



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

ATTIVITÀ CON MACCHINE E MECCANISMI
NELLA SCUOLA PRIMARIA.

Relatore
Prof: Emilio Balzano

Candidato: Macolino Teresa
Matricola: 208003110

Anno accademico 2020/21

INTRODUZIONE.....	5
CAPITOLO 1: COME POTER INSEGNARE LE SCIENZE?	8
CAPITOLO 2: LO STORY-TELLING E LA DIDATTICA LABORATORIALE.....	20
2.1 LA NARRAZIONE A SUPPORTO DELL' APPRENDIMENTO: MOTIVAZIONI.	20
2.2 PARTE PRIMA: IL PRIMO GIORNO DELLA MAESTRA SOFIA.	22
2.3 PARTE SECONDA: LA SECONDA LETTERA.	24
2.4 PARTE TERZA: AMALFI	26
2.5 PARTE QUARTA: ERRORE.	28
2.6 PARTE QUINTA: NORVEGIA.	30
2.7 PARTE SESTA: L' AURORA	33
2.8 PARTE SETTIMA: RITORNO A CASA.	34
2.9 APPRENDIMENTO COOPERATIVO E DIDATTICA LABORATORIALE.....	38
CAPITOLO 3: PROGETTAZIONE.....	40
3.1 PREMESSA.	40
3.2 FLUIDI.	42
3.3 LEGGE DI STEVINO.	44
3.4 SPINTA DI ARCHIMEDE.	47
3.5 PRINCIPIO DI PASCAL.....	50
3.6: TEMPERATURA E CALORE.	55
3.7 DILATAZIONE TERMICA NEI LIQUIDI.	57
3.8 DILATAZIONE TERMICA DEI GAS.	60
3.9 CENNI SUI PASSAGGI DI STATO.....	66
CAPITOLO 4: SPERIMENTAZIONE E FEEDBACK.	74
4.1 PREMESSA.	74
4.2: PRIMO INCONTRO.	76
4.3 SECONDO INCONTRO.....	82
4.4 TERZO INCONTRO.	88
4.5: QUARTO INCONTRO.	95
4.6: QUINTO INCONTRO.	103
4.7: OSSERVAZIONI FINALI.	108
4.8: FEEDBACK.....	109
CONCLUSIONI.	117
APPENDICE.....	122
BIBLIOGRAFIA.....	129
SITOGRAFIA.	129
RINGRAZIAMENTI.	131

Introduzione.

La volontà di avvicinarmi alla tematica di macchine e meccanismi è arrivata dopo essermi posta una domanda: “Quale sarebbe stato, da bambina, un modo efficace per farmi amare maggiormente le materie scientifiche? Cosa avrebbe potuto appassionarmi?”

Da bambina ero una di quelle che le amava o che riusciva a capirle dopo una lettura del testo, e a mio tempo, anche io avrei avuto bisogno di un qualcosa di più. Sicuramente il mio rapporto con queste ultime sarebbe stato differente, ed è stato anche un po' questo il motivo che mi ha spinto a sfidare me stessa e scegliere questo come argomento della mia tesi.

Ho poi generalizzato e pensato alla voglia di fare che accomuna i bambini, di sperimentare, di costruire, di dimostrare che anche loro sono in grado di realizzare le stesse cose degli adulti. E poi la soddisfazione che scaturisce nel momento in cui le cose realizzate effettivamente funzionano, capire il motivo perché lo fanno, lavorare insieme e condividere i risultati del loro lavoro.

Quindi un riferimento potrebbe essere considerato il *learning by doing*, per il quale lo studio teorico dovrebbe avere un riscontro di tipo pratico affinché possa avvenire una comprensione autentica dei fatti, imparando dall'esperienza stessa.

“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”¹

Queste sono state le motivazioni che mi hanno spinto ad avvicinarmi a questa tematica, nonostante alcune delle costruzioni non siano state semplicissime nella loro realizzazione o nella loro comprensione, penso si siano rivelate essere ancora più gratificanti una volta concluse.

Il primo capitolo della tesi è dedicato all'esplicazione di alcuni modi per poter intendere la didattica delle scienze, suggeriti dagli illustri docenti Jon

¹ J. Dewey, *Democrazia ed educazione*, La Nuova Italia.

Ogborn e Paolo Guidoni. Attraverso la lettura di due dei loro articoli, sono riuscita a farmi un'idea su come un'azione didattica potrebbe essere condotta in maniera efficace, enfatizzando sull'importanza del linguaggio, dell'immaginazione e del senso comune, ovvero quelle conoscenze inconsapevoli che sono insite del nostro modo di essere e di approcciarci alle cose. Ho cercato di trasmettere quanto io ho capito e ritenuto importante, il modo di declinare quelle idee alle mie esperienze passate e anche a quelle che porterò avanti durante la mia futura professione.

Nel secondo capitolo verranno riportate le storie che ho inventato affinché le varie attività proposte potessero essere tutte ricollegate allo stesso tessuto narrativo e poter essere proposte in maniera più coerente tra loro. Verrà fatto un breve cappello introduttivo sull'importanza della narrazione durante le pratiche didattiche, sia in maniera diretta che indiretta. Diretta è quella utilizzata nei momenti di lezione frontale, quando si narrano fatti, formule, modi di intendere; indiretta è quella utilizzata per stimolare la fantasia, la curiosità di scoprire, quella che utilizza la mente creativa dei bambini per spingerli a creare altro. L'ultimo paragrafo è quello in cui sarà fatto un brevissimo excursus sulle metodologie didattiche a cui sento di essermi ispirata durante la progettazione: ovvero quelle inerenti ad una didattica laboratoriale di tipo cooperativo e collaborativo.

Il terzo capito è quello che riguarda la progettazione che ho portato poi in aula, all'inizio della stesura della tesi il suo destino era ancora incerto a causa delle diverse restrizioni: riuscirò a sperimentare? Nel dubbio, ogni esperimento che intendevo proporre è stato realizzato prima da me, ho documentato i diversi procedimenti, così nel caso peggiore avrei avuto a disposizione quegli elementi per fornire un'idea di quanto si sarebbe dovuto andare a fare o eventualmente utilizzarli come modelli durante una possibile didattica a distanza.

Fortunatamente, sono riuscita a creare anche un capitolo quattro, che è quello che più ho amato scrivere, in cui sono riportate, in tutta la loro ricchezza, le diverse attività portate a termine nella 4C dell'Istituto Comprensivo Porchiano-Bordiga.

Il cammino che mi ha portata a concludere la stesura della tesi è stato fatto di continui scambi reciproci, grazie all'opportunità di incontro virtuale che abbiamo potuto portare avanti su diverse piattaforme tra noi "tesiste", nonché l'ascolto dei diversi progetti portati avanti da docenti di varie scuole durante alcuni incontri di formazione docente.

Capitolo 1: Come poter insegnare le scienze?

La conoscenza scientifica, e di conseguenza il modo per insegnarla, potrebbe essere considerata in una prospettiva cosmopolita, nella misura in cui essa nasce da uno scontro e incontro di idee e immaginazioni che devono integrarsi in modo da trovare la più valida tra le soluzioni per un dato problema.

Educazione scientifica è saper collaborare con gli altri e al contempo valorizzare la propria autonomia sfruttando gli strumenti culturali che ci vengono forniti del corso della nostra formazione, allora io mi chiedo: non è anche quello che dovrebbe essere richiesto ad un buon cittadino?

La conoscenza del mondo naturale, il perché accade qualcosa, scoprire come le nostre idee potrebbero non essere vere, e riuscire anche a dimostrarlo, capire che non tutto quello che può essere immaginato corrisponde necessariamente alla realtà dei fatti, non potrebbe essere considerato come un modo per imparare a stare in mezzo agli altri?

O, ancora, lo studio delle variabili degli aspetti del mondo e delle loro relazioni caratterizzate da diversità e cambiamenti, il tipo di ragionamento che da esso può derivare, non può essere spendibile in diversi ambiti della vita sociale?

È oramai dimostrato come la mancanza di stimoli culturali adeguati, sia le rigidità di alcuni schemi possano andare a soffocare le potenzialità di sviluppo autonomo e creatività del pensiero.

Questa è una situazione comune in zone con tenore di vita medio-basso, nelle quali la scuola, l'istruzione in generale vengono private del loro valore e considerate come un obbligo da dover estinguere; questa visione viene spesso assecondata passivamente anche all'interno delle scuole in cui i docenti spesso danno priorità al mantenere l'ordine piuttosto che cercare di trasmettere effettivamente quanto dovuto ai loro studenti.

La cultura è complessa e collega tutti i modi di pensare affinché possano essere sperimentati, ma nel momento in cui viene svalutata verrà a limitarsi anche il pensiero immaginativo e la voglia di conoscere quello che ci circonda.

Questo va a sfavore della conoscenza scientifica in quanto generata da un processo sociale finalizzato ad eliminare qualsiasi tipo di spiegazione alternativa rispetto a quella corretta; queste strutture sociali si sono evolute nel tempo e riflettono le possibilità e le strutture della società in cui si evolvono.

Ho potuto partecipare direttamente a questo tipo di processo, sia direttamente che indirettamente, grazie alla possibilità avuta di partecipare alla formazione docente, tenuta dal professore Emilio Balzano che ha creato al contempo uno spazio virtuale per noi tesiste in cui incontrarci e confrontarci.

Sono state due esperienze diverse seppur tra loro collegate, la formazione docente mi ha dato la possibilità di osservare il modo di interagire tra loro di insegnanti esperti, il loro modo di accogliere le idee da poter attuare nelle loro classi, i loro ragionamenti su come amalgamarli alle loro comuni pratiche didattiche in modo che siano a queste collegate e possano in questo modo assumere significato.

Sono stati tanti piccoli elementi che passano lì per lì inosservati ma che poi nel momento di rilettura degli appunti presi, acquistano di un nuovo significato ricollegandoli poi alle tante esperienze in cui sono spendibili.

Inoltre, periodicamente sono stati svolti degli incontri dedicati a noi tesiste, sulla piattaforma di Google Meet, i quali hanno svolto la funzione di un'agorà virtuale.

Ognuna di noi ha potuto raccontare lo stato di avanzamento della propria tesi, e ha potuto beneficiare dei consigli spesi anche per altre per andare ad arricchire la propria progettazione.

È stato molto interessante e penso sia stato anche molto utile per aiutarci ad uscire da una dimensione egocentrica, capire che ci sono altre tesiste ad avere i nostri stessi problemi e ad averne testimonianza, arricchendoci ascoltando il modo in cui uno stesso argomento può essere pensato, rielaborato, capito e soprattutto i diversi modi poi per proporlo ed insegnarlo.

Inoltre, dalla nostra *classroom* digitale abbiamo potuto condividere materiali di diversa natura e ricevere articoli utili al completamento della

scrittura delle tesi; molto spesso, noi tesiste ci siamo scambiate consigli su come andare avanti e risolto reciproci dubbi.

È stato un momento di incontro reso possibile grazie alla recente scoperta delle diverse piattaforme di incontro virtuale; diversamente credo che la lontananza avrebbe ostacolato i diversi spostamenti di fatto impedendo lo svolgersi di questi momenti.

La presa di coscienza della specificità di ciascuna persona e al contempo della somiglianza di ognuno serve alla formazione di un patrimonio culturale generalmente condiviso che possa valorizzare i diversi modi di guardare, di agire, di pensare e al contempo generale delle regole condivise che diventano in questo caso gli strumenti per dare forma alle motivazioni di vita.

Le strutture sociali nelle scienze hanno raggiunto questa connotazione a seguito dell'industrializzazione prima e della globalizzazione dopo, e bisogna specificare come il successo nei processi scientifici sia una conquista storica contingente, avvenuto a seguito di una certezza pratica, dopo cioè aver esaminato ed eliminato tutte le altre possibili soluzioni.

È sicuramente vero che l'insegnamento delle scienze dovrebbe essere in ogni caso immesso in un curriculum che tenga conto dei suoi aspetti trasversali e verticali e in questa prospettiva io penso che un suo corretto insegnamento, possa aiutare, nella sua contaminazione con tutte le altre possibili discipline a creare una forma mentis aperta all'altro, alla ricerca e alla curiosità di capire andando in qualche modo a sopperire a questa passività in ambito sociale che ci sta iniziando a contraddistinguere.

Dovrebbero essere anche chiariti degli obiettivi da raggiungere a livello adulto, con il coinvolgimento di cooperazione anche esterne alle scuole.

Inoltre, affinché le scienze non vengano alienate, e considerate come delle semplici speculazioni è necessario che esista un rapporto diretto ed empatico con le forme della realtà a cui si riferiscono.

Il processo di insegnamento deve far riferimento ad un know-how teorico abbinato ad uno di tipo pratico, affinché gli studenti possano portare avanti delle esperienze così da poter osservare le cose così come sono, e al contempo è importante che questa sia accompagnata da un'attività mentale.

L'apprendimento deve scoprire e capire quello che altri hanno pensato, come stanno le cose, come sono state scoperte raccontando al contempo il lungo lavoro di verifica cooperativa di eliminazione delle alternative.

Il know how-teorico fornisce gli strumenti per accedere al pensiero scientifico, per scoprire modi di risoluzione dei problemi.

La didattica delle scienze deve far sì che questi elementi vengano presentati in maniera accessibile e intrigante: questo processo risulta essere sicuramente più semplice con l'avvento delle nuove tecnologie che permettono di giocare con la teoria, di plasmarla e testarne i limiti di veridicità.

Di questo ne abbiamo avuto un'importante testimonianza durante il periodo della didattica a distanza, grazie alla quale si è stati costretti ad utilizzare molte delle risorse tecnologiche fin ad allora adesso sfruttate solo parzialmente o del tutto ignorate; questa nuova conquista dovrebbe a questo punto essere difesa e introdotta a integrazione della comune pratica didattica.

Ogni insegnamento passa attraverso una narrazione, introduttiva o esplicativa che sia, e dunque attraverso un uso cruciale della lingua che aiuta ad appropriarsi dei significati profondi dei costrutti concettuali in generale e di quelli scientifici in particolare.

Il linguaggio viene utilizzato in svariati modi e in particolare per portare alla memoria le nostre conoscenze, per esprimere opinioni e persuadere l'altro della loro veridicità, giuste o sbagliate che siano non importa quando lo scopo è quello di convincere; come il ragionamento, il linguaggio è fondato su un senso comune creativo.

Per senso comune intendiamo quella conoscenza quotidiana, frutto dell'inculturazione di ognuno che spesso viene introdotta inconsciamente nelle scuole, nelle pratiche didattiche e che vanno ad influenzare le credenze e dunque il modo di approcciarsi alle diverse discipline "la matematica è difficile, non la potrò mai capire", nonché al modo di rispondere alle pratiche didattiche.

Guardando il mondo da una prospettiva del senso comune ci si ferma a ciò che è ovvio, si fa generalmente riferimento ad obiettivi pragmatici immediati con lo scopo di capire il "qui e ora" per agire sul contesto ma è

anche intrinsecamente creativo, in quanto funziona su eventi immaginati andando a creare nuove entità ed eventi che potrebbero aiutare nella comprensione.

A parlarci di senso comune è il professore Jon Ogborn, il quale ha affermato in uno dei suoi articoli come esso faccia riferimento al sistema di fatti che noi assumiamo siano veri su come funziona il mondo.

Quando si impara un sistema fisico, le conoscenze derivanti da questo si amalgamano con le conoscenze di senso coerente.

Ovvero, il senso comune, le conoscenze acquisite dalle esperienze quotidiane o dall'inculturazione coesistono con quelle acquisite a seguito dello studio sul mondo.

Non si può sradicare un'idea sbagliata, si potrebbe causare in questa maniera la crisi di una persona, ma bisogna rivisitare il senso comune adoperando dei cambiamenti rimanendo consapevoli della sua coerenza esterna.

Il linguaggio viene utilizzato per ricordare, per formulare idee e per immaginare, in particolare, l'immaginazione si è rivelata essere molto importante per la comprensione della realtà, tuttavia essa dovrebbe poi essere limitata a ciò che effettivamente potrebbe o meno accadere, deve essere validata e per farlo vi è bisogno di sperimentare affinché l'ipotesi portata avanti sia plausibile.

I risultati concreti sono quelli su cui si può far affidamento in modo sicuro per la comprensione del mondo, quello che le scienze quindi ci permettono di fare.

E le grandi innovazioni scientifiche sono state tantissime, qualcuna tesa a migliorare la nostra qualità di vita, altre a comprendere meglio il mondo che ci circonda, quasi come se fosse una speculazione di tipo filosofico, con la sola differenza che sui concetti scientifici si può fare riferimento con maggiore certezza in quanto verificabili.

Ed è su queste verifiche che ci si dovrebbe concentrare in contesto scolastico, scoprire le diverse teorie e poi al contempo sperimentarle, verificare

se è vero che quello che ci è stato tramandato sia effettivamente così: trovare quindi un connubio tra know how teorico e pratico.

È necessario andare a definire il senso e sostenere le motivazioni che spingono allo sforzo dell'apprendimento, perché chiaramente quando si impara qualcosa di nuovo non è mai così semplice, anche Gramsci affermò come il lavoro dell'apprendimento è duro, faticoso, necessita di sforzo e impegno costante.

In fondo, *“le modellizzazioni tridimensioni con materiali e oggetti vari, da collegare e integrare per tentativi fino al parziale successo cercato, dovrebbero affiancare tutti i percorsi di scienze²”*.

La trasmissione culturale è un'opera di mediazione operata da docenti, con un'appropriazione culturale a livello adulto, che devono ricercare le strategie più diversificate per declinare la propria conoscenza ad un livello che possa essere compreso, senza però operare semplificazioni eccessive o sacrificando un linguaggio specifico.

Come fare però a migliorare l'esperienza formativa? O ancora meglio a rinnovarla?

Sono convinta nella didattica sia fondamentale la parte narrativa, indipendentemente dal numero di esperienze pratiche proponibile, deve esserci ad un certo punto un momento di “spiegazione”, perché le diverse attività hanno comunque tutte lo scopo di semplificare il modo per apprendere un dato concetto, un dato evento o cosa per loro.

Bruner affermava che le storie aiutano a capire evocando e intrecciando pensiero narrativo, che va a seguire il filo della vicenda, è paradigmatico.

Anche la progettazione didattica che ho ideato prevede una serie di storie introduttive al fine di riuscire a catturare, stimolare la curiosità degli alunni e a giocare con la loro fantasia.

Queste storie saranno verosimili, in quanto andranno a descrivere il modo di costruzione di alcuni di alcuni mezzi che in ogni caso non sarebbero riproducibili nella realtà o utilizzati nella maniera descritta, sono elementi di realtà e di impossibilità che si mescolano.

²Paolo Guidoni, Raccomandazioni preliminari per la Ricerca-Azione.

La narrazione di storie può contribuire alla comprensione del significato del sapere, di conoscere quella capacità della mente di riuscire a duplicare il mondo per interpretarlo e dominarlo.

Ovviamente, le storie da sole, nel caso della conoscenza scientifica non bastano, ma c'è bisogno di altri elementi affinché possa avvenire la comprensione e l'applicazione dei concetti.

Innanzitutto, ogni esperienza dovrebbe essere immessa in una struttura concettuale di pari passo con un curriculum: -di tipo trasversale, e quindi le scienze non dovrebbero essere alienate nei confronti delle altre discipline; -e di tipo verticale che si sviluppi con lo svilupparsi degli individui.

Per il successo formativo, per lo sviluppo dell'autonomia è fondamentale integrare scienze, lingua e matematica.

La formazione scientifica aiuta a prendere atto di come il mondo e gli individui siano fatti e soprattutto di come questi siano fortemente collegati, così come collegati sono tutti gli aspetti delle scienze che spesso vengono snaturati e separati, in modo però da essere provati della loro valenza nel dare senso a situazioni concrete.

Questo fenomeno, ai fini didattici risulta essere talvolta necessario: analizzare i singoli elementi separandoli dagli altri per meglio comprenderli.

È poi anche necessario che essi al termine siano ricollegati tra loro per far anche capire come tutti i sistemi che noi creiamo in natura non esistono, in quanto ci sono molte variabili trascurabili per noi, ma che esistono.

Capire quindi la natura variegata dei fenomeni, che essi non si realizzano così come noi li pensiamo o come ci viene in maniera semplificata insegnato, che vi è sempre un coniugarsi di variabili diverse; queste sequenze di acquisizione frammentarie vanno quindi riorganizzate secondo linee continue, in funzione di uno sviluppo cognitivo e culturale.

In particolar modo, appropriazione culturale non deve significare addestramento, né il saper recitare perfettamente nozioni e formule ma riuscire a comprendere i fatti e poi dalla loro comprensione chiedersi: come fare ora a spiegarlo? Questo processo è la chiave per una comprensione articolata dei fatti insieme ai *perché*.

È essenziale evitare fenomeni di indottrinamento, l'imparare senza comprendere, sia per le conseguenze che potrebbero verificarsi sul piano sociale, come il degrado del potenziale culturale, e sia per quelle sul piano umano che avvengono ogni volta che viene meno la voglia, la motivazione di scoprire come vanno le cose.

Questo discorso può essere generalizzato, affinché non rimanga circoscritto solo a livello scientifico o scolastico.

Non è solo la mancanza di motivazione di scoprire il mondo in cui ci troviamo, che è già di per sé drammatico, ma anche al completo disinteresse per la società civile, di cui ci si sente passivi spettatori di un sistema impietoso.

La cosa più sconvolgente è che seppur pensandolo, seppur criticando questa società, l'azione più temeraria per cambiare le cose è appunto criticarla.

In ogni caso, il cammino di appropriazione è buona norma che sia progressivo, ovvero, partendo da elementi considerati da un punto di vista qualitativo per formalizzarli poi gradualmente da un punto di vista algebrico, fisico ed esperienziale.

Gli insegnanti dovrebbero poi andare a mediare tra le conoscenze comuni, quelle della loro vita quotidiana presenti nei ragazzi e dei loro ambienti di riferimento per orientarli verso un pensiero maggiormente canalizzato in un'ottica scientifica.

La cultura dovrebbe essere presentata e offerta per quello che è: una complessa e aggrovigliata interfaccia che collega tutti i possibili modi di pensare a tutti i modi di essere sperimentabili.³

La formazione culturale dovrebbe ampliare i modi di guardare al mondo, elaborare modi diversi per spiegare cosa in esso accade; i diversi approcci curriculari dovrebbero poi diramarsi di conseguenza a questi diversi approcci percettivi.

Durante la formazione di base è necessario che gli alunni entrino nel sistema scuola, che inizino a capirne le regole, ad approcciarsi con l'altro e man mano a padroneggiare un atteggiamento culturale idoneo alla varietà di

³ Paolo Guidoni, Raccomandazioni preliminari per la Ricerca-Azione.

conoscenze che permetteranno di comprendere, per quanto possibile, il mondo; a questo proposito dovrebbero gli insegnanti intervenire in un'ottica di supporto verso gli alunni e soddisfazione per la loro professione.

Specialmente quest'ultima dimensione nelle scuole non è sempre presente, ne ho avuto una chiara indicazione nell'interazione con diverse tutor in questi anni di tirocinio: spesso docenti stanchi, non gratificati e che non si sentono appagati di quello che fanno, che non sanno più nemmeno perché hanno scelto di darsi all'insegnamento e che in alcuni casi aspettano solo l'agognata pensione per uscire dal sistema scuola.

Ovviamente questo è un discorso che non può essere troppo generalizzato ma che dalle diverse testimonianze che ho ricevuto da docenti stesse o da altre mie colleghe tirocinanti penso sia una situazione abbastanza diffusa.

Il pensiero attivo è astratto, esso parte da percezioni del tutto generiche sul mondo tenendo però conto che l'interazione tra soggetti può avvenire in molti contesti.

È astratto nella misura che qualsiasi discorso sul mondo lo è, per il doversi approcciare ai diversi contesti nei quali mettere in relazione i discorsi e le azioni.

E dunque, per organizzare i diversi campi di applicazione si dovrebbe partire da una grammatica e una logica, in quanto tutti gli aspetti del pensiero sono riflessi nella lingua naturale da sviluppare e tra loro fortemente intrecciati e necessari.

Gli adulti spesso hanno difficoltà a far riferimento a gestire le situazioni in cui si fa riferimento alla vita quotidiana, nel trattarli, quando questi non sono di immediata e semplice comprensione.

Spesso lo fanno tramite una giustificazione in termini formali semplici, quindi gli aspetti logici di grammatica e sintassi, quelli matematici dell'aritmetica e geometria in quanto a partire da questi aspetti ci si avvicina a idee sull'organizzazione del mondo.

In ogni caso, affinché si possa insegnare è necessario prima conoscere ma soprattutto capire quello di cui si vuole parlare.

Mi trovo qui pienamente d'accordo con le parole di Guidoni: *“il problema è estremamente serio perché è praticamente impossibile, per chi non abbia “capito” abbastanza a fondo quello che comunque si trova ad avere “imparato”, guidare in modo credibile al capire chi si trova in condizioni di sviluppo della propria competenza culturale.”*

Quando un elemento viene compreso si sviluppa autonomia nei confronti dello stesso, questo porterà quindi ipoteticamente un insegnante a scegliere anche strade non canoniche per il suo percorso d'insegnamento, in quando non avrà bisogno di modelli fatti da altri ma potrà da solo valutare se quello che è nelle sue intenzioni sia valido e corretto nella sua struttura concettuale affinché possa essere insegnata in una maniera tale che anche altri possano capire.

Affinché questo possa avvenire è necessaria maggiore qualità nella formazione di base, la volontà di andare contro le strategie passivizzanti, di favorire l'autonomia di pensiero e di agire degli studenti, affinché nella loro futura vita civile sappiano approcciarsi alle diverse situazioni, sappiano leggerle, decifrarle e *agirle*.

Penso però che in alcuni casi, serva l'imposizione di alcune regole, senza ragionarci, perché è così e basta, è il caso ad esempio dei postulati matematici, o delle regole grammaticali e ortografiche: devono essere imparate perché utili, e qui è una questione di memoria.

Al contempo bisogna fornire una valida motivazione affinché si capisca l'importanza per la quale debbano essere imparati, la loro utilità e il modo in cui sono spendibili in un più ampio contesto.

Imparare un enunciato, una formula, affinché da queste possa essere creato altro.

Il parlare correttamente è condizione necessaria per comprendere quanto ci viene raccontato e per raccontare agli altri le nostre scoperte, per poterlo fare, c'è bisogno di conoscere *come* farlo, quindi le regole grammaticali e ortografiche e questo vale per qualsiasi lingua.

Inoltre, penso servano anche alla socializzazione, come ci si può entrare in contatto con l'altro se non ci si riesce a capire?

La lingua è necessaria alla socializzazione che è necessaria a sua volta alle personalità in formazione affinché possa essere indirizzata verso l'empatia

che rende possibile ogni rapporto umano e che permette l'appropriazione della propria cultura.

La lingua aiuta anche a mettere ordine in quello che possiamo immaginare che potrebbe avere un suo ruolo nell'insegnamento, agli alunni potrebbe essere chiesto di immaginare come può avvenire un fenomeno in qualsiasi modo possibile e poi verificare se effettivamente è possibile realizzarlo.

La scienza crea un collegamento tra quanto immaginabile e quanto reale che si dirama dal concetto che tutto può essere pensato, ma non tutto può effettivamente essere realizzato, ha sviluppato un ampio kit di strumenti e di modelli teorici, studiati in grande dettaglio, in modo che le sue risorse immaginative siano strutturate ed elaborate.

Quindi, forse bisognerebbe cercare di comprendere come si svolgono determinati eventi attraverso l'immaginazione del comportamento degli stessi, e il linguaggio poi riuscirebbe a rafforzare il loro significato facendo uso di metafore e immagini in modo tale da formare nuovi modi di immaginare.

Non è quello che succede durante l'insegnamento? La spiegazione attraverso esempi e similitudini?

Quando sospettiamo di qualcosa che ci viene detto non facciamo continui paragoni, confrontandoli con possibili esempi immaginati?

In fondo le conoscenze scientifiche che abbiamo oggi sono frutto di ciò che da circostanze contingenti nel corso della storia siamo riusciti a scoprire, e il motivo principale per cui dovrebbero essere conosciute è consentire alle persone di formare dei giudizi sul loro valore.

Queste sono in continua evoluzione, ci saranno sempre nuove ipotesi, nuovi esperimenti, nuovi modi per vedere la realtà; compito dei docenti dovrebbe essere quello di instillare dei loro alunni la voglia di conoscere, di dubitare alla maniera cartesiana.

I grandi progressi tecnologici sono la testimonianza di quanto effettivamente in là possiamo spingerci.

È sicuramente vero che non tutto quello che può essere immaginato è *fisicamente* possibile, ma se ci fosse un altro modo?

La forza di gravità non può essere sconfitta, le persone non possono volare, ed ecco che nascono però gli aerei per “risolvere” il problema.

Siamo arrivati sulla Luna, siamo arrivati su Marte, ma dove ancora possiamo arrivare?

Sicuramente non abbiamo ancora una risposta a questa domanda, ma instillare questo tipo di ambizione nelle menti dei nostri giovani alunni è sicuramente il modo giusto per scoprirlo.

Capitolo 2: Lo story-telling e la didattica laboratoriale.

2.1 La narrazione a supporto dell'apprendimento: motivazioni.

Questo capitolo nasce dall'esigenza di andare a creare un collegamento coerente tra le varie attività che intendo proporre.

L'idea di utilizzare una cornice narrativa è nata dal fatto che, essendo le attività incentrate sulla costruzione di meccanismi (come, ad esempio, una mongolfiera o una piccola barchetta a vapore) che vanno a stimolare la fantasia degli alunni.

Ho ritenuto che la cosa giusta da fare potesse essere quella di tentare di incanalare questi modi fantasiosi di pensare, sfruttandoli per riuscire ad incuriosire gli alunni e renderli maggiormente interessati a quello che si potrebbe fare a partire da alcune storie.

Ho utilizzato a questo fine la metodologia dello story-telling, con cui attraverso la narrazione di storie, da me inventate, in maniera tale da essere coerenti rispetto agli incarichi previsti dalla progettazione didattica.

Cercherò di andare a creare un tessuto interattivo in cui insieme ad elementi di comprensione del testo, si andrà a creare una base sulla quale sarà edificata l'intera progettazione, in modo tale che essa possa essere maggiormente coinvolgente.

La narrativa nella didattica è sicuramente una risorsa inestimabile, è lo stesso Gardner ad affermare come essa vada a stimolare l'utilizzo delle varie dimensioni dell'intelligenza.

D'altronde, la didattica stessa, nella sua funzione di trasmettitrice di informazioni è narrazione, di regole, fatti o eventi.

Nel mio caso, la dimensione narrativa è utilizzata come mezzo introduttivo alle diverse attività e come anello di congiunzione per le stesse.

La narrazione di storie è inoltre, una metodologia efficace affinché si possa comunicare la conoscenza e al contempo costruirla. A questo proposito Richard Restak, neurologo americano, afferma come la narrazione, al pari dell'esperienza personale vada a modificare la struttura del cervello. Le storie, intese come processo narrativo, rappresentano un medium attraverso il quale la mente umana riesce ad inquadrare e dare senso alla realtà.

“Il pensiero paradigmatico o logico scientifico persegue l’ideale di un sistema descrittivo ed esplicativo formale e matematico; esso ricorre alla categorizzazione o concettualizzazione, nonché alle operazioni attraverso le quali le categorie si costituiscono, vengono elevate a simboli, idealizzate e poste in relazione tra loro in modo da costituire un sistema.

La possibilità di svincolarsi dalla contingenza della realtà sta alla base sia del pensiero paradigmatico o logico scientifico che del pensiero narrativo⁴.”

La cornice narrativa da me ideata può essere suddivisa in due sezioni, in entrambe vengono seguite le vicende di una maestra romana, Sofia.

Nella prima parte viene raccontato il suo ingresso nella nuova scuola, l’incontro con gli alunni, la spiegazione di quello che avrebbero affrontato insieme e dei cenni alla biografia dell’insegnante con l’introduzione del personaggio di suo nonno, lo scienziato Alberto, del quale saranno riportate le lettere contenenti indicazioni per alcune esperienze introduttive.

La seconda sezione andrà a narrare i viaggi intrapresi dalla maestra, con i mezzi da lei costruiti, che poi i suoi alunni, e i lettori, saranno invitati a riprodurre. Questa parte potrebbe essere definita di tipo fantastico, fatta di avvenimenti anomali accaduti durante il viaggio, ovviamente i bambini saranno invitati a non costruire i meccanismi così come descritti nei racconti ma seguendo le indicazioni del docente.

Le due parti sono strettamente collegate in quanto le esperienze proposte, seppur diverse tra loro, condivideranno i principi che stanno alla base del loro funzionamento. In questo modo realtà e finzione si troveranno strettamente collegate e amalgamate, i bambini leggeranno di luoghi reali, che potranno essere visualizzati tramite escamotage quale l’utilizzo dello *street view* di *Google maps* o simili, e verrà loro inoltre richiesto di svolgere i medesimi compiti della classe fittizia di cui stanno leggendo.

La storia è divisa in sette parti, ciascun dei quali va a rappresentare un intervento didattico.

Dal momento che le diverse attività sono indirizzate ad alunni di quarta o quinta elementare, le storie saranno contraddistinte da periodi brevi nonché lessico e struttura sintattica semplici.

⁴P. Ascione, M Cusmai, A Quagliata, *“La narrazione a supporto dell’apprendimento”*.

2.2 Parte prima: Il primo giorno della maestra Sofia.

Per Clara è il primo giorno di scuola, quest'anno sarà molto particolare per lei, anche se ancora non lo sa.

Nella sua scuola, quest'anno si è trasferita una nuova maestra che già è considerata un po' particolare per le cose che ha inventato per la sua casa e l'automobile con cui va in giro.

A Clara piacerebbe molto conoscerla perché con la sua vecchia maestra si annoiava un po' durante le spiegazioni ed aveva sempre tanti compiti da svolgere a casa.

Mentre i bambini aspettano davanti la scuola il suono della campanella, parlano tra di loro su come potrebbe essere questa nuova docente, se sarà brava o troppo severa e se starà con loro per tutto l'anno scolastico.

Appena entrata in classe Clara capisce subito chi sia la maestra di cui tutti parlano per il suo abbigliamento molto eccentrico: ha dei vestiti tutti colorati e degli spessi occhiali rossi come i suoi capelli.

“Ciao bambini” si presenta lei con voce vivace, “sono la maestra Sofia e quest'anno faremo insieme delle grosse scoperte! Per le prime settimane di lezione vi racconterò dei miei viaggi e insieme ci divertiremo a costruire degli oggetti che da soli vi spiegheranno delle cose che sono difficili anche per tanti adulti.”

“Maestra ma come faremo? Noi non siamo capaci!” Le fa notare Marco.

“Vedrete bambini! Si possono imparare tante cose anche solo facendole. Gli esperimenti che faremo insieme durante le prossime lezioni, li ho fatti anche io quando avevo la vostra età, con mio nonno. Sapete lui è un inventore e ci divertivamo sempre in questo modo nella sua grande casa in campagna”.

I bambini sono tutti entusiasti nel poter svolgere una lezione diversa dal solito e la maestra inizia a spiegare a tutti come poter svolgere gli esperimenti di cui parlava.

Come prima cosa mostra ai bambini cosa ha portato nella sua enorme borsa: ci sono delle bottiglie di plastica, delle forbici, delle cannucce, dei

palloncini, un vasetto di yogurt vuoto, una carta da gioco, un tubicino di gomma, due siringhe di dimensioni diverse e un piccolo fornello elettrico.

“Bambini” chiede “secondo voi cosa possiamo farci con tutte queste cose?”

I bambini diedero diverse risposte e caro lettore potresti provare anche tu a dare le tue!

“Le vostre risposte sono tutte giuste e molto fantasiose,” disse la maestra, “ora insieme leggeremo una delle lettere che mi ha spedito mio nonno per aiutarmi a rifare i nostri esperimenti.”

Cara Sofia,

ho saputo del tuo nuovo incarico a scuola e ho pensato di scriverti in questa lettera tutti gli esperimenti che abbiamo fatto insieme per poterli condividere con i tuoi giovani studenti.

Con affetto,

Nonno Alberto.

Primo esperimento:

- 1. Prendere due bottigline di plastica e forarne i tappi;*
- 2. Inserire in entrambi i fori una cannuccia e fissarle con della colla a caldo;*
- 3. Riempire una bottiglia di acqua e una di alcool;*
- 4. Vedere cosa accade.*

Questi meccanismi sono detti termoscopi e si potrebbe provare a tararli.

Secondo esperimento:

- 1. Prendere una bottigliina e riempirla con dell'acqua;*
- 2. Chiudere il collo della bottiglia con un palloncino;*
- 3. Porre il tutto in un contenitore di materiale resistente al calore e riempirlo d'acqua;*
- 4. Porre il contenitore sul fornello elettrico;*
- 5. Vedere cosa accade.*

Terzo esperimento:

1. *Prendere un vasetto di yogurt e riempirlo d'acqua;*
2. *Porre una carta da gioco sul bordo del vasetto e capovolgerlo;*
3. *Vedere cosa accade.*

2.3 Parte seconda: La seconda lettera.

Quando stamattina la maestra Sofia è arrivata a scuola tutti i genitori sono rimasti stupiti quando l'hanno vista entrare con la sua solita borsa grandissima.

Sono stati quindi i bambini a dire loro che lì c'erano tutti i materiali necessari per i loro esperimenti.

Sono molto contenti di poter svolgere insieme a lei le attività che le sono state tramandate da suo nonno, soprattutto perché presto la maestra racconterà loro dei suoi viaggi in giro per il mondo con i mezzi da lei stessa costruiti.

“Buongiorno bambini”, saluta tutti la maestra, “oggi lavoreremo con l'acqua”.

A tutti i bambini piace giocare con l'acqua e Marta ha iniziato ad immaginare ai giochi fatti durante l'estate; in quei giochi però finivano sempre tutti per bagnarsi: si può fare a scuola?

La maestra inizia a raccontare di come faceva queste esperienze con suo nonno quando fuori faceva freddo e non era possibile uscire a giocare all'aperto: tutto il contrario di quello che aveva immaginato Marta!

Che confusione, nessuno riesce a capire cosa accadrà.

“Oggi ci occuperemo della costruzione di tre meccanismi che mi sono stati utili per capire come costruire i mezzi che mi hanno permesso di intraprendere il mio viaggio di cui ci occuperemo dalla prossima lezione.

Avvicinatevi alla cattedra ora”, li invita la maestra, “guardate quello che vi ho portato oggi”.

La maestra dispone sulla cattedra tutto quello che ha portato, ci sono dei fondi di bottiglia di diverse dimensioni, delle cannuce, colla a caldo, delle

forbici, due siringhe di diversi diametri, due bicchieri, una bottiglia d'acqua con il suo tappo, delle graffette e dei piccoli elastici.

“Ecco bambini, ora vi farò leggere le indicazioni che mi sono state lasciate da mio nonno in una lettera e poi proveremo insieme a realizzare questi meccanismi.”

Cara Sofia,

ecco gli altri esperimenti che mi avevi chiesto, ti lascio tutte le indicazioni al fondo della lettera, spero che ai bambini piaceranno.

A presto,

Nonno Alberto.

Costruzione dei vasi comunicanti:

1. *Prendere dei fondi di bottiglia e praticare dei fori al lato;*
2. *Inserire in ciascun foro una cannuccia e fissarle con della colla a caldo;*
3. *Inserire dell'acqua nel primo fondo di bottiglia;*
4. *Vedere cosa accade.*

Costruzione diavoleto di Cartesio:

1. *Costruzione del diavoleto: tagliare una cannuccia ottenendone un pezzo di circa 10cm; piegare la cannuccia su sé stessa e fissare le estremità con un elastico; fissare all'elastico la graffetta;*
2. *Inserire il diavoleto in una bottiglia piena d'acqua;*
3. *Chiudere la bottiglia e premere il fondo.*
4. *Vedere cosa accade.*

Costruzione torchio idraulico:

1. *Creare un supporto per le due siringhe;*
2. *Collegare le due siringhe con un tubicino di gomma piena d'acqua;*
3. *Porre dei bicchieri al di sopra degli stantuffi;*
4. *Vedere cosa accade.*

2.4 Parte terza: Amalfi

“Il mappamondo riesce a mostrare tutte le città, le nazioni e i continenti esistenti, ci sono voluti tantissimi anni di grandi esplorazioni per riuscire ad avere una rappresentazione così dettagliata.

Tante persone che hanno intrapreso viaggi per tutto il mondo descrivendo e disegnando quello che vedevano, riuscite ad immaginarlo?

Oggi con tutta la nuova tecnologia si può vedere qualsiasi posto stando comodamente a casa propria, ma prima non era così!” Spiega la maestra Sofia.

Per questa lezione insieme alla sua solita borsa enorme ha infatti portato con sé un bellissimo mappamondo e lo sta mostrando a tutti i bambini.

Clara dopo qualche secondo di riflessione chiede alla maestra:” Ma maestra se è vero che lì c’è tutto il mondo dov’è la nostra città?”

Dopo questa domanda la maestra la invita ad avvicinarsi al mappamondo mostrandole come leggerlo e insieme individuano l’Italia. “Come è piccola!” commenta Clara guardandola insieme a tutte le altre nazioni.

La maestra racconta di essere partita proprio dalla loro città, Roma, per un lungo viaggio alla scoperta delle meraviglie del mondo: “Volete sapere come ho fatto?” Chiese infine.

La classe si mostra subito molto contenta all’idea e la maestra allora copre il mappamondo con della pellicola trasparente e con un grosso pennarello rosso fa una breve linea che parte da Roma e arriva fino ad un punto un po’ in giù dell’Italia.

“Sapete bambini, su questa mappa non c’è scritto ma in questo punto dove la mia linea si è fermata c’è Amalfi, è lì che vive mio nonno ed è lui che mi ha aiutata a costruire il mezzo che mi ha accompagnata nella seconda tappa del mio viaggio, ma andiamo per gradi.

Volete sapere come sono arrivata da Roma ad Amalfi?”.

Alla risposta affermativa di tutta la classe la maestra inizia a raccontare: “Visto che la distanza non era molta, ho deciso che il viaggio poteva essere intrapreso in auto, ma purtroppo ancora non ne avevo una e ho quindi pensato al modo per costruirla.

Prima di tutto ho preso delle ruote dal vecchio carretto che utilizzavano i miei genitori e le ho collegate insieme con dei grossi pezzi di legno, con dei pezzi di corda spessa le ho poi ho fissate ad un telaio costruito con del legno tagliato in maniera sottile.

Sapete poi come l'ho fatta muovere? Ho preso tantissimi palloncini e li ho tagliati in tanti pezzi quadrati per poi cucirli per bene tutti insieme fino a formare un enorme palloncino che ho fissato poi ad una grande cannuccia che ho realizzando tagliando ed incollando molte cannuccie più piccole, il tutto è stato fissato al telaio con le ruote che avevo già realizzato.

È stata una gran fatica bambini, e ci ho messo molti giorni per realizzare tutto, ma alla fine ci sono riuscita grazie anche all'aiuto che mi è stato dato.

Ho gonfiato infine il palloncino il più possibile e ho legato l'estremità finale con dello spago. Dal momento che non vi era un volante ho cercato la giusta strada da percorrere, che fosse dritta, non scoscesa e poco frequentata per non dover fermare la macchina e perdere così aria dal palloncino inutilmente. Ho portato comunque la pompa per gonfiarlo lungo la strada.

Sapete come ha funzionato? Quando ho liberato il palloncino dallo spago la macchina è stata spinta in avanti dall'aria che ne è fuoriuscita e io ho potuto iniziare il mio viaggio.

Ci ho messo qualche giorno per arrivare a destinazione ma alla fine ce l'ho fatta e la fatica è stata ripagata!

Appena sono arrivata ad Amalfi davanti me ho visto il mare che sembrava infinito, ho visitato un po' le strade piccole piene di negozi e di persone, ho visto il Duomo la sua imponente scalinata e il portico nero e bianco, al suo fianco il bellissimo campanile.

La casa di mio nonno era proprio lì vicino, che piacere è stato rivederlo, ha subito accolto con piacere la mia idea di intraprendere un viaggio e mi ha mostrato il modo in cui avrei potuto farlo. Ma questo lo racconterò durante la prossima lezione.

Ora bambini vorrei provare con voi a ricostruire la macchina che ho utilizzato per arrivare fino a lì: ovviamente non possiamo ricostruire proprio

quella ma dei piccoli modellini che funzionano però alla stessa maniera. Volete provare?”

La classe accolse con molto entusiasmo l'idea e la maestra mostrò quindi loro i materiali che avrebbero utilizzato durante l'attività: del cartone, dei tappi di bottiglia, delle cannucce, dei palloncini, degli spiedini, scotch, forbici, matite e colori.

“Bene bambini iniziamo subito allora, ora vi mostrerò come fare.”

2.5 Parte quarta: Errore.

Quel venerdì mattina era molto soleggiato e si sa, ai bambini non piace andare a scuola quando si ha la possibilità di giocare all'aria aperta, di andare al parco giochi o semplicemente fare una passeggiata con i propri genitori.

Gli alunni della maestra Sofia però sono ben contenti di andarci, anche in una bella giornata così, impazienti di ascoltare il continuo delle sue avventure e curiosi di sapere cosa avrebbero costruito oggi insieme.

Durante la scorsa lezione si sono tutti molto divertiti nella ricostruzione del modellino dell'automobile utilizzato dalla maestra per raggiungere suo nonno e vorrebbero sapere che luoghi ha poi visitato prima di arrivare nella loro scuola.

Quando tutti si sono sistemati ai loro posti la maestra pone una domanda un po' stravagante a tutti: “Vi è mai capitato di sbagliare qualcosa?”

Tutti i bambini hanno risposto con tanti racconti molto diversi tra loro: c'è chi ha bruciato un dolce, chi ha sbagliato un tiro in porta al calcio o un lancio al canestro, chi un passo a danza, insomma tutti qualche volta hanno avuto qualche disavventura.

“Ebbene bambini,” prosegue la maestra, “quando io sono arrivata da mio nonno avevo intenzione di ripartire dal porto di Amalfi, costruendomi una barchetta per raggiungere le isole Lofoten per vedere la bellissima aurora boreale, sapete dove si trovano?”

Alla risposta negativa dell'intera classe la maestra continuò: “È un bellissimo arcipelago che si trova in Norvegia. Dal momento che mio nonno ha molti amici apicoltori ho pensato allora di poter sfruttare questa situazione per

crearmi una piccola barchetta vapore, solo per me, creando da questa cera delle grandi candele.

Sapete bambini, il primo tentativo di realizzazione non è proprio andato come previsto!

Dopo essermi fatta realizzare delle grosse candele per avere il calore necessario per tutto il viaggio ho iniziato a costruire la mia barchetta partendo dalla costruzione della sua base, ho recuperato quindi una struttura cilindrica da un vecchio mulino ormai non più in uso.

Ho tagliato il cilindro in modo che fosse poco più alto di me e l'ho messo in acqua con dei pesetti per verificare se galleggiasse; una volta testato ho iniziato a modificarlo per trasformarlo in una barca: ho fatto due grandi buchi ai due estremi del cilindro facendo passare al loro interno un grande tubo flessibile, vuoto all'interno, piegando le due estremità verso il basso.

Ho messo una grossa candela all'interno del cilindro così che si trovasse al di sotto del tubo e con l'aiuto di molte persone l'ho portata al porto.

Il porto di Amalfi è davvero bellissimo, bambini miei, è una grandissima conca sopra la quale si possono vedere tante casette colorate in contrasto con il blu del mare pieno di tante barchette attraccate. Ci sono molte persone, molte voci e molta allegria per questo non mi sono sentita tanto in imbarazzo al fallimento del mio esperimento.

Una volta messa la mia rudimentale barchetta in mare ho messo dell'acqua nel grande tubo, sono salita a bordo e ho acceso la candela, all'inizio non è successo proprio nulla, ma dopo qualche minuto dalle due parti di tubo al di sotto della barchetta, in acqua, ha cominciato a fuoriuscire tutto il vapore dell'acqua riscaldata e la barca invece di muoversi in avanti ha iniziato a girare!

Vedevo tutto girare intorno a me finché diverse persone non mi hanno aiutata a fermare la barca e a scendere, alla fine è stato molto divertente, soprattutto per tutte le persone che mi hanno vista". Al termine del racconto della maestra tutti gli alunni avevano riso per la sua disavventura e alcuni le hanno chiesto come avesse poi fatto per raggiungere la sua meta.

La maestra spiegò loro che dopo questo errore ha costruito un'altra barchetta con funzionamento uguale ma con qualche modifica con la quale poi ha preso il largo: "Ora ci occuperemo di costruire il motore a vapore che ho realizzato per errore, o meglio una sua riproduzione tascabile, venite qui a vedere con cosa lo faremo."

La maestra ha allora disposto con cura sulla cattedra tutti i materiali che ha portato con sé: delle lattine di alluminio, un lungo tubo di rame, delle candele, della carta alluminio, delle forbici, una perforatrice, delle matite, dei righelli e delle bacinelle.

"Bene bambini, mettiamoci all'opera."

2.6 Parte quinta: Norvegia.

Dopo il fine settimana i bambini erano molto emozionati a tornare a scuola: sapevano già che durante le ore scolastiche avrebbero iniziato a costruire la riproduzione della barchetta utilizzata dalla loro maestra per raggiungere la Norvegia.

Una volta entrati tutti in classe e aver terminato tutti i riti previsti all'ingresso, come l'appello, la maestra inizia il suo racconto da dove lo aveva interrotto la scorsa settimana: "Allora bambini, ora vi racconterò come ho fatto per rimediare al mio errore e cosa ho visto appena arrivata in Norvegia.

Mi sono resa conto che la spinta del vapore doveva essere rivolta tutta verso il retro della barca per spingerla in avanti e che serviva una forma diversa per percorrere meglio la lunga distanza.

Ho iniziato quindi a fare una serie di disegni che potessero aiutarmi e ho ideato una barca che potesse andare bene, con una forma migliore rispetto al cilindro, riuscite ad immaginare come potrebbe essere? Volete disegnarla?"

La maestra ha dato questa consegna ai suoi alunni, e potreste svolgerla anche voi, lettori.

Ho poi portato il mio progetto ad un falegname per essere aiutata nella realizzazione della base per la mia barca, dopo avergli dato tutte le istruzioni mi ha detto che sarebbe stato tutto pronto dopo qualche giorno e sono andata in

un bar in centro per farmi dare una grossa lattina che avevano davanti il locale, usata come tavolino.

Che fatica è stata portarla fino al garage di mio nonno! Lì c'era il grosso tubo che avevo utilizzato per costruire la prima barchetta, l'ho tagliato a metà e con l'aiuto di un po' di colla resistente al calore ho creato con la grossa lattina un involucro che avvolgesse metà della lunghezza del tubo piegato.

Ho quindi dovuto aspettare qualche giorno, che il falegname finisse il suo lavoro e che la colla asciugasse.

Quando tutto è stato pronto ho iniziato ad assemblare la barca, vista la sua pesantezza ho fatto tutto al porto per non spostarla troppe volte; la barca era leggermente sollevata dall'acqua del mare grazie ad una gru.

Come da mia richiesta, il falegname ha lasciato sul davanti della barca un buco rettangolare al cui interno ho fatto passare il tubo piegato verso il fondo della barca, con della colla speciale poi ho chiuso bene il buco in modo che non entrasse acqua una volta messa in mare.

La parte superiore del tubo poi, quella coperta dall'alluminio, è stata fissata con delle grosse corde in modo da essere leggermente inclinata verso l'interno della barca; al di sotto è stata messa una delle grosse candele che avevo messo da parte dopo il fallimento della prima barca.

Ci sono volute diverse ore prima che tutto fosse pronto e una volta salita, dopo la brutta esperienza, speravo davvero di non fare un'altra figuraccia.

Ho acceso quindi la candela e ho aspettato per capire se tutto funzionasse come previsto.

Il funzionamento della barca era piuttosto semplice, la fiamma della candela avrebbe dovuto riscaldare l'acqua contenuta nei tubi che una volta diventata vapore sarebbe uscita dalle estremità al di sotto della barca spingendola a muoversi in direzione opposta al getto d'aria.

Ho aspettato un po' di tempo prima che l'acqua fosse abbastanza calda ma l'attesa questa volta è stata ripagata, pian piano la barca ha iniziato infatti a muoversi e stavolta nella giusta direzione!

Sapevo che il viaggio sarebbe stato molto lungo, avevo portato con me una mappa sulla quale avevo segnato la traiettoria da seguire.

Guardate bambini, ora la segno qui sul nostro mappamondo: questa linea rossa è tutta la strada che ho fatto.

La barca non aveva un timone, e per cambiare direzione quando era necessario ho utilizzato dei remi, non è stato molto semplice soprattutto perché sono stata per tanti giorni in mare da sola e sapete lì il cellulare non ha linea quindi non avevo nessuno con cui parlare. Per fortuna che nel mio zaino avevo messo molti libri da leggere, cibo e acqua.

Il viaggio è stato molto tranquillo e un po' noioso, dovevo stare sempre attenta che la candela restasse accesa e sostituirla velocemente quando stava per finire, per evitare sprechi ho raccolto tutta la cera sciolta in dei grossi contenitori in modo da poter riformare sempre nuove candele, per paura di rimanere bloccata ho portato con me anche tantissimi fiammiferi e accendini.

Ci ho messo tanti giorni per arrivare alla mia meta e per fortuna sono stata ben accolta al porto dell'isola, quando la mia barca è stata attraccata tutti la guardavano con un po' di diffidenza essendo diversa da tutte le altre.

Appena scesa, ho subito chiamato la mia amica norvegese, Olga, che è venuta subito a prendermi elencandomi tutte le meraviglie che mi avrebbe fatto vedere.

Faceva molto più freddo rispetto ad Amalfi nonostante fosse estate ma per fortuna avevo portato con me una bella giacca pesante.

Il primo giorno passato sull'isola è volato, dopo un bel pasto abbondante e una bella doccia calda sono subito andata a fare una bella dormita in un vero letto. Quello che è successo durante gli altri giorni ve lo racconto durante la prossima lezione.”

I bambini erano rimasti tutti incantati mentre ascoltavano la maestra parlare del suo viaggio verso la Norvegia, il racconto è stato molto interessante.

“Bambini.” Disse infine la maestra, “è il momento di passare alla nostra attività, questa ci impiegherà un po' più di tempo in quanto anche noi dovremo

aspettare che la colla faccia il suo lavoro, ma venite qui a guardare il materiale che vi ho portato oggi.”

Sulla cattedra c'erano molti oggetti: delle cannuce, dei coperchi di polistirolo, colla resistente al calore, delle lattine, delle forbici, dei fogli di carta, delle matite e del fil di ferro.

“Ci vorrà del tempo per costruire queste barchette ma alla fine funzioneranno tutte, iniziamo.”

2.7 Parte sesta: L'aurora

“Buongiorno bambini, oggi è una gran bella giornata e vorrei iniziare proseguendo il mio racconto, così poi possiamo concentrarci sulle nostre attività di costruzione. Siete d'accordo?”

All'assenso di tutta la classe la maestra Sofia ha iniziato a raccontare che una volta attraccata sull'isola norvegese, ha potuto ammirare le bellezze lì presenti e i numerosi piccoli villaggi di pescatori, descrivendo tutto con grande emozione ai suoi alunni.

Quello che interessa al nostro racconto però è la grande esperienza vissuta con la mongolfiera da lei costruita.

“Sapete, la cosa più bella che ho potuto osservare è stata l'aurora boreale, uno spettacolo di luci meraviglioso nel cielo, di colore verde, viola e blu. Si disperde in tutto il cielo e sembra davvero grandissima.

La prima sera che l'ho vista ho pensato a come sarebbe bello poterla osservare da più vicino, di conseguenza ho ragionato su come poterlo fare.

Come fare a volare in cielo per riuscire a meglio osservare l'aurora che tanto mi piaceva? E poi, ecco l'idea! Avrei costruito una mongolfiera! Ma come fare? Per prima cosa ho dovuto considerare tutto il materiale che avevo a disposizione, chiedendone dell'altro agli abitanti del luogo.

Alla fine, avevo a disposizione una grande cesta, un grande telo, delle corde, delle aste rigide in metallo, la grande candela che mi aveva accompagnata nel mio viaggio presso l'isola e del liquido infiammabile. Secondo voi era possibile costruire una mongolfiera con le cose a disposizione?”

“Impossibile maestra!!” dissero in coro alcuni dei bambini della classe.

“Impossibile? Bambini niente è impossibile se si sa come fare. E infatti io l’ho fatto.

Per prima cosa ho fatto dei buchi nel telo, e ho fatto passare al loro interno la corda che ho poi fissato al grande cesto che mi avevano regalato.

Ho fissato poi le aste rigide negli stessi punti in cui passano le corde in modo tale che il bordo inferiore del telo potesse rimanere largo.

Nel punto di incontro delle aste ho fissato la candela posta in un grande contenitore al cui interno è stato messo del liquido infiammabile per mantenere la fiamma viva. Alla fine, sono salita nella cesta e ho acceso la candela.

Sono passati lunghi minuti ma alla fine l’aria calda generata dalla fiamma ha pian piano gonfiato il telo e sollevato la mongolfiera.

Sono riuscita quindi a volare attraverso l’aurora boreale, bambini miei, grazie ad un po’ di ingegno e alla conoscenza di alcuni semplici principi.

Che bella esperienza che è stata, ho visto tutti quei colori da vicino, mentre formavano spirali e linee, dall’alto riuscivo anche a vedere tutto il mare che circondava l’isola e tutte le luci delle case intorno a me.

Infine, ho aspettato una grossa raffica di vento che mi ha portata verso altri paesi da scoprire.

Siete pronti ora a costruire la vostra personale piccola mongolfiera?”

I bambini si sono avvicinati come sempre tutti alla cattedra, e hanno osservato i materiali necessari alla costruzione del loro meccanismo: delle buste di plastica, delle cannucce, della carta alluminio, dell’ovatta, dell’alcool, della colla e del fil di ferro.

“Bene, iniziamo!”

2.8 Parte settima: Ritorno a casa.

“Bambini, siete pronti per terminare il nostro racconto?”

Gli alunni della maestra Sofia erano molto emozionati nell’ascoltare l’ultima parte della sua storia e ancor di più nello svolgere insieme a lei l’ultima attività di costruzione.

“La scorsa lezione stavo raccontando di come mi sono lasciata trascinare dal vento a bordo della mia mongolfiera. Ho attraversato il mare e ho continuato a volare finché la candela non si è consumata dopo un’intera giornata.

Quando sono atterrata non sapevo dove fossi, ho guardato attorno a me e mi sono resa conto di essere da sola in una distesa isolata, fatta di montagne innevate e lunghi fiumi.

Potete immaginare la mia paura nell’essermi trovata da sola in un posto sconosciuto, ma allo stesso tempo ho provato anche una grande emozione nell’osservare quel bellissimo panorama.

Dal momento che faceva davvero freddissimo ho deciso di iniziare a camminare per esplorare la zona e per cercare qualcuno che potesse darmi informazioni sul luogo e aiutarmi a ritornare a casa.

Dopo qualche minuto, ho visto davanti a me un’altissima cascata e vicino ad essa un gruppo di persone vestite in tenuta da trekking.

Potete immaginare la mia gioia nel vederli!

Mi sono avvicinata ma non riuscivo a capire che lingua parlassero, quindi ho chiesto in inglese: “Ciao a tutti! Sapete dirmi dove siamo?”

Alla mia domanda tutti mi hanno guardata straniti finché non si è avvicinato un uomo: “Ciao! Io sono Peter e sono la guida di questa spedizione, tu chi sei? Come sei arrivata qui da sola?”

“Io sono Sofia,” ho risposto, “sono arrivata qui dalla Norvegia a bordo della mia mongolfiera ma non so bene dove siamo, né come tornare a casa, potete aiutarmi?”

Le persone attorno a me erano stupite per quello che stavo dicendo, quindi ho iniziato a raccontare tutta la storia che mi aveva condotto fino a quel luogo, quella che voi già conoscete, e subito Peter si è offerto di aiutarmi.

“Sofia, ora ti trovi in Islanda, questa che vedi è la Cascata Liquida, io non posso lasciare l’escursione essendo la guida ma, se ti interessa, puoi proseguire con noi la visita e successivamente posso accompagnarti al più vicino aeroporto per tornare in Italia.”

Ho accettato con molto piacere l'invito, visitando la pianura, aggirando la cascata ed entrandoci addirittura dentro!

Ci siamo sistemati nella prossimità di un lago per goderci il pranzo, diversi dei partecipanti all'escursione mi hanno offerto parte del loro cibo e anche io sono riuscita a mangiare qualcosa.

All'improvviso una delle ragazze che erano vicino alla riva ha iniziato ad urlare, mentre scattava qualche foto il suo lo zaino era caduto in acqua.

La donna, Ingrid, era disperata, al suo interno c'erano le sue chiavi, i suoi documenti e nonostante lo zaino fosse impermeabile il lago era troppo freddo per tuffarsi e recuperarlo.

"Ci vorrebbe un sommergibile!" Disse scherzando Peter.

"Un sommergibile?" Pensai io, e mi guardai intorno per cercare materiali utili per poterlo fare.

"Non vi agitate", dissi, "ci penserò io a costruirlo."

Nessuno ha preso seriamente le mie parole, ma io ugualmente ho iniziato a recuperare i materiali necessari per costruirne uno.

Ho iniziato tagliando e incollando insieme della plastica, impermeabile, fino a creare una bolla grande abbastanza da poterci entrare, ho lasciato aperti dei piccoli buchi al cui interno sono state fatte passare delle lunghe catene di cannuce.

I buchini sono stati chiusi utilizzando una sostanza naturale trovata sotto le rocce e simile al silicone.

Una volta pronto il tutto sono entrata nella bolla e sono rotolata fino al lago e mi sono immersa fino a raggiungere il fondo, grazie ad un gancio sono riuscita a recuperare lo zaino di Ingrid.

Ho fatto un cenno alle persone che mantenevano le catene di cannuce che ero pronta risalire e loro hanno soffiato al loro interno, così facendo sono riuscita man mano a risalire fino ad arrivare a galla e riconsegnare la borsa alla sua proprietaria.

Peter e le persone che erano con lui si sono tutti congratulati per la mia opera e Ingrid mi ha ringraziata più volte con le lacrime agli occhi.

Il sommergibile improvvisato è stato poi caricato su un camion affinché potesse essere smaltito o riutilizzato in futuro.

Infine, abbiamo continuato la nostra escursione fino al calare del sole, poi le temperature sarebbero diventate troppo basse ed era meglio rientrare.

La guida mi ha accompagnata al più vicino aeroporto dove ho potuto prendere il giorno dopo un volo per Roma giusto in tempo per l'inizio della scuola e potervi raccontare questa avventura!

Cosa ne pensate bambini vi è piaciuto ascoltare le mie esperienze?"

I bambini risposero tutti in maniera affermativa, alcuni aggiunsero di essere contenti anche di tutte le attività fatte.

“Bene bambini, allora iniziamo a costruire questo sommergibile.”

Sulla cattedra erano già disposti i materiali, delle bottigliette in plastica, dei tubicini morbidi in plastica, dei sassi e della colla a caldo.

Così i bambini conclusero questo viaggio insieme alla maestra Sofia.

2.9 Apprendimento cooperativo e didattica laboratoriale.

Le diverse attività proposte potrebbero andare a generale un livello di problematiche difficilmente risolvibili con un apprendimento autonomo, pertanto ritengo che il metodo di risoluzione più adatto degli stessi potrebbe essere tramite un *Cooperative Learning*.

Con CL si fa riferimento a una metodologia didattica che prevede, come il nome suggerisce, che gli studenti lavorino disponendosi in piccoli gruppi con il fine di raggiungere obiettivi comuni, l'effetto sinergico riesce a creare dei risultati superiori rispetto alla somma degli sforzi individuali.

Affinché questo possa avvenire è necessario che venga raggiunto un livello di socializzazione ottimale e si venga a creare quello definito come interdipendenza positiva.

Senza dilungarmi troppo penso che la progettazione didattica debba andare a collocarsi in quella che Vygotskij definisce *zona di sviluppo prossimale*, da lui definita come: *“Distanza tra il livello attuale di sviluppo del bambino, così come è determinato da problem solving autonomo e il livello di sviluppo potenziale, così come è determinato attraverso il problem solving sotto la guida di un adulto o in collaborazione con i propri pari più capaci.”*⁵

È quindi la differenza tra le prestazioni dell'alunno quando è da solo e quando invece è sostenuto dall'adulto.

Dal momento che la costruzione di meccanismi potrebbe risultare ostica, gli alunni dovrebbero essere adeguatamente sostenuti, c'è il bisogno di indicazioni chiare e precise in modo da semplificare la realizzazione dei compiti e al contempo lasciare i bambini liberi di esplorare il compito per risolverlo in maniera personale.

L'approccio utilizzato per la presentazione dei compiti sarà di tipo laboratoriale.

In una didattica di questo tipo sono previste procedure di tipo attivo che incitano al ricercare soluzioni nuove verso i problemi investigati.

Pioniere del metodo è John Dewey, nella sua visione (ripresa durante la progettazione di questa proposta didattica) queste sono procedure attraverso le

⁵ L. Cottini, *Didattica speciale e inclusione scolastica*, Carocci editore.

quali lo studente si appropria di una conoscenza che passa attraverso attività di tipo pratico, fatte di osservazioni, ipotesi, esperimenti e controllo delle ipotesi che lo inducono ad effettuare una rielaborazione di quanto esperito.

*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.*⁶

Durante l'esperienza di apprendimento lo studente sarà impegnato nel fare, sperimentare, osservare le conseguenze facendo sempre riferimento all'oggetto specifico a cui si fa riferimento.

Tramite la realizzazione delle diverse attività, introdotte dalle storie su citate, gli studenti saranno in grado di intuire i principi della fisica interessati e che sottendono i meccanismi da costruire, quindi tramite il fare così come previsto dal tipo di didattica precedentemente descritto.

Al contempo, credo che un'esperienza di questo tipo possa essere una palestra e un incentivo per il pensiero autonomo, un momento per educare all'apprendimento e di interazione con la realtà al fine di comprenderla e modificarla.

Il laboratorio è luogo elettivo per la didattica delle scienze in quanto è essa stessa di natura sperimentale, si può dunque in questo spazio avvicinarsi al metodo scientifico.

*“Le attività esplorative a carattere scientifico, e poi lo studio disciplinare, se ben progettate e non finalizzate al dogmatismo e al nominalismo, concorrono a una più ampia e generale crescita culturale dei bambini e dei ragazzi.”*⁷

Il laboratorio diventa spazio-situazione dove vengono coniugate operazione mentali e manuali e nel quale si rende palese il legame esistente tra l'interpretazione dei fenomeni e sviluppo di capacità di ragionamento.

⁶ J. Dewey, Democrazia ed educazione, La Nuova Italia.

⁷ U. Margiotta, La didattica laboratoriale, Erickson.

Capitolo 3: Progettazione

3.1 Premessa.

In questo capitolo saranno presentate le attività che inizialmente erano state ideate affinché potessero essere tutte presentate ad un'eventuale classe di riferimento. Queste proposte alla fine sono state attuate solo in parte.

In ogni caso, a causa della situazione epidemiologica non sapevo se questo sarebbe stato possibile e ho quindi provato io stessa a realizzare dei video di tutte le attività che sarebbero state previste.

In questo modo è stato possibile ottenere l'opinione di alcuni professionisti, in modo tale da determinare se effettivamente la progettazione potesse essere valida o di facile realizzazione.

Al contempo, se in futuro la stessa progettazione sarà riproposta, nella sua conformazione originaria, i video potrebbero essere utili, sia nel caso di un'eventuale DAD, sia durante una lezione in presenza.

Nel primo caso questi potrebbero fungere come una sorta di tutorial alle attività, così che le istruzioni non siano solo scritte e il tutto risultare più agevole.

Per una didattica in presenza il video potrebbe essere utilizzato come stimolo iniziale, introduttivo delle attività e per stimolare la curiosità, ma anche riprodotto alla fine per dare una conclusione e verificare la coerenza di quanto fatto con quello che era previsto e dunque effettuare una rivisitazione di tutto il percorso.

L'idea di base, che mi ha accompagnata durante la progettazione delle diverse attività, è stata quella di andare a verificare praticamente delle leggi che, considerata l'età dei soggetti per le quali sono state progettate, non sarebbe utile conoscere così come ci sono state insegnate per anni.

Ancora, la mia intenzione non è quella di formalizzare tutti quei concetti, quanto più quello di cercare di definire il funzionamento dei diversi meccanismi, descrivendolo seppur non utilizzando termini tecnici.

In questo capitolo, essendo questa tesi destinata ad un pubblico di adulti saranno esplicitate tutte le leggi fisiche di riferimento, seppur costantemente

accompagnate al modo in cui esse potrebbero essere proposte in un contesto didattico.

Inoltre, come già detto, il filo conduttore che legherà l'intera progettazione è rappresentato da una serie di storie che vanno a narrare il modo in cui queste attività potrebbero essere eseguite su larga scala: in questo modo si vanno ad amalgamare elementi di irrealtà con quelli di realtà, in modo da stimolare la cognizione degli alunni di simulare immaginativamente, in maniera coinvolgente, dei fatti attraverso i quali duplicare il mondo per riuscire ad interpretarlo meglio.

Ciascuna attività è pensata affinché attraverso l'esperienza diretta ci si renda conto del modo in cui "funziona" la realtà, che gradualmente si acquisisca la voglia di capire, inserendo l'intera progettazione didattica in una struttura concettuale che possa svilupparsi verticalmente e trasversalmente all'interno del curriculum scolastico.

Al contempo di cercare di far sì, grazie anche al fatto che seppur le attività sono tra loro diverse, molte di esse condividono il medesimo funzionamento, di andare a mettere in reciproca corrispondenza i modi del pensiero umano, cercando di invitare a considerare i diversi "ingredienti" che compongono le esperienze nella loro globalità, considerandole come parti dello stesso insieme. E ancora, di non separare questo insieme che potrebbe essere catalogato come "scientifico" da altri come quello che potrebbe rappresentare la lingua, la storia ecc...

È giusto anche andare a definire degli obiettivi che non si esauriscono con il termine di quanto progettato ma che in qualche modo possano andare ad intersecarsi con altri elementi a lungo raggio, in modo che queste conoscenze possano sempre essere riprese e poi approfondite quando arriverà il momento.

Voglio inoltre far presente come, gran parte delle attività possano essere accompagnate dall'utilizzo delle applet.

Stiamo vivendo un periodo di grande innovazione tecnologica a scuola.

La testimonianza più plateale ora è l'introduzione della didattica a distanza: in questi casi, le proposte/gli esperimenti possono essere molto utili quando non è possibile mostrare materialmente, come fare ad applicare

determinate competenze o anche quando si ha la necessità di mostrare qualcosa di astratto.

Un esempio potrebbe essere quello dell'energia, entità astratta, difficile da inquadrare ma che può essere *vista* attraverso una sua rappresentazione digitale.

3.2 Fluidi.

Un fluido può essere descritto come un sistema fisico esteso, non caratterizzato da una forma propria: ovvero che non oppone alcuna resistenza ai cambiamenti di forma, inoltre al suo cambiare non si rilevano solitamente cambiamenti di volume.

Quando il volume, proprietà che misura la porzione di spazio occupato da un corpo, resta immutato nonostante qualsiasi sforzo per comprimerlo, un liquido viene definito incompressibile; se la forma cambia, senza che venga compiuto alcun lavoro, un liquido è detto perfetto.

L'acqua è incompressibile: si può verificare agevolmente mettendone un po' in una siringa senz'ago.

Comprimendo lo stantuffo, una volta otturata l'estremità inferiore, si può notare come questo non riesca a scivolare lungo la siringa proprio perché l'acqua non si comprime e oppone resistenza allo stesso.

In altri tipi di fluidi, sono variabili forma e volume in rapporto alla pressione a cui sono sottoposto: in questi casi, si parla di gas.

Con lo stesso procedimento, utilizzando una siringa, è possibile verificare come l'aria invece, sia in grado di comprimersi.

Introduco infine, il concetto di pressione; essa viene definita dall'equazione: $P = \frac{F}{S}$, ovvero una grandezza scalare definita come il rapporto tra il modulo della forza perpendicolare alla superficie e l'area della superficie.

La sua unità di misura è il pascal (PA).

Per verificare il concetto di pressione è possibile svolgere un semplice esperimento: provando a riempire un bicchiere con dell'acqua e poi schiacciandolo con un dischetto di materiale impermeabile è possibile

osservare che quando il bicchiere viene capovolto il disco al di sopra non si stacca impedendo così all'acqua di rovesciarsi.

Questo accade in quanto il bicchiere è immerso in un fluido, l'aria, che esercita una pressione in tutte le direzioni.

L'acqua nel bicchiere è dunque sottoposta a due forze, una verso il basso (forza peso) e un'altra verso l'alto (forza dovuta alla pressione dell'aria).

Tuttavia, questa spiegazione non basterebbe a spiegare il perché se l'acqua fosse sostituita da qualcosa di più pesante, come la sabbia, essa comunque cadrebbe. Dunque, come si spiega il funzionamento dell'esperimento? L'acqua, attratta verso il basso dalla forza di gravità, crea un vuoto sopra di essa, e la pressione presente si va a sommare a quella atmosferica che si esercita verso il basso. Questa risulta essere sufficiente per mantenere l'acqua in equilibrio. Quando la massa d'acqua inizia a scendere, la pressione dell'aria al di sopra tende a diminuire:

$$\text{da } PV=nRT \rightarrow P = \frac{nRT}{V}; \text{ In } P= \ln nRT - \ln V \text{ e differenziando: } \frac{dP}{P} = -\frac{dV}{V}$$

All'ammontare del volume dV , corrisponde una diminuzione della pressione $-dP$.

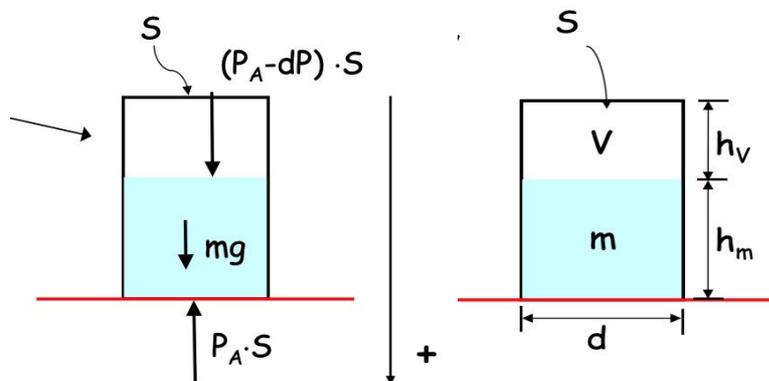


Figure 1 e 2: Immagini che mostrano il modo in cui agiscono le forze sull'acqua.

L'acqua non cade se: $(P_A - dP)S + mg - P_A \times S = 0$, ovvero quando la somma delle forze applicate è uguale a zero.

A completamento dell'esperienza ho individuato due applet che potrebbero contribuire ad indentificare il concetto di pressione:

https://phet.colorado.edu/sims/html/under-pressure/latest/under-pressure_it.html

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_hydrotlak&l=it

La prima, ideata dell'università del Colorado, mostra diversi recipienti che possono essere riempiti con dei fluidi a densità variabile: acqua, miele o gasolio.

Si misura quindi la variazione della pressione in funzione della densità, tra queste esiste un rapporto di proporzionalità diretta, questo stesso rapporto esiste anche tra il valore dell'accelerazione di gravità e la variazione di pressione: in particolare nell'applet è possibile sperimentare la pressione in funzione al valore della gravità della terra, di Marte e di Giove.

Queste variazioni si misurano aprendo o chiudendo un rubinetto o aggiungendo dei pesi sui fluidi. È anche possibile compiere l'esperimento mantenendo fluido ed accelerazione di gravità ignoti.

È possibile anche utilizzare un righello per definire la variazione del livello d'acqua nonché delle griglie che seguono tre diverse unità di misura

Nella seconda applet, del sito Vascak.cz, si può bucare con un trapano virtuale un faccia di parallelepipedo laterale, colmo d'acqua e al contempo avere la possibilità di riempirlo nuovamente.

Si può osservare la gittata dell'acqua che fuoriesce ed è presente, inoltre, un contatore d'acqua il cui il consumo è indicato 1 m^3 .

Quest'ultima potrebbe rappresentare anche un esempio della legge di Stevino che andrò ora ad introdurre.

3.3 Legge di Stevino.

Questa legge viene descritta dall'equazione: $p_l = gdh$.

Ovvero, la pressione dovuta al peso di un liquido è direttamente proporzionale alla densità e alla profondità del liquido. Dove g è la costante di proporzionalità (accelerazione di gravità, 9.8 m/s^2).

La formula inerente alla legge di Stevino, si ricava calcolando il peso di un liquido di altezza h e determinando la pressione da essa esercitata alla base della colonna d'acqua:

$$p_l = \frac{F_p}{S} = \frac{mg}{S} = \frac{dVg}{S} = \frac{d\delta hg}{\delta} = dgh$$

Una delle esperienze collegate al concetto di pressione, così come descritta dalla legge di Stevino, potrebbe essere quella di prendere una bottiglia d'acqua aperta e bucarla con un ago: l'acqua uscirà dal foro formando una traiettoria parabolica.

Quando la bottiglia d'acqua viene chiusa però il getto si arresterà; facendo un secondo buco, più vicino al tappo rispetto al primo, si potrà notare che il getto d'acqua avrà minore portata.

L'acqua esce dal foro spinta dal peso di quella sovrastante:

$$P_{h_2o} + P_{ext-aria} > P_{ext-aria}$$

Se la bottiglia viene chiusa il flusso si arresta perché all'interno l'aria è più rarefatta. Quando la bottiglia viene riaperta il flusso riprende; quello del foro più in alto sarà più debole poiché l'altezza della colonna d'acqua su di esso sarà inferiore.

Questo tipo di esperimento può avere diversi tipi di declinazione differenti, ad esempio si potrebbe pensare di forare più volte la bottiglia lungo uno stesso livello, riempirla d'acqua e chiudere il tappo così da non far fuoriuscire l'acqua e successivamente esercitare pressione sulla bottiglia (e così aumentarla), così si potrà osservare l'acqua che esce dai fori.

Quando la bottiglia viene chiusa l'acqua cessa quasi di scorrere se non per piccole quantità.

Questo permette all'aria interna di aumentare di volume e quindi di diminuire la pressione, all'esterno del foro c'è la pressione atmosferica e all'interno ci sono le pressioni dovute ad acqua e aria (minore di quella esterna): le due pressioni esterna e interna sono in equilibrio.

O ancora lasciando la bottiglia aperta si possono eseguire dei fori a diverse altezze lungo la bottiglia e osservare la gittata che è minore, maggiore è l'altezza del foro.

L'acqua ha una velocità che può essere definita come: $v = \sqrt{2gh}$

e una distanza: $d = \sqrt{Hh}$ dove H è la distanza tra il foro e la base della bottiglia; h altezza dell'acqua sopra il foro.

La legge di Stevino riesce a spiegare anche il comportamento dei vasi comunicanti.

Il sito Vascak.cz fornisce una simulazione online degli stessi:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_nadoby&l=it

L'applet mostra quattro contenitori, graduati, con forme diverse. Vi è la possibilità di far oscillare i contenitori, tra loro collegati, e osservare il comportamento dell'acqua al loro interno. Ovvero come essa in posizione di equilibrio raggiunga lo stesso livello in tutti i contenitori, anche quando la quantità d'acqua all'interno viene fatta variare, facendola fuoriuscire dagli stessi durante i movimenti oscillatori.

Tuttavia, è possibile ricrearli anche materialmente, semplicemente utilizzando bottiglie in plastica e cannuce e ciononostante è un principio facilmente verificabile utilizzando un comune innaffiatoio: riempiendolo è possibile osservare come il livello d'acqua salga in maniera uguale nel contenitore e nel beccuccio.

La costruzione di vasi comunicanti è parte della progettazione didattica da me ideata. Per la loro costruzione ho utilizzato quattro fondi di bottiglia di diverse dimensioni, ho forato loro i lati e fatto passare delle cannuce nei buchi che ho poi sigillato con della colla a caldo.

Infine, ho riempito il primo contenitore con dell'acqua colorata e osservato come queste si andasse a disporre allo stesso livello in tutti gli altri contenitori, nonostante le diverse forme e dimensioni.

Nella figura 3, si può vedere come, quando tutta l'acqua è stata versata raggiunge lo stesso livello in tutti e quattro i contenitori usati.

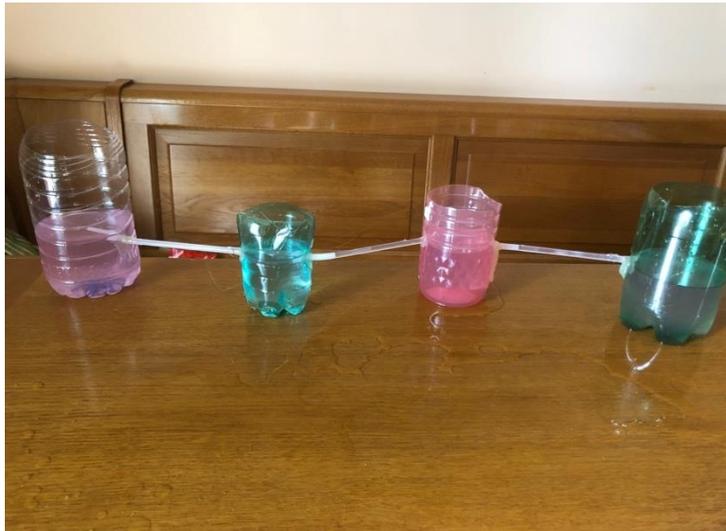


Figura 3: Foto estratta dal video da me realizzato durante la costruzione dei vasi comunicanti.

Ho utilizzato dell'acqua colorata e delle cannucce trasparenti in modo tale che l'effetto potesse essere maggiormente evidente.

Ma come funzionano? Questo comportamento è

causato dalla legge di Stevino che induce i liquidi a raggiungere una condizione di equilibrio.

Prendiamo in considerazione il caso di due contenitori, le pressioni in condizione di equilibrio che agiscono sul fondo sono le stesse quindi $p_1 = p_2$; dalla legge di Stevino possiamo affermare che essendo il contenitore aperto sulle pressioni ora descritte, agisce anche quella atmosferica p_0 riscriviamo quindi ora l'equazione come: $p_0 + pgh_1 = p_0 + pgh_2$

Essendo ovvio che densità e accelerazione di gravità siano le stesse quest'equazione può essere semplificata come $h_1 = h_2$ (per il principio di Pascal la pressione esercitata sulla superficie di separazione è uguale per entrambi i lati).

Con questo si dimostra come la legge di Stevino faccia in modo le superfici libere dei vasi comunicanti abbiano la stessa altezza.

3.4 Spinta di Archimede.

La legge di Archimede afferma: un corpo immerso in un fluido subisce una forza, diretta verso l'alto, di intensità uguale al peso del fluido spostato.

Ovvero:

$$F_A = g dV$$

Dove: F_A è la spinta di Archimede

g : è la costante che rappresenta l'accelerazione di gravità.

d: densità del fluido spostato

V: volume del liquido spostato

o $F_A = -P_{fl}$ (dove viene indicata la forza peso del fluido spostato).

Esperimento pratico per la spinta di Archimede potrebbe prevedere il galleggiamento, ovvero verificare come alcuni corpi siano in grado di galleggiare, mentre altri tenderanno ad affondare.

Sarà posta dell'acqua all'interno di una bacinella e verrà utilizzato un semplice bicchiere di plastica che verrà posizionato sul pelo dell'acqua e al suo interno verrà versato dell'olio.

Si potrà notare come il bicchiere galleggerà, il livello dell'olio nel bicchiere sarà leggermente superiore a quello dell'acqua che lo contiene: ovvero l'olio ha densità tale da galleggiare in acqua.

Provando invece ripetere la stessa esperienza con dell'acqua si noterà che il suo livello nel bicchiere sarà lo stesso di quella contenuta nella bacinella (avendo stessa densità.)

Infine, sarà eseguito con della sabbia, il bicchiere, in questo caso affonderà fino a raggiungere il fondo: il peso della sabbia è tale da contrastare la spinta di Archimede.

Ancora una volta è possibile fare una simulazione virtuale grazie a Vascak.cz:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_archimedes&l=it

L'applet permette di far scendere dei pesetti all'interno di un becher pieno d'acqua e quantificarne quella che fuoriesce dallo stesso allo sprofondare del pesetto, il quale è collegato ad una bilancia dinamometrica. L'acqua che fuoriesce dal becher viene quantificata in quanto fluisce virtualmente su di una bilancia.

Ad esempio: affondando il peso, di 200g, quanto più profondamente consente l'applet, la bilancia dinamometrica segnerà un valore di 126g e la bilancia di 74g.

O ancora, è possibile collegare il pesetto ad un cilindro che mostra dei numeri da 1 a 3. Quando il pesetto viene fatto scendere in acqua, questo

cilindro scivola su sé stesso andando a coprire il numero tre: presumibilmente al suo interno c'è una molla che, quando viene caricata del pesetto, si allunga andando a scoprire quei numeri, ma, quando il pesetto entra in acqua, si restringe a causa della spinta idrostatica che diminuisce il peso sulla stessa. Infatti, è possibile raccogliere l'acqua che fuoriesce dal becher allo sprofondare del liquido e rimetterla in un secchio collegato al pesetto e alla molla, la molla si allunga nuovamente come al principio. Proprio come suggerisce il principio di Archimede.

Nella mia progettazione, questo principio è sfruttato per il funzionamento di una piccola mongolfiera amatoriale.

La spinta di Archimede è direttamente proporzionale al volume del corpo (forza proporzionale al peso del fluido spostato). Questa tende a spingere il corpo verso l'alto contrastando la forza di gravità: un grande pallone pieno di aria calda spinto verso l'alto da una forza pari al peso del volume dell'aria che sposta, tenderà a salire se immersa in aria più fredda e quindi più densa come se "galleggiasse".



Figura 4: Foto ricavata da uno video da me realizzati, che mostra la mongolfiera in volo.

Nel mio caso per ridurre la densità della massa d'aria all'interno della busta è stato posto al di sotto di essa una fonte di calore, alimentata ad alcol etilico, in modo che il suo peso specifico risulti essere minore di quello dell'aria fredda al di fuori dell'involucro e riesca così a vincere la forza di gravità.

Per costruirla ho utilizzato delle buste di plastica sottili, che ho incollato tra di loro tramite l'ausilio di alcuni pezzi di nastro adesivo.

Successivamente ho incastrato tra di loro delle cannuce in modo da formare una circonferenza; queste

sono state poi fissate, con della colla epossidica, al limite inferiore delle buste, in modo che si creasse uno spazio affinché le buste non si brucino poi quando la fiamma sarà accesa.

Ho avvolto della carta alluminio intorno al pollice e nello spazio interno che si è venuto a creare, ho posto dell'ovatta bagnata da alcol etilico, al suo interno sono stati fatti passare due sottili fil di ferro che sono stati fissati poi alla cornice inferiore delle buste, fatta dalle cannuce.

Infine, ho fatto bruciare l'ovatta e dopo qualche minuto ho potuto osservare la mongolfiera alzarsi, questo momento è quello mostrato nella figura 4.

3.5 Principio di Pascal

Il principio di Pascal afferma che qualora venga esercitata, in una porzione qualunque di un fluido in equilibrio, una variazione di pressione, questa si trasmette integralmente in ogni altra posizione del fluido stesso.

Il principio di Pascal si può dimostrare usando una siringa di vetro piena d'acqua al cui interno verrà posto un palloncino che, a seconda della pressione esercitata muovendo lo stantuffo della siringa, si gonfierà o sgonfierà.

O ancora, si può dimostrare utilizzando un palloncino sul quale verranno effettuati dei piccoli fori e che poi verrà mantenuto collegato al rubinetto. In un primo momento l'acqua rimarrà all'interno del palloncino e fuoriuscirà solo nel momento in cui ci sarà adeguata pressione.

Successivamente si potrebbe pensare di spostare il palloncino dal rubinetto e fare un nodo per chiuderlo e poi premere sull'estremità superiore: si otterrà così la fuoriuscita dell'acqua dalla parte opposta.

Questa è una conseguenza diretta del principio di Pascal, essendo l'acqua trasferita in ogni parte con medesima intensità, essa sentirà l'incremento di pressione e uscirà attraverso i fori anche se non si preme in corrispondenza degli stessi.

Il sito Vascak.cz propone due esperienze riguardanti il principio di Pascal:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_pascal&l=it

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_lis&l=it

Nella prima vi è una siringa e al di sopra una sfera bucata direttamente collegata ad essa, si può far variare la pressione con la quale l'acqua della siringa fuoriesce attraverso i fori (osservando come tutti i getti siano uguali) e si può al contempo spostare la siringa in diverse direzioni per osservare meglio i getti d'acqua da diverse prospettive.

Ho provato ad osservare il tempo impiegato dall'acqua nella siringa ad esaurirsi al variare della pressione, notando che maggiore essa fosse, minore era il tempo.

La seconda applet, invece, è una simulazione di un torchio idraulico.

Un torchio idraulico è costituito da due pistoni di forma cilindrica, al cui interno è posto un liquido (che deve essere incompressibile, così se il volume del liquido nel primo ramo diminuisce, quello nel secondo aumenta della stessa intensità), collegati tra loro.

Il pistone più piccolo esercita una pressione verso il basso che, per il principio di Pascal, spinge verso l'alto quello più grande.

Dall'uguaglianza delle due pressioni sulle superfici dei pistoni:

$$\frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B}$$

Nell'applet sono raffigurati due torchi idraulici: uno viene utilizzato per sollevare un'automobile, è infatti possibile far variare la velocità della pompa e osservare come si muove il liquido all'interno del meccanismo. L'auto è posta su di un pistone, l'olio della simulazione viene fatto passare attraverso un sistema di valvole, da una cisterna alla base della costruzione fino allo spazio in cui è presente il pistone cilindrico, che viene così alzato, in questo modo il liquido va a disporsi nello spazio che prima occupava.

Nel secondo si vede un pesetto che viene fatto affondare all'interno di un tubicino collegato ad un cilindro sul quale è posizionato un peso più grande che viene sollevato proprio a causa del movimento del pesetto. Questa

simulazione offre la possibilità di osservare quanto accade, in formule e di disporre di un righello laterale per quantificare il movimento dei due pesetti.

La costruzione di un piccolo torchio idraulico fa parte della progettazione.



Figura 5: Foto ricavata dal video realizzato da me durante la costruzione del torchio idraulico.

Nel mio caso è stato costruito mediante l'ausilio di un tubo di gomma e due siringhe e due bicchieri. Il tubo è stato collegato ai raccordi di entrambe le siringhe, le quali sono state riempite con dell'acqua e

fissate ad un supporto in modo che restassero in posizione verticale; sul pistone delle siringhe sono stati posti due bicchieri d'acqua, uno riempito a metà e l'altro fino all'orlo (quindi con pesi diversi). Il bicchiere contenente meno acqua è poggiato sulla siringa di diametro minore, si può notare come essa riesca a sollevare il bicchiere contenente più acqua posto sulla siringa a diametro maggiore: la pressione esercitata dalla siringa più piccola si trasmette per la legge di Pascal a quella più grande spingendola verso l'alto, così come sta accadendo nella figura 5.

Infine, avendo enunciato la legge di Pascal e il principio di Archimede, presento un'altra tra le esperienze previste per la mia progettazione, ovvero la costruzione di un Diavoletto di Cartesio.

Questo potrebbe essere realizzato in due modi: virtualmente e manualmente.

Il sito Vascak.cz ne dà infatti la possibilità di costruirne uno:

https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=m ech_kartezian&l=it

L'applet mostra come fare, essa mostra sullo schermo una bottiglia di plastica vuota, un becher graduato e un contagocce, al limite inferiore della schermata ci sono dei numeri da poter premere, a ciascuno di essi corrisponde uno step per la costruzione del diavoletto, in particolare:

1. La bottiglietta viene riempita con dell'acqua contenuta nel becher.
2. Il contagocce viene riempito con l'acqua rimanente e inserito all'interno della bottiglia, esso rimane in galleggiamento nella prossimità del tappo (infatti la bottiglia in questa fase viene chiusa).
3. Compare una mano virtuale che stringe la bottiglia, il contagocce in questo caso finisce sul fondo.

A questo punto è possibile giocare con l'applet, aumentando o diminuendo la pressione che esercita la mano.

Io ho costruito materialmente un diavoletto di Cartesio: per realizzare il "diavoletto", ovvero l'oggetto da inserire nella bottiglia ho utilizzato una cannuccia, ne ho tagliato un piccolo pezzo e l'ho piegata a metà fissando le due estremità con un piccolo elastico; all'elastico è stata fissata una graffetta. Ho inserito quindi l'oggetto all'interno di una bottiglia piena d'acqua, l'ho chiusa con il suo tappo e ho fatto pressione sulla bottiglia. Proprio come nell'applet

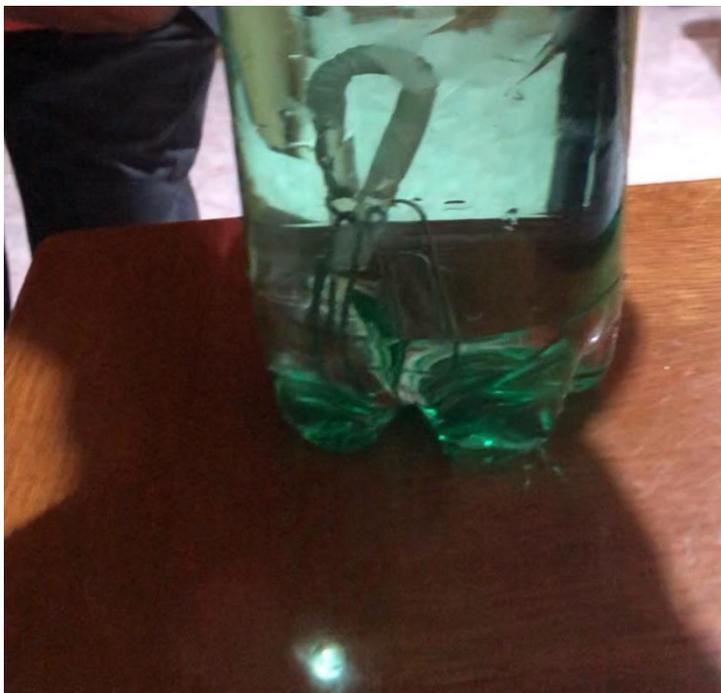


Figura 6: Foto ricavata da uno dei video da me realizzati, che mostra il diavoletto scendere verso il fondo.

quando si esercita pressione sulla bottiglia l'oggetto, che inizialmente galleggia, sprofonda verso il fondo della bottiglia: questo evento è mostrato nella figura 6.

Perché accade?

Per due leggi di cui già è stato parlato: quella di Archimede e quella di Pascal.

Quando si esercita una pressione sulla bottiglia, per la legge di Pascal, essa si trasmette anche a quello che si trova all'interno di essa: nel nostro caso il diavoletto costruito con la cannuccia.

L'oggetto inizialmente si trova in una situazione di galleggiamento: per il principio di Archimede che afferma che un corpo rimane in equilibrio indifferente quando la densità di un corpo è uguale a quella del fluido in cui è immerso.

Quando si applica pressione al recipiente, e all'acqua in esso contenuta, essa si trasmette anche all'aria all'interno del diavoletto. L'acqua è incompressibile, ma l'aria all'interno delle cannucce si comprime a seguito della pressione subita occupa meno spazio che viene occupato dall'acqua. Essendo il peso dell'acqua maggiore rispetto a quello dell'aria, fa sì che la densità all'interno del diavoletto aumenti (stesso volume ma peso invariato), e questo di conseguenza affonda.

Questo funzionamento è analogo a quello dei sommergibili: in base a questo ho deciso di inserire nella progettazione anche la costruzione di un prototipo di esso.

L'ho costruito con dei semplici materiali: una bottiglia di plastica da 500ml, un tubicino di gomma, della colla a caldo, una siringa e dei pesi (che potrebbero essere anche dei sassolini).



Figura 7: Foto ricavata da uno dei video da me realizzati che mostra il momento in cui il sommergibile è immerso in acqua.

Per iniziare ho realizzato un buco al tappo della bottiglia e al suo interno ho fatto passare il tubicino di gomma che ho sigillato con della colla a caldo. Ho sistemato poi i sassolini all'interno della bottiglia in modo che, una volta posta in

acqua, essa affondasse appesantita dalla forza peso dei sassolini che è

maggiore rispetto alla spinta idrostatica e ho collegato una siringa al tubicino (momento rappresentato nella figura 7). Quando poi ho provato ad immettere dell'aria all'interno del tubo di gomma, tramite la siringa (momento ritratto



nella figura 8), la bottiglia risale verso la superficie, questo accade perché quando al suo interno si inizia a “pompate” aria, si verifica un aumento del volume.

Figura 8: Foto, ricavata da uno dei video da me realizzati che mostra il sommergibile mentre sale a galla nel momento in cui viene immessa dell'aria al suo interno.

3.6: Temperatura e calore.

La temperatura è quella grandezza fisica che viene introdotta per quantificare le sensazioni termiche o quella grandezza misurabile tramite un termometro, o ancora la grandezza scalare definita con lo scopo di individuare l'equilibrio termico tra due corpi.

Nel SI la sua unità di misura è il Kelvin.

Per sensazioni termiche si intendono le sensazioni di caldo, freddo o tiepido che si provano nel momento in cui si tocca un oggetto.

È possibile “giocare”, con queste sensazioni per introdurre il concetto di temperatura, ad esempio prendendo tre pentole contenenti acqua fredda e ponendone due sul fuoco, in una l'acqua sarà fatta diventare tiepida e nell'altra calda.

A questo punto si potranno immergere entrambe le mani nell'acqua tiepida, entrambe rimanderanno la medesima sensazione termica.

Successivamente, una mano sarà messa nell'acqua fredda e l'altra in quella calda, dove saranno lasciate per qualche momento: entrambe saranno poi rimesse nell'acqua tiepida.

Si potrà notare come la mano che prima era in acqua fredda ora sentirà l'acqua calda, mentre, quella che prima era in acqua calda la sentirà fredda.

Oppure, dal momento che diversi materiali possono fornire sensazioni termiche diverse, nonostante abbiano la stessa temperatura si può pensare di toccare materiali differenti (metallo, legno...) e provare a fare una quantificazione, ovvero determinare cosa si considera più caldo e cosa più freddo e successivamente andare a verificare la veridicità di queste sensazioni tramite l'utilizzo del termometro, strumento di misura della temperatura.

Vascak.cz offre una simulazione con la quale è possibile fare un paragone tra le diverse scale di temperatura: Celsius, Kelvin e Fahrenheit.

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

Nella simulazione ci sono tre diversi termometri, ognuno facente riferimento ad una diversa scala ed è possibile aumentare e diminuire la temperatura a piacimento nonché cambiare i parametri sui termometri, ad esempio nella prima schermata le temperature sui termometri vanno rispettivamente sul primo termometro da -273.15°C a -250°C , sul secondo da 0K a 20K e sul terzo da -459.67°F a -420°F . Si può quindi giocare nel trovare una corrispondenza tra le varie temperature.

I termini calore e temperatura vengono spesso, erroneamente, considerati come sinonimi, oggi si è d'accordo a considerare il calore solo come una forma di energia interazione, come energia di transito tra due corpi con temperatura diversa.

Quando un sistema compie una trasformazione, reagisce con l'ambiente che potrebbe essere di natura termica quando viene scambiato calore: ricevendo calore dai corpi più caldi e cedendolo a quelli più freddi.

La grandezza fisica del calore non si riferisce al sistema, ma alle sue trasformazioni.

https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_it.html

Penso possa essere utile a questo proposito esplorare questa applet fornita dall'università del Colorado, che tratta delle trasformazioni di energia.

È possibile osservare dei contenitori contenenti dell'acqua e dell'olio essere posti su di un fornello o a contatto con del ghiaccio, nonché con dei termometri osservare la temperatura aumentare o diminuire.

Si può osservare l'acqua diventare vapore e l'energia "volare" verso l'alto, trasformandosi; anche per l'olio si possono osservare i movimenti energetici nonostante non vi siano effetti eclatanti (come l'acqua trasformata in vapore), inoltre si può osservare come si riscaldi più rapidamente rispetto all'acqua.

Questa applet potrebbe essere ripresa anche nella trattazione del fenomeno dell'ebollizione che verrà trattata nello specifico nei successivi paragrafi.

Il concetto di calore e quello di temperatura sono stati introdotti in quanto, come nel caso della mongolfiera già citata, molte delle attività inerenti alla mia progettazione riguardano l'interazione tra fluidi e calore.

3.7 Dilatazione termica nei liquidi.

Nei liquidi si parla di dilatazione volumica o cubica, in generale all'aumentare della temperatura questi si dilatano seguendo la legge:

$$V=V_0(1+\alpha\Delta t)$$

Dove:

V: volume finale (m³)

V₀: volume iniziale (m³)

α : coefficiente di dilatazione volumica (°C⁻¹ o K⁻¹)

Δt : variazione di temperatura (°C o K)

La legge di dilatazione termica individua un rapporto di dipendenza tra la variazione di volume e la variazione di temperatura: ovvero all'aumentare della temperatura aumenta il volume del corpo.

La formula di dilatazione volumica è uguale a quella dei solidi, ma il valore di α è da 10 a 100 volte maggiore di quello relativo ai solidi. Questa differenza è spiegabile dal punto di vista microscopico per i legami atomici presenti nei liquidi, diversi dai solidi caratterizzati da una struttura cristallina più rigida. Quando si dilata un liquido, si dilata anche il suo contenitore: errore tipico è quello di non tener conto della corrispondente dilatazione del contenitore che è scaldato con lui.

La relazione da considerare è la seguente:

$$\Delta V_{\text{effettivo}} = \Delta V_{\text{apparente}} + \Delta V_{\text{recipiente}}$$

L'acqua si comporta in modo diverso dagli altri liquidi: da 0°C a 4°C il suo volume, invece di aumentare, diminuisce.

Superata la soglia dei 4°C il suo volume inizia ad aumentare regolarmente, questo spiega perché i laghi d'inverno ghiacciano negli strati superficiali.



Grafico 1: grafico della funzione $V=V(T)$ nel caso dell'acqua.



Figure 9 e 10: Foto ricavate da due dei video da me realizzati inerenti alle attività che trattano la dilatazione termica. Viene mostrato il termoscopio immerso prima in acqua calda e poi nel ghiaccio.

Per verificare questo fenomeno, riporto le attività previste per la mia progettazione: in primis la costruzione di un termoscopio. Per farlo ho preso una piccola bottiglia, riempita con dell'acqua colorata, e ho fissato, tramite del pongo, una cannuccia al suo collo in modo che non toccasse il fondo. La bottiglia è stata messa in un recipiente che prima è stato riempito con dell'acqua bollente e con del ghiaccio, così come viene testimoniato dalle figure 9 e 10. Il termoscopio evidenzia le variazioni della densità dell'aria prodotte dai cambiamenti di temperatura. Quando l'aria contenuta nella bottiglia si raffredda, il suo volume diminuisce e questo va a determinare la salita dell'acqua lungo la cannuccia. Se si torna a riscaldare, il volume dell'aria aumenta e determina una discesa dell'acqua.

Ho svolto anche una variante di questo esperimento prendendo due bottiglie da 50cl, ne ho forato il tappo e ho inserito una cannuccia in ciascuna di esse.

In una bottiglia ho inserito dell'acqua e nell'altra dell'alcool, entrambe sono state poste in un contenitore colmo d'acqua e poi su un fornello.

Ho osservato come entrambi i liquidi a contatto con il calore risaliranno lungo la cannuccia seppur con tempi diversi.

Figura 11: Foto ricavata da uno dei video da me prodotti, in cui vengono mostrate le due bottiglie poste sulla fonte di calore (fornello).



Le molecole dell'alcool tendono, però, ad allontanarsi tra loro in misura maggiore rispetto a quelle dell'acqua e per questo motivo l'effetto è molto più evidente nella bottiglietta contenente alcool, infatti come si vede nella figura 11 mentre l'alcool ha già raggiunto il limite superiore della prima cannuccia, l'acqua ha appena iniziato a salire lungo la seconda.

3.8 Dilatazione termica dei gas.

Per la descrizione dello stato di gas è necessario considerare quattro grandezze: la massa del gas, il volume, la temperatura e la pressione.

Dal momento che il volume dei gas varia in funzione della pressione, per studiare gli effetti del calore bisogna specificare P prima e dopo il riscaldamento.

Per lo studio della dilatazione termica, nel caso dei gas, viene mantenuta costante o la pressione o la temperatura o il volume.

Il primo caso, quando il gas è scaldato a pressione costante, si rifà alla prima legge di Gay-Lussac: la legge descrive la relazione tra volume e temperatura quando si mantiene la pressione costante

Per comprendere la prima legge di Gay-Lussac immaginiamo di porre un gas all'interno di un contenitore espandibile, affinché la pressione rimanga costante e al di sopra dei pesetti, scaldando il gas, esso si espande e quindi aumenta di volume.

L'espansione continua finché la temperatura continua ad aumentare, ovvero:

$$V=V_0(1+\alpha t)$$

Dove:

V = volume (m^3) alla temperatura t

V_0 = volume che occupa il gas (m^3) alla temperatura $0^\circ C$

α : coefficiente di dilatazione volumica ($^\circ C^{-1}$)

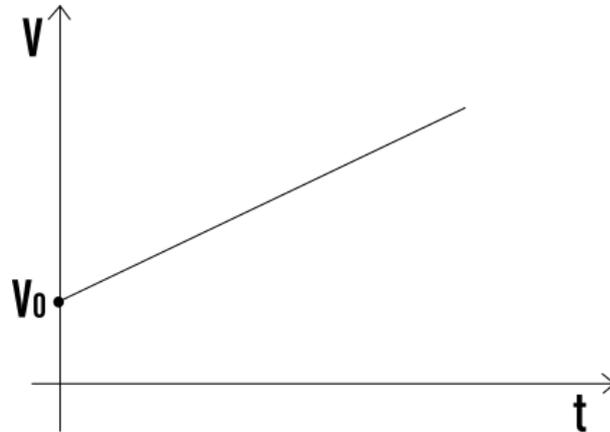


Grafico 2: grafico della funzione $V=V(t)$.

t : temperatura ($^\circ C$)

Viene stabilito che la relazione $V=V(t)$ tra volume e temperatura è tipo lineare, per capirlo consideriamo il piano temperatura-volume.

Riscriviamo

l'equazione:

$V = V_0 \alpha t + V_0$ confrontandola con la generica equazione della retta ($y = mx + q$) essa deve avere come coefficiente angolare $m = V_0 \alpha$ e intercetta $q = V_0$.

Dunque, in una trasformazione a pressione costante la temperatura è descritta da una retta con inclinazione pari al prodotto tra la costante di dilatazione termica e il volume del gas a $0^\circ C$ tale da intersecare l'asse y in corrispondenza del volume del gas a $0^\circ C$.

Questa legge descrive anche il raffreddamento di un gas che raffreddato si contrae (diminuisce il suo volume).

Tuttavia, l'ambito di questa legge è limitato: vale solo quando il gas non è eccessivamente compresso e quando la temperatura è lontana da quella di liquefazione.

Come dimostrare la legge di Gay-Lussac?

La teoria suggerisce che la variazione di temperatura causa una variazione di volume di un corpo ad essa direttamente proporzionale.

Gonfiare un palloncino (non troppo poco e non troppo) e segnare la temperatura ambiente.

Misurare il volume del palloncino, approssimandolo ad una sfera, (una misura precisa del volume può essere fatta utilizzando un becher e determinando il volume di acqua spostata).

Porre il palloncino in un frigo e determinarne la temperatura.
Determinare il volume del palloncino.

Ripetere la stessa misura ponendo il palloncino all'interno di acqua a 40 °C, poi a 60 °C etc.

Passiamo ora al secondo caso, quando cioè a rimanere costante è la temperatura, la legge che descrive il comportamento dei gas in questi casi è la legge di Boyle.

Analogamente alla prima legge descritta per rendere più semplice la compressione anche qui immaginiamo di inserire un gas in un contenitore comprimibile a contatto con una fonte di calore costante, man mano verrà fatto variare il volume del gas variando quello del contenitore.

Questo esperimento mostrerà come un gas compresso tenda a riscaldarsi, quindi nel comprimerlo bisogna procedere lentamente in modo da non far variare la temperatura con cui è a contatto.

In questo caso il comportamento del gas è descritto dall'equazione:

$$pV=p_1V_1$$

Dove:

p= pressione finale (Pa)

V= volume finale

P₁=pressione iniziale (Pa)

V₁= volume iniziale (m³)

La legge di Boyle stabilisce che, a temperatura costante, il prodotto del volume occupato da un gas per la sua pressione rimane costante.

Quindi, pressione e volume del gas sono inversamente proporzionali.

Nel corso della trasformazione il gas attraverserà tutti gli stati intermedi tra A e B, rappresentati dal tratto dell'iperbole che congiunge A con B.

Può essere svolto un esperimento riguardante la legge di Boyle: porre all'interno della siringa una certa quantità di aria e, tolto l'ago, tappare l'estremità della siringa con della colla.

Per assicurarsi che il sistema non perda aria, porre la siringa all'interno del polistirolo.

Il volume iniziale corrisponde alla pressione iniziale che è pari ad una atmosfera (101300 Pa circa).

Determinare la sezione S della siringa (riflettere se la siringa è

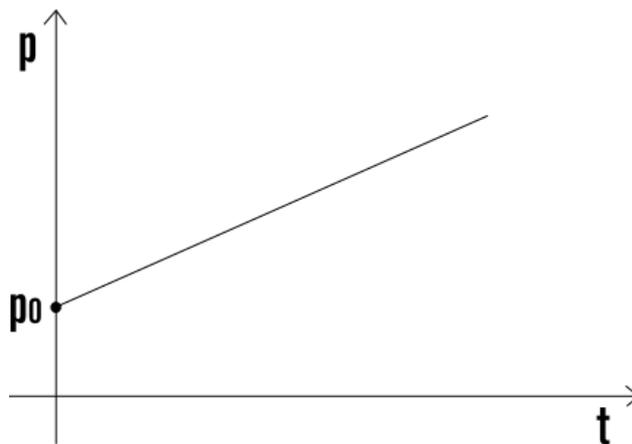


Grafico 3: grafico della relazione $p=p(t)$.

assimilabile perfettamente ad un cilindro).

Le letture del volume vengono fatte direttamente sull'indice graduato della siringa (di solito in ml).

Porre sul tappo della siringa oggetti di massa nota.

La pressione p dell'aria è calcolata aggiungendo alla pressione atmosferica la pressione esercitata dalla massa m secondo l'equazione:

$$p = 101300 + \frac{mg}{S}$$

Rimane ora da definire l'ultimo caso, quello delle trasformazioni a volume costante.

La descriviamo anche questo caso utilizzando l'esempio di un gas in un contenitore: all'aumentare della temperatura, a volume costante e aggiungendo

pesi sul pistone, la pressione crescerà. La legge sperimentale che descrive il comportamento del gas è la seconda legge di Gay-Lussac:

$$p = p_0(1 + \alpha t)$$

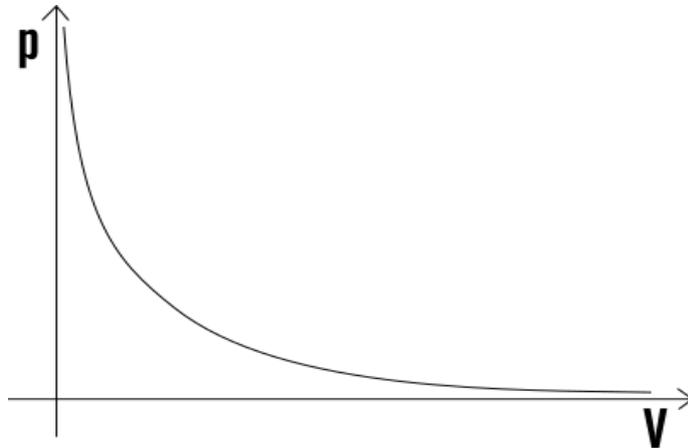


Grafico 4: grafico della funzione $p=p(V)$

Dove:
 p = pressione (Pa) a temperatura t
 p_0 = pressione (Pa) a 0°C
 α = coefficiente di dilatazione volumica ($^\circ\text{C}^{-1}$)
 t = temperatura ($^\circ\text{C}$)

Riscrivendo l'equazione come:

$p = p_0\alpha t + p_0$ si nota come corrisponda ad un'equazione di una retta ($y = mx + q$).

L'inclinazione è data da $p_0\alpha$, l'ordinata all'origine da $q = p_0$.

Le variazioni di pressione sono direttamente proporzionali alle corrispondenti variazioni di temperatura.

Un gas che segue le seguenti legge viene definito come gas perfetto, queste posso essere sintetizzate in un'unica relazione detta equazione di stato del gas perfetto:

$$pV = \left(\frac{p_0V_0}{T_0}\right)T \quad pV = nRT$$

Dove:

p = pressione (Pa)

V = volume (m^3)

T= temperatura (K)

PRINCIPALI TRASFORMAZIONI DEI GAS				
Trasformazione	Condizione	Calcolo	Risultato	Legge ottenuta
Isoterma	$T = T_0$	$pV = \frac{p_0 V_0}{T_0} T$	$pV = p_0 V_0$	Boyle
Isòbara	$p = p_0$	$p_0 V = \frac{p_0 V_0}{T_0} T$	$V = \frac{V_0}{T_0} T$	Prima di Gay-Lussac
Isocòra	$V = V_0$	$p V_0 = \frac{p_0 V_0}{T_0} T$	$p = \frac{p_0}{T_0} T$	Seconda di Gay-Lussac

Tabella 1: prospetto sui passaggi di stato, da Zanichelli online.

L'equazione di stato sintetizza le tre leggi perché da essa è possibile ricavare le altre tre descritte come casi particolari.

Al termine della trattazione penso sia utile definire in maniera maggiormente chiara i concetti fin ora utilizzati di:

1. Volume: che misura la porzione di spazio occupato da un corpo, l'unità di misura è il metro cubo (m^3)
2. Massa: è la caratteristica del corpo che li induce ad opporsi ad una modifica della loro velocità misurata in Newton.
3. Densità: si ottiene dividendo la massa del corpo per il suo volume $d = \frac{m}{V}$.

Una delle attività che ho svolto è stata quella di prendere una piccola bottiglia e fissare un palloncino al tappo.



Figura 12: Foto presa dai uno dei video realizzati da me: mostra il dilatarsi del palloncino.

La bottigliina è stata poi messa in un contenitore pieno d'acqua e poi su di un fornello. Dopo qualche minuto, il palloncino si è gonfiato in quanto l'aria contenuta all'interno della bottiglia, scaldandosi, si è dilatata e ha riempito il palloncino: questo è quanto accaduto durante le mie attività, catturato dalla figura 12.

3.9 Cenni sui passaggi di stato.

In natura esistono quattro stati di aggregazione della materia: solido (più stabile, in cui gli atomi sono disposti in maniera ordinata a causa delle forti interazioni elettrostatiche, hanno propria forma e volume e può essere presente una struttura cristallina), liquido (in cui le particelle sono libere di muoversi seppur soggette a forze di attrazione elettrostatica reciproca e ad interazioni intermolecolari forti tali da disporsi in stati sovrapposti per adattarsi alla forma del recipiente, hanno un proprio volume), aeriforme (grande

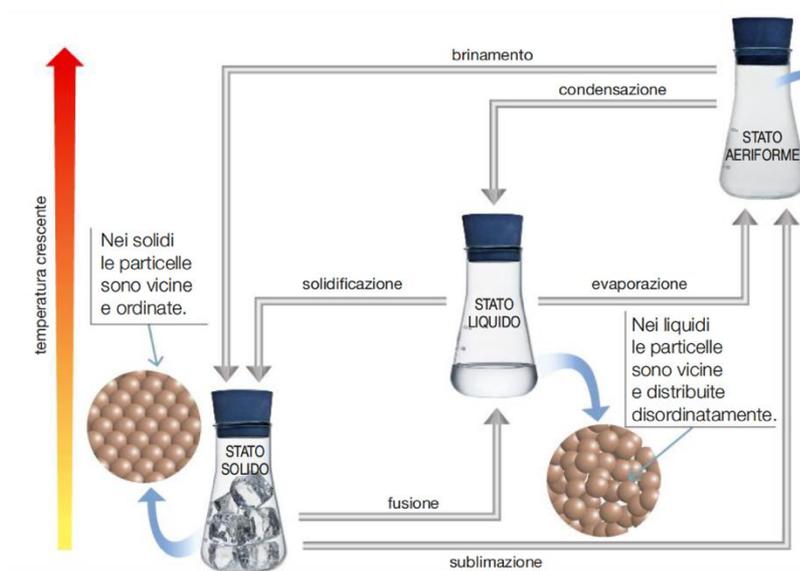


Grafico 5: prospetto sui passaggi di stato, da Zanichelli online.

mobilità delle particelle che tendono ad occupare tutto il volume a sua disposizione), plasma.

È bene specificare che i vapori hanno

due modi per diventare liquidi: per raffreddamento e per compressione a differenza dei gas che possono essere trasformati esclusivamente per raffreddamento (quindi per quanto la pressione possa aumentare rimangono allo stato aeriforme).

Per passaggio di stato vogliamo intendere la trasformazione di uno stato fisico e ne esistono di tre tipi: da solido a liquido o viceversa, da liquido ad aeriforme o viceversa e da aeriforme a solido e viceversa.

Un solido ha bisogno di essere riscaldato per passare al suo corrispettivo liquido, la temperatura deve essere alzata fino ad arrivare ad un punto detto di fusione (caratteristico per ogni sostanza) affinché possa avvenire questa trasformazione. Per sosta termica si intende la necessità di mantenere costante la temperatura durante la trasformazione.

Il passaggio di stato ad esso contrapposto è la solidificazione, questo avviene al raggiungimento della temperatura di solidificazione o può verificarsi a seguito di una variazione di pressione.

Il passaggio diretto da solido è detto sublimazione, l'opposto è il brinamento.

Affinché avvenga la sublimazione, il solido necessita di acquisire calore in modo da aumentare la sua energia cinetica interna, se viene raggiunto un determinato valore i legami tra molecole riescono a rompersi raggiungendo lo stato aeriforme. È bene specificare che questa trasformazione riguarda solo la superficie del solido.

Viceversa, per il brinamento il gas cede calore: allo stato gassoso vi è un forte stato di agitazione termica dovuto all'intensa energia cinetica, nel momento in cui la temperatura diminuisce questa diminuirà di pari passo, in questo modo è possibile la formazione di legami intermolecolari.

Con la condensazione dallo stato aeriforme si passa a quello liquido, anche qui è necessario sottrarre calore ai gas affinché possa essere raggiunta la temperatura di condensazione e dei legami molecolari.

L'evaporazione è un fenomeno spontaneo e il cambiamento riguarda solo lo strato superficiale del liquido, l'ebollizione coinvolge l'intera massa del liquido.

Quando si manifesta un aumento di temperatura (secondo la legge del calore specifico) si manifesta l'ebollizione: in questa fase l'energia viene spesa per rompere i legami tra molecole con l'aumento dell'energia cinetica delle molecole, il calore necessario dipende dalla massa del liquido ed è individuato dalla formula del calore latente ($Q=mL$) nel caso specifico dell'ebollizione. Dove L sta appunto per calore latente.

Nel processo di ebollizione la temperatura del liquido non cambia nonostante gli venga conferito calore (sosta termica), quando si parla di temperatura di ebollizione che muta al mutare della pressione.

In un liquido che bolle si formano dei moti convettivi: la parte che si trova a contatto con il fondo è la prima a scaldarsi e a cambiare la propria densità (che diminuisce all'aumentare della temperatura).

Dunque, la parte di liquido più calda e meno densa è soggetta ad una spinta di Archimede, la massa liquida non è in equilibrio e si genera questo moto in cui il liquido sul fondo meno denso va verso l'alto e quello in superficie più freddo e denso tende a sprofondare, si vengono quindi a generare delle correnti convettive. In queste correnti il calore si trasmette grazie alla materia.

I moti convettivi continuano finché non viene raggiunta la temperatura di ebollizione in tutto il liquido.

Per quanto riguarda i passaggi di stato il modo migliore affinché possano essere dimostrati è attraverso l'esperienza pratica.

Un'esperienza sull'ebollizione potrebbe essere quella di porre dell'acqua in un contenitore e poi su di un fornellino, è possibile così osservare la formazione del vapore acqueo.

Per l'evaporazione invece è possibile porre acqua e sale su si in cartoncino scuro e sottoporlo ad una fonte di calore: dopo del tempo sarà possibile osservare come l'acqua non sia più presente ma abbia lasciato a testimonianza del suo passaggio dei residui di sale.

Oppure prendendo due fogli di carta assorbente, uno sarà avvicinato ad un fornello o posto al sole, mentre l'altro lasciato su un banco: trascorso del tempo il primo sarà asciutto, mentre il secondo ancora bagnato.

Per la solidificazione sarà possibile riporre dell'acqua in un freezer e osservarla dopo del tempo.

Per ricreare il fenomeno della condensazione sarebbe possibile porre l'acqua bollente in un barattolo, chiuderne il tappo e porre al di sopra il ghiaccio ricavato dalla precedente esperienza. L'aria umida all'interno del barattolo, causata dal calore dell'acqua, diventerà vapore formando una "nuvola"

Quando l'aria umida incontra quella fredda, causata dal ghiaccio, l'acqua all'interno della "nube" andrà a formare delle goccioline che sono come pioggia all'interno del barattolo. Questo è il processo della condensazione.

Si potrebbe inoltre poi osservare il fenomeno della fusione esponendo il ghiaccio precedentemente utilizzato ad una fonte di calore, se esso fosse posto in un becher si potrebbe monitorare la sua temperatura per individuare il punto di fusione.

Per la sublimazione si potrebbe pensare di utilizzare dei frammenti di iodio, sostanza solida, che se riscaldata passa direttamente allo stato aeriforme, formando un vapore di colore violetto.

Al contrario, per quanto riguarda il brinamento, si può pensare di porre sul becher che viene riscaldato un imbuto di vetro: a questo punto, spegnendo il fornello il vapore scomparirà e sul vetro dell'imbuto si distingueranno i cristalli di iodio.

Una delle attività previste per la mia progettazione è la costruzione di un motore a vapore, e poi di una barca a vapore che sfrutti proprio il principio dell'ebollizione.

Un motore a vapore è una macchina motrice che trasforma energia termica, del vapore acqueo, in energia meccanica.

Il sito Vascak.cz propone la visualizzazione di una locomotiva a vapore:

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

Si può osservare l'interno della locomotiva: è presente del carbone infuocato che scalda dell'acqua che va a muovere dei pistoni collegati alle ruote, grazie alla spinta di questi ultimi, la locomotiva riesce a muoversi. È possibile far variare l'intensità delle fiamme e quindi far muovere la locomotiva più o meno velocemente o farla andare all'indietro. La fiamma, attraverso i tubi di fumo della caldaia, trasferisce calore all'acqua, che arrivata alla temperatura di ebollizione, si trasforma in vapore. Il vapore è mandato poi al motore, generando movimento.

Il funzionamento è analogo ai meccanismi da me costruiti.

Ho iniziato, per la costruzione del motore a vapore, tagliando a metà una lattina e facendo due buchi paralleli, a due estremità opposte della lattina, a circa 4cm rispetto al bordo tagliato. Successivamente ho preso un tubo di rame, lungo circa 20 cm; la sua parte centrale è stata arrotolata più volte intorno ad una matita, come se fosse una bobina. Ho spinto il fondo della lattina verso il basso, in modo tale che il bordo inferiore fosse appiattito e su di esso è stata poggiata una candela circondata da carta stagnola, così che potesse rimanere ferma in posizione. Il tubo di rame è stato fatto passare attraverso i buchi fatti sulla lattina, in modo che la bobina sia posta al di sopra dello stoppino della candela; entrambe le estremità che si sono trovate a fuoriuscire dai buchi sono state piegate verso il basso. Il tubo, con l'ausilio di una siringa, è stato riempito con dell'acqua. L'intera costruzione è stata poi posta in una bacinella colma d'acqua. La candela è stata accesa, e dopo qualche minuto, il piccolo motore amatoriale ha iniziato a ruotare su sé stesso.

Nella figura 13, viene raffigurato il momento immediatamente antecedente alla messa in moto del motore, infatti prima che questo si sia verificato sono passati diversi minuti.

Questo accade perché l'acqua contenuta nel tubo pian piano inizia a



Figura 13: Foto ricavata da uno dei video da me realizzati, che mostra il motore mentre si scalda, poco prima che esso si sia messo in moto.

scaldarsi arrivando ad un punto di evaporazione intensa, in questo modo essa fuoriesce dalle estremità libere del tubo sotto forma di vapore acqueo spingendo così la lattina a ruotare.

Sulla pista di questo rudimentale motore a vapore sono poi

passata alla costruzione di una barchetta a vapore, il cui funzionamento è molto simile a quello appena descritto.

Per realizzare la mia barchetta ho utilizzato un coperchio di polistirolo, ho levigato la parte anteriore ottenendo una forma triangolare e intagliato un piccolo rettangolo immediatamente al di sotto di esso.

Ho utilizzato una lattina come bollitore. L'ho tagliata in modo che essa formasse una tasca rettangolare, al suo interno ho inserito due cannuce, sigillate all'interno della tasca con della pasta epossidica: per verificare che sia stato fatto correttamente, dopo il tempo di attesa affinché la pasta possa rapprendersi, ho inserito la parte anteriore della costruzione in un bicchiere pieno d'acqua e ho soffiato dalle cannuce, quando non fuoriuscirà aria si potrà continuare ad assemblare la barchetta. Sulla parte posteriore della barca ho inserito una candela e l'ho fissata con una piccola quantità di colla a caldo. Ho inserito poi le cannuce del bollitore all'interno del rettangolo, in modo tale che siano piegate verso la parte posteriore della barchetta, ho fatto passare un elastico sottile intorno alla barchetta in modo che le cannuce fossero fissate al di sotto della barchetta. Ho fatto passare del filo intorno alla parte anteriore del bollitore e l'ho fissato all'estremità opposta della barchetta con del nastro adesivo, in questo modo il bollitore rimane inclinato verso la candela. Infine, ho riempito le cannuce con dell'acqua e ho messo la barchetta in acqua.

Il calore generato dalla fiamma trasformerà l'acqua contenuta nelle cannuce in vapore acqueo che, trovandosi ad elevata pressione uscirà dalle cannuce piegate al di sotto della barchetta spingendola a muoversi in avanti. Il vapore entrerà poi a contatto con l'acqua nel recipiente a temperatura minore che comporterà un vuoto nel bollitore che richiamerà altra acqua.

Sto quindi descrivendo un ciclo in cui all'interno del bollitore di alluminio si verificano delle variazioni di pressione. La barchetta si muove in direzione opposta al getto di vapore che man mano esce dalla cannuccia per il principio di azione e reazione. L'energia termica contenuta nel vapore si trasforma in energia cinetica, cioè di movimento.

Nella figura 14, è stata rappresentata la barchetta dopo qualche minuto in cui era in moto, continuamente interrotto dalle pareti della vaschetta in cui

era posto, il calore della candela ha spezzato il filo di cotone che reggeva il



Figura 14: Foto ricavata da uno dei video realizzati da me, raffigurante la barchetta a motore che, arrivata al bordo della vaschetta ha interrotto il suo moto.

bollitore, ma nonostante questo è rimasto in posizione.

Il principio di azione e reazione o terzo principio della dinamica stabilisce che se un corpo A esercita una forza su un corpo B allora anche il corpo B la esercita su A con stessa direzione e modulo ma versi

opposti (ad ogni azione corrisponde una reazione uguale e contraria).

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

Il principio di azione e reazione può essere ripreso nella costruzione di una macchinina a propulsione, alimentata tramite l'aria di un palloncino.

Ho ritagliato un rettangolo da un pezzo di cartone, al di sotto di esso ho fissato due cannucce in modo che fossero parallele tra di loro e perpendicolari rispetto alla struttura di cartone, al loro interno ho fatto passare dei bastoncini di legno. Ho fatto dei buchi su quattro tappi di bottiglia e al loro interno ho fatto passare i bastoncini di legno: queste vanno a rappresentare le ruote della costruzione.

Ho poi preso una terza cannuccia e ad una delle due estremità ho legato un palloncino, ho fissato il tutto alla mia costruzione di cartone.

Come farla funzionare? Basterà soffiare all'interno della cannuccia, in modo da gonfiare il palloncino, tenere ferma la cannuccia con le dita finché la

macchinina non tocchi terra e poi lasciarla andare. L'auto si muoverà in direzione opposta rispetto al getto d'aria.

In questo caso, l'energia potenziale immagazzinata dal palloncino mentre viene gonfiato, si trasforma in energia cinetica e in calore (attraverso l'attrito).

Le figure 15 e 16, rappresentano la macchinina da me realizzata, in una situazione didattica ai bambini potrebbe essere richiesto di decorare le loro costruzioni.

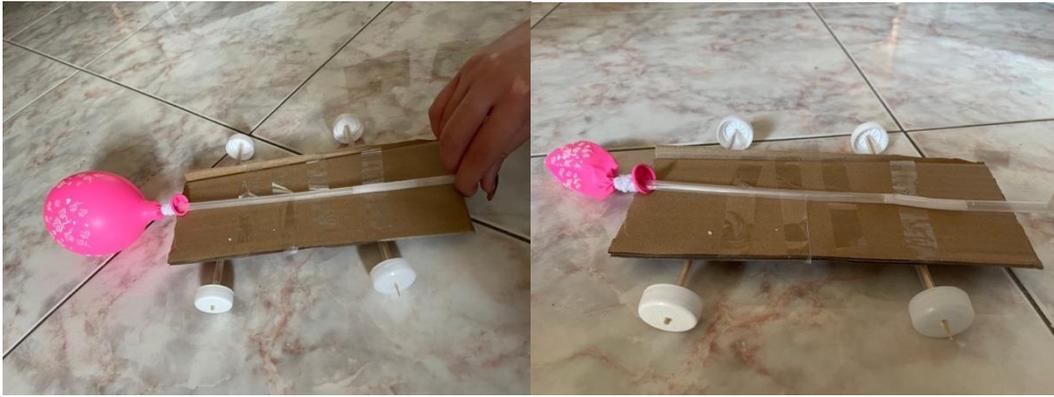


Figure 15 e 16: foto prese da uno dei video da me realizzato, rappresentano la macchinina, prima e dopo che il palloncino sia stato gonfiato.

Capitolo 4: Sperimentazione e feedback.

4.1 Premessa.

A causa delle diverse limitazioni imposte a seguito della situazione epidemiologica, non mi è stato possibile portare avanti la progettazione così come era stata inizialmente pensata.

Ho scelto, per far fronte ai limiti temporali, di attuare precedentemente le attività che più sono inerenti rispetto all'argomento della tesi, macchine e meccanismi e non lo nego anche in base a quelle che più mi ha divertito costruire e con le quali ho avuto maggiori difficoltà per osservare il modo in cui ad esse gli alunni si sarebbero potuti approcciare.

Pertanto, l'ordine delle attività nella sperimentazione sarà diverso rispetto a come le avevo ideate.

Per avere comunque un'opinione rispetto alla progettazione, così come originariamente era concepita, questa è stata fatta leggere alla docente che mi ha seguita durante il percorso di sperimentazione, Alessia Tufano, la quale ha potuto darmi un'opinione sulla stessa, sulla sua fattibilità e sul modo in cui i bambini avrebbero potuto reagire.

La scuola che mi ha ospitata è l'Istituto Comprensivo Porchiano Bordiga, nella classe 4C dell'anno scolastico 2020/21

La scuola è sita nella periferia est di Napoli e viene considerato come luogo di riferimento nel territorio per le peculiarità delle proposte organizzative.

Dal momento che la scuola si muove in un quartiere che vive una situazione di disagio che investe diversi ambiti e che presenta un elevato tasso di criminalità, si trova a dover arginare comportamenti devianti e il fenomeno della dispersione scolastica.

Per questo motivo sono presenti diverse realtà associative che operano in ambito della promozione culturale, del sostegno della famiglia e alla lotta per la dispersione.

A questo proposito, per combattere la povertà educativa, sono stati messi in atto diversi progetti, tra questi voglio ricordare quello portato avanti dal gruppo di ricerca in Didattica della Fisica di cui fa parte il mio relatore

Emilio Balzano, ovvero il progetto Educare, il quale è andato a coinvolgere alunni della scuola primaria e secondaria di I grado.

Questo, viene così descritto: *“mira alla realizzazione di una strategia integrata di interventi che coinvolgano la comunità educante territoriale costituita da Istituti scolastici, docenti, famiglie, Istituzioni Pubbliche e tessuto associativo della Municipalità VI del Comune di Napoli[...]si caratterizzerà per il riconoscimento della funzione che l’educazione scientifica, matematica e tecnologica può svolgere nella formazione culturale in generale del cittadino e ciò comporta il condividere nella comunità educante una visione non tradizionale dell’insegnamento”*⁸

Dunque, avendo i bambini già fatto esperienze di questo tipo si sono dimostrati immediatamente entusiasti e molto collaborativi, mettendomi subito a mio agio e dimostrandosi sempre all’altezza nella realizzazione delle diverse esperienze.

Di seguito riporterò il modo con cui si sono tenuti gli incontri e cosa è stato svolto, la scelta di quale attività attuare è stata dettata dalle ore a disposizione e sono state privilegiate quelle che ho pensato potessero essere più interessanti e intriganti da far realizzare nonché più emblematiche rispetto alla tesi stessa.

⁸ <http://www.les.unina.it/>

4.2: Primo incontro.

Il primo incontro si è svolto in data 4/05/2021, il tempo a disposizione è stato di 2h.

Sono rimasta sicuramente stupida dall'accoglienza offertami dalla classe, forse condizionati dalla bella presentazione fatta dalla loro docente, ma immediatamente si sono dimostrati attivi e curiosi di scoprire quello che avremmo fatto insieme.

Questo primo intervento ha previsto la costruzione di un modellino di una mongolfiera, e penso che forse sia stata l'attività che ha suscitato maggiore interesse negli alunni, dato che la lezione è fluiva in maniera leggera e senza troppi problemi.

L'intervento, si è aperto chiedendo ai bambini se sapessero cosa una mongolfiera fosse e se conoscessero il suo funzionamento.

Le ipotesi ovviamente sono volate, ma con stupore mi sono resa conto che gli studenti sono riusciti ad arrivare autonomamente alla soluzione in un tempo veramente breve.

La prima domanda fatta ai bambini è stata quella di descrivere il modo in cui una mongolfiera fosse fatta e quando hanno nominato il fuoco ho chiesto a cosa secondo loro, questo servisse.

Le risposte a questo punto sono state un po' vaghe e sono intervenuta per portare gli alunni sulla strada giusta, ho chiesto loro che sensazioni dava il fuoco e ci siamo indirizzati quindi sul concetto di calore, da lì al fatto che quando un'oggetto è nelle sue prossimità diventa più caldo.

“Quindi vale anche per l'aria?”

A quel punto i bambini hanno intuito che l'aria, una volta riscaldata permette al “pallone” di gonfiarsi, diventare più leggero e quindi vincere la forza di gravità.

Dopo aver chiarito parzialmente il concetto siamo passati alla costruzione della mongolfiera i cui passaggi sono stati schematizzati con il procedere dell'attività.

In particolare, simulando una catena di montaggio, a ciascun bambino è stato assegnato di provvedere al completamento di un pezzo della costruzione e

siamo riusciti a costruire infine due piccole mongolfiere.

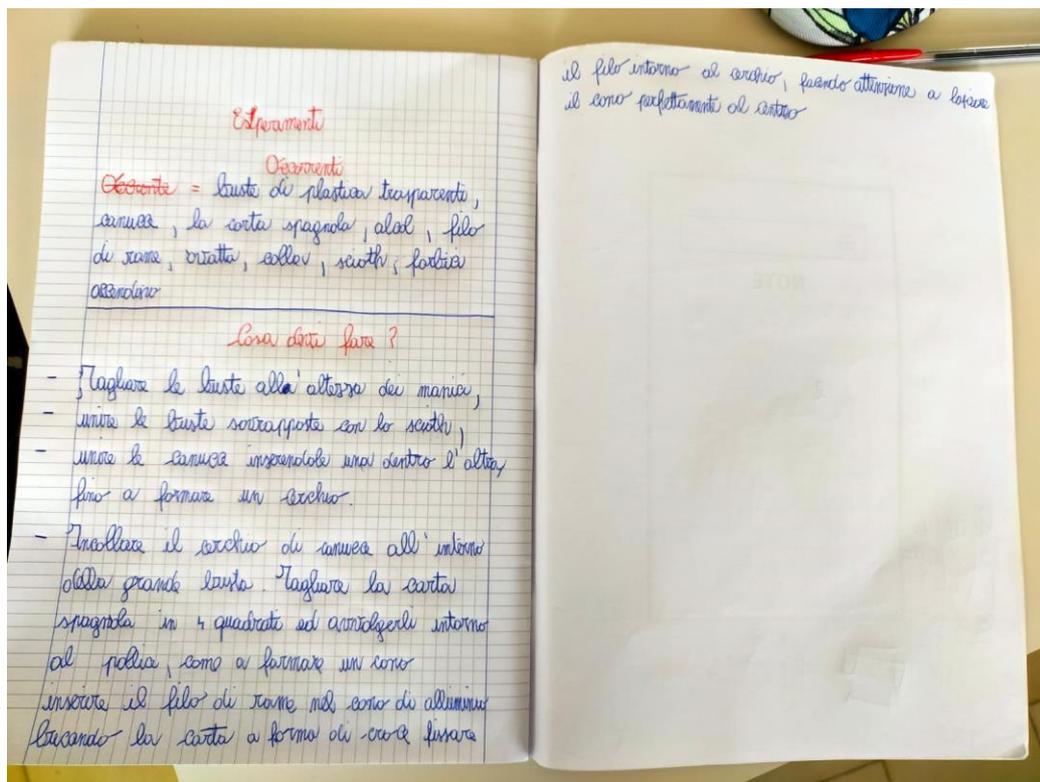


Figura 17: La descrizione di Angelica della costruzione della mongolfiera.

Dunque, ho iniziato, come suggerisce quanto scritto sul quaderno di



Figura 18: I bambini costruiscono insieme la mongolfiera.

uno dei partecipanti all'attività, mostrando i materiali occorrenti per costruzione di questa macchina alla classe: buste di plastica trasparenti, cannuce, carta stagnola, alcool, filo di rame, ovatta, colla, scotch, forbici e accendino.

I bambini hanno poi tagliato i bordi delle buste trasparenti, unendone due tra di loro con l'ausilio dello scotch.

Con cura gli alunni hanno poi verificato che non fosse rimasta nessuna apertura tra le buste o buchi, e, si sono dimostrati essere molto bravi



Figura 20: I bambini operano in maniera autonoma alla costruzione della mongolfiera.

quando ho chiesto loro il motivo di questa operazione; hanno infatti intuito autonomamente che se l'aria fosse fuoriuscita da qualche foro sulla busta questa non sarebbe più riuscita a gonfiarsi e la mongolfiera non avrebbe funzionato.

Il secondo passaggio è stato quello di andare a creare una cornice di cannucce, i bambini hanno capito di doverne utilizzare quattro per mongolfiera, dopo aver verificato che mettendone una in più il cerchio che si veniva a formare era troppo largo per l'apertura della busta.

La cornice di cannucce è stata poi incollata al bordo inferiore delle buste da alcuni bambini.



Figura 19: Marco costruisce la cornice di cannucce.



Figura 21: Ai bambini viene mostrato come incollare la cornice di cannucce alla busta.



Figura 22: La costruzione dei coni di stagnola utili per contenere il fuoco della mongolfiera.

Siamo poi passati alla creazione del cestello nel quale si sarebbe poi posizionata la fiamma: i bambini l'hanno realizzato avvolgendo dei pezzi di carta stagnola al pollice fino a dargli una forma conoidale.

Al suo interno è stata posta dell'ovatta poi bagnata con dell'alcool etilico.

Il tutto è stato fissato alla cornice di cannuce tramite del fil di rame

sottile.



Figura 23: L'alcool viene messo all'interno del cono pieno di ovatta.



Figura 24: Il cono viene fissato alla struttura della mongolfiera, tramite del filo di rame.



Figura 25: Le mongolfiere stanno per prendere il volo.

provassero.

“Aldo: È caldissimo!”

“Angelica: Più diventa caldo e più diventa grande.”



Figura 26: Una fiamma troppo alta brucia la plastica della mongolfiera.

Infine, io e gli studenti, abbiamo fatto dei tentativi di funzionamento delle piccole mongolfiere realizzate.

In particolare, abbiamo scoperto che: con poca fiamma il “pallone” non si gonfia e non succede nulla.

È stato inoltre chiesto ai bambini di porre la mano in prossimità delle buste e di descrivere che sensazione

Però, se la fiamma è troppa, la mongolfiera si brucia.

Solo quando il fuoco è adatto la mongolfiera riesce a volare.



Figura 27: La mongolfiera durante il volo.

Il volo della mongolfiera è stato eseguito in un'aula in disuso con soffitti alti, a causa del forte vento non è stato possibile eseguirla all'esterno.

L'esperimento è riuscito, seppur non completamente, infatti avendo i bambini mosso più volte il cono al di sotto della busta la fiamma è risultata essere sbilanciata verso un lato della mongolfiera che dopo qualche istante in volo si è poi accasciata a causa della non corretta distribuzione dell'aria calda all'interno.

In ogni caso, i bambini sono rimasti sicuramente molto stupiti dalla costruzione, che era poi l'effetto auspicato e in molti hanno affermato la volontà di ricrearne altre anche nelle proprie abitazioni.

4.3 Secondo incontro.

Il secondo incontro si è svolto il giorno 06/05/21 e il tempo messo a disposizione è stato di 4h.

Per questo secondo incontro sono state previste due diverse attività: la costruzione di un motore e di una barchetta a vapore.

Ho scelto di iniziare dal piccolo scafo, perché se il tempo non fosse stato abbastanza per entrambe le attività, ho pensato che sarebbe stata quella maggiormente apprezzata; tant'è vero che una volta osservato il funzionamento della barchetta quello del piccolo motore è stato definito dagli alunni come "meno bello".

Per introdurre la prima attività ho chiesto ai bambini se sapessero cosa sia il vapore.

"Antonio: È quel fumo che si vede vicino l'acqua"

"T: Sì, ma quando si vede?"

"Anna: Quando c'è caldo!" "Carmine: Vicino le pentole"

"T: Ma secondo voi può essere utilizzato per muoverci?"

"Antonio: Sì, come il treno che si muove con il carbone."

"T: E come funziona?"

"Antonio: Si mette il carbone sul fuoco, così diventa più grande e il treno si muove"

"T: Ma cosa lo fa muovere?"

"Angelica: Il caldo!"

"T: Ok, secondo voi possiamo creare anche noi una cosa del genere?"

I bambini si sono dimostrati a questo punto curiosi di scoprire come far muovere degli elementi con il *caldo*.

La costruzione della barchetta è iniziata elencando ai bambini i materiali utili: tre piccoli bollitori, tre coperchi di polistirolo, degli elastici, del filo di rame sottile, un taglierino.

Premetto che il bollitore per il funzionamento della barchetta era già stato precedentemente costruito da me, sia perché i tempi di asciugatura della colla sarebbero stati eccessivi, sia perché la sua errata fabbricazione avrebbe compromesso il funzionamento della macchina.



Figura 28: I bambini analizzano il piccolo bollitore.

Il bollitore è stato creato piegando una parte di lattina su sé stessa, al suo interno sono state inserite due cannuce che sono state sigillate all'interno tramite colla epossidica e silicone.

Ho iniziato quindi mostrando proprio quello ai bambini, spiegando loro il modo in cui era stato costruito e il modo in cui avrebbe dovuto funzionare.

“T: Allora, se nelle cannuce va messa l'acqua e sotto questa parte c'è la fiamma della candelina, cosa succede?”

“Domenico: L'acqua evapora!”

“T: E da dove esce il vapore?”

“Angelica: Per forza dalle cannuce, qui è chiuso”

Siamo quindi passati alla costruzione della struttura della barchetta.

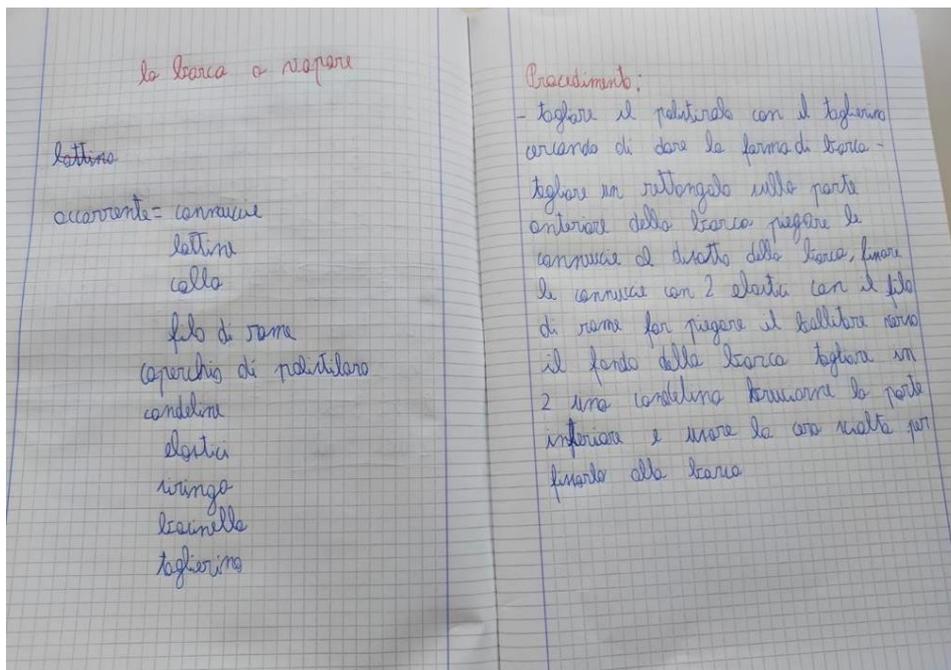


Figura 29: Anna descrive i diversi procedimenti eseguiti.

I vari procedimenti sono stati fissati su di una pagina di quaderno da



Figura 30: Giulia utilizza il taglierino per incidere il polistirolo.

tutti gli alunni.

Il primo passaggio compiuto dai bambini è stato quello di tagliare i coperchi di polistirolo in modo da dargli una forma che meglio consenta alle barchette di muoversi.

A questo proposito gli alunni hanno fatto l'esempio delle auto da corsa, che sono più basse per prendere meno vento e quindi andare più veloci o i

ciclisti che per andare più

veloce si abbassano verso il

manubrio.

Dopo aver ottenuto la forma desiderata, quella più simile ad un motoscafo, gli studenti hanno continuato ritagliando sulla parte anteriore della barchetta un piccolo rettangolo nel quale è stato poi fatto passare il bollitore



Figura 31: Gennaro fissa le cannucce al di sotto della barchetta.

che è stato poi fissato alla struttura di polistirolo.

Come primo passaggio, le cannucce sono state fissate alla parte inferiore del coperchio tramite degli elastici.

Così facendo la parte anteriore del bollitore risultava essere in posizione perpendicolare rispetto al coperchio.

Ho chiesto quindi ai bambini: “Se la fiamma viene posta qui”,

indicando la parte posteriore della barchetta, “pensate che potrebbe funzionare il motoscafo?”

I bambini hanno risposto di no dicendo che il bollitore doveva essere piegato verso il fondo.



Figura 32: Il filo di rame è avvolto intorno al bollitore da Roberta.

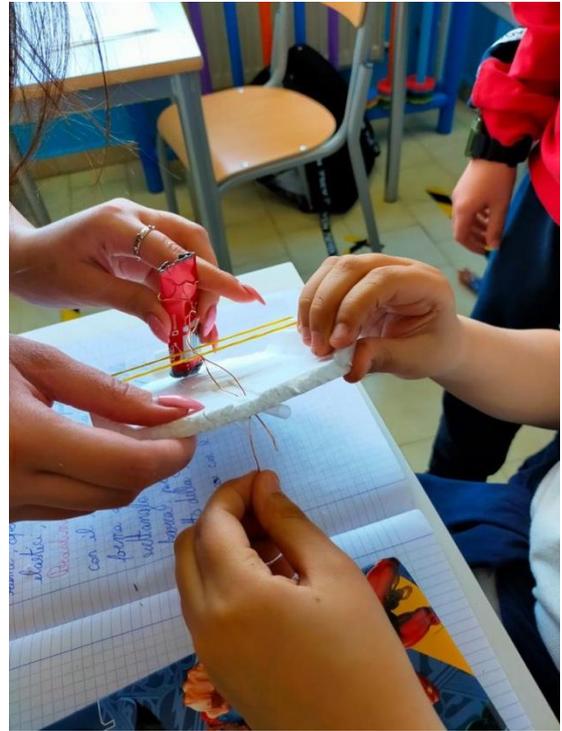


Figura 33: Il filo di rame viene fissato al di sotto della barchetta.



Figura 34: La candelina viene fissata al polistirolo.

Questo è stato infatti il passaggio successivo: il filo di rame sottile è stato avvolto intorno alla parte superiore del bollitore e poi fatto passare attraverso il coperchio di polistirolo fissando così il “motore” della barchetta in posizione.

Infine, i bambini hanno fissato la fonte di calore, ovvero una candelina tagliata a metà.



Figura 35: I bambini inseriscono l'acqua nel bollitore.

La sua estremità posteriore è stata bruciata, in modo che con la cera sciolta, gli alunni sono riusciti a tenerla nella posizione desiderata.

A quel punto non è rimasto che testare il funzionamento della barchetta.

Ci siamo avvicinati ad una bacinella colma d'acqua e con l'aiuto di una siringa i bambini ne hanno inserita un po' all'interno di una cannuccia del bollitore finché non è fuoriuscita dall'altra.

A quel punto la barchetta era pronta a partire.

Abbiamo quindi acceso le candeline e messo in acqua la prima barchetta.

Le prime due barchette sono state osservate all'interno di una bacinella in acqua, i bambini però hanno notato come queste avessero poco spazio di



Figura 36: I bambini osservano la barchetta muoversi nella bacinella.



Figura 37: I bambini osservano la barchetta muoversi nel lavandino.

movimento e hanno suggerito di trasferirsi in bagno e utilizzare i lunghi lavandini per meglio apprezzare il movimento del piccolo scafo.

La seconda attività proposta è stata la costruzione di un piccolo motore a vapore.

Per la particolarità dei materiali utilizzati mi sono però resa conto che la



Figura 38: I bambini osservano il motore girare.

costruzione di questo motore è risultata un po' ostica per i bambini.

Per la sua realizzazione è stato utilizzato un fondo di lattina, una foratrice, un tubo di rame bucato all'interno e una candela.

Alla lattina sono stati praticati, dai bambini, due fori su due lati opposti e al suo interno è stato fatto passare il filo di rame la cui parte centrale è stata fatta avvolgere più volte su sé stessa.

Al di sotto del filo di rame è stata posta una candela fissata in posizione

mettendo della carta stagnola a farne da cornice.

Con una siringa è stata messa dell'acqua all'interno del filo di rame e la costruzione è stata messa poi all'interno di una bacinella colma d'acqua.

Il piccolo motore dopo qualche minuto ha iniziato lentamente a girare su sé stesso.

4.4 Terzo incontro.

Il terzo incontro è avvenuto in data 10/05/21, il tempo a disposizione è stato di circa 3h.

Sono state svolte durante la giornata due attività: la costruzione di macchine a propulsione e di un diavoleto di Cartesio.

Data la non eccessiva complessità delle attività proposte, ciascun bambino ha potuto operare in autonomia.

Abbiamo iniziato dalla costruzione della macchina, i vari passaggi vengono descritti dalle pagine di quaderno di uno dei bambini.

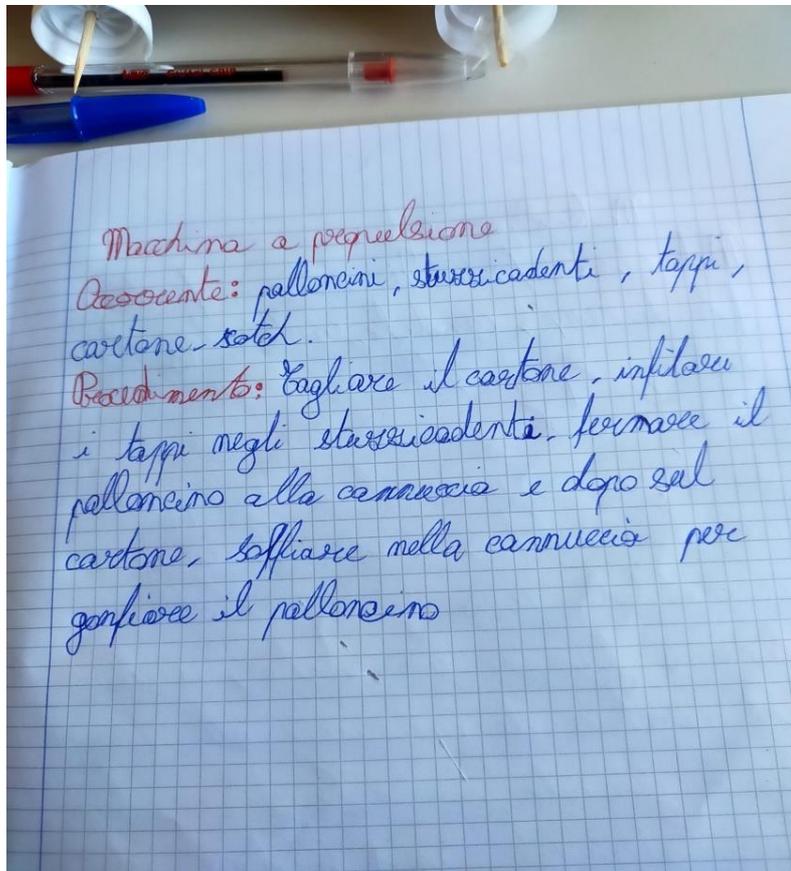


Figura 39: Antonio descrive il procedimento per la costruzione della macchina a propulsione.

Il materiale utilizzato è stato: del cartone, dei palloncini, dei tappi, degli stuzzicadenti lunghi, dello scotch e delle forbici.



Figura 40: Angelica ritaglia il suo pezzo di cartone.

Le ruote sono state poi fissate al pezzo di cartone, che ha avuto la funzione di telaio, con l'ausilio dello scotch.



Figura 42: Roberta fissa le ruote alla sua macchina.

Il primo passaggio è stato quello di tagliare del cartone, un pezzo per ciascun bambino.

Una volta che ognuno ha avuto il suo pezzo, sono stati consegnati ad ogni alunno anche quattro tappi bucati nel mezzo e due stuzzicadenti.

Ogni bambino ha infilato due tappi alle estremità opposte di uno stuzzicadenti, in questo modo siamo andati a creare le ruote della nostra macchina.



Figura 41: Carmine crea le ruote per la sua macchina.

È stata poi consegnata una cannuccia, nel rispetto delle norme anti-Covid, a ciascun bambino ne è stata data una confezionata singolarmente.

Una delle sue estremità è stata inserita in un palloncino, il quale è stato fissato con dello scotch; con lo stesso metodo è stata fissata al cartone.

I bambini hanno poi fatto una prova: se soffiando dalla cannuccia il



Figura 43: Carmine incolla il palloncino alla sua macchina.



Figura 44: Raffaele e Marco testano il funzionamento di quanto costruito.

palloncino si gonfia allora è stato fissato bene, in caso contrario si doveva aggiustare meglio la costruzione.

Una volta terminati questi passaggi, i bambini sono passati a testare la propria macchina, nel momento in cui questo è accaduto ho anche chiesto loro cosa si aspettassero e se immaginavano come potesse funzionare.

“Antonio: La macchina si muove perché l’aria esce dalla cannuccia e la spinge”

“Domenico: Infatti quando si sgonfia il palloncino mentre lo gonfi ti arriva tutta l’aria in faccia”



Figure 46 e 47: La gara che Carmine e Roberta hanno fatto sulla cattedra con le loro macchinine.

I bambini si sono divertiti a giocare con le loro macchine, spostandosi sul pavimento per permettere alle stesse un maggiore movimento e organizzando sulla cattedra delle gare.



Figure 47 e 48: Domenico testa la sua macchinina sul pavimento.

La seconda attività prevista è stata la costruzione di un diavoleto di Cartesio.

Questa, è stata portata avanti come se fosse una sfida, ogni bambino ha costruito il proprio diavoleto e nel momento in cui sarebbe stato messo in

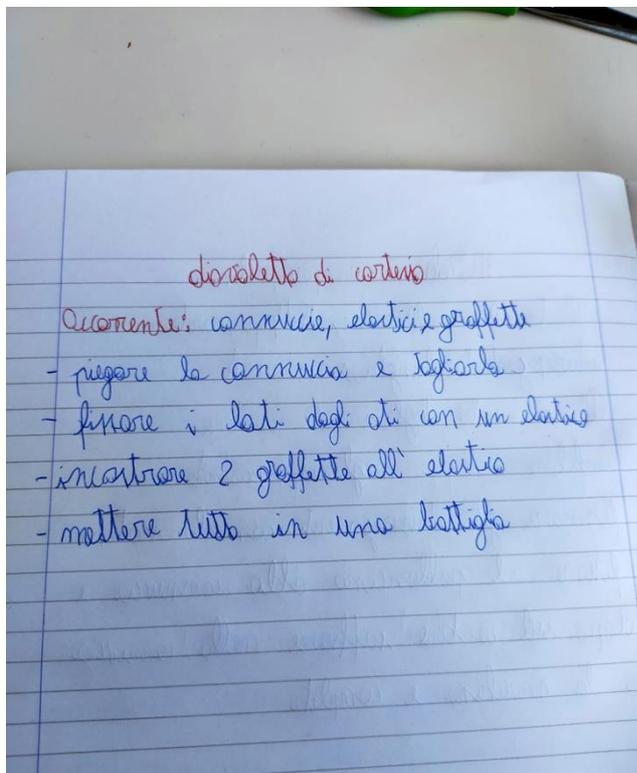


Figura 49: I passaggi per la costruzione del diavoleto sono descritti da Carmine.

acqua si sarebbe visto chi lo aveva costruito bene in modo da farlo funzionare.

I bambini hanno descritto i procedimenti anche di questa attività, così come il materiale utilizzato che è stato: cannuccie, elastici e graffette.

La prima cosa che è stata fatta è stata tagliare la cannuccia e poi piegarla su sé stessa.

I lati tagliati sono stati poi uniti tra di loro



Figure 50 e 51: Roberta e Sofia costruiscono il loro diavoleto.

tramite l'ausilio di un piccolo elastico nel quale sono state poi incastrate due graffette.

Prima di mettere il diavoletto in acqua ho chiesto ai bambini cosa pensassero che potesse succedere, dove questo si sarebbe collocato nella bottiglia e sono stati molto bravi ad intuire cosa sarebbe successo seppur non hanno saputo dare una spiegazione del perché.

Gli studenti hanno infatti capito che inizialmente il diavoletto si sarebbe trovato in una posizione di galleggiamento e che quando sarebbe stata applicata della pressione alla bottiglia, esso sarebbe sceso verso il basso.

Una spiegazione su quello che è successo è arrivata solo dopo aver testato il diavoletto, dopo che i bambini hanno potuto osservare quanto stava accadendo.

“Angelica: L’acqua entra nelle cannuccie!”

“Federica: E quindi diventa più pesante con l’acqua dentro, per questo scende poi.”



Figure 52 e 53: Raffaele testa il suo diavoletto.

Infine, è stato chiesto ai bambini di esprimere un pensiero a riguardo delle due attività proposte durante la mattinata, nelle didascalie riporterò

quanto è stato scritto dai bambini.

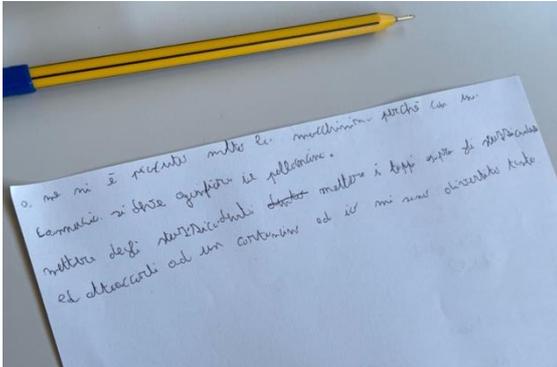


Figura 54: A me mi è piaciuto molto la macchinina perché con una cannuccia si deve gonfiare il palloncino, mettere degli stuzzicadenti, mettere i tappi sopra gli stuzzicadenti ed attaccarli ad un cartoncino ed io mi sono divertito tanto.

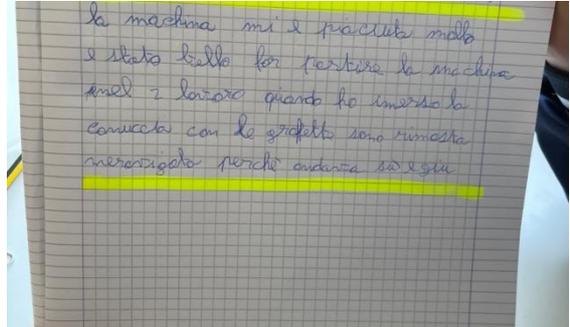


Figura 55: La macchina mi è piaciuta molto, è stato molto bello far partire la macchina e nel 2 lavoro quando ho immerso la cannuccia con la graffetta sono rimasta meravigliata perché andava su e giù.

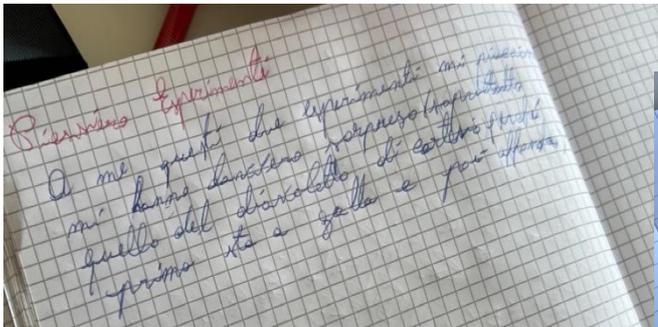


Figura 56: A me questi due esperimenti mi piacciono, mi hanno davvero sorpreso soprattutto quello del diavoleto di cartesio perché prima sta a galla e poi affonda.

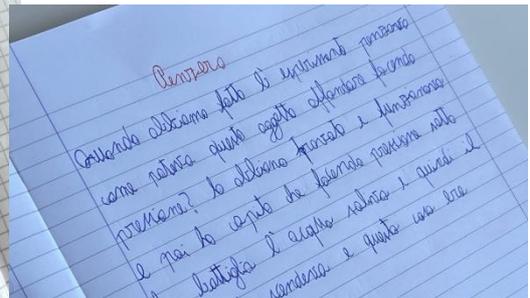


Figura 57: Quando abbiamo fatto l'esperimento pensavo come poteva questo oggetto affondare facendo pressione? Lo abbiamo provato e funzionava e poi ho capito che facendo pressione sotto la bottiglia l'acqua saliva e quindi il diavoleto scendeva e questo era fantastico.

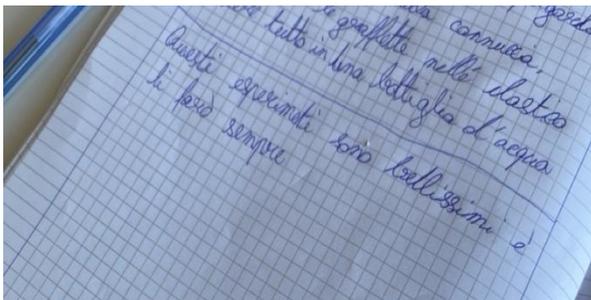


Figure 58: Questi esperimenti sono bellissimi e li farò sempre.

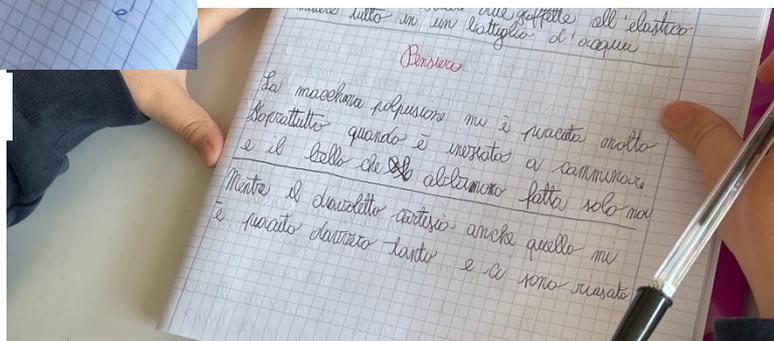


Figura 59: La macchina a propulsione mi è piaciuta molto soprattutto quando è iniziata a camminare e il bello che lo abbiamo fatto solo noi. Mentre il diavoleto di Cartesio anche quello mi è piaciuto davvero tanto e ci sono riuscita.

4.5: Quarto incontro.

Il quarto incontro si è tenuto in data 13/05/21 per una durata di 3h.

Le attività che sono state portate avanti sono state la costruzione di vasi comunicanti e di un piccolo torchio idraulico.

L'attività è iniziata con un elenco dei materiali che sarebbero stati utilizzati, quindi: dei fondi di bottiglia, delle cannucce e della colla a caldo.

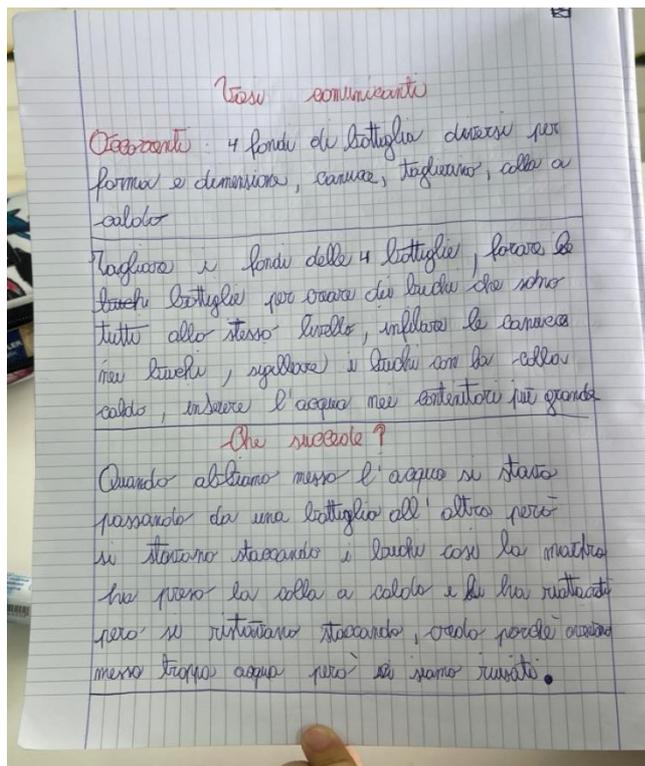


Figura 60: Angelica descrive il modo per poter costruire dei vasi comunicanti.

Il procedimento è stato descritto dagli alunni e riportato nella figura 60.

Per la trascrizione del procedimento, ciascun bambino ha descritto ad alta voce una parte di quanto è stato fatto; le diverse frasi sono state poi unite sul quaderno.

Infine, gli studenti hanno descritto autonomamente cosa hanno osservato quando è stata immessa l'acqua nei vasi comunicanti.

Per la costruzione dei vasi comunicanti, i bambini hanno iniziato tagliando le bottiglie in modo da poterne utilizzare i fondi che poi sono stati forati ai bordi.

All'interno dei fori sono state fatte passare delle cannucce trasparenti.

Infine, per sigillare i buchi, in modo che l'acqua non fuoriuscisse, abbiamo utilizzato della colla a caldo.

Tuttavia, per quanto i bambini si siano impegnati, abbiamo dovuto man mano andare a sigillare i piccoli forellini che non erano stati ben chiusi.

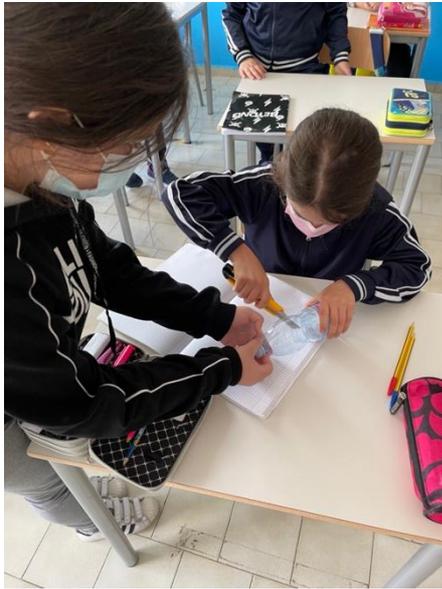


Figure 61, 62, 63, 64: I bambini durante la costruzione dei vasi comunicanti.

Prima di effettuare la sperimentazione dei vasi, c'è stato però un imprevisto.

Ovvero, i bambini hanno notato che un pezzo dell'etichetta di una delle bottiglie, rimaneva attaccata alle mani, ho quindi spiegato loro che il motivo è che la carta era stata *elettrizzata*.

I bambini si sono dimostrati affascinati da questo fenomeno, giocando con questo pezzo di carta.



Figura 65: Angelica durante l'esperimento sull'elettrizzazione per strofinio.

Ho pensato allora di improvvisare un piccolo esperimento collaterale inerente all'elettrizzazione per strofinio.

Ovvero, gli studenti hanno strofinato una penna sui propri vestiti che hanno poi avvicinato ad un pezzetto di carta: hanno potuto osservare, con stupore, come questo rimanesse attaccato alla penna.

È stato davvero interessante osservare il modo in cui si può passare ad argomenti differenti da spunti piccolissimi, o il modo in cui la fantasia dei

bambini possa spaziare in maniera così fantastica e rapida.

Gli alunni si sono interessati molto al tema e ho suggerito loro dei piccoli esperimenti del genere da poter fare a casa.

In ogni caso, dopo questa piccola digressione, l'attenzione è tornata alla sperimentazione dei vasi comunicanti.



Figura 66: Antonio inserisce dell'acqua all'interno dei vasi comunicanti.

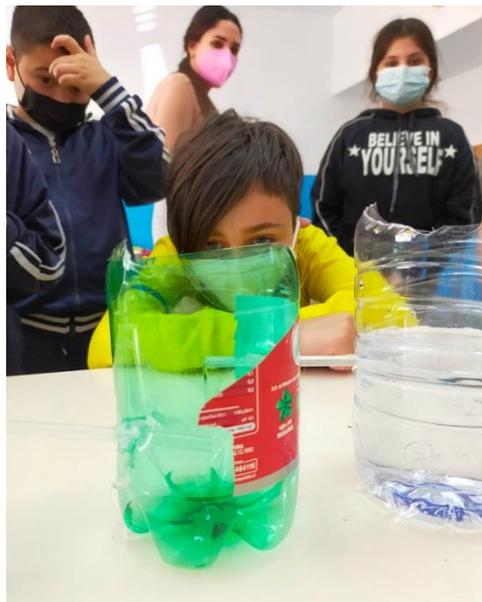


Figura 67: I bambini osservano l'acqua scorrere attraverso i vasi comunicanti.

I bambini hanno recuperato dell'acqua in alcuni bicchieri e piano piano hanno iniziato a versarla nel contenitore più grande.

L'esperimento si può dire che sia riuscito, nonostante qualche imprecisione con la colla a caldo che ha portato a dover interrompere lo scorrere dell'acqua per riuscire a meglio "tappare" i piccoli buchini rimasti.

I bambini, tuttavia si sono dimostrati molto divertiti da questi

piccoli errori, cercando subito il modo per rimediare e rimanendo ancora più soddisfatti quando alla fine si è verificato il risultato sperato.

L'immagine 68 mostra il risultato finale, i tovaglioli bagnati al di sotto delle bottiglie sono la testimonianza dei piccoli errori commessi ma ai quali



Figura 68: I vasi comunicanti dopo essere stati utilizzati.

siamo stati in grado di far fronte.

Infine, ai bambini è stato chiesto di descrivere, come meglio credevano, cosa hanno potuto osservare dal momento in cui l'acqua è stata immessa nei vasi

comunicanti.

Nelle seguenti didascalie riporterò quanto scritto dagli studenti sui loro quaderni.

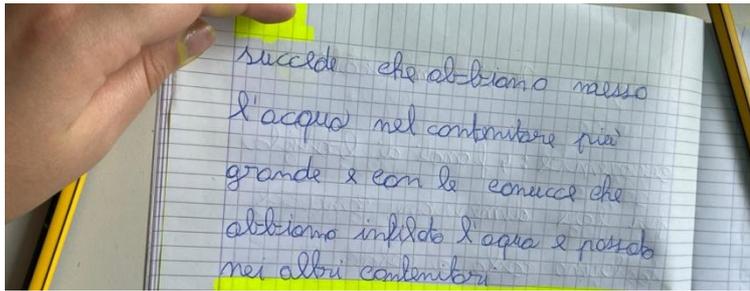


Figura 69: Succede che abbiamo messo l'acqua nel contenitore più grande e con le cannuce che abbiamo infilato l'acqua è passata nei altri contenitori.

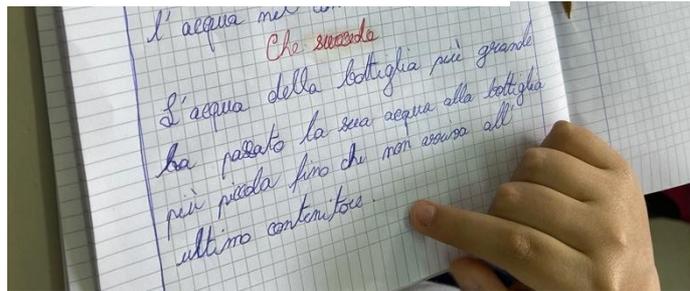


Figura 70: L'acqua della bottiglia più grande ha passato la sua acqua alla bottiglia più piccola fino che non arriva all'ultimo contenitore.

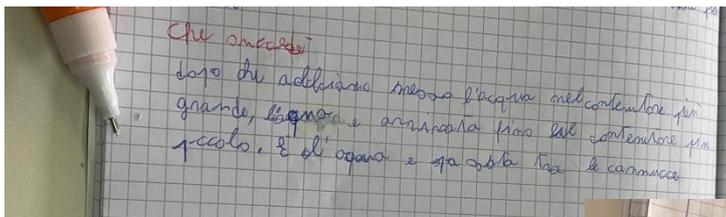


Figura 71: Dopo che abbiamo messo l'acqua nel contenitore più grande, l'acqua è arrivata fino al contenitore più piccolo. E all'acqua è passata tra le cannuce.

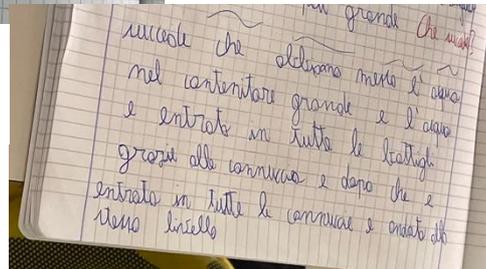


Figura 72: Succede che abbiamo messo l'acqua nel contenitore grande e l'acqua è entrata in tutte le bottiglie grazie alla cannuce e dopo che è entrata in tutte le cannuce è andata allo stesso livello.

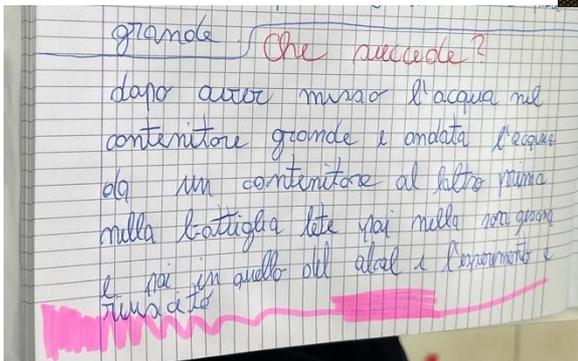


Figura 73: Dopo aver messo l'acqua nel contenitore grande è andata l'acqua da un contenitore all'altro prima nella bottiglia latte poi nella sorgesana e poi in quella dell'alcol e l'esperimento è riuscito.

La seconda attività realizzata durante la giornata è stata la costruzione di un piccolo torchio idraulico.

I bambini sono rimasti inizialmente straniti già dal nome non conoscendo cosa fosse, allora io ho fatto l'esempio di quello che sarebbe possibile trovare nelle officine dei meccanici.

Al che, gli studenti hanno capito stessimo parlando di una gru, pertanto ho proceduto a mostrare i materiali, con la promessa di mostrare loro dopo qualche minuto di cosa stessi parlando.

L'occorrente è stato: due siringhe, un tubicino di gomma, due bicchieri trasparenti, una superficie d'appoggio alla quale poter fissare le siringhe.

Il procedimento è stato descritto, come sempre, dai bambini sulle loro pagine di quaderno.

Dal momento che fissare le due siringhe al supporto da me ideato non è un'operazione non semplicissima, queste sono state presentate alla classe già fissate allo stesso.

Abbiamo trovato insieme un posto agevole per poter procedere alla costruzione del torchio e abbiamo iniziato a lavorare.

I bambini hanno riempito le siringhe con dell'acqua e a queste hanno fissato il tubicino trasparente.

Infine, hanno posizionato due bicchieri pieni d'acqua sugli stantuffi e atteso, osservando quello che stava succedendo.

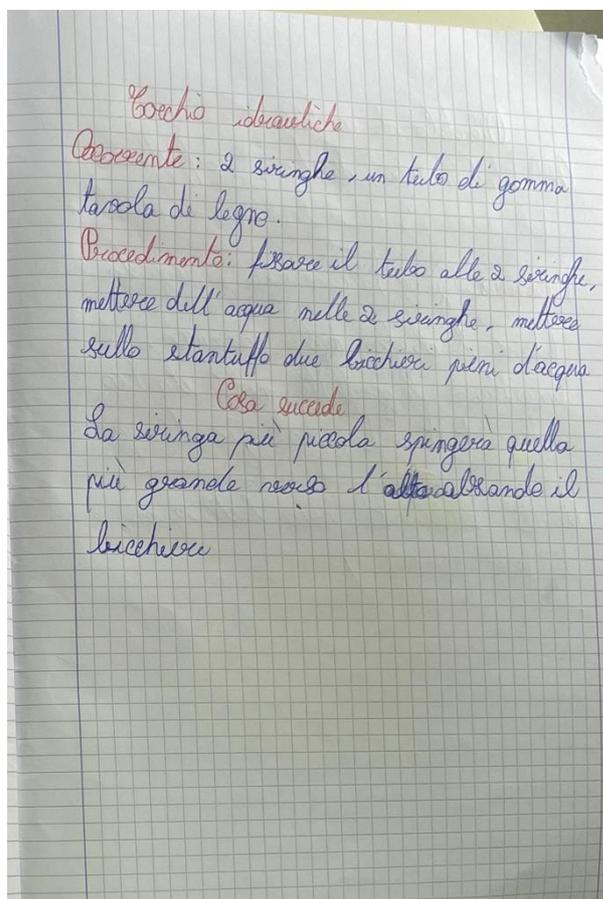


Figura 74: Antonio descrive il procedimento per la costruzione del torchio idraulico.

Nel mentre, sono partite le scommesse, ho chiesto infatti ai bambini secondo loro chi avrebbe “vinto”, la sfida tra le due siringhe.

La maggior parte ha risposto che quella più grande sarebbe stata più “forte”, rimanendo quindi alla fine molto stupiti.

Infatti, pian piano, la siringa più piccola è riuscita a far alzare lo stantuffo di quella più grande e di conseguenza anche il bicchiere che sopra era poggiato.



Figura 75: Anna posiziona un bicchiere su uno stantuffo.

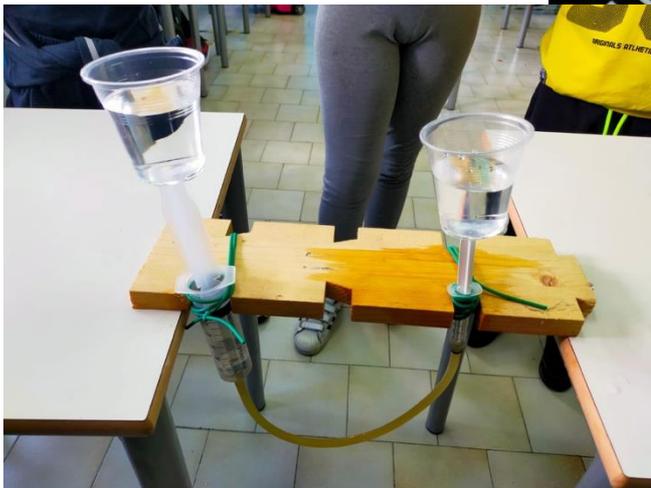


Figure 76 e 77: Il torchio idraulico in funzione.

Infine, è stato improvvisato un gioco utilizzando le siringhe.

I bambini, infatti non erano ancora pienamente convinti che la siringa più piccola fosse “più forte”, allora ho staccato le due siringhe dal supporto e ho chiesto loro di provare a giocarci un po’.

Gli alunni si sono divisi in coppie e hanno provato a premere sui due stantuffi, ho chiesto quindi loro quale dei due sembrasse loro più pesante nel momento in cui lo premevano.

La risposta è stata: quello più piccolo!

Inoltre, le due siringhe e il tubicino sono rimasti in classe, in quanto i bambini si sono divertiti a tal punto da chiedere di rifarlo ma, siccome di tempo a disposizione non ne avevamo più, è stato detto loro che avrebbero riprovato in secondo momento tanto il materiale sarebbe rimasto lì.



Figure 78 e 79: I bambini giocano con le siringhe.

4.6: Quinto incontro.

Il quinto, ed ultimo, incontro, si è tenuto in data 18/05/21 ed ha avuto la durata di 2h.

Durante questo tempo è stato approfondito il fenomeno della dilatazione termica, attraverso due esperimenti.

Il primo ha previsto la costruzione e il paragone tra due piccoli termoscopi.

I bambini hanno riportato, al termine dell'esperimento, il procedimento

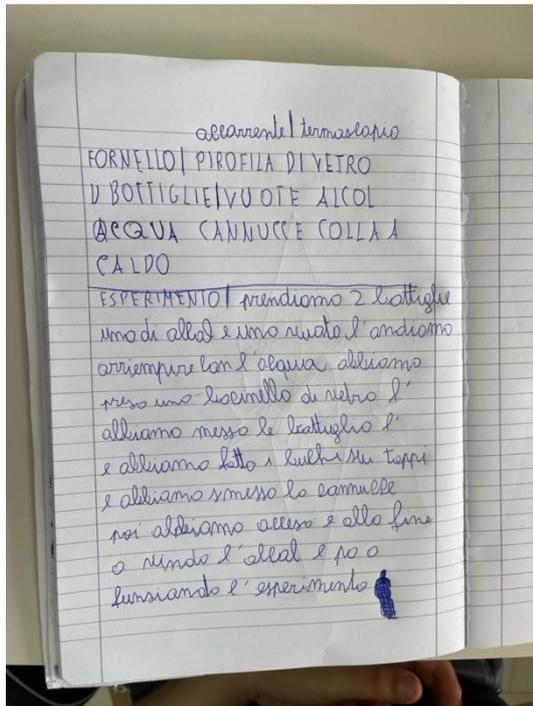


Figura 80: Marco descrive come costruire i termoscopi.

Il primo passaggio è stato quello di forare il tappo delle due bottiglie, facendo un buco abbastanza grande da permettere ad una delle cannucce di potervi passare agevolmente attraverso.

Le cannucce, una volta infilate nei tappi, sono state poi leggermente tagliate.

che hanno seguito ed osservato, ognuno ha scritto per conto proprio, descrivendo i dettagli nella maniera che hanno ritenuto più opportuna.

Il materiale di cui abbiamo usufruito è stato: un piccolo fornello elettrico, un contenitore in pyrex, due cannucce, della colla a caldo, una bottiglia da 500ml piena d'acqua e un'altra della stessa dimensione piena di alcool.



Figura 81: Anna e Angelica durante la costruzione dei termoscopi.

I tappi sono stati avvitati alle rispettive bottiglie e per evitare che l'acqua potesse fuoriuscire, i fori sulla loro sommità sono stati chiusi con della colla a caldo.

Infine, il contenitore in pyrex è stato riempito con dell'acqua e posto sul fornello elettrico, al suo interno sono stati disposti i due piccoli termoscopi.

Dopo qualche minuto, i bambini hanno potuto osservare che i due liquidi sono risaliti lungo le cannucce con tempi differenti: è stato infatti l'alcool ad impiegarci meno tempo.

Questo fenomeno è stato proposto come una sorta di scommessa, ai



Figura 82: Gennaro impegnato in attività inerenti alla costruzione de termoscopi.

bambini è stata infatti chiesta un'opinione su quale dei due liquidi avrebbe impiegato meno tempo a strabordare dalla cannuccia, in questo modo si sono andati a formare due schieramenti e nel momento della verifica c'è stato anche il "tifo".



Figura 83: I bambini osservano quello che accade ai termoscopi.

Gli alunni sono stati aiutati nella comprensione che questo è uno strumento con funzionamento analogo a quello di un termometro e dunque utile alla misurazione della temperatura "come quello che si mette sotto il braccio maestra".

Ho chiesto quindi, secondo loro, quale fosse il metodo più veloce per far "scendere il liquido di nuovo nella bottiglia".

Il risultato è stato quello di andare a porre il termoscopio sul davanzale della finestra.



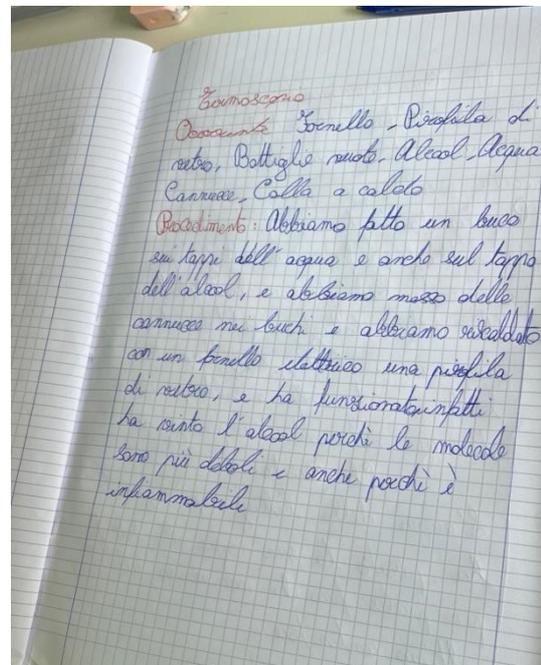
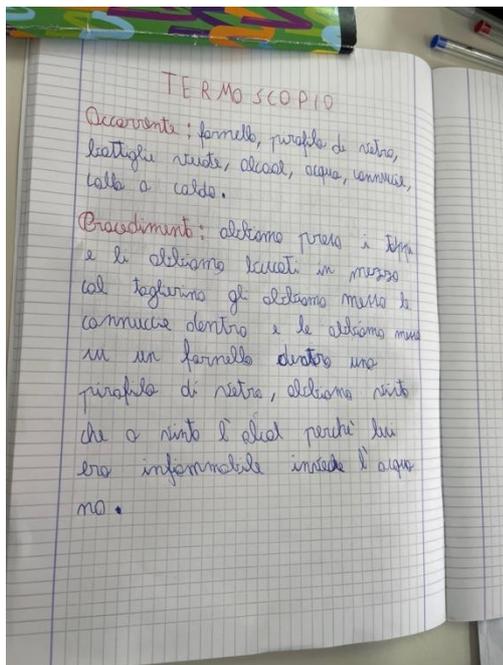
Figura 84: I bambini osservano cosa accade al termoscopio sul davanzale.

In questo modo, i bambini hanno potuto osservare come il liquido scendesse più velocemente rispetto all'ambiente interno, proprio perché la temperatura era più bassa.

Al termine dell'osservazione, come già detto all'inizio del paragrafo, ai bambini è stato chiesto di scrivere in maniera autonoma, "a parole loro", quello che hanno potuto osservare.

Per motivi di spazio vado riportare solo le pagine di alcuni bambini che sono stati maggiormente precisi e ricchi di

dettagli, pur ritenendole tutte valide e utili per verificare la corretta comprensione di quanto realizzato.



TERMO SCOPIO

Occorrente formello, pirafola di vetro, bottiglia vuota, bottiglia piena di alcool, acqua, cannucce, colla a caldo.

PROCEDIMENTO tagliare bene i tappi nei colargalli e mettere le cannucce dentro i tappi, poi li abbiamo incollati con la colla a caldo le abbiamo chiuse le bottiglie con i tappi e le cannucce e l'abbiamo messi dentro alla pirafola di vetro e abbiamo visto che saliva. ed è salita l'acqua ma dopo anche l'alcol.

Termoscopia

Occorrente formello, pirafola di vetro, bottiglie vuote, alcool, acqua, cannucce, colla a caldo.

Procedimento tagliare 2 tappi uno doppio e uno più lungo e poi li abbiamo allungato poi mettere il formello alle estremità per farli più caldi poi metterle le cannucce mettere le cannucce nei tappi e incollarle ~~alla~~ ^{con} la colla a caldo e poi riempire una la cannucce di vetro d'acqua e mettere le due bottiglie dentro l'acqua ed ha funzionato perché l'acqua scende e sale sulla superficie interna del bicchiere e poi è salita l'alcol e l'acqua.

TERMO SCOPIO

Occorrente: formello, pirafola di vetro, bottiglie vuote, alcool, acqua, cannucce, colla a caldo.

Procedimento: abbiamo preso i tappi e li abbiamo bucati in mezzo col tagliarino gli abbiamo messo la cannucce dentro e le abbiamo messe su un formello dentro una pirafola di vetro, abbiamo visto che è salita l'alcol perché lui era impermeabile invece l'acqua no.

Termoscopia

Occorrente: formello, alcool, acqua, cannucce, colla a caldo, bottiglie vuote, pirafola di vetro.

Procedimento

Abbiamo tagliato i due tappi poi li abbiamo allungato i due, e messo le cannucce dentro a questi due tappi, li abbiamo sigillati con la colla a caldo, e abbiamo preso la pirafola di vetro ed i le due bottiglie le abbiamo messe dentro.

Figure 85,86,87,88,89,90: Foto scattate ai quaderni dei bambini.

Figura 91: Foto scattata ad un disegno svolto autonomamente da Anna.



La seconda attività avrebbe previsto la costruzione di un piccolo meccanismo formato da una bottiglia d'acqua da 500 ml al cui collo collegare un palloncino.

Questa costruzione è stata posizionata nel contenitore in pyrex, ancora una volta poggiato sul fornello elettrico.

Questo esperimento non ha funzionato, un po' per la mancanza di tempo a disposizione, forse perché il palloncino non è stato ben collegato dai bambini o forse perché il fornello utilizzato non era abbastanza potente.

In ogni caso, ho pensato ad un modo per effettuare comunque l'esperienza "virtualmente".

Ho proiettato dalla LIM il video realizzato da me della stessa esperienza, mostrando così ai bambini quello che sarebbe dovuto succedere e ho cercato di trovare con loro una spiegazione.

“T: Avete visto bambini? Secondo voi perché succede là ma a noi no?”

“Anna: Maestra è il fornello! Vedi è l'unica cosa diversa tra noi e il video.”

“Antonio: Oppure il palloncino, là è messo più in basso.”

“T: Ok, ma mi sapete dire quello che succede nel video?”

“Angelica: Sì maestra, il palloncino si gonfia sulla bottiglia.”

“T: E perché?”

“Antonio: Perché l'aria si riscalda e lo fa gonfiare.”

“T: Ma vi ricordate che altro abbiamo fatto che funzionava allo stesso modo?”

“Carmine: Sì maestra! La mongolfiera.”

4.7: Osservazioni finali.

Al termine della sperimentazione, posso affermare con soddisfazione come si siano riuscite a portare a termine tutte le attività, tranne una.

La costruzione del piccolo sommergibile è stata ostacolata dalle diverse norme anti-Covid; infatti, dal momento che per il suo funzionamento era necessario soffiare all'interno di un tubicino di gomma e che non era possibile farlo fare a tutti, ma nemmeno fare una selezione tra i bambini ho deciso di non portare avanti questa attività.

Sono stata accolta dalla classe nel migliore dei modi e seguita dalla maggior parte dei bambini con grande curiosità, allegria e interesse.

Le attività sono state portate avanti con tanta voglia di fare, gli alunni si sono dimostrati all'altezza nel seguire le indicazioni date loro, mostrandosi al contempo molto intuitivi nel momento in cui venivano poste loro delle domande, riuscendo a sostenere e portare avanti conversazione di carattere scientifico seppur non utilizzando un linguaggio tecnico.

I bambini hanno saputo descrivere quello che hanno osservato, cercando al contempo di fornire alle cose che accadevano delle spiegazioni, nella maggior parte dei casi riuscendoci in maniera del tutto autonoma.

Gli studenti sono spesso riusciti anche a prevedere quello che sarebbe successo, arrivandoci da piccoli indizi sparsi qua e là, che sono riusciti a mettere insieme nel migliore dei modi, stupendo un po' anche loro stessi.

In conclusione, posso affermare di essere piacevolmente stupita, dal modo in cui questa classe ha risposto alle attività proposte e dal sostegno che mi hanno dimostrato le docenti, regalandomi del tempo e aiutandomi della gestione delle diverse attività.

4.8: Feedback

Di seguito saranno riportate delle risposte fornite dalla preziosissima docente Alessia Tufano, che con pazienza e disponibilità mi ha seguita durante il mio percorso di sperimentazione a scuola.

Si è prestata nella risposta di alcune domande, inerenti al percorso fatto e alla mia progettazione che ha potuto leggere nella sua versione originale attraverso il capitolo della tesi ad essa dedicata.

Potresti descrivermi un quadro della classe?

La classe IV è composta da 16 allievi (8maschi e 8 femmine). Grazie al lavoro serio e costante svolto in questi anni, grazie ad una didattica flessibile unita all'utilizzazione di diversi tipi di linguaggio, è stato possibile instaurare un clima sereno e collaborativo che ha dato a tutti la possibilità di esprimersi e di integrarsi, animando lo svolgimento della lezione con significativi apporti personali. Gli alunni si mostrano aperti ad ogni tipo di proposta educativa e didattica, allacciando positive relazioni interpersonali e prestandosi volentieri ai diversi lavori individuali e di gruppo.

Dopo il Covid sono tornati tutti i bambini?

Purtroppo, la presenza degli alunni è stata molto altalenante. L'emergenza Covid ha fatto sì che, dopo un lungo periodo di tre mesi in Dad, i bambini potessero ritornare in presenza, per poi richiudere subito dopo per altri due. C'è stata molta ritrosia da parte delle famiglie. Alcune per precauzione hanno preferito tenerli a casa, altri hanno mostrato più fiducia e bisogno di fargli riprendere un'attività normale.

Come pensi sia cambiato il contesto scolastico dopo il Covid?

La pandemia ha inevitabilmente rivoluzionato il sistema scuola e il suo modo di operare, imponendo mutamenti inevitabili e velocissimi che hanno coinvolto non solo la relazione didattica, ma interi processi amministrativi, relazionali e trasversali di tutte le componenti del sistema scuola. Gli insegnanti si sono impegnati ad apprendere nuove metodologie didattiche, sviluppando,

probabilmente, nuove competenze e nuove modalità d'interazione anche nel lavoro con i colleghi. Gli alunni, dal canto loro, hanno certamente incontrato meno difficoltà nell'utilizzo della tecnologia, visto il massiccio uso che tendenzialmente ne fanno, ma hanno patito la mancanza di contatto fisico e anche la fatica di esser concentrati su uno schermo, con modalità di apprendimento, verifica e interazione completamente diverse da quanto sarebbe accaduto in una normale aula scolastica.

La scuola ha reagito e sta reagendo con fatica, ma lo ha fatto, puntando sull'importanza di valorizzare l'esperienza e le conoscenze degli alunni, attuando interventi adeguati nei riguardi delle diversità, favorendo l'esplorazione e la scoperta, incoraggiando l'apprendimento collaborativo, promuovendo la consapevolezza del proprio modo di apprendere, realizzando attività didattiche in forma di laboratorio.

Pensi che i bambini abbiamo subito dei danni?

Questa situazione ha impedito per lunghi mesi l'interazione e la comunicazione degli studenti con i compagni di scuola, il gioco, gli esercizi e le attività tra pari, che sono vitali per la crescita, l'apprendimento e lo sviluppo delle giovani menti. La compagnia è essenziale per il normale sviluppo psicologico e il benessere dei bambini.

Molti ci hanno raccontato la noia delle lunghe giornate in casa, l'impossibilità di frequentare i nonni ed i parenti, la mancanza delle partite di pallone o di vedersi tutti i giorni con i compagni di classe, alcuni hanno sentito la mancanza anche di noi insegnanti! Altri, però hanno trovato bello poter fare tante cose con i genitori o con i fratelli e le sorelle, che la routine lavorativa quotidiana, spesso impedisce.

Sicuramente gli è stato tolto un "pezzo" non marginale d'infanzia, ma la seconda ondata non ha fatto altro che peggiorare il malessere già vissuto. I genitori ci chiedono di avere più pazienza perché i bambini sono più irritabili, dormono meno e male, mostrando forti preoccupazioni rispetto alla loro salute, ma ancora di più per quel che riguarda la salute dei propri genitori e sono aumentati gli stati di ansia e comportamenti di attaccamento.

Sono state messe in atto delle strategie per compensare il numero delle ore perse in presenza?

Il nostro Istituto si è attivato fin da subito, proponendo alle famiglie che ne facevano richiesta, laboratori di musica, canto, attività creative ed espressive, motorie, di potenziamento e recupero delle abilità scolastiche, per ogni ordine di scuola.

Muovendosi nel rispetto delle ordinanze regionali, sono state aperte le porte agli alunni più fragili e in difficoltà, sconfinando la scuola nei cortili e negli spazi antistanti i palazzi in cui abitano gli alunni con l'Associazione "mio nonno è Michelangelo". Durante la chiusura in zona rossa, la scuola è rimasta infatti sempre attiva, aprendo le porte dell'edificio fisico per fare lezione ovunque, pur di fare "scuola". Ad esempio, alcuni alunni hanno potuto fare delle uscite, tra la Floridiana e San Martino per costruire una tombola infernale, per addobbare l'albero dei diritti per un'educazione di qualità per i cittadini del domani, tanto per fare degli esempi, accompagnati e sostenuti dalle Associazioni del territorio che operano costantemente al nostro fianco.

Il rapporto con le famiglie è cambiato? Ti ricordi quale episodio in particolare?

La relazione tra i genitori, la scuola e gli alunni è qualcosa che va ben oltre la formalità di un patto di corresponsabilità. Fa parte, infatti, del tema della cosiddetta "comunità educante", ovvero l'insieme degli attori coinvolti nel processo educativo dentro e fuori la scuola.

Durante l'emergenza, la scuola è diventata la rete di sostegno di tutto il quartiere; le famiglie più svantaggiate sono state raggiunte anche dalle associazioni, ai bambini sono stati forniti i device necessari per aiutarli nella didattica a distanza, sono stati modulati tempi e spazi per garantire la sicurezza, etc. etc. La nostra Dirigente e noi stessi docenti abbiamo attuato forme collaborative ancora più intense, incentivando il dialogo con le famiglie in chiave assertiva, fatto di scambi, confronti ed interazioni.

Secondo te come hanno reagito i bambini alle attività proposte?

I bambini, inizialmente sorpresi, hanno fin da subito manifestato grande attenzione ed interesse alle attività presentate da Teresa, in continuità con quanto già sperimentato lo scorso anno, seppur in didattica a distanza.

È stato valorizzato l'agire didattico esperienziale e laboratoriale, dove la persona, appunto, è coinvolta a 360 gradi, dove ogni alunno deve spendersi, anche minimamente, dentro a un'esperienza contestualizzata che lo conduce ad agire individualmente, a interagire con i compagni e a relazionarsi con i docenti mettendo in gioco e rielaborando le proprie conoscenze e capacità, dove non è il prodotto o la performance a essere l'elemento per valutare il successo e/o la buona riuscita, ma tutto il processo intercorso per arrivare a quel prodotto o a quella performance.

Erano chiare le attività?

L'apprendimento è, in modo naturale, guidato dal bisogno di fare ed è basato su attività, non su contenuti: agire e conoscere sono intimamente connessi. Le proposte sono state chiare, precise, organizzate con attenzione in base ai tempi da dedicare a ciascuna fase per la realizzazione del prodotto. Ogni "esercitazione" ha integrato abilità operative e cognitive, fornendo autonomia di esecutività ad ogni alunno, con assunzione di responsabilità per il risultato da raggiungere, favorendo anche l'aiuto cooperativo ad altri compagni. Il prodotto è stato un pretesto per imparare, è stato un attrattore delle attività e il vero focus è stato il processo con il quale lo studente si è appropriato dei contenuti disciplinari ed ha sviluppato abilità cognitive, personali e sociali.

I bambini mentre facendo queste attività emergevano nel modo in cui li conoscevi? O ad esempio i "meno bravi" diventavano più sciolti?

L'apprendimento non è stato un processo solitario, ma è stato profondamente influenzato dalle relazioni, dagli stimoli e dai contesti tra pari. La curiosità, la motivazione, il metodo della ricerca, l'uso di uno stile cognitivo piuttosto che un altro, hanno permesso agli alunni di costruire un percorso individuale mediato poi con il gruppo.

Ogni alunno è stato protagonista ed attore del suo processo di apprendimento. Tutti si sono messi in gioco, anche perché sono stati accompagnati alla scoperta del vero, non è stata fornita una verità già precostituita, non è stato imposto niente.

L'insegnante, in questo caso Teresa, è stata una sollecitazione, un sostegno, una guida, una "correzione" laddove necessaria, lasciando la loro creatività intatta. Alcuni limiti sono stati superati, altri invece si sono inaspettatamente manifestati. Quindi, adottando una didattica adattiva, flessibile, creativa e il più possibile vicina alla realtà, siamo riuscite ad essere davvero inclusive verso tutti.

Quali opportunità pensi possono esserci per questo tipo di attività?

Facendo esperienze di questo tipo, gli studenti allenerebbero il proprio pensiero critico e svilupperebbero abilità e conoscenze specifiche della disciplina, superando lo stereotipo del contenuto da riesporre. Vista da parte dell'alunno, una didattica laboratoriale, come officina del fare, stimolerebbe l'attivazione di stili di apprendimento diversi, utilizzando i canali e gli interessi preferiti, valorizzando meglio le risorse di ciascuno, potenziando i processi cognitivi e metacognitivi.

Come potrebbero essere riprese nella quotidiana pratica didattica?

Qualora non lo avesse già fatto, il docente dovrebbe cambiare il suo modo di insegnare.

Andrebbe dedicato meno tempo all'attività didattica quotidiana dell'esposizione nozionistica dei contenuti, per rivolgersi interamente al far fare "esperienza di apprendimento", ideando, progettando e implementando attività di ricerca – azione, mettendo a disposizione le risorse necessarie e fornendo il supporto agli alunni che lavorando, apprendono.

In sintesi, quello che si cerca di fare oggi, lavorando attraverso compiti autentici.

Quali discipline possono essere coinvolte?

Per me, la didattica laboratoriale, come esperienza di scoperta induttiva o ipotetico- deduttiva, può essere “costruita” in ogni ambito disciplinare, poiché i saperi disciplinari diventano strumenti per verificare le competenze e le conoscenze acquisite grazie all’esperienza diretta, al lavoro in piccolo gruppo in modo collaborativo e condiviso, un modo di apprendere basato su compiti e progetti, per re-inventarsi la conoscenza e per vedere concretamente i risultati degli sforzi compiuti. Servono, ovviamente, condivisione di sforzi e di intenti tra i docenti, capacità di sapere dove si vuole arrivare, quali traguardi raggiungere, attivando un’operatività creativa che abbracci il sapere della mente con quello delle braccia.

Le attività proposte (come la mongolfiera...) possono stimolare la fantasia?

La fantasia è un atto spontaneo e giocoso, legato ad un processo creativo originale del pensiero, indipendentemente dall’esperienza empirica del reale. Non so scientificamente quale ruolo abbia la fantasia nelle scoperte, ma di sicuro ha mosso la genialità dei tanti scienziati che dal nulla hanno svelato misteri, congetture, hanno formulato e dimostrato ipotesi. Stimolare nei bambini un modo divergente e non conformista di pensare ed agire, può avere numerosi benefici per sollecitarli ad elaborare stimoli ambientali senza conformarsi a modelli preesistenti, per esplorare nuove strade che permettano di esprimersi, aiutandoli a diventare consapevoli delle loro potenzialità e renderli protagonisti e non solo fruitori del mondo.

Che opinione ti sei fatta nei riguardi della progettazione originale? Pensi sia fattibile?

La progettazione formativa ha risposto pienamente alla motivazione iniziale e al raggiungimento della finalità prefissata. La capacità di pensare strategicamente alla pianificazione delle attività, la scelta per calibrarle e conciliarle con le esigenze degli alunni, la produzione dei materiali più idonei, l’organizzazione del setting d’aula, l’offerta di uno spazio relazionale cognitivo entro cui sia possibile per ognuno formulare il proprio orizzonte di problemi e

quindi socializzarlo, cogliendo analogie e differenziazioni, la correzione dell'errore, la rivisitazione di tutto ciò che ha fatto l'allievo per svolgere e risolvere il compito a lui proposto, hanno reso l'alunno competente e costruttore attivo della propria conoscenza.

Cosa pensi dell'opportunità che è stata data alle tesiste di interagire con il mondo della scuola?

Talvolta, il percorso universitario si limita ad aumentare di molto le conoscenze teoriche degli studenti, senza fornire occasioni di pratica professionale. Questa esperienza di conoscenza "diretta" del contesto scolastico come ambiente educativo, formativo, relazionale ed istituzionale ha rappresentato il ponte tra le conoscenze teoriche in via di acquisizione nel corso di studi e la pratica professionale: un'integrazione tra teoria e prassi. Allo stesso tempo è stata un'opportunità anche per me docente, perché ha rappresentato una spinta per riflettere sul mio agire quotidiano e per la mia crescita professionale. Non ultimo, anche per gli alunni, la presenza di altre figure professionali ha contribuito a creare nuovi stimoli di carattere relazionale, culturale e formativo.

E di quella di approcciarsi con la ricerca-azione?

Oggi, più che mai, l'insegnante e la scuola sono chiamati ad affrontare in "autonomia" le situazioni più varie, dovendo conseguentemente prendere decisioni che richiedono una comprensione penetrante delle singole questioni.

La ricerca-azione, favorendo approfondimenti "consapevoli" delle diverse tematiche in vista della realizzazione di percorsi di azione e di riflessione in itinere, fornisce un supporto valido ed efficace.

Appare una forma di intervento che aiuta da un lato a conseguire obiettivi di cambiamento a livello di contesto reale e dall'altro a migliorare le competenze a livello professionale. Il docente permette che l'ipotesi emerga durante il processo e lui stesso ne modifica l'andamento attraverso il monitoraggio continuo.

L'obiettivo è quello di risolvere i problemi provando diverse strade, la finalità è che gli alunni individuino gradualmente i loro obiettivi in modo

personale e consapevole, affinché siano protagonisti di questo progetto e sostengano la loro motivazione.

Come insegnante come hai vissuto questa interazione tesista/studenti?

Teresa, seppur timida e spaventata dal nuovo contesto, è entrata subito in sintonia con i bambini, comprendendone in modo empatico le emozioni e le necessità. Ha avuto un atteggiamento di equilibrio, riponendo grandi aspettative nei confronti di tutti gli alunni, indipendentemente dalle loro capacità e abilità.

Fin da subito, con calma e pazienza, è riuscita a creare un ambiente di apprendimento stimolante che valorizzasse la diversità e nel quale i bambini si sono sentiti sicuri e fiduciosi. Infatti, la maggior parte degli alunni ha partecipato con grande serietà e senso del dovere alle attività proposte, mostrando desiderio di apprendere e di scoprire, attraverso un costante approccio di ricerca che puntasse sulle capacità metacognitive e che consentisse di riflettere sull'esperienza didattica in modo critico e costruttivo.

La condivisione in classe di quest'esperienza mi ha aiutato a sperimentare metodologie didattiche aggiornate e attive, centrate sull'apprendimento, ad arricchire il mio profilo professionale attraverso un percorso di formazione e di crescita culturale, di partecipazione ad esperienze che intrecciano l'attività di insegnamento, con la progettazione multidisciplinare, la ricerca didattica e la formazione in itinere.

Conclusioni.

Macchine e meccanismi possono essere un modo per vivere criticamente il quotidiano. Ma come?

In primis, è una tipologia di tematica che ben permette di approcciarsi alle moderne tecnologie, che potrebbero essere utili sia per implementare i diversi meccanismi, sia per aiutare nell'immaginazione, e questo è il caso delle diverse applet.

Questo è molto importante, per non vivere in modo alienante il rapporto con le tecnologie, le quali rappresentano una fetta importante della nostra società odierna.

Penso che la tematica di macchine e meccanismi permetta di approcciarsi a queste ultime in maniera indiretta, quasi inconsapevole e farlo in età scolare, in particolar modo durante la scuola primaria, permetta di creare dei nuovi ed originali spunti di utilizzazione.

Infatti, i bambini oggi non hanno bisogno che qualcuno spieghi loro come utilizzare un computer, un tablet o un cellulare; o meglio come poter accedere ad internet o utilizzare i diversi motori di ricerca.

Vi è forse maggiormente bisogno di far capire loro come poter sfruttare questa grande risorsa, che la tecnologia rappresenta, in maniera consapevole.

Un piccolo passo verso questa direzione è utilizzarle di più durante la pratica didattica, sfruttando tecnologie come la LIM a pieno e non solo come proiettore di video.

È necessario utilizzare maggiormente le tecnologie per la didattica delle scienze, per comprenderne le molteplici funzioni, per scoprire il mondo, immaginare meccanismi da poter realizzare da input ricercabili, magari scoprire anche le modalità per poterlo fare o curiosare tra le miriadi di informazioni che è possibile avere in pochi minuti.

Le tecnologie possono essere anche un mezzo per la condivisione, un modo per favorire la cooperazione anche tra insegnanti, che potrebbero avvalersi dei gruppi di ricerca, mettersi in contatto con loro per scoprire i diversi modi con cui poter innovare la propria didattica.

Cercare esperienze fatte e vissute da altri per poterle riproporre e scoprire come queste possano sempre variare in virtù della platea di riferimento, come possano essere arricchite, vissute in maniera sempre diversa.

Dunque, macchine e meccanismi sono in stretto rapporto con le nuove tecnologie, ma questo non basta.

Questa tematica potrebbe essere spesa con la semplice costruzione di oggetti, di cui non ne si comprende il funzionamento o che questo possa essere trascurato. In questo caso, penso che il lavoro non sia proficuo, che non insegni nulla di nuovo. Scoprire i principi di funzionamento di questi meccanismi rappresenta un'occasione non tradizionale per insistere su concetti fisici.

Questo tipo di approccio mi è sembrato pieno di opportunità.

Penso possa essere anche utile per lo sviluppo della manualità fine, ad esempio approcciandosi a materiali e strumenti differenti, manipolando anche quelli più piccoli: questo potrebbe essere un modo per sperimentare sul reale.

Durante le attività in aula spesso i bambini hanno infatti espresso che in casa non gli era permesso di utilizzare alcuni oggetti, il che li ha resi ancora più volenterosi di maneggiarli o utilizzarli.

E ancora, attività di questo tipo, possono essere un mezzo per lo sviluppo dell'autonomia, ad esempio il manipolare oggetti inizialmente sotto attenta supervisione e poi via via in maniera autonoma.

Possono aiutare, inoltre, anche allo sviluppo del linguaggio: durante le attività, per non far cadere la costruzione di meccanismi nella semplice realizzazione pratica, ho chiesto spesso ai bambini di descrivere quello che stavano osservando, di fare previsioni su quello che sarebbe successo, chiedendo inoltre informazioni su alcuni elementi che avrebbero dovuto far parte delle loro conoscenze pregresse.

Da qui, il contributo della lingua nel capire il funzionamento dei meccanismi, nel capitolo inerente alla progettazione sono riportate delle pagine di quaderno, i bambini nella descrizione non sono stati guidati.

Al termine delle attività veniva fatto un riassunto di quanto era accaduto, al quale ogni bambino dava il suo contributo arricchendo il pensiero di un altro, in modo tale da creare una descrizione il più dettagliata possibile.

Spesso, per raccontare il modo in cui alcuni meccanismi funzionavano ho utilizzato un linguaggio un po' più "adulto" e i bambini, nel momento in cui ripetevano le mie stesse frasi ma a modo loro mi facevano capire che quello che stavamo facendo stava assumendo un senso per loro.

"Ah ok maestra, l'aria calda si allarga e così il pallone si gonfia e visto che è più leggera poi si alza"

La lingua porta un grandissimo contributo nella comprensione del funzionamento dei meccanismi, è necessario impadronirsi del linguaggio per comprendere e per esprimere quanto si è compreso.

Dunque, per ciascuna attività i meccanismi sono stati rivisti, è stato valorizzato il saper descrivere a parole, il riconoscere la catena di fatti.

Ho cercato di condividere i meccanismi o le macchine nel dettaglio, il loro funzionamento, il modo di costruirli, il perché funzionano mettendo in evidenza che spesso non c'è solo un motivo ma una concatenazione di leggi fisiche che permette quel risultato.

In conclusione, dato il poco tempo che sono stata in compagnia con la classe, i feedback ricevuti non sono stati abbastanza da poter effettuare una valutazione.

Tuttavia, mi sento di poter fare alcune osservazione sull'andamento generale della sperimentazione.

Posso affermare che i bambini si sono dimostrati sempre all'altezza dei compiti assegnati loro, affrontandoli con grande voglia di fare, di vedere cosa succede, di osservare il risultato. Sono stata seguita con grande attenzione, educazione e gentilezza.

Il primo giorno in aula sono stata sicuramente spaesata, soprattutto perché il preavviso prima di avviare la sperimentazione è stato minimo. I bambini mi hanno accolta come solo loro sanno fare, entusiasmandosi quando hanno scoperto cosa saremmo andati a fare e trattandomi subito come se in quella classe ci fossi già stata tantissime volte. Allo stesso modo anche le docenti, che mi hanno aiutata a sentirmi parte integrante del contesto classe.

È stata un'esperienza più che positiva per me di grande crescita. È stato davvero interessante riuscire a testare i diversi modi di pensiero che possono

esserci quando la platea a cui si fa riferimento è così variegata. Osservare come uno stesso problema possa essere risolto in maniera differente, il modo in cui le diverse menti possono interagire per trovare la soluzione migliore per il fine comune nei momenti cooperativi.

Inoltre, sono estremamente contenta di aver avuto l'occasione di poter attuare la mia progettazione, nonostante ogni prognostico a seguito delle molteplici restrizioni a seguito dell'emergenza sanitaria.

Queste esperienze, quelle che mi hanno portato a scrivere questa tesi così com'è, l'esperienza in classe, l'incontro e il confronto con le altre tesiste, il poter ascoltare docenti esperti durante gli incontri di formazione, il preciso e costante sostegno del relatore, le custodirò sempre considerandole come un momento di scoperta.

Scoperta dei diversi modi di poter portare avanti la didattica, che le cose più complesse possono diventare alla portata di tutti, che ogni cosa può essere rappresentata in molteplici modi e soprattutto che ogni timidezza e timore possono essere sconfitti.

Infine, in uno degli incontri di formazione docente, il primo finalmente in presenza, inerenti al progetto Educare, ho avuto l'occasione di presentare la progettazione e la sperimentazione avvenuta in classe ad un pubblico di docenti dalla scuola dell'infanzia alla secondaria di primo grado.

L'incontro è stato tenuto nella medesima scuola in cui ho avuto occasione di attuare la mia progettazione, ovvero l'Istituto comprensivo Porchiano-Bordiga, che con le sue attività finalizzate a combattere la povertà educativa si sta aprendo al territorio e a proposte didattiche inerenti alle diverse discipline.

L'occasione è stata preziosa, l'aver potuto condividere le mie idee a persone più esperte e ancor di più poter ascoltare quelle di altri docenti e il modo in cui sono state realizzate.

Particolarmente interessante è stato osservare il modo in cui la stessa tematica da me trattata, macchine e meccanismi, sia stata declinata in maniera differente da uno dei docenti presenti all'incontro.

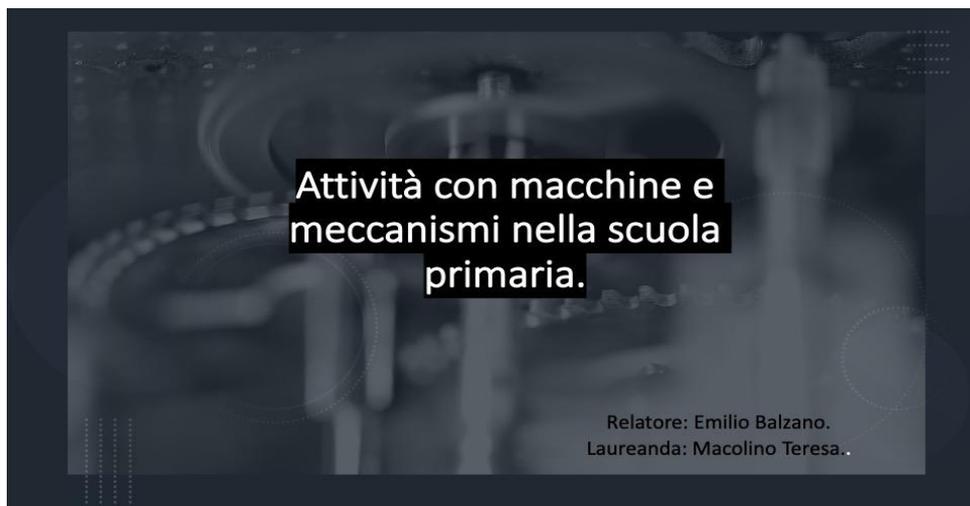
Molto istruttivo osservare le macchine da lui costruite e il modo in cui le ha presentate alla sua sezione nella scuola dell'infanzia, capire il modo in cui questa tematica potrebbe essere sviluppata in maniera verticale.

Ad esempio, con il procedere dell'età e della manualità fine è possibile responsabilizzare maggiormente gli alunni, affidando loro più mansioni da dover svolgere e non limitando più l'attività all'osservazione o all'assistenza delle azioni compiute dal docente.

O ancora, il linguaggio, con il procedere dell'età potrebbe divenire sempre più specifico e prevedendo l'utilizzo di termini tecnici. Tenendo sempre conto che, i bambini seppur utilizzando una comunicazione più elementare possono comprendere a pieno quello che vedono accadere, spiegandolo correttamente con il loro modo di esprimersi.

Di seguito, nell'appendice, andrò a riportare la presentazione Power Point che ho utilizzato come guida durante il mio intervento.

Appendice.



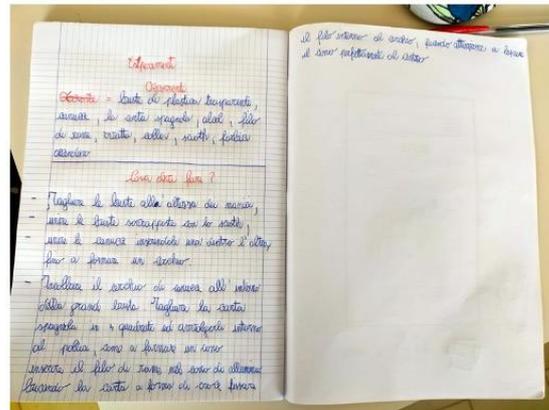
Indice.	INTRODUZIONE.	<u>3.6: Temperatura e calore.</u>
	CAPITOLO 1: COME POTER INSEGNARE LE SCIENZE?	<u>3.7 Dilatazione termica nei liquidi.</u>
	CAPITOLO 2: LO STORY-TELLING E LA DIDATTICA LABORATORIALE.	<u>3.8 Dilatazione termica nei gas.</u>
	<u>2.1 La narrazione a supporto dell'apprendimento: motivazioni.</u>	<u>3.9 Cenni sui passaggi di stato.</u>
	<u>2.2 Parte prima: Il primo giorno della maestra Sofia.</u>	CAPITOLO 4: SPERIMENTAZIONE E FEEDBACK.
	<u>2.3 Parte seconda: La seconda lettera.</u>	<u>4.1 Premessa.</u>
	<u>2.4 Parte terza: Amalfi</u>	<u>4.2: Primo incontro.</u>
	<u>2.5 Parte quarta: Errore.</u>	<u>4.3 Secondo incontro.</u>
	<u>2.6 Parte quinta: Norvegia.</u>	<u>4.4 Terzo incontro.</u>
	<u>2.7 Parte sesta: L'aurora</u>	<u>4.5: Quarto incontro.</u>
	<u>2.8 Parte settima: Ritorno a casa.</u>	<u>4.6: Quinto incontro.</u>
	<u>2.9 Apprendimento cooperativo e didattica laboratoriale.</u>	<u>4.7: Osservazioni finali.</u>
	CAPITOLO 3: PROGETTAZIONE	<u>4.8: Feedback</u>
	<u>3.1 Premessa.</u>	CONCLUSIONI.
	<u>3.2 Fluidi.</u>	BIBLIOGRAFIA.
	<u>3.3 Legge di Stevino.</u>	SITOGRAFIA.
	<u>3.4 Spinta di Archimede.</u>	
	<u>3.5 Principio di Pascal</u>	

Sperimentazione.

- La sperimentazione è avvenuta in 5 diversi incontri di durata variabile.
- La classe di riferimento è stata la 4C dell'istituto Porchiano-Bordiga. La docente che mi ha seguita in questo percorso è stata Alessia Tufano.
- I procedimenti eseguiti saranno illustrati direttamente dai bambini, attraverso le loro pagine di quaderno.

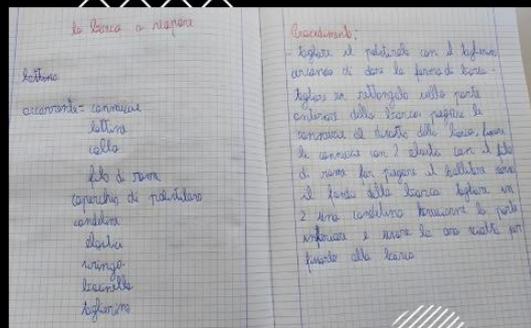
Primo incontro.

La sperimentazione è iniziata nel giorno 4/05/21, in due ore i bambini della classe sono riusciti a realizzare due piccole mongolfiere.



Secondo incontro.

Il secondo incontro si è svolto in data 6/05/21, avendo avuto a disposizione quattro ore, sono state svolte due diverse attività: la costruzione di un motore e di una barchetta a vapore.



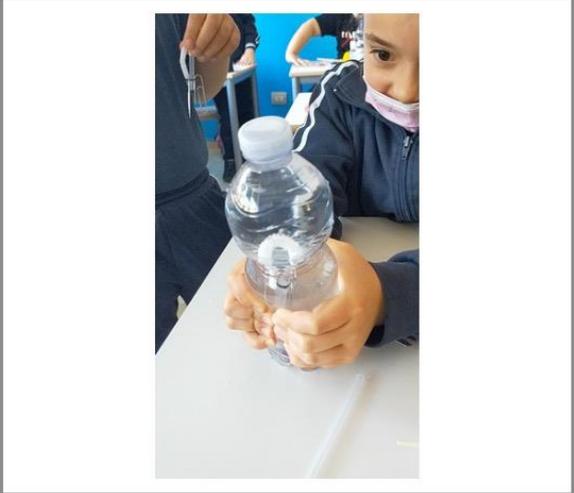
Macchina a propulsione
 Materiali: palloncino, tappo, cartone
 Alcolopoli, foglio di carta
 Procedimento: tagliare il cartone
 a forma di tubo, tagliare il tappo
 a forma di triangolo con la punta
 rivolta al palloncino della macchina e
 dopo aver fatto soffiarci nella macchina
 e la macchina è completa.

diavoletti a carboni
 Materiali: cartoncino, forbici, griglia
 - pagure, la compasso e la penna
 - Anziani e dati dopo che un un diavolo
 macchina 2 griglia di stoffa
 mettere tutti in una bottiglia

Terzo incontro.

Il terzo incontro si è svolto in data 10/05/21, il tempo a disposizione è stato di 3h.

I bambini sono riusciti a costruire una piccola macchina a propulsione e un diavoletto di Cartesio.



Quarto incontro.

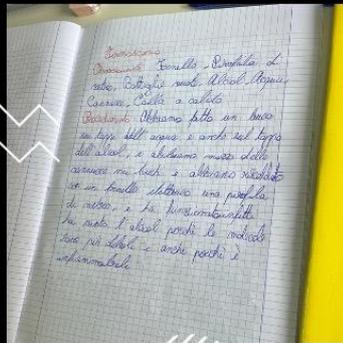


Il quarto incontro si è svolto in data 13/05/21 per una durata di 3h.

Le attività portate a termine sono state la costruzione di vasi comunicanti, di un torchio idraulico in miniatura, più un gioco improvvisato con l'ausilio di due siringhe e un tubicino di gomma.



Quinto incontro.



Il quinto incontro è stato anche l'ultimo, si è tenuto in data 18/05/21 e la sua durata è stata di 2h.

È stato approfondito durante la giornata il fenomeno della dilatazione termica tramite due esperimenti: la costruzione di due piccoli termoscopi e un'esperienza fatta con l'utilizzo di una bottiglia da 0,5 cl e un palloncino.



"T: Avete visto bambini? Secondo voi perché succede là ma a noi no?"

"Anna: Maestra è il fornello! Vedi è l'unica cosa diversa tra noi e il video."

"Antonio: Oppure il palloncino, là è messo più in basso."

"T: Ok, ma mi sapete dire quello che succede nel video?"

"Angelica: Sì maestra, il palloncino si gonfia sulla bottiglia."

"T: E perché?"

"Antonio: Perché l'aria si riscalda e lo fa gonfiare."

"T: Ma vi ricordate che altro abbiamo fatto che funzionava allo stesso modo?"

"Carmine: Sì maestra! La mongolfiera."



Al termine della sperimentazione, posso affermare con soddisfazione come si siano riuscite a portare a termine tutte le attività, tranne una. La costruzione del piccolo sommergibile è stata ostacolata dalle diverse norme anti-Covid; infatti, dal momento che per il suo funzionamento era necessario soffiare all'interno di un tubicino di gomma e che non era possibile farlo fare a tutti, ma nemmeno fare una selezione tra i bambini ho deciso di non portare avanti questa attività.

Sono stata accolta dalla classe nel migliore dei modi e seguita dalla maggior parte dei bambini con grande curiosità, allegria e interesse.

Le attività sono state portate avanti con tanta voglia di fare, gli alunni si sono dimostrati all'altezza nel seguire le indicazioni date loro, mostrandosi al contempo molto intuitivi nel momento in cui venivano poste loro delle domande, riuscendo a sostenere e portare avanti conversazione di carattere scientifico seppur non utilizzando un linguaggio tecnico.

I bambini hanno saputo descrivere quello che hanno osservato, cercando al contempo di fornire alle cose che accadevano delle spiegazioni, nella maggior parte dei casi riuscendoci in maniera del tutto autonoma.

Gli studenti sono spesso riusciti anche a prevedere quello che sarebbe successo, arrivandoci da piccoli indizi sparsi qua e là, che sono riusciti a mettere insieme nel migliore dei modi, stupendo un po' anche loro stessi.

In conclusione, posso affermare di essere piacevolmente stupita, dal modo in cui questa classe ha risposto alle attività proposte e dal sostegno che mi hanno dimostrato le docenti, regalandomi del tempo e aiutandomi nella gestione delle diverse attività.

Commenti
finali.

Bibliografia.

U. Amaldi, Le traiettorie della fisica, vol.2°, Zanichelli.

P. Ascione, M Cusmai, A Quagliata, La narrazione a supporto dell'apprendimento.

E. Balzano, C. Silvestrini, V. Silvestrini, Fisica I e II, Liguori editore.

L. Cottini, Didattica speciale e inclusione scolastica, Carocci editore.

J. Dewey, Democrazia ed educazione, La Nuova Italia.

G. Fiorentino, E. Salvatori, La didattica a distanza, dall'emergenza alle buone pratiche.

P. Guidoni, Raccomandazioni preliminari per la Ricerca-Azione.

U. Margiotta, La didattica laboratoriale, Erickson.

J. Ogborn, Science and Commonsense.

F.M. Sirignano, Per una pedagogia della politica, Editori Riuniti.

Sitografia.

<http://personalpages.to.infn.it/~beraudo/outreach/fluidi.pdf>

<http://www-toys.science.unitn.it/laboratorio/html/insegnanti/termoscopio.html>

http://www.les.unina.it/?page_id=1647

http://www.les.unina.it/?page_id=1699

<http://www.pallotti.it/scuola/terza/2018%20sommernabile.pdf>

http://www.scuolamediacoletti.org/les/schede_energia_in_azione/barca_con_caldaia.pdf

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/filter?subjects=physics&type=html&sort=alpha&view=grid>

<https://www.ic83porchianobordiga.edu.it/identita-della-scuola>

https://www.ipsiasar.it/files/Baldacci_Laboratorio.pdf

<https://www.milanomongolfiere.com/come-funziona-una-mongolfiera/>

<https://www.roma1.infn.it/exp/webmqc/Cosmelli/Bicchiera%20con%20%27a%20cqua.pdf>

<https://www.vascak.cz/physicsanimations.php?l=it>

<https://www.youmath.it>

<https://www.youtube.com/watch?v=fDbc4NVRVRM>

Ringraziamenti.

La prima persona che merita questi ringraziamenti è mia madre, che con dedizione, costanza e tanta pazienza ha sempre cercato di agevolare il più possibile il mio percorso universitario, non facendomi mancare mai nulla e dandomi anche più del meritato. Per questo, grazie mamma.

Ringrazio mio padre, perché è grazie a lui se sono riuscita a raggiungere questo traguardo, per avermi permesso, seppur con qualche remora, di fare sempre quello che sceglievo di fare e per avermi sostenuta silenziosamente passo passo durante questo percorso.

Ringrazio mia sorella, perché nel bene e nel male, si è dimostrata in questi anni un sostegno costante. È difficile per me esprimerti il bene che ti voglio e la gratitudine per quello che fai per me. Questo traguardo, spero tu possa sentirlo un po' anche come il tuo. Ringrazio Francesco, per essersi comportato come solo un vero fratello avrebbe fatto, ancora una volta, nel bene e nel male.

Ringrazio il mio relatore Emilio Balzano, e chi insieme a lui, Giancarlo Artiano e Annarita Annunziata, mi ha seguito costantemente e minuziosamente nel percorso che mi ha portata oggi a questa laurea.

Ringrazio la mia famiglia tutta, i miei nonni, i miei zii, i miei cugini che sempre hanno scelto di preoccuparsi per me e che seppur tra qualche dispiacere sono sicura saranno sempre lì a sostenere le mie scelte.

Ringrazio Elpidio, perché con il suo costante amore ha reso questi anni più sopportabili, più colorati e per avermi sopportata e supportata con pazienza anche nei momenti peggiori.

Ringrazio Natalia, innanzitutto perché sappiamo tutti che senza di te al liceo nemmeno sarei qui e per avermi sempre aiutata, sempre confortata, sempre capita, per aver sognato insieme a me, grazie.

Ringrazio Andreana, perché senza di te i costanti pensieri nefasti non sarebbero stati gli stessi, per aver condiviso con me in questi anni gioie e dolori (e per i libri.)

Ringrazio Chiara e Claudia, le mie splendide amiche che in questi anni di aiuto reciproco hanno (quasi) reso bello e divertente lo studio dei tanti esami.

Ringrazio Rossana, con lei ho condiviso il ricordo indelebile del primo esame universitario, grazie per tutti i consigli, tutto l'aiuto e il sostegno, per aver condiviso con me paure e insicurezze, ma anche tutte le soddisfazioni. Ringrazio le amiche incontrate all'università, Luisa, Rosita, Sabrina, Ivana, Viviana che per tanto o per poco hanno condiviso con me questo percorso universitario, ognuna di voi è riuscita a trasmettermi qualcosa che sempre custodirò con cura,

Ringrazio le mie amiche della camera di sostegno, perché so che per qualsiasi problema, nonostante le tante città in cui siete dislocate, avrete sempre una parola di conforto e di sostegno.