferimenti teorici appena citati. Ho introdotto la molla come protagonista di questa lezione. In primo luogo lasciandola allungare verticalmente e ponendo agli alunni le seguenti domande: *“Cosa succede se lascio la molla? Come cade?”*.

A questo punto gli allievi hanno suggerito un’ipotesi comune, ovvero quella per cui la molla sarebbe caduta normalmente (come qualsiasi altro oggetto), toccando il suolo prima con l’estremità inferiore. Ciò che differiva tra un’ipotesi e l’altra era il modo in cui essa si “ricomponeva” una volta a terra. Per alcuni, infatti, dopo la caduta avrebbe rimbalzato riaprendosi, ma per altri, dato il peso della molla, essa non sarebbe rimbalzata affatto. Secondo l’ipotesi di altri bambini, invece, la molla si sarebbe semplicemente chiusa velocemente una volta toccato terra. Già da queste prime ipotesi è emerso il concetto di componente elastica dell’oggetto per il quale la molla una volta allungata torna nella condizione iniziale.

Infatti, dopo aver raccolto le opinioni della classe ho chiesto ai bambini in prima persona di verificare cosa accade nel momento in cui iniziano a dare l’impulso per far muovere la molla.

F. dice: “Cioè il movimento della molla cambia in base alla pressione che tu dai”.

D. dice: “La parte della molla che mantieni blocca quando sale l’altra estremità”.

Io chiedo di mostrarmi direttamente quanto detto dalla bambina nell’ultima ipotesi.

Interviene G. dicendo: “Muovendo la mano sempre allo stesso modo la molla mi segue”.

Chiedo ancora: *“Notate altro?”*.

M. dice: “Se tu la muovi quella fa sempre la stessa cosa”.

Allora una volta divisi gli alunni con l'aiuto della docente di classe in 3 gruppi da 6 alunni ciascuno, porto loro le slinky per sperimentare direttamente ciò che volevamo osservare. Mentre i bambini si divertono provando le loro ipotesi F mi dice: “Seguono tutte un corso”.

F. continua dicendo: “Muovendole è come se i cerchi che compongono la molla si unissero”.



Fig. 31: I bambini che giocano con le slinky, facendole oscillare

E. dice: “Se prendi la molla e la tieni da più spire la molla non riesce a toccare terra ma fa sempre su e giù”.

S. dice: “Facendo muovere la molla è tipo come l'acqua che si allarga quando cade la goccia invece la molla si allunga”.

L. dice: “Quando tieni la molla da una sola estremità l'altra estremità si muove poco e rimangono quasi attaccati i cerchi mentre si muove di più la parte centrale della molla”.

A questo punto intervengo chiedendo ai bambini di fare attenzione al movimento che fanno con la mano e loro mi dicono in coro: “Fa su e giù, segue sempre lo stesso tragitto”.

Io suggerisco loro di osservare l'estremità della molla che è libera durante l'oscillazione.

Facendo riferimento a quell'estremo come si comporta?

E loro dicono: “Sale e scende, segue sempre lo stesso movimento”.

E io chiedo se secondo loro esiste una giostra che si comporti allo stesso modo dalla molla e loro in coro: “Sì, l'altalena va sempre avanti e indietro”.

M. dice: “Come il gioco bazz tu lanci la palla e quella ti torna indietro”.

Dopo tutte le ipotesi formulate dai bambini, intervengo provando a formalizzare tutti i suggerimenti degli alunni sottolineando la definizione alla quale siamo giunti.

Allora dico: *“Quello che abbiamo osservato grazie alle slinky è detto moto armonico che può essere definito come il movimento di un punto che sale e scende lungo un tragitto”*.

Nella seconda fase dell'attività chiedo ai bambini quali tipi di onde conoscono e loro: *“Quelle sonore, sismiche”*.

Gli suggerisco che esistono altri due tipi di onde che hanno dei nomi un po' particolari cioè le onde longitudinali e trasversali, iniziano così a ripetere di continuo i nomi che risultano essere totalmente nuovi. A questo punto, chiedo l'aiuto di un bambino per farglielo osservare e mentre io inizio a muovere un'estremità della molla lui nel frattempo tiene ferma l'altra estremità. La molla è disposta orizzontalmente così che la classe possa osservare meglio. I bambini si dispongono a cerchio attorno alla cattedra perché ho mostrato loro questo esperimento appoggiando la molla su una superficie di un unico colore affinché potesse risaltare meglio il movimento non solo della molla ma anche quello delle singole spire.



Figura 32: i bambini mentre muovono la molla avanti e indietro, simulando l'onda longitudinale

A questo punto chiedo: *“Cosa state notando?”*.

F dice: *“Sembra che arriva qualcosa avanti e indietro”*.

Che movimento faccio con la mano?

E loro in coro: *“Avanti e indietro”*.

M dice: “Sembra il movimento di una fisarmonica”.



Figura 33: i bambini che allungano la molla in orizzontale

Dopo aver provato in orizzontale faccio lo stesso esperimento in verticale chiedendo ai bambini cosa fosse cambiato.

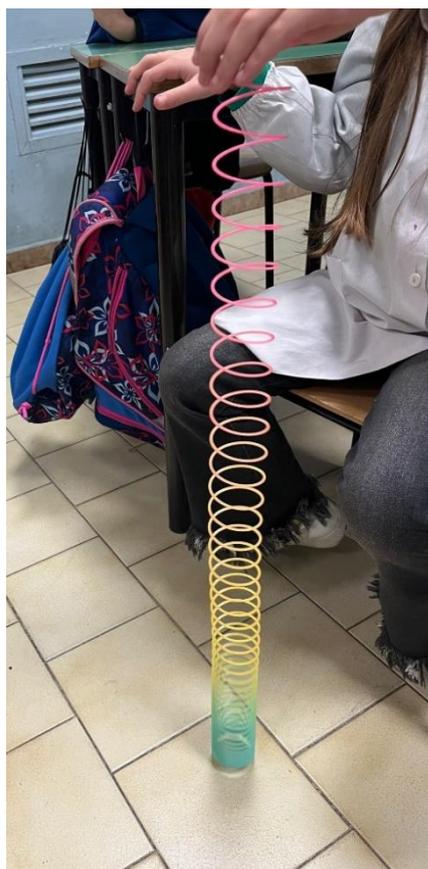


Figura 34: una bambina fa oscillare leggermente la molla, toccando il pavimento dall'estremo libero

S. dice: “La direzione”.

Dicono: “Prima era orizzontale, ora è verticale”.

Io continuo chiedendo loro: *“Stiamo creando un’onda tramite un impulso, qual è l’impulso?”*.

I bambini dicono: “La tua mano maestra”.

Io chiedo se però il movimento della mia mano cioè l’impulso segue la direzione della molla o se segue un’altra direzione.

M. dice: “Segue la direzione della molla”.

Dopo ciò chiedo a qualcuno di ripetere quanto detto.

L. si propone e dice: “L’onda longitudinale è un’onda che è coordinata con l’impulso della molla”.

F. interviene dicendo: “Maestra io ho capito che se tu muovi la mano per dare l’impulso e segui la stessa direzione della molla crei un’onda longitudinale”.

Dopo aver provato a dare una definizione di longitudinale chiedo loro come potrebbe essere invece l’onda trasversale.

F. dice: “Trasversa”. Dopo qualche breve supposizione mostro loro un video dove sono presenti contemporaneamente sia l’onda longitudinale che trasversale.

Dopo aver rivisto la creazione di quella longitudinale, il video mostra le onde trasversali.

E loro mi chiedono di fermare il video e F dice: “Ho capito, l’onda trasversale è tipo a onda del mare e il movimento è più mollante/ribalzante”.

Allora io prendendo una corda che inizialmente tengo ferma chiedo che tipo di movimento dovremmo fare per generare un’onda di questo tipo.

M. dice:” Con la corda dovrebbe fare che tipo tu alzi e dai una botta con la mano forte”.

Ma come dico io: “Avanti e indietro come prima o su e giù?”

E loro: “Sopra e sotto”.

F. dice: “Crea un’onda che continua ad andare avanti finché non c’è un blocco”.

Io dico: *“Cosa intendi per blocco?”*.

F: “Qualcosa che la fermi”.

Successivamente prendo nuovamente la slinky con cui stavamo già sperimentando e chiedo l’aiuto di un altro bambino.

Chiedo a M di mostrare l’impulso dal quale si crei l’onda trasversale sulla base di quanto osservato nel video che ho proiettato sulla LIM.

E così inizia a muovere la mano su e giù mentre io tengo ferma l’altra estremità della molla.

I bambini molto entusiasti iniziano a mostrare alla docente di classe la differenza tra onde longitudinali e trasversali con le slinky che gli avevo consegnato ad inizio lezione.

A tale proposito chiedo ai tre gruppi di iniziare a pensare ai vari modi per rappresentare con il proprio corpo sia un'onda trasversale che longitudinale, suggerendo loro quanto sia importante lavorare insieme e confrontarsi per arrivare ad un obiettivo comune.

Dopo parecchi minuti, i tre gruppi iniziano a mostrare uno per volta dinanzi a tutta la classe ciò che avevano immaginato.

Quindi iniziano a rappresentare con il proprio corpo le due differenti tipologie di onde.

Per le onde longitudinali, i bambini hanno pensato di urtarsi leggermente prima verso destra e poi verso sinistra partendo dal primo della fila, quasi come se fossero i tasselli di un domino.





Figura 35,36 e 37: i bambini tramite il proprio corpo provano a riprodurre le onde longitudinali

Per le onde trasversali, invece qualche gruppo ha pensato di alternarsi con il compagno che avevano accanto. Cioè se il primo rimaneva in piedi, il secondo si abbassava e così via...

F. dice: “Uno sale e uno scende, uno sale e uno scende”. Hanno impiegato diversi minuti per capire bene come coordinarsi fino a quando hanno deciso di assegnarsi dei numeri per capire chi dovesse rimanere in piedi e chi abbassarsi.

Un altro modo che hanno pensato per rappresentare le onde trasversali è stato creando una vera e propria ola con l’aiuto delle braccia:

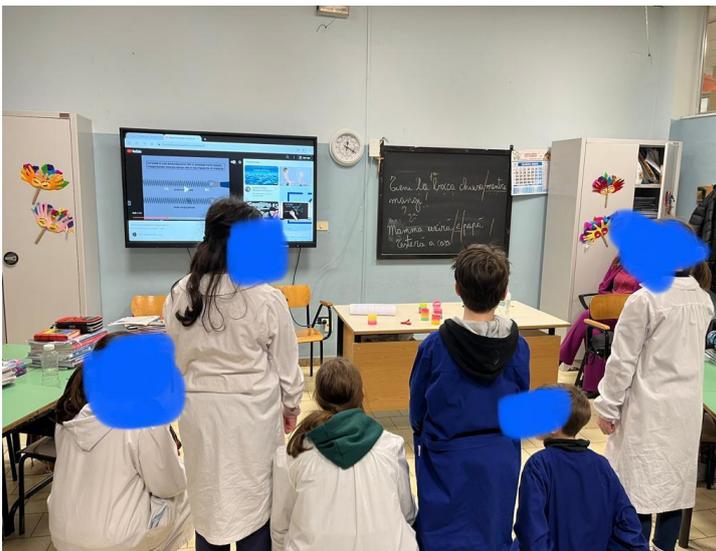




Figura 38 e 39: i bambini provano a riprodurre con il corpo le onde trasversali

Dopo aver provato a realizzare con il proprio corpo le onde longitudinali e trasversali, la maestra chiede a qualcuno di ripetere ciò che avevamo fatto durante questa giornata.

L. dice: “Allora abbiamo visto che ci sono vari tipi di onde e ne abbiamo visti due altri tipi che sono le onde longitudinali e trasversali e abbiamo provato a rappresentarli con la molla. Abbiamo visto che quelle longitudinali sono coordinate con l’impulso che dà la mano mentre le onde trasversali formano proprio delle onde cioè l’impulso che diamo va su e giù”.

Allora l’insegnante di classe chiede: “Che cos’è impulso?”.

L. dice: “Tipo spingere, dare una forza”.

Continua la maestra dicendo: “Le onde esistono senza una forza?”

Loro in coro: “No”.

Durante la seconda giornata di attività in riferimento alle onde longitudinali e trasversali, ho utilizzato nuovamente delle slinky affinché i bambini potessero provare singolarmente i fenomeni che avevamo osservato in quanto durante la prima giornata non c’era stato tempo a sufficienza per farlo.

Per iniziare chiedo se c’è qualche volontario che vuole ripetere quanto fatto durante il giorno precedente.

E. dice: “L’altra volta abbiamo studiato due tipi di onde: le onde longitudinali e trasversali. Le onde longitudinali erano delle onde che si muovevano nella stessa direzione dell’impulso che davamo invece le onde trasversali non andavano dritte ma su e giù”.

Io chiedo: “Cosa si intende per su e giù?”.

In coro: “La mano si muoveva su e giù”.

I bambini iniziano ad avvicinarsi alla cattedra per provare direttamente a creare le onde di entrambi i tipi sia longitudinali che trasversali.

La maestra dice: “Io ho capito questo, vediamo se siete d’accordo. Quando è longitudinale il movimento come avviene?”.

Loro in coro: “Avanti e indietro nella stessa direzione della molla”.

La docente di classe continua e dice: “Quando è trasversale invece la mano fa dei movimenti contrari alla direzione della molla”.

Io suggerisco: “Più che contrario, direi perpendicolare, siete d’accordo?”.

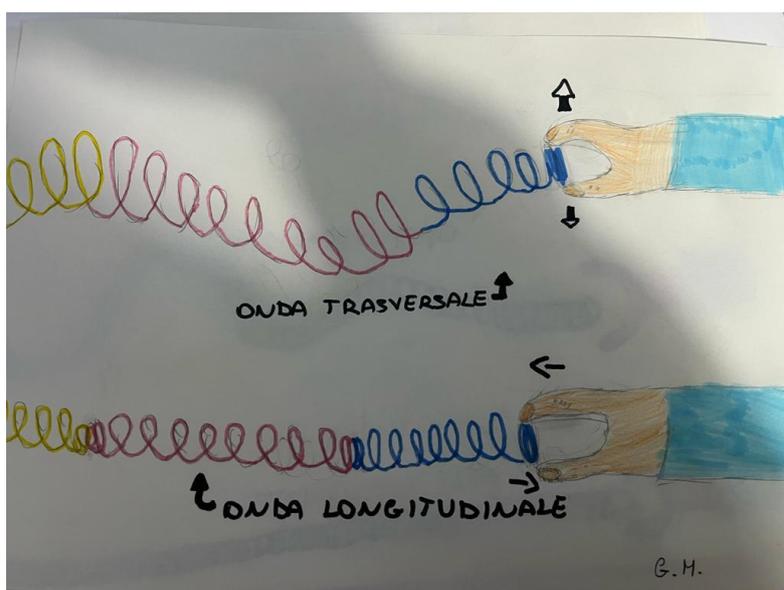
La maestra inizia a disegnare alla lavagna le linee che definiscono le onde trasversali, ovvero disegna la linea orizzontale che rappresenta la direzione della molla e la linea perpendicolare dell’impulso.

F. interviene dicendo: “Le onde trasversali sono delle onde che tu gli dai un impulso perpendicolarmente, queste si muovono su e giù. Invece le onde longitudinali si creano quando l’impulso segue la direzione della molla”.

Allora io chiedo a tutti: “Secondo voi, qual è la differenza sostanziale tra i due tipi di onde?”.

F. dice: “Dipende dagli impulsi che gli diamo, cioè dalla nostra mano che decide se fare lo stesso movimento della direzione della molla o se si muoversi perpendicolarmente”.

Dopo questa discussione, propongo ai bambini di realizzare dei disegni in cui siano visibili sia le onde longitudinali che trasversali. Di seguito, alcuni dei lavori prodotti dai bambini:



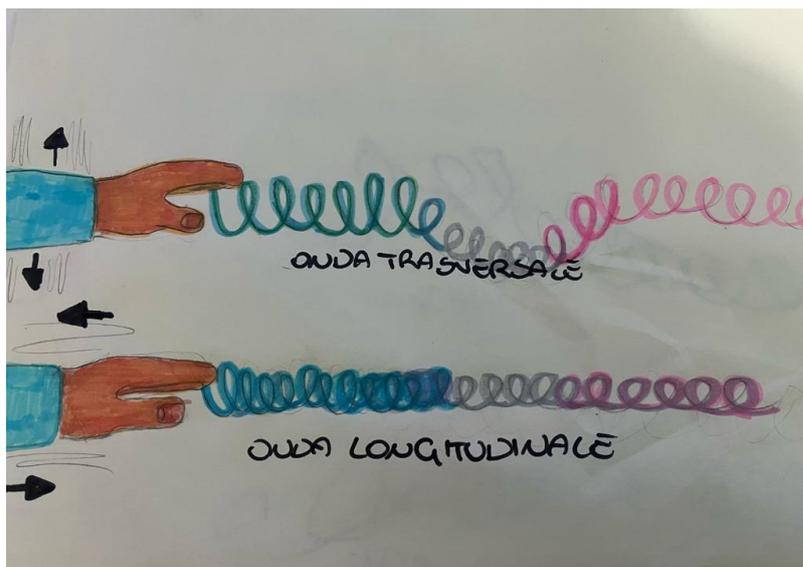


Figura 40 e 41: rappresentazione iconografica delle onde trasversali e longitudinali

Dopo che i bambini hanno realizzato i disegni, prendo nuovamente la slinky e mi sistemo al centro della classe in modo che tutti possano osservare bene.

Tengo la slinky da un solo estremo mentre l'altro è libero di oscillare tramite l'impulso che continuo a dargli, chiedo ai bambini: *“Cosa accade?”*.

D. dice: *“Si muove solo quando dai l'impulso cioè quando tu muovi la mano, la molla si muove”*.

Chiedo: *“Come si muove la mia mano?”*.

C'è chi dice: *“Si muove sempre allo stesso modo”*.

E. chi dice: *“La mano sembra ferma”*.

F. dice: *“È la molla che rimbalza”*.

Io chiedo: *“Cosa vuol dire rimbalzare?”*.

S. dice: *“Andare su e giù, fa lo stesso tragitto”*.

Allora io dico: *“Quand'è che la molla dopo essere scesa inizia a risalire? Io dopo aver dato l'impulso faccio scendere la molla ma come mai poi questa inizia a risalire?”*.

F. dice: *“Prima di risalire, raggiunge il limite”*.

S. dice: *“Tocca qualcosa e poi risale”*.

Ma io sottolineo loro che sto svolgendo l'esperimento senza nessun piano d'appoggio. A tal proposito, mi sposto e faccio la stessa cosa servendomi di un piano d'appoggio ossia la cattedra. Quindi ho in una mano una molla libera di oscillare nell'aria mentre nell'altra mano ho una molla che ha a distanza di centimetri la cattedra.

Chiedo ai bambini: *“Cosa si verifica?”*.

G. dice: “Dipende dal peso, maestra”.

F. dice: “La molla più leggera, arriva più in fondo, arriva più in basso”.

Io chiedo di far attenzione al piano d'appoggio cioè la cattedra e domando: “*Cosa cambia nel movimento delle due molle?*”.

F. dice: “Ho notato una cosa, che quando ci sta una superficie devi dare un impulso più forte perché il contatto con la superficie inizia a bloccare il movimento”.

Altri bambini intervengono dicendo: “No maestra la cattedra non fa bloccare il movimento della molla anzi aiuta”.

E io dico: “*Allora la superficie è un ostacolo o un facilita il movimento della molla?*”.

Qualcuno dice: “La superficie fa rimbalzare la molla”.

Ma i pareri degli alunni sembrano essere contrastanti c'è chi sostiene che la superficie rallenti il moto della molla e c'è chi crede che invece questa sia un aiuto per far rimbalzare più forte la molla.

La docente di classe interviene, dicendo: “L'impatto con un'altra superficie è come se frenasse e bloccasse il movimento della molla”.

A tal proposito intervengo ed inizio a fare il confronto con quello che accade quando ci troviamo su un'altalena, ossia il fatto che quando vogliamo fermarci dal dondolio di quest'ultima iniziamo a cercare con i piedi un impatto con la terra affinché questo ci permetta di rallentare il nostro movimento.

Prima di terminare chiedo ai bambini di fare un'ultima riflessione e dico loro: “*Quando modifico la forza del mio impulso per far muovere la molla, cosa accade?*”.

L. dice: “Si allunga poco se l'impulso è più potente mentre se inizi a muovere con più forza la mano l'allungamento è maggiore”.

Io dico: “*Notate quanto la mia mano influenzi il movimento della molla?*”.

A. dice: “La mano sembra essere tutto un insieme con la molla”.

G. dice: “Ti abitui al movimento che fa la molla quindi lo segui automaticamente”.

A questo punto dico loro che questo concetto viene definito in fisica con il termine risonanza.

M. dice: “Se tu dai un impulso e poi ti blocchi, la molla continua ad oscillare ma piano piano inizia a diminuire l'allungamento, fino a che si ferma definitivamente”.

Io continuo dicendo che però sto continuando a dare dei piccoli impulsi alla slinky affinché questa si muova.

E. dice: “La molla non si ferma mai perché anche se dai un impulso leggero continua a muoversi”.

A. dice: “Maestra è la stessa cosa che accade quando andiamo sul tappeto elastico”.

1.17.4 Quarta attività

Per la quarta attività, siamo presenti in aula io e la maestra Angelica e le attività sono organizzate talvolta in piccoli gruppi. Inoltre, ho utilizzato una corda di alluminio molto elastica e flessibile per far sì che gli alunni potessero osservare i diversi elementi legati alle onde quali: ampiezza d’onda, lunghezza, cresta e valle.

In primo luogo, ci rechiamo nel cortile della scuola e dopo aver disposto i bambini di fronte allo strumento che avremmo utilizzato, ho chiesto alla docente di classe di tenere un’estremità della corda. Allo stesso tempo io mantenevo l’altra estremità. Ho chiesto ai bambini di riassumere quanto detto nella sperimentazione precedente. Infatti, F. si offre e dice che nella scorsa lezione abbiamo osservato come si propagavano le onde nel mare. Poi singolarmente hanno provato a ripetere la differenza tra onde longitudinali e trasversali, dando delle proprie definizioni sulla base di quello che ricordavano. A questo punto, dico loro che stiamo per osservare la propagazione delle onde su una corda. Ricordando che precedentemente avevano osservato le onde propagarsi su una molla quindi un oggetto elastico. Una volta giunti in cortile gli chiedo di disporsi in riga uno accanto all’altro cosicché nessuno potesse limitare la visuale di qualche compagno.





Figura 42 e 43: i bambini tendono la corda e successivamente danno un impulso ad uno dei due estremi

Quindi provo a dare un impulso alla corda mentre la docente di classe mantiene un'estremità ferma con la mano. Sia io che la maestra Angelica teniamo la corda con molta intensità per farla stare ben tesa, prima del propagarsi dell'onda. Dopo aver visionato tale movimento, chiedo: *“Cosa avete osservato? Cosa si forma?”*.

A. dice: *“Vediamo la corda andare sopra e sotto”*.

Continuo chiedendo: *“Ma si allunga o si accorcia? O la sua lunghezza è sempre la stessa?”*.

A. afferma: *“È sempre della stessa lunghezza anche quando dai l'impulso”*.

Intanto, aspetto che vi sia il silenzio e faccio insieme ai bambini un'analogia tra quanto stavano osservando e ciò che hanno notato durante la sperimentazione con la slinky.

Infatti, F. dice: *“La slinky si allunga e si accorcia, invece la corda rimane sempre della stessa lunghezza”*.

Dopo questo breve riferimento alla scorsa attività, chiedo nuovamente: *“Cosa avete notato? Cosa si è creato sulla corda dopo aver dato l'impulso?”*.

I bambini in coro: *“Un'onda”*.

Chiedo: *“Cosa crea la linea dell'onda?”*.

Nuovamente in coro: *“Una curva”*.

Continuo chiedendo: *“Come si comporta questa curva? Rimane solo sopra o scende pure giù?”*.

Tutti insieme: *“Va su e va giù, prima sale e poi scende”*.

F. dice: *“Va per un po' di secondi su e poi scende”*.

Domando: *“In che punto della corda inizia a scendere? Riuscite a notare questa cosa?”*.

M. dice: *“Nella prima parte sale cioè si alza e crea la curva”*.

G. dice: “Essendo la linea una retta, con l’impulso oscilla e forma una curva che raggiunge prima la massima altezza”.

Io proseguo dicendo: *“Inizia poi a scendere?”*.

L. dice: “Ad un certo punto inizia a scendere, dopo che ha raggiunto la sua massima altezza, in un punto inizia la sua discesa e forma una U”.

S. dice: “C’è un punto in cui si ferma per un istante e poi inizia a scendere”.

Successivamente domando in che punto inizia a scendere e a formare la U.

P. dice: “Più o meno in mezzo”.

D. dice: “Orientativamente al centro”.

G. dice: “Non è facile dirlo, perché il movimento che fa la corda dopo aver ricevuto l’impulso è troppo veloce”.

A tal proposito, chiedo a F. di ripetere quanto detto e di riassumere brevemente il percorso compiuto dall’onda sulla corda.

Egli dice: “Inizialmente diamo l’impulso che serve per creare l’onda. Questa prima sale e forma una montagna e poi verso la fine scende creando una specie di avvallamento”.

Domando: *“Ma secondo voi queste due curve, cioè la montagna e l’avvallamento, sono uguali tra loro?”*.

S. dice: “No, dipende dall’impulso”.

I bambini in coro dicono che le due curve che si formano sulla corda appaiono diverse. A tal proposito chiedo alla maestra Angelica di dare l’impulso per generare un’onda ed io mantengo l’altra estremità della corda ferma. *“Cosa notate?”*.

S. continua dicendo: “La maestra Angelica ha dato un impulso differente”.

In questo momento, ricordo loro che l’impulso dato dalla maestra alla corda per generare l’onda è unico responsabile della formazione di tali curve.

A seguito di quest’affermazione sembrano asserire, suggerendo anche altri esempi in cui abbiamo dato un impulso per creare l’onda.

Facendo riferimento all’impulso dico: *“Una volta che quest’ultimo ha raggiunto l’estremità cosa fa?”*.

L. dice: “Torna indietro poi”.

Tutti sono d’accordo con quanto affermato da L.

Io chiedo: *“Questa è la stessa cosa che abbiamo osservato in quale altro fenomeno?”*.

I bambini in coro: “Con le molle”.

“O anche dove accadeva un fatto simile?”.

Loro sempre tutti insieme: *“Nella ciotola”.*

Domando: *“Grazie a cosa?”.*

Loro: *“Alle pareti del recipiente”.*

Infatti, chiedo: *“Per la molla grazie a cosa tornava indietro, perché rimbalzava?”.*

F. dice: *“Anche per il peso, poi la molla è proprio un materiale elastico”.*

Tornando al discorso principale, domando: *“Facendo riferimento all’attività della ciotola piena d’acqua e del contagocce e paragonandola a quella della molla ...”.*

Loro in coro: *“Al contagocce”.*

La maestra interviene dicendo che lei è il contagocce dato che dà l’impulso alla corda per muoversi.

Allora D. dice: *“Tu in questo caso rappresenti i bordi del recipiente”.*

Quindi proseguo chiedendo quale azione io stia compiendo in questo caso con la corda.

I bambini iniziano ad avanzare ipotesi, infatti dice G: *“La maestra dà l’impulso creando un’onda sulla corda che assomiglia ad una curva che scende e sale poi quando arriva all’altra estremità ritorna indietro”.*

Dunque chiedo: *“Come torna indietro? In che modo?”.*

G. continua dicendo: *“Perché in pratica con il contagocce ad esempio gli dà l’impulso e le pareti lo spingono e lo fanno tornare indietro”.*

La docente interviene sottolineando che questo è quanto accade con le gocce ed il recipiente. Invece li invita a pensare a quello che accade con la corda come nel caso che stavamo analizzando insieme.

Infatti considerando la situazione di partenza in cui la maestra è l’estremo A ed io l’estremo B, l’estremità A dà l’impulso, chiedo: *“Che cosa succede? La corda ricevendo un impulso forma cosa?”.*

In coro: *“Un’onda”.*

“Come la possiamo osservare?”.

A. dice: *“Perché si forma una curva, anzi più di una”.*

A tal punto domando: *“Dove sarà maggiore l’impulso vicino all’estremità A o vicino all’estremità B?”.*

Sembrano essere tutti d’accordo sul fatto che l’impulso sia maggiore vicino all’estremità A.

Dunque chiedo: *“Perché?”*.

F. dice: “Perché l’impulso inizialmente lo dà la maestra”.

G. interviene dicendo: “Man mano che l’impulso si avvicina all’estremità B si affievolisce, sembra più debole”.

Perciò la docente di classe ricorda loro che così come le pareti della ciotola fermavano le onde in qualche modo così l’estremità B diventa per questa corda un muro, cioè le pareti della ciotola.

Intervengo nuovamente, chiedendo: *“Una volta che l’impulso arriva all’estremo B le mie mani bloccano semplicemente l’impulso o fanno sì che l’onda torni indietro?”*.

S. dice: “No, permettono all’onda di tornare indietro una volta arrivata al secondo estremo”.

Da tali considerazioni e dalle ipotesi avanzate fino a questo momento decido di porre la prossima domanda: *“La tensione, cioè quanto tengo tesa la corda influenza in qualche modo l’onda che si crea?”*.

Qualcuno inizia a rispondere in maniera affermativa. Nonostante ciò decido di riformulare la domanda, mostrando praticamente quello che avevo affermato poc’anzi.

Domando: *“Cosa cambia se tengo la corda più tesa e quindi esercito una forza maggiore per tenderla?”*.

F. dice: “Così non fai arrivare l’energia all’estremo B e non dai modo a questa di giungere lì”. Mostro di seguito un ulteriore esempio pratico della mia affermazione.

“Tenendo la corda con poca tensione cosa si verifica? E poi se la tengo con una tensione maggiore?”.

M. dice: “Va avanti e indietro”.

C. dice: “L’onda è più grande c’è è più visibile quando la corda non è tesa, sembra più alta e arriva più facilmente all’estremo B”.

F. dice: “Sembra più facile vedere il movimento dell’onda e anche più forte, quando la corda non è molto tesa”.

Prima di tornare in classe pongo ai bambini un’ultima domanda: *“Il tempo impiegato dall’onda per arrivare dal primo al secondo estremo dipende secondo voi dalla tensione?”*.

In coro mi rispondono positivamente.

E. dice: “Quando è tesa l’onda è molto veloce c’è arriva velocemente dall’estremo A all’estremo B ed è molto difficile vedere le sue curve che si creano, mentre se la corda è meno tesa è più facile osservare tutto il corso dell’onda”.

Dopo aver terminato quest’attività, io e la maestra Angelica insieme a tutti gli alunni siamo rientrati in aula dove ho chiesto ai bambini di disegnare l’esperimento fatto in giardino, solo facendo attenzione al movimento della corda.

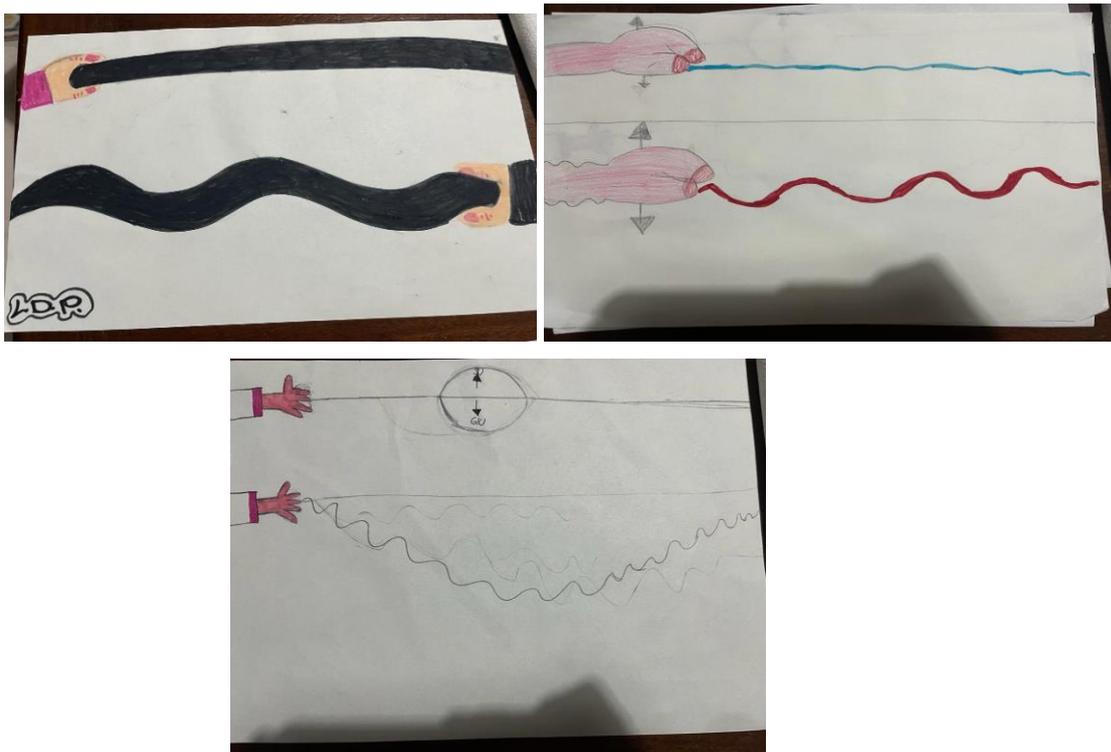


Figura 44,45 e 46: rappresentazioni iconografiche dell’attività realizzata con la corda

Dagli elaborati grafici prodotti dai bambini emerge la duplice visione che hanno della corda in relazione all’impulso esercitato su di essa. Per chiarire meglio, le rappresentazioni si basano in primo luogo sul momento in cui la corda è tesa ed è praticamente una linea retta mentre nel secondo caso invece raffigurano il momento in cui io o la maestra Angelica davamo un impulso per far propagare le onde lungo tale oggetto.

1.17.5 Quinta attività

Durante questa attività abbiamo parlato delle onde sonore, tipologia di onde citate dai bambini sin dalla prima attività svolta insieme. Come tutte le altre attività, in classe eravamo presenti io e la docente di classe.

Dunque, dico ai bambini che proveremo a riflettere su tale argomento in quanto gli interessava particolarmente. In primo luogo, ho utilizzato un righello che avesse da un'estremità più libri sovrapposti, in modo che lo bloccassero. Cosa ci è servito per tale esperimento? Un righello lungo, diversi libri e un banco. Infatti, il righello è stato fissato sul bordo della cattedra, in modo che una metà fuoriesca e l'altra metà resti ferma grazie al peso dei libri.



Figura 47: il righello messo in vibrazione produce delle onde sonore

A questo punto dò un colpo all'estremità sporgente e ripetendo l'operazione accorciando sempre di più il righello. A questo punto chiedo: *“Cosa accade quando con un dito colpisco lievemente un'estremità del righello?”*.

G. dice: “Fa un rumore”.

D. dice: “Si spezza il righello”.

M. dice: “Vibra, facendo un'onda”.

A. dice: “Fa un rumore un po' leggero”.

Di seguito, mostro ai bambini l'esperimento, dopodiché provano ad avanzare diverse ipotesi, tra le quali:

F. dice: “Il righello non si è spezzato, forse perché è elastico”.

M. dice: “All'inizio il righello prima sale verso l'alto e poi inizia a vibrare”.

E. dice: “Fa un salto molto alto poi si abbassa sempre di più e torna alla posizione iniziale”.

F. dice: “Sale solo una volta grazie all’impulso”.

G. dice: “Quando inizia a salire poi dopo scende ma non risale anzi resta dove si trovava”.

Perciò chiedo: “*Siamo tutti d’accordo sul fatto che il righello inizia a vibrare?*”.

Loro in coro mi rispondo in modo affermativo. Nel mentre continuo a mostrare l’esperimento sul quale stavamo riflettendo insieme. Pertanto, partendo da una loro considerazione domando: “*Cosa accade all’aria attorno al righello secondo voi?*”.

F. dice: “Si crea uno spruzzo d’aria”.

G. dice: “Manda l’aria da un’altra parte”.

D. dice: “In quel punto vibrando l’aria è come se fosse spinta dal vento”.

Quindi li invito a pensare al fatto che l’aria si comporta in maniera diversa sopra e sotto il righello. Perciò chiedo: “*La vibrazione cosa produce?*”.

D. dice: “Un suono”.

E tutti nel mentre annuiscono.

A tal proposito proseguo dicendo: “*Allora come possiamo definire le onde sonore?*”.

S. dice: “Secondo me nascono da una sorgente musicale”.

F. dice: “Forse da una sorgente sonora e possono vibrare e creare dei suoni”.

A tal proposito chiedo: “*Nel nostro caso qual è la sorgente sonora?*”.

I bambini in coro: “Il righello”.

“*Cosa fa quest’ultimo?*”.

D. dice: “Vibra”.

In questo momento suggerisco loro che l’onda sonora si propaga in tutte le direzioni e a tal proposito mi sposto al di fuori dell’aula chiudendo la porta. Comincio a parlare e dopo poco rientro in classe, domandando: “*Siete riusciti a sentirmi?*”.

In gruppo rispondono positivamente.

F. aggiunge: “Dietro la porta l’effetto sonoro non ci arriva molto chiaramente perché l’impulso non riesce bene a superare la porta”.

L. dice: “Perché la porta è chiusa e quindi non riesce a superare l’ostacolo”.

Dunque partendo dalla premessa che l’onda sonora abbia bisogno di un mezzo per propagarsi chiedo ai bambini di suggerirmi le loro idee.

S. dice: “L’aria”.

D. dice: “La bocca”.

Quindi chiedo: “*Un mezzo potrebbe essere anche l’acqua?*”.

Congiuntamente rispondono in modo affermativo.

A questo punto ricollegandomi all’esperimento del righello, inizio ad allungare la parte libera del righello lasciando solo un’estremità sottile sotto il peso dei libri. *Cosa accade quando inizia a vibrare?*

G. dice: “Diminuisce la vibrazione”.

“*Quindi il suono è più o meno forte?*”.

S. dice: “Per me è la stessa cosa di prima”.

F. dice: “Più il righello esce fuori più debole è la vibrazione e di conseguenza il suono”.

“*Invece se con i libri blocchiamo una parte più lunga del righello cosa accade?*”.

S. afferma: “Il suono è più intenso”.

Pertanto a seconda della lunghezza del righello, il suono è più o meno intenso. Se la parte che fuoriesce è più lunga, le vibrazioni prodotte sono più lente e il suono risulta grave; se è più corta le vibrazioni sono veloci e il suono è più acuto.

A tal fine chiedo: “*Con il righello riusciamo a vedere la vibrazione?*”.

Tutti insieme rispondono di sì.

G. si offre di ripetere ciò che si è verificato, dicendo: “Quando noi tocchiamo il righello dandogli una specie di colpo parte un impulso che fa vibrare il righello e di conseguenza ci permette di sentire un suono”.

S. dice: “Con il righello abbiamo prodotto una vibrazione dalla quale nasce un suono”.

F. continua dicendo: “Anche quando il righello si appoggia secondo me dipende anche da cosa ci sta sopra cioè i libri, se ci sta qualcosa di pesante sopra il righello non può rimbalzare molto”.

Quindi chiedo: “*Le onde sonore sono visibili o non le riusciamo a vedere?*”.

F. dice: “Sono invisibili però le sentiamo, si sentono”.

A tal fine gli chiedo di porre le dita delle mani in corrispondenza delle corde vocali cioè praticamente sul collo e li invito a percepire le vibrazioni della loro voce. Domando: “*Sentite qualcosa vibrare?*”.

D. dice: “Si nel collo maestra, dentro la pelle assomiglia al righello”.

In relazione a quanto detto per rendere in qualche modo visibili le onde sonore abbiamo provato a realizzare un ulteriore esperimento. In riferimento alle esperienze realizzate dal fisico tedesco Ernest Chladni che fu il primo a rendere in qualche modo visibili le onde sonore, proviamo a vedere in che modo. Egli utilizzò una sottile lastra di metallo, leggermente cosparsa di sabbia e messa in vibrazione tramite un archetto di violino sfregato in un punto del bordo. Da tale esperimento riuscì a mostrare diverse figure che le vibrazioni riuscivano a creare su superfici meccaniche. Per ripetere tale esperimento, abbiamo coperto il recipiente con una pellicola trasparente, facendo in modo che fosse ben tesa. Dopodiché abbiamo posto del pepe su tale pellicola distribuendolo in modo uniforme al centro di quest’ultima. Successivamente con l’ausilio di una app dal cellulare genereremo dei suoni più o meno forti e avvicinando i granelli di pepe alla cassa del cellulare, osserveremo cosa succede alzando il volume. Chiedo: “*Cosa è successo?*”.



Figura 48: il recipiente coperto da una pellicola con sopra del pepe



Figura 49: il suono prodotto dal cellulare fa muovere i granelli di pepe

F. dice: “Che quando il cellulare ha emesso quel suono il pepe si è spostato come se l’aria l’avesse spostato”.

G. dice: “Il suono faceva vibrare l’aria e faceva spostare i granelli di pepe”.

D. dice: “Il cellulare creando delle onde sonore fa spostare l’aria che va sopra ai granelli di pepe che si iniziano a muovere”.

A. dice: “Abbiamo messo del pepe su una pellicola ben tesa e abbiamo prodotto un suono molto forte con il cellulare che ha fatto spostare il pepe”.

Provando ad osservare il disegno creatosi con il pepe dopo l’esperimento chiedo: “*Cosa osservate?*”.

S. dice: “Si vedono tipo delle linee rette distanti tra loro”.

G. si offre di riassumere ciò che avevamo sperimentato, dicendo: “Abbiamo usato questa ciotola con sopra della pellicola molto tesa al di sopra per farla assomigliare ad un tamburo, poi sopra abbiamo messo il pepe. La maestra ha prodotto un suono molto forte con il cellulare e abbiamo visto che il suono posto molto vicino al pepe lo spostava grazie alle onde sonore che facevano vibrare l’aria”.

In conclusione, facendo risuonare una specifica nota attraverso la cassa, la sua frequenza fa vibrare la bacinella creando zone in cui il pepe si allontana e si alternano a zone dove invece si raggruppa, creando motivi geometrici diversi.

In seguito, abbiamo osservato con l’ausilio di un nuovo dispositivo la forza delle onde sonore. In che modo?



Figura 50: strumento realizzato con materiali da riciclo per osservare la “forza” delle onde sonore



Figura 51: lo strumento presenta due aperture, da un lato è presente una candela accesa mentre dall'altro un generatore di toni che farà sì che la fiamma della candela oscilli

Abbiamo utilizzato una struttura formata da due bicchieri in plastica disposti uno accanto all'altro e al di sopra dei quali è stato fissato un tubo di carta in direzione orizzontale. Accanto ad un'estremità del tubo di carta poniamo il cellulare che produce suoni più o meno forti e vicino all'altra estremità abbiamo posto una piccola candela accesa.

“Cosa si è verificato quando abbiamo generato dei suoni?”.

M. dice: “Siccome il suono del telefono manda quest'aria grazie al microfono si produce dell'aria che attraversando il tubo di carta fa muovere la fiamma”.

F. dice: “Abbiamo visto la fiamma spostarsi”.

G. chiede: “Si potrebbe anche spegnere la fiamma?”.

S. dice: “Secondo me dipende dal suono c'è da quanto questo sia forte”.

A. dice: “Le onde sonore emesse dal microfono del cellulare attraversavano il tubo e facevano spostare la fiamma, ma questo dipende dall'intensità del suono”.

L. dice: “Per me il suono forte corrisponde ad aria fredda che attraversa il tubo questa poi copre la fiamma che è calda ed è come se questa si spegnesse”.

S. prosegue: “Quando metti il microfono vicino al tubo le onde sonore che passano attraverso il tubo non si espandono ed arrivano direttamente alla candela. Invece con

l'esperimento del righello le onde sonore si espandevano in tutta l'aula non c'era nulla a delimitarle”.

Poi chiedo: *“Quando non c'è il suono cosa accade alla fiamma della candela?”*.

A. dice: “La fiamma non si muove”.

S. dice: “Le onde sonore non ci sono e per questo non succede niente”.

D. dice: “Quando si abbassa la fiamma deve sempre arrivare qualcosa di forte anche il vento, invece quando la fiamma non si muove è perché non ci sono le onde sonore”.

G. dice: “Quest'esperimento si potrebbe fare anche nell'acqua, ad esempio quando parliamo sott'acqua al mare si sente la voce ma le onde sonore arrivano più lentamente, non si sente chiaramente quello che diciamo e si sente solo il suono”.

F. riassume: “Allora praticamente abbiamo preso una candela e la maestra ha emesso un suono con il cellulare ed ha posto una candela da un lato del tubo ed il cellulare che produceva il suono forte dall'altro lato del tubo. Abbiamo visto che la fiamma della candela si spostava a causa delle onde sonore che andavano dentro al tubo e solo dentro al tubo si propagavano perciò era più forte l'aria che arrivava alla fiamma, invece con un suono più debole la fiamma si spostava di pochissimo poiché i due suoni prodotti erano di diversa intensità”.

A tal fine, servendoci di un'immagine del libro di scienze abbiamo osservato il disegno della sinusoide di onde sonore più forti e più gravi. Tale disegno era stato già mostrato nella precedente sperimentazione ai bambini.

B. dice: “Se proviamo ad allontanare la candela all'estremità del tubo cosa accade?”.

A questo punto, sperimentiamo per rispondere a tale quesito.

S. dopo aver osservato dice: “No se la candela è più lontana dall'estremità del tubo, la fiamma non si sposta molto secondo me perché l'aria una volta che esce dal tubo si espande in tutte le direzioni e non arriva direttamente alla fiamma”.

F. dice: “L'onda sonora una volta che esce se trova la candela fa oscillare la fiamma ma se questa è più lontana si espande in tutta la stanza e non riesce a farla spostare”.

1.17.6 Sesta attività

Prima di tutto abbiamo provato a ripetere quanto detto durante la precedente attività per riassumere anche agli alunni assenti. I bambini si sono mostrati subito partecipi ed hanno iniziato ad alzare la mano per offrirsi. La docente di classe era dietro la cattedra mentre mi spostavo tra i banchi per ascoltare meglio i bambini. Infatti F. dice: “Abbiamo provato ad osservare le onde sonore e abbiamo fatto tanti esperimenti. Il primo è quello in cui abbiamo usato un righello”.

A questo punto utilizzo un righello per mostrare l'attività, dalla quale è emerso che le vibrazioni del righello producevano un suono. Prima di proseguire, è bene precisare che la docente di classe ha deciso di affrontare dopo la prima attività sulle onde sonore, l'argomento dal libro di scienze affinché i bambini avessero più chiaro il tema in esame. Dalla lettura delle pagine del libro gli alunni hanno potuto constatare la differenza tra la velocità della luce e la velocità del suono e di come questi due numeri fossero diversi tra loro. Dopo aver riordinato le idee in merito alla precedente attività, prendo gli strumenti che ci serviranno in questa giornata ed estraggo dai cartoni i due diapason tra i volti meravigliati dei bambini che iniziano ad interrogarsi in merito a tali dispositivi. Poi li dispongo su un banco al centro dell'aula affinché tutti possano osservare meglio anche dal proprio posto l'esperimento che andremo a svolgere.

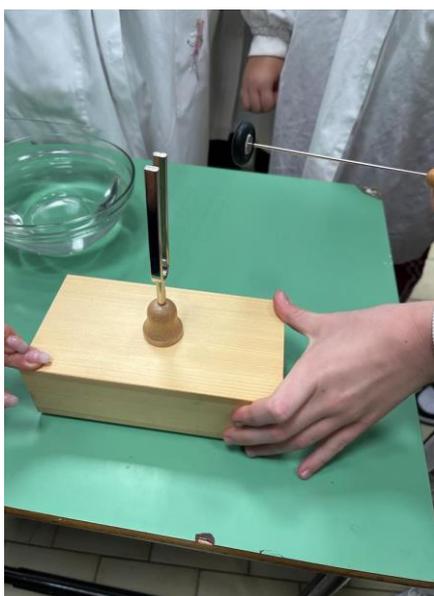


Figura 52: esperimento con il martelletto che colpisce il diapason

Proseguo, dicendogli che il nome di tali strumenti è diapason e spiego il loro utilizzo ossia che questi dispositivi vengono usati per accordare gli strumenti musicali. Inoltre, preciso che sono a forma di U e sono realizzati in acciaio.

Dopo aver preso i diapason prendo un piccolo martelletto dall'estremità di gomma. I bambini chiedono: "Maestra ma a cosa serve?".

Di seguito inizio a colpire il diapason con il martelletto.



Figura 53: la maestra Alessia che colpisce il diapason con il martelletto

Mi fermo dopo averlo colpito una sola volta, chiedo: "Cosa succede?".

F. dice: "Fa un rumore, un suono".

D.: "Sembra lungo, come un eco".

E. dice "Ma continua all'infinito".

Successivamente si avvicina al banco posto al centro dell'aula, la docente di sostegno che appoggia un dito sul diapason in vibrazione.

Proseguo, chiedendo: "Cosa accade?".

M. dice: "Si ferma il suono, perché la maestra lo blocca".

D. dice: "Fa finire il suono".

A questo punto, li invito ad avvicinarsi al banco dove è posto il diapason e chiedo ad ognuno di loro a turno di avvicinare di qualche millimetro il dito all'estremità del diapason senza però toccarlo per fargli notare la vibrazione emessa dallo strumento.

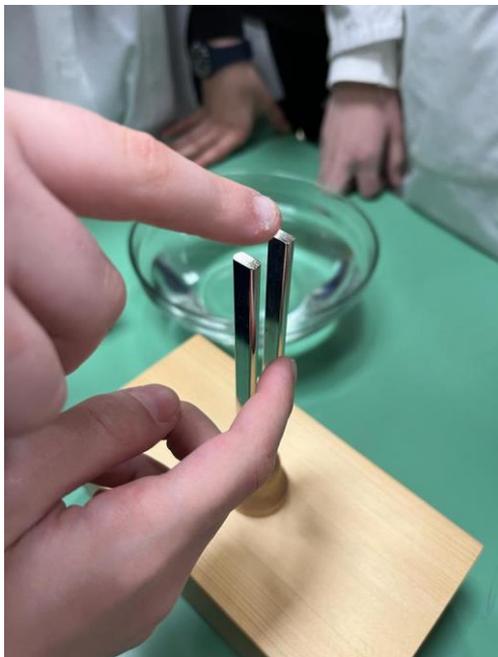


Figura 54: i bambini avvicinano il dito per percepire la vibrazione

Dopo aver atteso i bambini provare tale esperimento chiedo a tutti: *“Siete riusciti a sentire la vibrazione?”*.

E. dice *“Sì, ma solo quando l’abbiamo messo ad un millimetro di distanza”*.

M: *“L’abbiamo messo sopra ma con un pochino di distanza”*.

B: *“Sì senza appoggiare il dito perché altrimenti si blocca la vibrazione”*.

In questa fase, ho notato che così come per l'utilizzo del contagocce anche in questa situazione i bambini si sono confrontati tra loro per capire meglio in che modo potevano sentire la vibrazione e a quale distanza. Con non poche difficoltà, iniziano a provare quanto gli avevo suggerito, anche se non risulta essere immediatamente realizzabile tale movimento poiché molti finiscono per toccarlo. Ho potuto osservare che ai bambini risultava difficile considerare il punto giusto in cui potevano sentire la vibrazione senza però fermarla. Infatti, qualcuno di loro ha provato diverse volte prima di riuscirci, nel mentre gli altri attorno al banco hanno atteso che i che i compagni terminassero i loro tentativi. I bambini hanno chiesto di ripetere quest'azione diverse volte in quanto erano

rimasti molto colpiti dalla sensazione che hanno provato avvicinando il dito al diapason in vibrazione. Dopo aver terminato, proseguo chiedendo ai bambini di ritornare ai propri posti per potere osservare meglio il prossimo esperimento. Allora gli dico che avrebbero osservato la propagazione delle onde nell'acqua a partire dalla vibrazione del diapason. Dunque, colpendo con il martelletto il diapason e ponendolo immediatamente nell'acqua i bambini avrebbero potuto osservare le onde formatesi. Gli alunni dopo aver osservato restano meravigliati e le loro parole più frequenti durante questa fase sono state: "Wow, davvero, che bello!". I bambini restano incantati per diversi minuti ad osservarmi mentre ripetevo l'esperimento.



Figura 55: i bambini si avvicinano al banco per osservare le onde che si propagano nell'acqua mediante la vibrazione del diapason



Figura 56: i bambini osservano la vibrazione del diapason nell'acqua

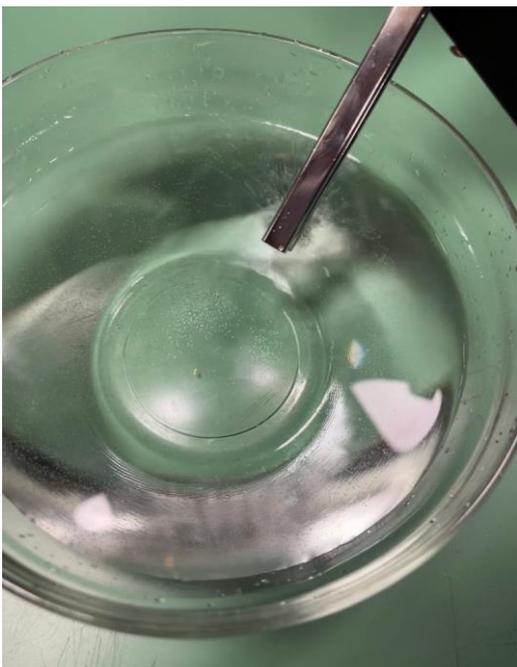


Figura 57: il recipiente con l'acqua e le onde formate dalla vibrazione del diapason

La docente di classe nell'ascoltare le varie esclamazioni dei bambini si alza e si avvicina al centro dell'aula dove si stava ripetendo più volte l'esperimento, incuriosita dalle reazioni dei suoi alunni. Chiede: *“La vibrazione fa suonare l'acqua?”*.

I bambini in coro: “Maestra si vedono queste increspature dell’acqua quando la maestra Alessia avvicina il diapason all’acqua”.

E. dice: “Sembravano delle onde piccole a cerchio che vibravano”.

F. dice: “Quando metti il diapason che vibra in acqua questo forma tante onde minuscole”.

La docente non riesce a vedere bene ad occhio nudo quanto si verifica sulla superficie dell’acqua e i bambini proseguono, descrivendo ciò che loro osservavano.

F. dice: “Si creano delle onde minuscole maestra Angelica, tutte intorno al diapason”.

Successivamente chiedo ai bambini di rimanere in piedi attorno al banco dove si trovano i due diapason in quanto farò un ulteriore esperimento servendomi però di entrambi. Quindi dico: “Vogliamo osservare quello che accade quando dò un impulso ad uno dei due diapason, tenendoli entrambi sul banco a pochi centimetri di distanza”.

Così, iniziò a realizzare l’esperimento, i bambini nel mentre reagiscono urlando ad unisono: “No vabbè maestra, non ci stiamo credendo, che bello!”.

Proseguo, chiedendo: “*Cosa si è verificato, secondo voi?*”.

F. dice: “È come se fossero collegati, il suono passa dal primo al secondo”.

G. dice: “È come se tipo sono collegati”.

L. dice: “Il suono è molto forte maestra perché sono collegati”.

M. chiede: “Maestra ma se dai un colpo all’altro diapason accade la stessa cosa?”.

Rispondo: “Proviamo!”.



Figura 58: esperimento della risonanza acustica

Dopo aver dato un colpo all'altro diapason i bambini affermano: "Si è la stessa cosa, è uguale a ciò che è successo prima".

M. di nuovo: "Quando tu suoni uno di quelli e come fosse tipo il botto e il suo suono dà un po' d'aria e come fosse tipo un trasporto".

B. dice: "Per me è come se quando tu clicchi il primo diapason quello suona e manda un'onda d'urto e come se avessi cliccato anche l'altro e perciò suonano insieme".

A questo punto mi chiedono di provare a realizzare l'esperimento singolarmente e perciò gli chiedo di disporsi in ordine per poi provare. Una delle maggiori difficoltà che hanno incontrato è stata quella di individuare il punto in cui il diapason avrebbe vibrato dopo averlo colpito con il martelletto. Infatti più volte mi chiedono di riprovare poiché non si era verificato ciò che loro si aspettavano. Dopodiché L mi chiede: "Ma se provassimo ad unire i due diapason, cioè facendo in modo che non ci siano aperture tra di loro, cosa accadrebbe?".

Io rispondo: "Bambini come al solito, proviamo, vediamo cosa si verifica".

Quindi unisco i due diapason uno di fronte all'altro e colpisco uno dei due con il martelletto. *“Cosa abbiamo notato?”*.

F. dice:” Il suono è minore perché non c'è un foro d'aria”.

A tal proposito chiedo ai bambini di osservare cosa si verifica quando metto in vibrazione uno dei due diapason che si trova sul banco. Una volta partita la vibrazione del primo diapason grazie all'impulso da me datogli tramite il martelletto, lo alzo dal banco e blocca la sua vibrazione con la mano.

In questo caso chiedo ai bambini: *“Cosa accade al secondo diapason?”*.

B. dice: “Maestra hai dato un impulso al primo diapason poi lo hai tolto e il secondo ha continuato a suonare comunque”.

F. suggerisce: “È come se tu trasportassi il suono all'altro diapason”.

L. dice: “È come se fossero collegati e quindi quando tu usi il martelletto e il diapason suona questi si collegano subito ed è come se fossero due gemelli, se ne togli uno l'altro è più debole”.

M. dice: “Dando l'impulso ad uno dei due diapason e in pratica quando tu ne levi uno si sente ma molto debole perché e come se li collegassi e poi dopo bloccassi questo collegamento”.

Intervengo chiedendo ai bambini di ascoltare e notare le possibili differenze dei suoni prodotti nei due diversi casi. Nel primo caso cioè quando i due diapason si trovano entrambi sul banco ad una breve distanza e messo in vibrazione, uno dei due farà risuonare anche l'altro. Nel secondo caso, invece i due diapason si trovano entrambi sul banco ad una breve distanza ed entrambi vibrano, quindi la situazione appare la medesima del primo caso, fino a quando alzo uno dei due diapason e blocco la vibrazione con la mano.

F. dice: “Quando diamo l'impulso al diapason con il martelletto, questo fa rumore e se togli l'altro il suono prodotto è ancora più forte”.

Chiedo agli altri se sono d'accordo con questa citazione.

L. interviene: “Maestra secondo me, quando togli uno dei due diapason il suono che continua nell’altro diapason è più debole rispetto a quando risuonano insieme sul banco”. Infine, chiedo ai bambini di osservare cosa si è verificato quando ho messo in vibrazione uno dei due diapason ma questo non era attaccato alla cassa di legno, cioè alla cassa di risonanza.

“Cosa notiamo?”.

I. dice: “Non si sente il suono”.

F. dice: “Possiamo notare la vibrazione ma il suono non si sente proprio”.

E. dice: “A differenza di quando vibra sulla cassa di legno, produce un suono invece questo caso non si sente”.

“Secondo voi a cosa serve la cassa di legno che sta sotto al diapason?”.

M. prosegue: “Rende il suono più forte”.

L. dice: “La cassa di legno portando l’aria fa sentire il suono”.

A questo punto una bambina mi chiede: *“Ma sono uguali i due diapason perciò succede questo, cioè che suonano insieme anche quando blocchi uno dei due?”.*

Ringraziando la bambina per il quesito, dico ai bambini incuriositi che così come per l’esempio dei gemelli realizzato da una loro compagna, questi diapason suonano insieme perché sono uguali cioè hanno la stessa frequenza.

Prima di concludere L. mi chiede se allontanando i due diapason cioè mettendoli su due banchi diversi, una volta messo in vibrazione il primo suoni anche il secondo. Provo a realizzare l’esperimento suggeritomi dalla bambina, spostando il secondo diapason ed appoggiandolo su un altro banco, dopo aver messo in vibrazione il primo diapason. In conclusione, in bambini mi chiedono di rifare diverse volte l’esperimento perché sono rimasti molto colpiti da quello che avevano osservato.

Chiedo: *“Cosa abbiamo provato a fare?”.*

F. risponde: “Abbiamo dato un impulso al diapason e poi l’abbiamo subito allontanato dall’altro e abbiamo notato che all’inizio il suono si mantiene ancora un po’ forte e poi si inizia ad indebolire un pochino”.

G. dice: “Maestra quando facciamo suonare il diapason e poi lo spostiamo su un altro banco non fa risuonare l’altro, il suono è più debole”.

Li saluto e li ringrazio per l’attenzione che mi hanno dato in questi mesi. I bambini si sono mostrati sempre attenti e curiosi per quando concerne le attività svolte in classe durante le ore che l’istituto mi ha permesso di svolgere. Allo stesso modo ringrazio la docente che oltre ad essere presente in ogni mia attività si è resa molto disponibile per garantire una miglior riuscita di queste, supportando e rafforzando anche tali argomenti in classe durante le sue ore di scienze, ponendo particolare attenzione alle onde sonore.

CONCLUSIONI

Al termine di quest'esperienza, facendo un resoconto di quello che ho appreso durante questo periodo, posso affermare con certezza che gli anni universitari mi hanno aiutata a riconsiderare le mie attitudini in merito alle discipline scientifiche. Pertanto, sono riuscita a ripensare a tali discipline in modo positivo e propositivo e questa è stata la spinta che mi ha permesso di svolgere tale lavoro di tesi. Il fine che ho voluto perseguire è stato il medesimo per i bambini della scuola primaria. Sono partita dalle mie esperienze scolastiche e le ho considerate imprescindibili per avvicinarmi a tali materie in maniera totalmente differente rispetto a ciò che avevo vissuto sulla mia pelle. In tal senso, il presupposto dal quale è nata la mia idea, è legato alla volontà di valorizzare tali discipline nella scuola primaria e non solo. Infatti, da questo lavoro è stato possibile dedurre che è necessario un rinnovamento delle metodologie didattiche in modo da favorire la motivazione e l'interesse dei discenti al fine di apportare un cambiamento che sia realmente significativo. Questo è stato evidenziato, in primo luogo, delle Indicazioni Nazionali del 2012, dalle quali possiamo evincere che le competenze in ambito scientifico sono fondamentali per la formazione di una cittadinanza attiva e consapevole. In riferimento a ciò, è stato evidenziato anche il ruolo del laboratorio non solo come luogo fisico ma anche come spazio nel quale è possibile realizzare apprendimenti sulla base delle osservazioni, ascolto e confronto attivo. Le pratiche didattiche messe in atto durante le sperimentazioni realizzate con i bambini, hanno notevolmente influenzato l'intervento didattico e la relazione educativa in modo da favorire una riuscita migliore dello stesso. A tal proposito, grazie a ciò che ho vissuto in prima persona e alla condivisione delle esperienze raccontate dalle docenti di Bra durante il corso di autoformazione e formazione, sono riuscita a cogliere in maniera ancor più specifica il valore che assume la Fisica per la crescita dell'alunno. In quanto, essa consente al bambino di: osservare fenomeni naturali, di riflettere su questi e di descrivere i fenomeni osservati. Tutto ciò consente la creazione di un pensiero coerente che gli consente a sua volta di sviluppare autonomamente le proprie interpretazioni del mondo. Questo non solo valorizzando le metodologie didattiche attive ma anche ripensando alla formazione del docente alla luce di una professionalità che tenga conto sia del lavoro svolto praticamente con i bambini

ma anche del ruolo della ricerca-azione che si caratterizza come un prerequisito necessario per ogni buon docente. In quanto in campo educativo costituisce un processo fondamentale non solo per la formazione dei docenti ma anche per l'analisi della pratica educativa ed il conseguente miglioramento. Infatti nell'ambito della ricerca-azione si materializza la necessità di cooperare con i propri colleghi per il raggiungimento di un obiettivo comune. Il continuo confronto con il gruppo di tesiste in Elementi di Fisica, è risultato in quest'ottica molto produttivo perché mi ha permesso di giungere a nuovi spunti di riflessione in merito a tematiche che in precedenza consideravo scontate. Per tali motivazioni, mi sono dedicata in questi mesi all'utilizzo di un metodo basato totalmente sull'esperienza, in quanto dagli studi svolti è emerso il valore di tale approccio. Infatti, solo a seguito di questo periodo di ricerca è stato possibile giungere a delle conclusioni riguardo al quesito inerente alla possibilità di insegnare Fisica concretamente nella scuola primaria. In quanto questa viene spesso reclusa in quell'ambito di discipline di cui non è semplice occuparsi con i bambini. Ma la domanda che mi sono posta guarda con attenzione al ruolo del docente.

Se da un lato, il crescente interesse per le attività scientifiche per i bambini molto piccoli, è oggi giorno oggetto di dibattiti, allo stesso modo la preoccupazione per le prime esperienze nelle scienze fisiche risulta essere pressante e motivata. Alla luce di tale preoccupazione, l'idea che i bambini debbano semplicemente partecipare ad attività interessanti o che in generale arricchiscono il loro bagaglio esperienziale, va riconsiderata. Premesso che la costruzione del sapere scientifico comporta la costruzione di relazioni tra concetti e idee, e presuppone curiosità e immaginazione affettiva, le storie scientifiche con un contenuto scientifico che cattura l'immaginazione del bambino e le attività che coinvolgono il movimento degli oggetti sembrano essere pedagogicamente più appropriate di altre attività. Per tale ragione, dovrebbero avere la priorità nel curriculum. L'apprendimento delle discipline scientifiche si propone, infatti, di formare il pensiero del bambino e dell'adolescente nei suoi diversi aspetti: intuitivo, deduttivo, di controllo, di immaginazione e di progettazione. Durante l'apprendimento di questa materia vengono sviluppate specifiche competenze che entrano in gioco quando un soggetto si trova ad affrontare un problema. Spesso, però, bisogna considerare che il docente viene lasciato solo dinanzi al problema della formazione scientifica, in quanto i corsi di preparazione che vengono attuati non presentano percorsi sperimentali per

l'insegnamento di queste materie, quindi questo tipo di preparazione caratterizza solo il periodo universitario in cui i futuri potranno porre attenzione al ruolo della didattica sperimentale.

In quest'ambito durante la sperimentazione diretta, gli alunni hanno elaborato nuove conoscenze, partendo da qualcosa che per loro fosse in qualche modo familiare come le onde del mare. Infatti, la discussione in classe si è basata inizialmente proprio sulle loro esperienze al mare e con le onde. A tal proposito, la sperimentazione, l'esperienza diretta, l'interazione con i compagni e la cooperazione, hanno rappresentato una parte integrante del nucleo metodologico delle proposte didattiche, non dimenticando l'importanza del disegno come strumento utile non solo al discente ma anche al docente, che si è configurato come un vero e proprio artefatto cognitivo nel quale l'intenzionalità del gesto costituisce una caratteristica imprescindibile per una buona riuscita del medesimo. Le attività di ricerca che ho deciso di realizzare riguardano le onde e suoi molteplici aspetti, naturalmente è stato fondamentale il lavoro di riflessione sulle conoscenze in merito a tale argomento e talvolta è risultato utile approfondire alcune tematiche in modo da poter dare significato alle relative conoscenze.

Inoltre, dato il tempo a disposizione per la realizzazione delle attività sperimentali, i feedback ricevuti non sono risultati sufficienti per una vera e propria valutazione, ciò nonostante l'osservazione dei bambini e la conseguente documentazione del materiale mi ha consentito di realizzare una valutazione in itinere. Nonostante ciò, posso affermare che l'andamento complessivo delle sperimentazioni è stato molto positivo, in quanto gli alunni si sono mostrati sin dal primo momento entusiasti ed interessati agli argomenti trattati. Infatti la loro motivazione era visibile sin dai primi momenti in cui ho spiegato loro cosa avremmo fatto insieme. Allo stesso modo le docenti di classe e in particolar modo la docente di Matematica e Scienze, mi hanno consentito un miglior inserimento nel contesto classe. Una delle cose che mi ha maggiormente colpita è stata quella di percepire l'entusiasmo di ogni bambino durante le attività svolte insieme. Dunque, in riferimento a tali premesse, quest'esperienza mi ha arricchito non solo dal punto di vista formativo in quanto mi ha consentito una concreta crescita a livello formativo ma anche a livello affettivo. Pertanto, considero questi mesi una base solida per quanto riguarda la mia attività professionale in quanto mi hanno permesso di mettere in atto praticamente le conoscenze e nozioni apprese durante il quinquennio universitario. Ciò, mi ha resa

maggiormente consapevole della docente che vorrò essere in futuro e delle metodologie e risorse che vorrò utilizzare per far avvicinare gli alunni all'ambito scientifico e per far sì che i bambini non lo considerino troppo "complicato" da loro. Mi ha particolarmente colpito il fatto che anche chi generalmente presentava delle difficoltà nell'apprendimento e un livello d'attenzione molto basso, è riuscito ad impegnarsi attivamente, proponendo numerose ipotesi ed idee in merito alle attività. Per questo motivo, le sperimentazioni realizzate in classe con gli alunni hanno evidenziato il valore, già emblematico, della didattica laboratoriale e del cooperative learning. La visione, durante le varie attività sperimentali, delle Applet visibili sulla LIM dell'aula hanno consentito ai bambini di osservare "praticamente" molte delle situazioni di cui abbiamo discusso oralmente, pertanto i bambini dinanzi a tali rappresentazioni sono rimasti incantati e piacevolmente colpiti, chiedendomi talvolta di rivedere gli esperimenti. Da qui si evince il ruolo attivo dei mediatori didattici attivo come gli esperimenti e iconici, i quali fanno ricorso alla rappresentazione del linguaggio iconico. L'osservazione e la documentazione di ciò che è stato realizzato in questi mesi con i bambini costituisce parte centrale del lavoro di tesi svolto, senza di esse, ciò sarebbe stato impossibile, quindi il valore di queste due fasi nel processo di ricerca-azione ha un valore emblematico, così come è stato evidenziato nel primo capitolo. Infine, l'apprendimento essendo una pratica "situata", necessita da parte del docente di una capacità interpretativa del contesto e l'abilità di saperlo leggere al fine di individuare le problematiche anche se non esplicitate, pertanto è necessario che il docente sappia modellare l'agire didattico sulla base delle richieste dell'ambiente in cui si realizza. In conclusione, durante questo lavoro di tesi ho realizzato che essere un buon docente non vuol dire semplicemente trasmettere informazioni e competenze ai propri discenti in quanto questo appare scontato, ma deve mantenere vivo il desiderio di sapere e di interrogarsi.

BIBLIOGRAFIA

- Appleton K., *Elementary science teaching*, in “Handbook of Research on Science Education”, Routledge, Londra, 2007
- Balzano E., Cuomo F., Minichini C., Serpico M., *Communities of practice and continuous teacher professional development: Findings from eight case studies*, Università degli Studi di Napoli, Napoli, 2013
- Banzato M., Minello R., *Imparare insieme: laboratorio di didattica dell'apprendimento cooperativo*, Armando Editore, Roma, 2002
- Barbier R., *La ricerca – azione*, Armando Editore, Roma, 2007
- Braga P., Tosi P., *L'osservazione*, in Mantovani S. (a cura di), *La ricerca sul campo in educazione. I metodi qualitativi*, Bruno Mondadori, Milano, 1995
- Cleaver S., Detrich R., States J., *Overview of Teacher Preparation*, The Wing Institute, Oakland, 2020
- Dewey J., *Democrazia ed educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1965

- Dewey J., *Esperienza e educazione*, Raffaello Cortina Editori, Milano, 2014
- Dewey J., *Il mio credo pedagogico. Antologia di scritti sull'educazione*, La Nuova Italia, Firenze, 1999
- Di Cacchio C., *Indagine OCSE-Pisa 2015: i risultati degli studenti italiani in scienze, matematica e lettura*, OCSE, Pisa, 2015
- Di Nubila R., Fedeli M., *L'esperienza: quando diventa fattore di formazione e di sviluppo: dall'opera di David A. Kolb alle attuali metodologie experiential learning*, Pensa Multimedia, Lecce, 2010
- Dunst C.J., Dcborah W.H., Howse R.B., Wilkie H., Annas K., *Research synthesis of meta-analyses of preservice teacher preparation practices in Higher Education*", Canadian Center of Science and Education, Ontario, 2020
- Elliot J., Giordan A., Scurati C., *La ricerca-azione: metodi, strumenti e casi*, Bollati Boringhieri, Torino, 1994
- Galetto C., *Fare scienza nella scuola dell'infanzia*, in Mazzoli P., *Capire si può: educazione matematica e scientifica*, Carocci Editore, Roma, 2005
- Guidoni, P., *Re-Thinking Physics for Teaching: Some research problems*, in Redish E.F., Vicentini M. (a cura di), *Research on Physics Education*, Società Italiana di Fisica, Bologna, 2004
- Hattie J., *A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*, Routledge, New York, 2009
- Indicazioni nazionali per il curricolo della scuola dell'infanzia e del primo ciclo di istruzione*, Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, 2012
- Kemmis S., *Action Research in Retrospect and Prospect*, Australian Association for Research in Education, Melbourne, 1980
- Lewin K., *Teoria e sperimentazione in psicologia sociale*, Il Mulino, Bologna, 1972
- Morin E., *Le vie della complessità*, in Bocchi G., Ceruti M., (a cura di), *La sfida della complessità*, Feltrinelli, Milano, 1985, pp. 49-60
- National Research Council, *A Framework for K–12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept and Core Ideas*, National Academies Press, Washington, 2012
- Nicolli S., *Documentare la scuola: pensieri guida*, in Nicolli S. (a cura di), *Narrare la scuola: insegnanti riflessivi e documentazione didattica*, Asterios Editore, Trieste, 2018

- Ozdemir, G., Clark D.B., *An Overview of Conceptual Change Theories*, in “Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education”, Vol. 3, Modestum, Belgrado, 2007
- Pfeiffer J.W., *A Handbook of structured experiences for human relations training*, Vol. 8, Pfeiffer & Co, 1973
- Piaget J., *Lo sviluppo mentale del bambino e altri studi di psicologia*, Einaudi, Torino, 2000
- Pozzo G., *L'osservazione: uno strumento per conoscere cosa succede in classe*, Università per Stranieri, Perugia, 2008
- Santi M., Zorzi E., *L'improvvisazione tra metodo e atteggiamento: potenzialità didattiche per l'educazione di oggi e di domani*, in “Itinera: rivista di filosofia e di teoria delle arti”, Vol. 10, Milano, 2015
- Venuti P., *L'osservazione del comportamento: ricerca psicologica e pratica clinica*, Carocci Editore, Roma, 2001
- Norman D.A., *Le cose che ci fanno intelligenti. Il posto della tecnologia nel mondo dell'uomo*, Feltrinelli, Milano, 1995
- Hewitt P. *Elementi di fisica*, Zanichelli, Bologna, 1991
- Zanoli S., *Aliante il volo della scienza*, Mondadori Scuola, Milano, 201

SITOGRAFIA:

http://static.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808937391_04_CAP.pdf

<https://www.treccani.it/vocabolario/documentare/>

<https://www.rivisteweb.it/doi/10.1449/95806>

<https://www.miur.gov.it/corsi-di-formazione-per-docenti>

<https://www.treccani.it/vocabolario/esperienza/>

https://www.miur.gov.it/documents/20182/706750/palermo_15-11-2018-

[didattica_laboratoriale.pdf/50fdb585-5e5e-47a1-8ccc-](https://www.miur.gov.it/documents/20182/706750/palermo_15-11-2018-didattica_laboratoriale.pdf/50fdb585-5e5e-47a1-8ccc-)

[264354ce4d35#:~:text=La%20%E2%80%9Cdidattica%20laboratoriale%E2%80%9D%](https://www.miur.gov.it/documents/20182/706750/palermo_15-11-2018-didattica_laboratoriale.pdf/50fdb585-5e5e-47a1-8ccc-264354ce4d35#:~:text=La%20%E2%80%9Cdidattica%20laboratoriale%E2%80%9D%20comprende%20qualsiasi,la%20realizzazione%20di%20un%20progetto)

[20comprende%20qualsiasi,la%20realizzazione%20di%20un%20progetto](https://www.miur.gov.it/documents/20182/706750/palermo_15-11-2018-didattica_laboratoriale.pdf/50fdb585-5e5e-47a1-8ccc-264354ce4d35#:~:text=La%20%E2%80%9Cdidattica%20laboratoriale%E2%80%9D%20comprende%20qualsiasi,la%20realizzazione%20di%20un%20progetto)

<https://www.indire.it/linea-di-ricerca/didattica-laboratoriale-ed-innovazione-del->

[curricolo-nellarea-scientifica-stem/](https://www.indire.it/linea-di-ricerca/didattica-laboratoriale-ed-innovazione-del-curricolo-nellarea-scientifica-stem/)

<https://www.andreaminini.org/fisica/onda/>

<https://phet.colorado.edu/it/simulations/wave-on-a-string>

<https://online.scuola.zanichelli.it/amaldi>

[files/Cap_16/OndeStazionarie_Cap16_Par4_Amaldi.pdf](https://online.scuola.zanichelli.it/amaldi/files/Cap_16/OndeStazionarie_Cap16_Par4_Amaldi.pdf)

<https://www.chimica-online.it/fisica/onda-armonica.htm>

<https://www.internationalacoustic.com/it/intensita-sonora-e-percezione-del-suono/>
<https://online.scuola.zanichelli.it/amaldi->

[files/Cap_16/Risonanza_Cap16_Par3_Amaldi.pdf](https://online.scuola.zanichelli.it/amaldi-files/Cap_16/Risonanza_Cap16_Par3_Amaldi.pdf)

<https://medium.com/swlh/margaret-watts-hughes-and-the-shape-of-the-human-voice-d9f1a023c0c1>

https://staticmy.zanichelli.it/catalogo/assets/9788808935151_04_CAP.pdf