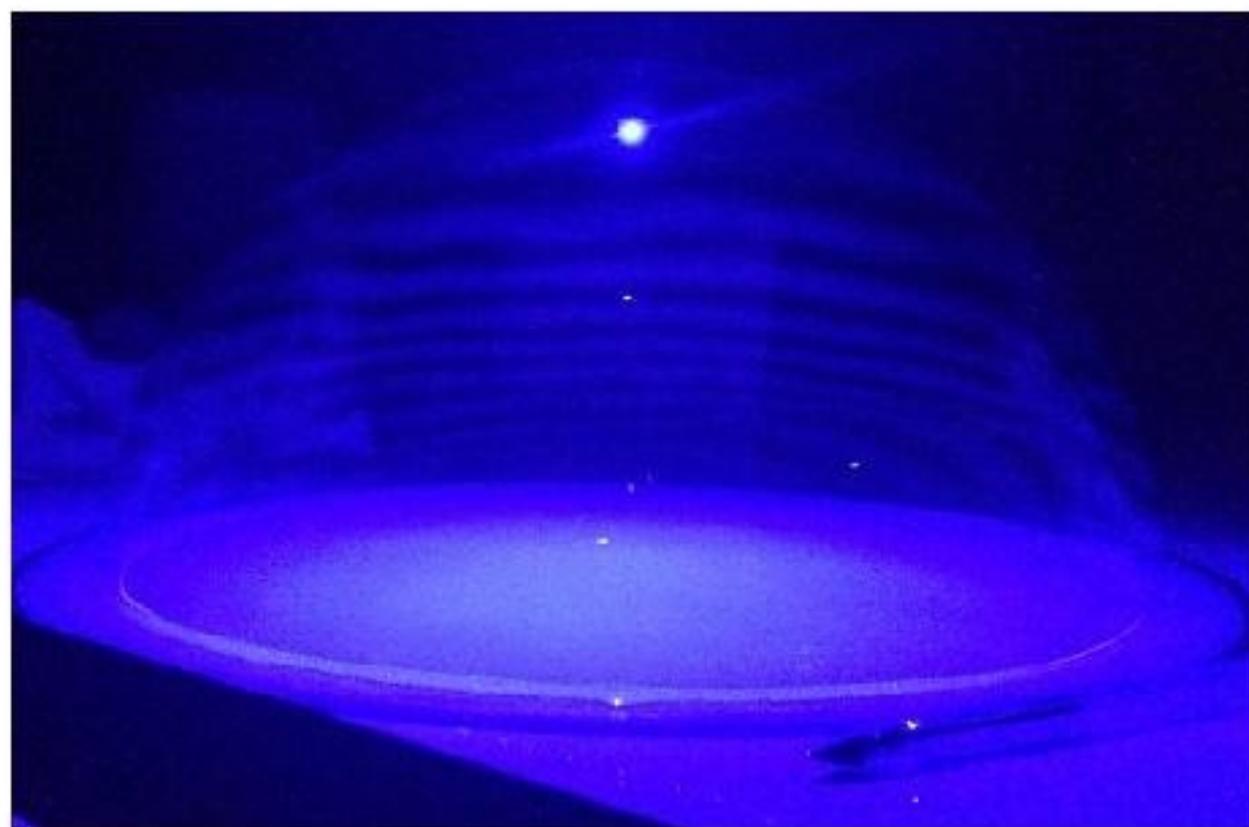


Nino Martino, Giuliana Deplano, Carmela Prinzis

## Una possibile educazione scientifica nella scuola primaria



Per fare scienza divertendosi con gli studenti e, insieme, sopravvivere felici. Un'esperienza all'Istituto Comprensivo Decimoputzu - scuola primaria di Villaspeciosa, classe IIIA 2017.

Nino Martino, Giuliana Deplano, Carmela Prinzis

Una possibile educazione scientifica nella scuola primaria.

Per fare scienza divertendosi con gli studenti e, insieme, sopravvivere felici.

Un'esperienza all'Istituto comprensivo decimoputzu - scuola primaria Villaspeciosa.  
Classe terza A, anno 2017.

Dirigente Limbania Maria Rombi

versione per [La Natura delle Cose](#) 1.1 del 23 settembre 2017

La foto in copertina: una bolla di sapone illuminata trasversalmente con una luce monocromatica blu. La foto non è solo bella esteticamente, ma è unica nel suo genere, crediamo sia la prima foto di questo tipo. Le bande blu e scure non sono banali, dimostrano che i colori delle bolle di sapone sono un fenomeno di interferenza. Realizzata dal prof. Roberto Puzzaghera con la sua classe quarta di Liceo Scientifico, che ringraziamo per la gentile concessione.

# copyright



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](#).

## You are free to:

**Share** — copy and redistribute the material in any medium or format

**Adapt** — remix, transform, and build upon the material

The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.

## Under the following terms:



**Attribution** — You must give **appropriate credit**, provide a link to the license, and **indicate if changes were made**. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.



**NonCommercial** — You may not use the material for **commercial purposes**.



**ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the **same license** as the original.

Tutto il materiale di questo ebook è distribuito sotto licenza Creative Commons: sei libero di modificare e ridistribuirlo a patto che venga attribuita la paternità al suo autore/autori e al sito [la natura delle cose](#), non venga usato per fini commerciali e venga distribuito con licenza identica o equivalente a questa. Vi preghiamo di non sottovalutare questa forma di copyright: dietro a questo ebook ci sono ore e ore di lavoro in classe, di discussione, di montaggio, di studio e di apprendimento. Crediamo nell'open source, nel senso che questo lavoro DEVE poter circolare gratuitamente ed essere parte di tutto il lavoro di ricerca fatta da persone come noi. Ma il rispetto del lavoro di ricerca richiede la citazione e il non utilizzo a fini commerciali. E la licenza Creative Commons è una VERA licenza che DEVE essere rispettata, nel senso che si può incorrere in sanzioni per vie legali. Anche l'open source ha le sue regole.

## dedica

Questo lavoro è dedicato a tutti quei docenti che nel chiuso delle loro classi, sparpagliati, ogni giorno reggono malgrado tutto le sorti della cultura nel nostro Paese



# Ringraziamenti

Un ringraziamento particolare alla dirigente scolastica Limbania Maria Rombi che ha permesso e incoraggiato questa esperienza nella classe III A della scuola primaria di Villaspeciosa.

Si ringraziano i genitori della terza A della scuola primaria di Villaspeciosa, che hanno sostenuto anche finanziariamente quest'iniziativa di sperimentazione didattica.

## Un libro di testo?

No, questo non è un libro di testo. Non è nemmeno un manuale ben codificato, articolato e preciso e prescrittivo. È un ebook progressivo, nel senso che non sarà mai, per necessità interna e di metodo, concluso.

Il vantaggio di queste manciate di elettroni che state leggendo nel vostro computer o nel vostro smartphone o tablet, è che possono essere continuamente aggiornate e aumentate mano a mano che le esperienze si moltiplicano, mano a mano che altri danno (o daranno) i loro contributi. Ogni volta che si va in classe, se si usa una didattica corretta, si fanno cose diverse, si dicono cose diverse. I bambini/studenti fanno domande diverse (a cui bisogna dare una risposta scientifica e non fatta di asserzioni). Il nostro obiettivo è quello di riportare per quanto possibile fedelmente tutte le esperienze reali fatte nelle classi. Una parte di questo ebook è scritta a caldo, dopo l'intervento in una classe reale. Sono state "sbobinate" (termine arcaico di una volta...) ore e ore di video registrazione. Abbiamo ritenuto importante registrare ogni cosa avvenisse in classe, non per presunzione ma perché si impara molto di più da un resoconto reale di un lavoro reale fatto in classe con i bambini/studenti, con tutti gli errori, ahimé, in evidenza, che da una bellissima lezione su come si debba insegnare (fatta magari da chi ... non sa insegnare affatto).

Diciamo che il non essere mai finito è un vantaggio dell'ebook perché è praticamente impossibile fare una cosa del genere con un libro stampato su carta (e il file pdf è d'altra parte necessariamente rigido, pensato più per la stampa su qualunque dispositivo - infatti nasce ben prima della possibilità della rete e degli ebook, nasce proprio per la stampa cartacea). Bisognerebbe stampare ogni volta cose diverse, aumentando la carta al macero (ogni versione precedente va ... al macero) e contribuendo non poco al disboscamento intensivo...

Le case editrici non utilizzano l'ebook nelle sue potenzialità perché non possono farlo. I loro ebook sono la trascrizione digitale del libro stampato. Il loro fine è altro. È un fine commerciale, devono guadagnare. Questo ebook è assolutamente gratuito, non c'è alcun fine commerciale e nello stesso tempo è di libera riproduzione (*ma attenzione alla licenza Creative Commons internazionale - è una cosa seria: NON si possono utilizzare questi materiali per operazioni commerciali, si possono usare solo per distribuirli gratuitamente e sempre citando la fonte...*).

Oggi abbiamo la possibilità di avere un riferimento digitale per il lavoro nella classe, un ebook, in continua evoluzione. Ogni volta si aggiungeranno altri lavori, altri esperimenti, altre notazioni. Spesso si riscriveranno pezzi già presenti ma che con il progresso della didattica reale nelle classi vanno ripensati. Infatti, torno a ripetere, lo scopo di questi nostri lavori non è commerciale: è una operazione culturale a favore di una educazione scientifica a ogni livello. E non dovendo vendere niente non siamo costretti a compromessi di nessun tipo. Credetemi, è una vera liberazione.

Non fatevi ingannare dal registro colloquiale. Le cose scritte qui hanno il vaglio di un gruppo di fisici che si è posto da tempo il problema della didattica della fisica e della cosiddetta divulgazione scientifica. Abbiamo scelto per esempio di non fare mai false analogie con la scusa che così si capisce meglio. C'è un solo modo di capire: scrivere cose corrette nella maniera più semplice possibile e partendo sempre dagli esperimenti.

Questo è l'altro nodo: la partenza dagli esperimenti. Mostrare un fenomeno e incominciare una ricerca, insieme ai bambini/studenti, e mai, invece, mostrare un fenomeno, magari d'effetto, e darne subito la spiegazione. Anche se l'aspetto gioco è sempre presente nel nostro lavoro (perché non ci si deve divertire facendo scienza?) siamo lontani da una Fisica Spettacolo.

Nella Fisica Spettacolo si fanno vedere alcuni effetti speciali, degli esperimenti che colpiscono la fantasia; spesso si mostrano comportamenti della materia e del mondo fisico completamente inaspettati e si cattura così l'attenzione e curiosità. Ma è spettacolo. Davanti a un pubblico relativamente passivo. Svegliata la curiosità spesso si dà la spiegazione del fenomeno. E il tutto risulta monco, manca la parte della ricerca spinta dalla curiosità, la ricerca da parte degli studenti/spettatori. In genovese: "meggiu che ninte" (meglio che niente). Chi fa abitualmente questo tipo di presentazioni fa opera meitoria ma non sufficiente a nostro avviso.

L'obiettivo principale del nostro lavoro è invece l'apprendimento di un metodo (per quanto flessibile e soggetto a possibili cambiamenti e adattamenti), di ricerca sul mondo. L'esperienza mostra che le cose apprese in questo modo non si dimenticano più (dal punto di vista delle nozioni scientifiche) e nello stesso tempo il bambino/studente *diventa capace di fare autonomamente ricerca su fenomeni nuovi*.

Anche la struttura di questo ebook è un riflesso della metodologia didattica adoperata. Inutile fare mappe, diagrammi e dare prescrizioni di come si dovrebbe fare o non fare. Molto meglio far vedere come le cose funzionano nella pratica concreta di una classe.

Chiunque che per avventura dovesse leggere questo ebook (al di fuori delle persone già direttamente coinvolte, of course) si metta in contatto con noi, per notazioni, suggerimenti, critiche, o anche aggiunta di possibili materiali. Se vi viene in mente un certo fenomeno che volete usare nella vostra classe e volete sapere come noi lo tratteremmo, scrivete all'indirizzo email qui sotto:

[ninomartino@lanaturadellecose.it](mailto:ninomartino@lanaturadellecose.it)

Saremo sempre felici di rispondervi o integrare i nostri materiali.

Buon lavoro...

## Nota su questa versione redatta per il sito [La Natura delle Cose](#)

Di questo ebook esistono due versioni. La versione completa si può scaricare dal sito dell'Istituto Comprensivo di Decimoputzu, è di circa 56 Mb. È "pesante" perché contiene le immagini di tutti gli elaborati dei bambini e di tutti i loro disegni, capitoletto per capitoletto. Per quanto siano ottimizzate al massimo sono sempre... immagini. Chi fosse interessato alla versione completa per avere un'idea della reazione complessiva della classe vada, appunto nel sito dell'I.C. di Decimoputzu (Cagliari), lo può scaricare liberamente.

Questa versione, invece, per ogni esperienza allega un solo elaborato (trascritto fedelmente in testo dalla sua immagine) e un solo disegno di un bambino/studente, scelto dalle docenti titolari della classe, Giuliana e Carmela. Questo ha rappresentato una drastica riduzione del peso dell'ebook.

Vi sono inoltre piccole differenze, qualche notazione in più qua e là. Ma non è stato toccato né il modo colloquiale di esporre gli argomenti, né i report vari del lavoro svolto in classe.

Se chi legge ha commenti o critiche o vuole mandarci materiale... siamo aperti a ogni contributo.

[Nino Martino](#)

# Il palloncino sulla bottiglia che si gonfia e si sgonfia

Si prende una bottiglia qualunque di plastica, da due litri. Si mostra che è vuota. Non contiene niente. Si applica un palloncino sgonfio all'imboccatura. Il palloncino rimane sgonfio. Si prende una bacinella di acqua calda e si immerge la bottiglia. La bacinella deve essere abbastanza profonda da permettere un buon contatto tra acqua e bottiglia.

Il palloncino si gonfia.

Domanda: perché il palloncino si è gonfiato? Si annotano le varie ipotesi che gli studenti fanno. Ogni ipotesi deve essere a priori accettata. Poi si deve passare alla verifica sperimentale. Questo passaggio è delicato. Bisogna inventarsi sul momento una serie di esperimenti. Occorre una certa conoscenza della fisica e del laboratorio di fisica. Niente paura: dopo il primo intervento faremo una scheda delle possibili ipotesi con la relativa verifica. In genere le ipotesi tendono a ripetersi.

*A volte salta fuori una ipotesi nuova e a cui non si risponde immediatamente. In questo caso si chiede aiuto immediato al cosiddetto team di fisici che sta dietro a questa sperimentazione didattica e questo viene fornito. Potenza della telematica, oggi. Tra l'altro le ipotesi non previste, le domande inaspettate sono il motivo di base per cui molti NON fanno un laboratorio sperimentale corretto. Magari si preferisce far vedere esperimenti standard e darne la spiegazione subito dopo, tarpando ogni possibile intervento degli studenti. È più riposante e tranquillo. Quello che invece qui si propone è un metodo di didattica aperto ai bambini/studenti che imparano rapidamente a fare ipotesi e a verificarle con esperimenti inventati ad hoc. E ci si diverte di più, sia noi che loro... Una didattica senza rete di protezione. L'autorità del docente NON si basa sulla disciplina ma sul fatto che il collettivo classe ne riconosce la capacità di inventiva e risoluzione pratica dei problemi. L'insegnante non sa tutto, ma è in grado a differenza loro di fare ricerca, di inventare, di costruire. Perché ha alle spalle una cultura appresa e organizzata che gli consente di farlo.*

Si dice: facciamo una controprova. La bottiglia calda con il palloncino gonfiato si mette in una bacinella con acqua e ghiaccio. Il palloncino si sgonfia rapidamente. (dovete usare un palloncino non troppo rigido)

Poiché in tutti e due i casi non abbiamo aggiunto o tolto aria deve essere qualche cosa che c'entra con il calore. Il calore fa effetto su qualche cosa, l'aria. Ma l'aria non si vede. Esiste qualche cosa che non si vede? E cosa vuol dire che una cosa possa essere veduta? Questo rimanda alla luce, in seguito.

Un esperimento laterale potrebbe essere quello di usare una bilancia e pesare un palloncino sgonfiato. Poi gonfiarlo e ripesarlo. Il peso, se la bilancia è di precisione, è differente. Il palloncino gonfiato pesa di più. Vuol dire che abbiamo messo dentro il palloncino dell'aria (con il fiato dei polmoni o con una pompa di bicicletta) che non è visibile ma è stata capace di gonfiare il palloncino.

La differenza di peso fra palloncino gonfio e palloncino sgonfio NON È IL PESO DELL'ARIA!!! NON azzardatevi a dire una cosa del genere... Lo so, alcuni libri di testo della primaria riportano ciò. Ma è falso. La cosa è molto complicata. C'è il peso dell'aria verso il basso, ma il palloncino gonfio occupa un volume e quindi nell'aria che lo circonda subisce una spinta di Archimede verso l'alto (non piccola), ma il palloncino gonfio esercita una pressione sull'aria che è dentro, quindi l'aria dentro è più compressa di quella di fuori, quindi è più densa. Insomma è veramente complesso a questo livello. La differenza di peso è collegata alla differenza di densità dell'aria, l'aria dentro al palloncino è più densa di quella fuori del palloncino.

*Una controprova potrebbe essere pesare il palloncino sgonfio (con una bilancia di precisione almeno al decimo di grammo), poi gonfiarlo (possibilmente con una pompa da bicicletta (per evitare di gonfiarlo con il fiato: il fiato contiene anche umidità, acqua e l'acqua pesa) e pesarlo. La differenza di peso è evidente. Adesso si può riscaldare il palloncino con un phon per capelli. Il palloncino si gonfia ulteriormente, ma l'aria dentro è la stessa. Il suo peso però diminuisce. Questo perché la spinta di Archimede verso l'alto è maggiore.*

Questo fa vedere come spesso per colpire l'immaginazione si dicono cose non esatte. Perché abituare fin da piccoli a cercare risposte verosimili anche se non esatte? Questo è contrario al metodo scientifico che è quello che vogliamo venga appreso (almeno questo viene detto nelle indicazioni nazionali).

È lo stesso problema che si pone nella divulgazione scientifica. Presupponendo che "il volgo" certe cose non le possa proprio capire, si danno delle spiegazioni che apparentemente sono verosimili ma che molto spesso sono, nel migliore dei casi, inesatte, ma frequentemente addirittura sbagliate. Sembra che il problema non sia quello di fornire una spiegazione scientifica ma quella di rassicurare in qualche modo gli animi rispetto a qualche fenomeno nuovo o bizzarro.

Torniamo all'esperimento della bottiglia con il palloncino. Prendiamo un palloncino, lo gonfiamo noi e lo applichiamo alla solita bottiglia.

Ripetiamo l'esperimento: nella bacinella con il ghiaccio il palloncino si sgonfia, nella bacinella con acqua calda il palloncino si gonfia di più.

Vedere le varie ipotesi che fanno i ragazzi.

L'idea sarebbe però di provare prima voi stessi, magari con qualche cavia e vedere le ipotesi e le domande che vengono fatte.

L'aria scaldata si dilata. Ma questo avviene solo per l'aria? Cosa fanno gli altri corpi quando sono scaldati? Che idee possono venire per far vedere che vari materiali quando sono scaldati si dilatano? Ma è poi vero che tutti i corpi si dilatano quando li si scalda?

Si può provare a mettere dell'olio (di semi, non olio extravergine! Solo per un problema di costo e di sciupio...) dentro una bottiglietta con un tubicino trasparente ben saldato (plastilina? Pongo? Cera?). La bottiglietta è piena fino all'orlo, magari anche un

pochettino nel tubicino. Si scalda la bottiglietta nel solito modo. Cosa vi aspettate che succeda? (mai spiegare prima e far vedere dopo, non c'è gusto e si perde il senso del metodo...).

L'olio sale nel tubicino, in maniera visibilmente rapida. È lo stesso principio di funzionamento del termometro a mercurio o ad alcool. Potete al posto dell'olio mettere dell'alcool denaturato nella bottiglietta. L'effetto sarà lo stesso. Più vistoso o meno vistoso?

Quindi i materiali in genere si dilatano quando sono scaldati. Ma ciascun materiale si scalda in maniera diversa. Perché insisto con "in genere"? Perché possono esistere materiali che si ... contraggono. Esempio: il ghiaccio. L'acqua ha comportamenti balordi. Ma questa è un'altra storia. Magari si approfondisce se viene in mente a qualche ragazzo.

Si può arrivare a costruire un termometro ad olio. Ma anche questa è un'altra storia, dipende molto dalle reazioni della classe e dalle domande e/o ipotesi fatte da loro. Questo potrebbe introdurre anche il concetto di misura.

Non è sufficiente osservare i fenomeni e capirli grosso modo. Si può effettuare l'esperimento della bottiglia con acqua a diversa temperatura. Il volume del palloncino che si gonfia dipende dalla temperatura dell'acqua. Più la temperatura è alta più il palloncino si gonfia (la temperatura dell'acqua la si misura facilmente con un banale termometro...).

È possibile stabilire una relazione fra la temperatura dell'acqua e la dilatazione dell'aria contenuta nel palloncino?

Questo è importante per la fisica. Perché se riusciamo a stabilire una relazione fra il volume del gas e la temperatura, possiamo fare previsioni. Se io ho un litro di aria a 20° quanto diventerà a 90°C?

Sembra cosa futile, banale fare previsioni. Ma in realtà questo permette di costruire strumenti. Tutte le cose che utilizziamo nella vita quotidiana sono state costruite grazie a delle previsioni di comportamento, previsioni che sono state fatte scrivendo le relazioni in forma ... matematica.

Fare delle misure di volume su un palloncino più o meno gonfio non è cosa facile. Come si potrebbe costruire qualche cosa che permette di fare misure di volume di un qualche cosa in funzione della temperatura?

Che idea vi verrebbe in mente?

*Questo è il modo di fare scienza fin da Galileo. Si osserva il fenomeno, la dilatazione. Viene in mente di fare misure per vedere se si riesce a trovare una relazione tra temperatura e volume, ma il palloncino di partenza non consente una misura agevole. Allora si costruisce un esperimento ad hoc, magari completamente diverso dal punto di vista degli oggetti usati, ma che consente di fare misure di qualche tipo, in modo da mettere ben in evidenza la relazione. Poi, se si è bravi con i simboli, si può scrivere la relazione in forma matematica. La matematica è uno strumento simbolico che ci permette di scrivere le relazioni fra oggetti (indipendenti dagli oggetti, in qualche modo) e che poi permette di fare previsioni di comportamento senza dover fare tutte le volte l'esperimento.*

Se riuscite a costruire la bottiglietta con l'olio e con il tubicino in cui sale l'olio, riuscirete a fare delle misure decenti. E scoprirete che la relazione è tra le più semplici: è lineare. C'è una proporzione semplice che si può esprimere con la formula  $A=kB$ . Se raddoppia B raddoppia A, se triplica B triplica A, ecc. Il rapporto fra A e B è costante (appunto, il k della formula!).

(in realtà la proporzionalità semplice è fra la variazione della temperatura e la variazione del volume, per evitare problemi con i volumi iniziali e le temperature iniziali, frase oscura? Chiedere...).

# Report lavoro in classe “Il palloncino sulla bottiglia che si gonfia e si sgonfia”

## Quello che è successo

Guardate bambini cosa vi ho portato oggi... I bambini iniziano a parlare tutti insieme e a nominare gli oggetti che vedono di fronte a loro: un palloncino sopra una bottiglia, un bollitore, dei recipienti, dell'acqua, acqua calda, acqua fredda, ghiaccio.....

le loro facce stupite vengono attirare dalla voce di un uomo che loro hanno nominato “lo scienziato”.

- Buongiorno bambini sapete cosa dobbiamo fare oggi?

Un esperimentooooooooooooo, urlano tutti in coro!

Guardate! Lo scienziato immerge la bottiglia vuota dentro il contenitore con l'acqua calda e.....In un “ZAC” il palloncino, messo all'estremità della bottiglia, prima moscio e sgonfio, si solleva improvvisamente e si gonfia!!

Ohhhhhhhhhhh, Esclamano i bambini!

....ma un' altra sorpresa stava per avvenire per mano dello scienziato, la bottiglia viene immersa nel contenitore dell'acqua fredda e, con grande stupore dei bambini, il palloncino si sgonfia in pochi attimi.

Nino:<< bambini, cosa è successo? chi lo sa spiegare?>>

<<C'è vapore Ninoooo, nella bottiglia c'è vapore, il palloncino si è gonfiato per questo motivo!!!>>

Lo scienziato osserva bene la bottiglia e mostra ai bambini che dentro non c'è presenza di vapore. Guardate bene bambini, vedete vapore? Qui non c'è vapore.

I bambini si fermano ad osservare e constatano che, in effetti, non c'era traccia di vapore dentro la bottiglia.

Allora bambini, riprende Nino, come mai il palloncino si è gonfiato? qual è la causa?

nessuno risponde.... Tutti spiazzati!!!

poi qualcuno dice:<<Si gonfia perché c'è calore>>. Perché c'è calore??? Risponde Nino. quindi io.... se appoggio il palloncino sopra il termosifone caldo dovrebbe gonfiarsi???

Proviamo!!!

Tutti si spostano velocemente verso la fonte di calore e, Nino, poggia il palloncino sopra il termosifone e, rivolgendosi ai bambini dice:<<Si gonfia?>>

....mmmm.... non molto, constatano i bambini... Quasi per niente aggiunge Nino....

Venite bambini... rifacciamo l'esperimento: Nino immerge di nuovo la bottiglia nell'acqua calda e il palloncino si gonfia....

Allora bambini... cosa è successo? Mi spiegate cosa succede di diverso?

Aspettate!!! Nino estrae la bottiglia immersa nel contenitore dell'acqua calda e fa toccare il fondo ai bambini

Tutti insieme: È CALDAAAAAAAAA!!!!HUUUUUUU!!!!!!

LA BOTTIGLIA È CALDA! IL CALORE È ARIA sostengono i bambini!!!

NO bambini.... Toccate la mia mano... è calda... è per caso aria???

Ci sono cose calde ma non sono aria...

ALLORA..... cosa fa gonfiare il palloncino?? Sicuramente il calore lo riscalda ma, cambiare la temperatura della bottiglia come fa a far gonfiare il palloncino? Le domande guida di Nino continuano senza fine.....

È l'aria calda che fa gonfiare il palloncino.... Come? Cosa sta cambiando??

Guardate bambini... gonfio un palloncino, ci soffio dentro... cosa sta succedendo?

bambini:<<Il palloncino è più gonfio!>>

allora guardate bambini... ora il palloncino è sgonfio, senza doverlo mettere nell'acqua calda, come posso farlo gonfiare?

Schiacciamo la bottiglia, dicono i bambini timidamente, benissimo risponde la maestra! Ma... se schiaccio la bottiglia cosa succede? hai mandato l'aria su! Quindi l'abbiamo spostata!

...Se io schiaccio, dice Nino, sto modificando la forma della bottiglia, mentre, se la immergo nell'acqua calda non sto modificando la forma della bottiglia e il volume resta lo stesso ma se io lo metto nell'acqua calda il palloncino si gonfia quindi il volume è cambiato.....

... Ma il volume di chi, chiede Nino

DELL'ARIA rispondono timidamente i bambini....

Bene dice Nino!! Ma chi fa cambiare il volume dell'aria?

IL CALORE! dice un impavido alunno!!!

IL CALORE, ripete lo scienziato, tutto compiaciuto.....

L'aria fa alzare l'aria, spiegano i bambini....

Quindi riassume Nino: io scaldo dell'aria e l'aria cosa fa? Si espande vero?

Di seguito Nino prende una bottiglietta molto piccola e una decisamente più grande. Cosa succederà in questo caso, bambini?

I bambini, ormai, hanno capito il meccanismo e rispondono velocemente che il palloncino sopra l'estremità della bottiglietta piccola non si gonfierà in quanto l'aria presente dentro è poca.

fatto l'esperimento i bambini insieme alle istruzioni di Nino, arrivano a declamare la regola che spiega il fenomeno fisico del palloncino che si gonfia all'estremità della bottiglia:

L'ARIA CHE C'È DENTRO LA BOTTIGLIETTA PICCOLA SI ESPANDE, MA SI ESPANDE POCO!

Quindi, continua lo scienziato, più c'è aria e più si espande!!!

Ad un certo punto un lampo di genio illumina la mente dello scienziato Nino.

Cercatemi un capello per favore e venite vicino al termosifone....

MMMMM... Questo Nino... ma che richieste fa?? Ora chi lo trova un capello?

Un capello o un crine di cavallo.... ma cosa vuole farci?

Guarda Nino, ti accontenti di uno strato sottilissimo di scottex? chiede maestra Carmela....

FANTASTICO! Ora bambini venite tutti qua, vicino al termosifone....

Più facile a vedersi che a descriverlo.... lo scienziato posiziona il lembo di scottex sopra il termosifone senza, però, farlo toccare nella superficie e lo scottex resta sospeso nell'aria e inizia ad ondeggiare....

<<È l'aria che sale>> dicono i bambini.

L'aria calda si è espansa, è diventata più leggera e quindi sale.

Nino apre una finestra. Fuori fa freddo e dentro fa caldo. Nino si arrampica su una sedia e mette il lembo di scottex davanti all'apertura in basso. Il lembo si sposta verso l'interno.

<<Entra Aria!>>

Adesso Nino sposta in alto. Il lembo si sposta verso fuori.

<<Esce aria!>>

L'aria calda è leggera e l'aria fredda è pesante. Dalla finestra aperta entra aria fredda in basso ed esce aria calda in alto.

## I punti essenziali e le difficoltà nel lavoro in classe.

Ci sono passaggi che hanno creato problemi, come si vede bene dai video che qui non possiamo ancora riportare ( i video sono compatibili con un ebook correttamente formato solo se l'ebook è in formato epub3. ma il formato epub3 non è ancora (malgrado sia ufficiale ormai da diversi anni) compatibile con tutti i possibili dispositivi di lettura).

Quando la bottiglia si mette dentro il contenitore con l'acqua calda:

Quando la bottiglia si immerge dentro il contenitore con l'acqua calda.

*l'acqua calda scalda la bottiglia —> la bottiglia scalda l'aria dentro la bottiglia —> l'aria scaldata si espande —> l'aria calda per espandersi deve gonfiare il palloncino.*

I passaggi non sono per niente ovvi.

La prima descrizione del fenomeno è la constatazione che il calore fa gonfiare il palloncino e il freddo fa sgonfiare il palloncino. Lo dicono praticamente subito .

Questo è già un buon passo e riescono ad esprimere la relazione di causa effetto in maniera semplice:

**“quando metto la bottiglia nell’acqua calda allora succede che il palloncino si gonfia.”**

Non è banale come può sembrare. A livello di quinta liceo, in un esperimento, ormai celebre all’interno dei fisici che si occupano di didattica, il prof. Pegna ha mostrato che gli studenti non riuscivano *“alla prima”* a descrivere la relazione causa effetto in un esperimento tipico di elettromagnetismo. I bambini ci sono riusciti alla prima. Questo fa pensare che mentre i bambini sono ancora molto legati alla realtà sperimentale gli adulti coprono la realtà sperimentale con reti di parole che non colgono più immediatamente la relazione causa effetto, banale :

**“quando succede A allora succede B”**

*Ma questa è la base per l’educazione scientifica. La fisica, la scienza, si occupa di cercare relazioni causa-effetto nel mondo che ci circonda, e poi le formalizza in equazioni o con apparati matematici di vario tipo. La formalizzazione simbolica serve a prevedere risultati di esperimenti o il funzionamento di un certo oggetto costruito in un certo modo. Normalmente nella didattica delle scienze questo passaggio non viene esplicitato. Questo riduce la scienza a un insieme di formule matematiche da ricordare o ripetere ai fini valutativi. Il risultato è che a distanza di un anno lo studente non ricorda molto di quelle formule. Perché dovrebbe ricordarsele, se è una persona abbastanza normale? Non c’è più alcun legame tra le formule matematiche e la realtà.*

Sono poi i passi intermedi che hanno creato difficoltà.

*Perché quando metto la bottiglia nell’acqua calda allora il palloncino si gonfia?*

Dire che *“quando metto la bottiglia nell’acqua calda il palloncino si gonfia”* è una descrizione precisa di quello che succede nell’esperimento. Ma noi in realtà vogliamo di più. Perché vogliamo di più? Perché se riesco a comprendere il meccanismo attraverso il quale si genera questa particolare relazione causa-effetto, allora posso creare io degli altri esperimenti in cui si sfrutta questa relazione, o posso costruire degli oggetti che sfruttano questa relazione. Per esempio posso costruire una lanterna cinese, una di quelle di carta velina che volano con la fiammella dentro. Osservate che la lanterna cinese è *apparentemente altra cosa* dal palloncino che si gonfia quando la bottiglia è immersa nell’acqua calda, sembrano due fenomeni diversi. Invece *una volta capito il meccanismo* che genera quella prima relazione causale *i due fenomeni sono unificati*: l’acqua calda fa dilatare l’aria dentro la bottiglia e l’aria dilatata gonfia il palloncino <—> la fiammella scalda l’aria, l’aria si dilata e diventa più leggera. La lanterna è piena di aria leggera (meno densa) circondata da aria più densa e quindi vola via (principio di Archimede).

Si basano entrambi sul fatto che il calore produce una dilatazione dell’aria. Questa è la potenza della scienza, la possibilità di utilizzare la comprensione di fenomeni naturali per costruire oggetti e cose che non esistono in natura ma che sono utili o esteticamente piacevoli...

Quando si va più in profondità per capire il fenomeno, si chiede cosa è che fa gonfiare il palloncino. La risposta è stata: il calore fa gonfiare il palloncino.

Ma questa non è una spiegazione, è una descrizione in altri termini di ciò che è stato già descritto, anche se contiene una generalizzazione a ben vedere.

Le due relazioni:

**“quando metto la bottiglia nell’acqua calda allora il palloncino si gonfia”**

**“quando scaldo la bottiglia allora il palloncino si gonfia” (1)**

NON sono equivalenti: la seconda è più astratta della prima perché non dice con che cosa si scalda la bottiglia. Potrebbe essere una fiamma, acqua calda, un phon per capelli.

Questa astrazione è stata fatta immediatamente dai bambini e questo è interessante. Si potrebbe rafforzare mostrando che scaldando la bottiglia in vari modi il risultato è lo stesso (scartare la fiamma perché la bottiglia di plastica fonde, ma se fosse una bottiglia di vetro..) oppure usando un phon per i capelli.

*Un bambino che non era stato presente all’esperimento e a cui era stato “raccontato” l’esperimento dai compagni ha fatto una cosa per niente banale, dal nostro punto di vista. Ha attaccato un palloncino sgonfio a una bottiglia e ha messo la bottiglia vicino al camino acceso. Il palloncino si è gonfiato. Allora si è spostato, dice nel suo elaborato, in cucina che era fredda. Il palloncino si è sgonfiato. Ha fatto una piccola astrazione. Ha astratto da come si riscalda la bottiglia. L’importante non è “come”, l’importante è fornire calore alla bottiglia. In qualunque modo si riscaldi la bottiglia il palloncino si gonfia.*

*Provare questo esperimento, in classe: prendere una bottiglia, mettere il solito palloncino e poi chiedere: se io adesso accendo il phon e lo punto sulla bottiglia cosa succede al palloncino? Se i bambini hanno capito il meccanismo dovrebbero rispondere “il palloncino si gonfia”.*

La (1) pur essendo più astratta non fa capire ancora il meccanismo. Manca un passaggio e questo è stato detto dalle maestre ai bambini. Il calore in sé non può gonfiare il palloncino. Abbiamo messo un palloncino sul calorifero e il palloncino non si è gonfiato. Ma un bambino ha osservato che il palloncino NON era chiuso. Se si chiude il palloncino il palloncino si gonfia pochissimo. Rimane da capire perché il palloncino chiuso si gonfia anche se di pochissimo e il palloncino aperto no. È l’aria che è contenuta nel palloncino, chiuso, che dovrebbe gonfiare il palloncino, ma è poca e l’effetto non è praticamente visibile.

Le difficoltà incontrate nell'aggiungere il passo mancante (calore—>palloncino che si gonfia) /( calore—>aria calda che si espande —>palloncino che si gonfia), dipendono probabilmente dal fatto che non c'è esperienza concretamente evidente del fatto che un corpo scaldato si dilata. Questo è generalmente vero (salvo alcuni casi particolari), ma gli effetti sono abbastanza piccoli per entrare nell'osservazione dei bambini.

Si è insistito sulla questione del volume, ma forse era sbagliato farlo. Un corpo che si espande certo occupa più volume, certo, ma il concetto di espansione di un corpo forse è più intuitivo, per loro. La parola volume indica cose precise per noi.

Poi è stato detto che è l'aria che gonfia il palloncino (saltando ancora un passaggio), e per questo si è mostrato che l'aria di per se non gonfia le cose. L'aria che ci circonda non ci gonfia. È solo nell'esperimento della bottiglia (o di altro recipiente) che l'aria contenuta e "chiusa" gonfia il palloncino, ma forse questo poteva essere evitato. Forse una eccessiva sottigliezza negli enunciati è ancora abbastanza estranea e può generare confusione.

Alla fine, come si vede dai video, il meccanismo che produceva quella relazione causa effetto era stato bene compreso. Quando si è messa la striscia di carta velina sopra il calorifero la strisciolina si alzava e voleva volare via. E lo stesso succedeva quando la mettevo sotto al calorifero (c'è una corrente d'aria fredda che arriva da sotto al calorifero, si scalda al contatto e esce da sopra al radiatore.

I bambini hanno detto in varia maniera, a questo punto, che l'aria calda era più leggera e quindi si alzava e faceva volare la strisciolina.

Il rinforzo decisivo è stato l'esperimento della finestra. L'aria calda esce dalla stanza in alto e invece aria fredda entra nella stanza dal basso della finestra.

Cosa succederebbe d'estate, quando la stanza ha l'aria condizionata e fuori fa caldo? Provate a fare una figura alla lavagna e a chiederglielo.

*Proposta di esperimento da fare in classe prima del prossimo incontro: prendere una bottiglietta da mezzo litro, riempirla d'olio fino all'orlo mentre la bottiglietta è immersa in acqua fredda con del ghiaccio, all'imboccatura sistemare un tubicino trasparente e sigillare con plastilina o altro. n poi mettere la bottiglietta nell'acqua calda. Cosa succederà? Il fenomeno è molto visibile. Il calore fa espandere l'olio e l'olio sale nel tubicino in maniera mooolto evidente.*

Il calore, in genere, fa espandere i corpi.

(esempio contrario è il ghiaccio, se scaldo il ghiaccio il ghiaccio fonde e ... occupa meno volume).

Il calore in genere fa espandere i corpi perché il calore è in realtà a livello microscopico collegato all'agitazione delle molecole. Se c'è più calore le molecole si agitano di più e quindi deve aumentare la distanza fra una molecola e l'altra.

Invece non è stato molto efficace il tentativo di mostrare che l'espansione dell'aria dipende anche da quanta ce n'è inizialmente.

La rapidità di gonfiamento non è un buon indice. La bottiglia che conteneva più aria, la più grande, faceva gonfiare il palloncino dopo di quella più piccola perché la maggiore quantità d'aria richiede un tempo maggiore. Quindi bisogna calibrare bene l'esperimento. Se il palloncino è abbastanza molle si dovrebbe notare una differenza fra una bottiglia di due litri e una da mezzo litro.

*Un altro esperimento da proporre: se io prendo una bottiglia di metallo, una di vetro e una di plastica grosso modo dello stesso volume, le chiudo con dei palloncini identici e le metto tutte e tre nell'acqua caldissima chi si gonfia più velocemente? (questa volta il volume è lo stesso). Questo esperimento tocca la propagazione del calore.*

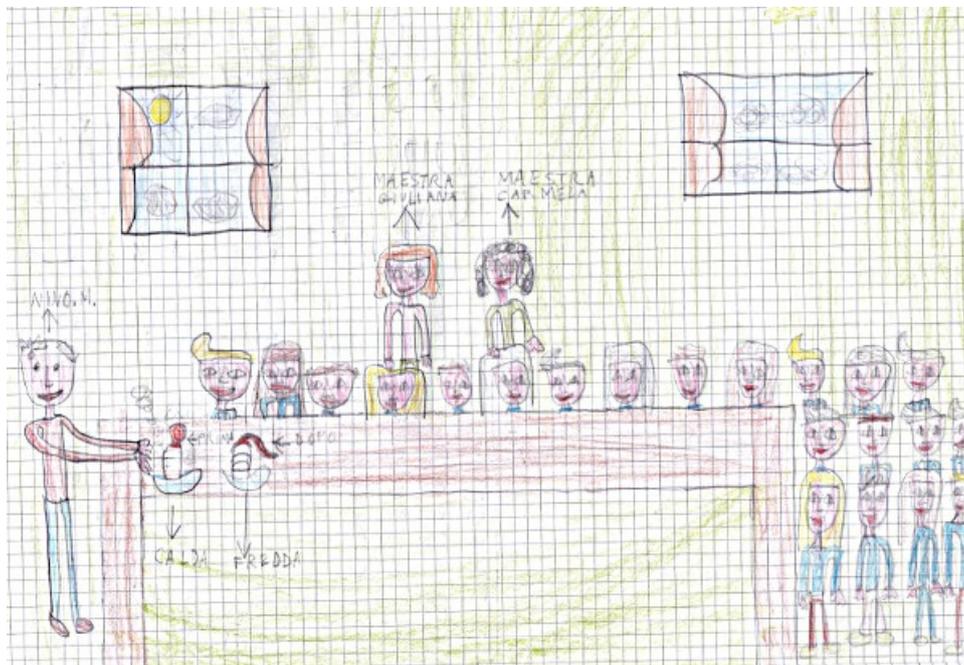
## Elaborati dei bambini: il palloncino sulla bottiglia che si gonfia e si sgonfia

Elaborato trascritto fedelmente dall'immagine dello scritto del bambino/studente:

*“Racconto l'esperimento della bottiglia con il palloncino.*

*Martedì è venuto Nino Martino, uno scienziato, e siamo saliti su per fare un esperimento. Nino ha usato due contenitori e una bottiglia con il palloncino che ha messo nell'apertura, poi ha messo a bollire l'acqua nel bollitore e l'ha versata in uno dei due contenitori. In uno ha messo acqua fredda e tre cubetti di ghiaccio e nell'altro acqua calda. Poi ha immerso la bottiglia con il palloncino nell'acqua calda e il palloncino si è gonfiato, l'ha tolta e l'ha messa dentro l'acqua fredda e dopo un po' il palloncino si è abbassato e Nino ci ha chiesto come aveva fatto a sollevarsi con l'acqua calda. Le nostre risposte furono: primo che fosse stato il vapore, ma non era corretto, poi abbiamo detto che era stata l'acqua che fa dilatare l'aria che a sua volta gonfiava il palloncino, ma non era preciso. Nino ci aveva detto che il problema era il volume ma noi non lo sapevamo! Nino ci ha detto che l'acqua calda riscalda l'aria che si espande e spinge verso l'alto gonfiando il pallone.”*

Il disegno fatto dal bambino/studente sull'esperimento:



# Solo l'aria si dilata quando si scalda?

## Ovvero come costruire un termometro ad olio di arachidi e vivere sereni

L'esperimento con il palloncino fa vedere che scaldando l'aria questa si dilata, si espande. Se non consentiamo all'aria di espandersi (per esempio scaldando l'aria in una bottiglia chiusa) la pressione dell'aria aumenta, ma è possibile far vedere qualche cosa del genere a dei bambini/studenti di un a terza primaria? In che modo? Con quali esperimenti?

C'è una ragione alla base dell'aumento di pressione all'interno della bottiglia chiusa: Il calore non è altro che l'agitazione delle molecole. È una grandezza fisica che è direttamente legata all'energia cinetica (all'energia di movimento) totale di tutte le molecole di aria. Quando scaldando l'aria fornisco calore all'aria, fornisco energia cinetica alle molecole. Le molecole si muovono più in fretta. La velocità media delle molecole è direttamente collegata alla quantità di calore che ho fornito all'aria. La temperatura è un indice collegato all'energia cinetica della singola molecola. Il calore invece esprime l'energia cinetica totale di tutte le molecole.

Poiché le molecole dell'aria scaldata sono più veloci urtano contro le pareti della bottiglia con maggiore forza (uso un po' improprio del termine, ma chiarisce l'idea secondo il linguaggio comune...). La pressione, a livello macroscopico, non è altro che una media degli urti in una certa zona di superficie. Quindi fornendo calore aumenta la velocità delle molecole d'aria, che urtano di più e con maggiore forza le pareti → aumenta la pressione.

Se invece si tratta del palloncino la maggiore pressione gonfia il palloncino. Perché? Il palloncino ha una forma di "elasticità". Quindi si porta in una forma attraverso la quale la tendenza a ritornare com'era prima fa equilibrio con la nuova pressione. Be', si gonfia...

La temperatura e il calore sono due cose differenti.

Esempio: se io prendo il mare d'inverno, che ha una temperatura di circa 14°C (siamo in Sardegna) e nello stesso tempo un ago scaldato al calor rosso (mettendo l'ago sopra una fiamma), chi dei due ha una temperatura maggiore e chi dei due ha una quantità di calore maggiore?

Pensateci un attimo prima di proseguire.

L'ago ha sicuramente una temperatura maggiore del mare. La temperatura dell'ago può essere intorno ai 200°C, su questo non c'è dubbio. La temperatura dell'ago è maggiore della temperatura del mare.

Ma se il calore è la somma di tutte le energie cinetiche delle molecole, il mare ha una quantità enorme di molecole in più rispetto all'ago. La temperatura del mare indica l'energia cinetica della singola molecola. L'energia cinetica della singola molecola è bassa. Ma se sommo tutte le energie cinetiche delle molecole del mare ottengo un numero enorme.

Il mare è più caldo dell'ago.

Questo urta violentemente con quello che diciamo quotidianamente nel linguaggio comune.

Più caldo nel linguaggio quotidiano significa che il corpo ha una temperatura maggiore.

Ma in fisica abbiamo fatto una distinzione e ridefinito il concetto dietro alla parola caldo. Calore e caldo in fisica significano cose diverse da quello a cui siamo abituati.

Non so come questo possa essere esposto a livello di primaria. Bisogna fare esperienza.

*Nelle scienze, in fisica in particolare, molte parole sono ridefinite. Viene costruito un linguaggio scientifico e questo può procurare delle difficoltà agli studenti di ogni livello (... e a noi stessi).*

*Faccio un esempio estremo: quando in fisica si parla di integrale circolare del campo elettrico NON vuol dire che stiamo parlando di pane integrale che circola in campi agricoli particolarmente elettrizzanti. Vuol dire invece un concetto matematico decisamente astratto che viene introdotto ad hoc per descrivere certi fenomeni fisici e prevederne il risultato attraverso il calcolo con una formula che contiene ... l'integrale circolare (per chi vuol saperne di più: sto parlando di una delle equazioni di Maxwell. Lasciate perdere: non fate le equazioni di Maxwell ai bambini. La tortura è stata vietata da una specifica convenzione di Ginevra. In Italia peraltro potete farlo una sola volta. Se continuate a parlare di equazioni di Maxwell ai bambini allora diventa tortura anche da noi...).*

Ritornando all'aria dopo questo intervallo. Abbiamo visto che se metto la bottiglia con il palloncino dentro la bacinella con acqua calda sto fornendo calore all'aria dentro la bottiglia. Le molecole di aria si agitano di più. Picchiano con maggiore forza e in maggior numero per secondo contro le pareti, aumenta la pressione dell'aria. E il palloncino si gonfia.

Torniamo all'esperimento originario sul palloncino. Non bisogna creare l'impressione che è solo l'aria che con il calore si dilata. La dilatazione dei corpi all'aumento della temperatura è una cosa quasi generale (non sempre, ahimè, il ghiaccio quando si scioglie diminuisce il suo volume, per esempio).

Proprio per questo c'è stata una prosecuzione non prevista nella tabella di marcia.

Dentro la bottiglia abbiamo messo dell'olio di semi fino all'orlo. Nel tappo abbiamo fatto un foro e vi abbiamo infilato a forza un tubicino di plastica. Il tubicino di plastica era fissato con del nastro adesivo a una canna, per essere abbastanza rigido (quando ho chiesto :“perché ho fissato il tubicino alla canna?” Mi è stato subito risposto “perché così sta dritto”, me la sono cercata!).

Mettendo la bottiglia dentro l'acqua calda l'olio si scalda, si dilata e sale lungo il tubicino.

Non avevamo un bollitore, come nell'esperienza precedente, l'acqua era intorno ai 40°-50°, potevo immergere la mano senza scottarla troppo. L'acqua del bollitore ha una temperatura tra i 90° e i 95°. Quasi il doppio.

Abbiamo provato l'esperienza il giorno prima, usavamo un bollitore, l'acqua era ... bollente, e la salita lungo il tubicino era strepitosa. Quando l'abbiamo fatta in classe non avevano per l'occasione il bollitore, l'acqua non era bollente e la salita lungo il tubicino era costante, visibile ma non strepitosa. Bisognerebbe fare in modo che l'esperimento abbia sempre un carattere vistoso per colpire l'attenzione dei bambini. Quando l'esperimento viene fatto con l'acqua di un bollitore, a temperatura circa doppia di quella che avevamo a disposizione la velocità del liquido che si alza nel tubicino è particolarmente vistosa.

Il senso dell'esperimento è mostrare come molti corpi o fluidi si dilatano all'aumentare della temperatura, non soltanto l'aria.

Si può ripetere l'esperimento con altri fluidi. Anche i metalli si dilatano ma è difficile costruirsi un apparato per mostrare la dilatazione di una bacchetta di metallo, la dilatazione è piccola.

Comunque la dilatazione, l'aumento di volume, dipende dal volume iniziale e dal salto di temperatura in maniera proporzionale.

Molti termometri di uso comune sfruttano la dilatazione di un fluido o di una spirale di metallo.

Un termometro ad olio potrebbe essere costruito ponendo la bottiglia in acqua e ghiaccio, aspettare che tutto vada in equilibrio e segnare con un pennarello il livello dell'olio. Poi mettere la bottiglia in un recipiente con acqua che bolle e segnare il nuovo livello.

E poi dividere l'intervallo fra i due livelli in cento parti. Il primo livello corrisponde a 0°C e il secondo livello (acqua che bolle) corrisponde a 100°C. Dividendo in cento parti si ha la scala convenzionale di temperatura in gradi centigradi.

Questo presupponendo che la dilatazione dell'olio sia lineare con l'aumento della temperatura, cosa da accertare ma non ovvia.

Anche l'acqua si dilata e lo si può far vedere, ma la dilatazione dell'acqua non è lineare. Da 0° a 4° si contrae per poi dilatarsi. C'è un minimo di volume intorno a 0°C ( e questo è il motivo per cui i mari non ghiacciano fino in fondo anche all'Artico, perché?)

# Bolle di sapone

La fisica che c'è dietro le bolle di sapone è veramente molto complessa e si può trattare anche a livello ... universitario. Non è il caso. Il mio consiglio è di trattare le bolle di sapone dopo aver indagato qualche cosa sulla "luce", visto che una parte dell'argomento sarà quello dei colori, che è, appunto, un effetto che riguarda le proprietà della luce. Innanzitutto far fare le bolle di sapone. La ricetta per fare bolle di sapone durature è di difficile reperimento (ciascuno è geloso della sua ricetta...). In realtà ci vuole detersivo per piatti, con aggiunta di glicerina (glicerolo, reperibile in farmacia). Oppure al Michelangelo avevano trovato questo sapone liquido già pronto qua a lato.

La prima cosa è ovviamente far fare le bolle di sapone. Usate cannuce da bibita. Ma per studiare una bolla di sapone conviene metterle su un supporto stabile. Si bagna il tavolino con acqua saponata (o anche acqua), con una mano. Poi si fa la bolla di sapone facendola aderire al tavolino. Viene fuori una semisfera, che dura abbastanza nel tempo da poterci fare delle osservazioni.

La prima domanda da porre è: "perché sono a forma sferica" (semisferica...). A questo proposito ho letto in uno scritto, non mi ricordo più dove, ma in qualche cosa di "ufficiale" *che bisogna problematizzare l'esperienza*. Ommioddio, se fate un progetto evitate di problematizzare alchunché. Si riferivano probabilmente al fatto di porre domande agli studenti sul fenomeno in osservazione, suppongo. In questo caso si dovrebbe dire che vengono lasciati liberi di formulare ipotesi sul fenomeno osservato. Di problemi ce ne sono abbastanza in giro, sarebbe carino imparare a parlare usando la lingua italiana in maniera sensata. Le due frasi, se ci pensate NON sono equivalenti. La seconda fa parte del metodo scientifico di indagine, la prima fa pensare piuttosto a problemi esistenziali. Un fisico non userebbe MAI la prima.

In genere so quale è la risposta dei bambini della primaria (ho già fatto personalmente l'esperienza). Quasi tutti dicono che le bolle sono tonde perché la cannuccia è tonda (intendendo con questo che il foro di uscita della cannuccia è circolare).

*Non sarebbe male comunque insegnare a parlare in termini corretti dal punto di vista scientifico. Dire che la cannuccia è tonda vuol dire esaminare una cannuccia ... curvata a formare un cerchio o qualche cosa del genere.*

*La cannuccia è dritta, non tonda. È la sezione della cannuccia, il foro a essere tondo. Sembra banale ma quando si arriva al liceo gli studenti NON sono in grado di descrivere in termini esatti quello che osservano (esperienza del prof Guido Pegna della dipartimento di Fisica di Cagliari). Forse perché ci si accontenta di aver capito quello che grosso modo il bambino voleva dire. Ma se si fa attenzione alle strutture grammaticali e ortografiche e al senso delle frasi, nello scritto e nell'apprendimento dell'italiano, perché non fare attenzione anche all'attenzione sulla esattezza di descrizione delle cose e dei fenomeni?*

*Pensate che sempre al liceo nelle prima e nella seconda liceo, quando uno studente (che prende regolarmente 8 in italiano e che scrive abbastanza bene) deve scrivere una relazione di laboratorio di fisica diventa impreciso, sgrammaticato e qualche volta con errori di ortografia (sic!). Non c'è l'abitudine a descrivere con esattezza quello che si osserva.*

A parte questo inciso preparatevi una cannuccia a sezione ... quadrata. E domandate: "che forma avrà la bolla fatta con questa cannuccia?" La risposta coerente con la prima è : quadrata. (osservate che per il problema di esattezza bisognerebbe dire cubica. Siamo nello spazio. Quadrata si riferisce a un oggetto in due dimensioni, tracciato su un foglio di carta. I bambini conoscono credo la parola "cubo", quindi perché non fargliela usare?).

Allora fate fare la bolla con la cannuccia a sezione quadrata. Viene fuori sferica (semisferica). Domanda: la forma della bolla dipende dalla forma della sezione della cannuccia? La risposta a questo punto sarà no.

Ma allora da che cosa dipende?

Fate soffiare leggerissimamente dentro la bolla (se fate piano con una cannuccia si riesce a farla passare attraverso la bolla senza farla scoppiare, provare per credere). La bolla si deforma, si allunga da una parte. Come mai?

È la pressione dell'aria che esce dalla cannuccia all'interno della bolla che la fa deformare, e si deforma nella direzione della pressione dell'aria.

Ma allora, domanda, come mai se non ci soffio dentro è sferica? (la domanda, come al solito va posta al bambino/studente. Problematizzare, gente, problematizzare...).

Salvo imprevisti si dovrebbe arrivare a dire che la pressione dell'aria dentro la bolla è uguale in tutte le direzioni. È successo, una sola volta, che un bambino abbia detto questo senza i passaggi descritti. Molto interessante.

Come sarebbe interessante capire se un bambino normale a quell'età ha chiaro cosa vuol dire "direzione". Si potrebbero pensare a una serie di giochi per far comprendere bene il concetto di direzione. Più che altro, credo, utilizzare la parola "direzione", perché il concetto di direzione credo che lo abbiano appreso fin da piccolissimi (il bambino sente la voce della madre e gira la testa nella direzione da cui proviene il suono).

Qui si può proseguire sempre sulla forma della bolla. Per esempio se si fanno due bolle una accanto all'altra in contatto fra loro (non preoccupatevi, nella pratica i bambini arrivano sempre a fare due o più bolle una accanto all'altra, si divertono molto).

Osservate: la parte di separazione (unica) tra le due bolle è ... piatta, perfettamente piatta.

Solita domanda: perché?



Se l'ipotesi precedente sulla simmetria della pressione sulle pareti della bolla è esatta, allora è ovvio che la superficie di separazione sia piatta: la pressione in tutti i punti della superficie di separazione è uguale sia da una parte che dall'altra.

Ma cosa succede se le due bolle non sono delle stessa dimensione? La superficie di separazione sarà ancora piatta? Non l'ho mai fatto in classe. Lo faremo e osserveremo il risultato. La mia idea è che la superficie di separazione non può più essere piatta, ma non so se la cosa sia ben osservabile o sia un fenomeno così piccolo da non poter essere osservato con la semplice vista.

Sempre sulla simmetria della pressione in un fluido sarebbe bello fare questo esperimento: una bottiglia piena d'acqua con un foro a una certa altezza (occhio, fatelo in una bacinella o sarete in breve costrette a prendere la canoa in dotazione alla scuola). L'acqua zampilla e cade a una certa distanza. Potete far fare una foto con il cellulare o prendere nota del punto in cui cade.

Adesso la solita domanda: se io faccio un foro a una diversa altezza sulla bottiglia dove cadrà lo zampillo?

Non l'ho mai fatto con i bimbi, non so la risposta che potrebbe essere data. Penso che la risposta sia "nello stesso punto di prima".

Adesso fate un secondo foro ad una altezza differente (visibilmente differente) (leggermente spostato sulla sinistra o sulla destra rispetto al precedente, guardando dall'alto la bottiglia, per evitare che i due zampilli possano interferire fra di loro).

Lo zampillo dal foro più in basso cade molto più lontano dello zampillo dal foro più in alto. Provate a chiedere: perché? A questo punto avranno fatto l'abitudine ai continui perché.

Il fatto è che la pressione dell'acqua in basso alla bottiglia è più alta che nel liquido in alto, ovvio, c'è più acqua sopra. Sono abituati credo ad andare al mare. Chi va sott'acqua sa che la pressione dell'acqua cresce mano a mano che uno va più giù.

Adesso prendete un'altra bottiglia e fate una serie di fori tutt'intorno ma tutti alla stessa altezza da terra.

Domanda: dove cadranno gli zampilli?

Fate l'esperimento: gli zampilli cadono tutti su una circonferenza alla stessa distanza dalla bottiglia.

Perché?

Perché la pressione dell'acqua, che dipende da quanta ce n'è sopra al buco, è uguale in tutti i punti della bottiglia. Perché dovrebbe essere diversa? Non c'è ragione. Tra l'altro si comincia a introdurre un concetto di simmetria non banale. Lo stesso effetto potrebbe essere ottenuto facendo ruotare la bottiglia con un unico foro lungo un asse verticale che passa per il centro del fondo della bottiglia.

Prendete una bottiglia (una strage di bottiglie di plastica, lo so, e la classe allagata, lo so) e fate i soliti fori come prima tutti alla stessa altezza, ma posti più in basso del caso precedente.

Di nuovo gli zampilli vanno tutti alla stessa distanza dalla bottiglia ma più lontani del caso precedente. Potete farlo vedere bene confrontando contemporaneamente tutte e due le bottiglie.

Quindi in un liquido (in un fluido qualunque, anche nell'aria) la pressione si esercita in tutte le direzioni e ha lo stesso valore (nell'acqua a parità di altezza, ovviamente).

Quindi anche l'aria all'interno delle bolle esercita la stessa pressione dall'interno su tutti i punti della parete della bolla.

Quindi la forma deve essere sferica (forma di simmetria che corrisponde alla simmetria della pressione dell'aria all'interno). Quando la pressione era diversa – nel caso della cannuccia che soffiava dentro la bolla – infatti la bolla si deformava.

Può succedere che qualcuno chieda (magari questo accade a livello superiore) "ma se vale l'analogia con l'acqua, allora la pressione in basso è minore della pressione in alto, all'interno della sfera?". Sì. È vero. Ma la differenza di una decina di centimetri di altezza di aria in termini di pressione è talmente piccola da risultare inosservabile.

# Le bolle di sapone e il mistero delle bande colorate

La fisica che è alla base dei colori nelle bolle di sapone non è per niente semplice. La questione dei colori può essere trattata a livello formale adeguato a livello di liceo scientifico. Tra l'altro c'è un possibile inganno: i colori dell'arcobaleno i colori delle bolle di sapone sono lo stesso fenomeno fisico?

NO.

I colori dell'arcobaleno vengono fuori da un fenomeno di diffrazione della luce sulle gocce in sospensione nell'aria, le bande colorate che appaiono sulla superficie delle bolle di sapone invece vengono da un fenomeno di interferenza della luce. Questo probabilmente non vi dice nulla, al momento, salvo vaghe reminiscenze scolastiche, ma sarà chiarito anche meglio dopo, quando in un capitoletto dedicato faremo appunto un esperimento di diffrazione della luce, niente paura.

Ho detto questo all'inizio solo per mettere in guardia contro errate similitudini. Di tanto in tanto si fa una similitudine tra due fenomeni comuni pensando di chiarire meglio, di divulgare meglio, ma si generano errori e credenze poi difficilmente rimovibili. Spesso due fenomeni che sembrano simili sono molto diversi e, naturalmente, due fenomeni che sembrano molto diversi invece possono avere origine dalla stessa cosa. È la ricerca della realtà dietro le apparenze.

Facciamo la solita bolla di sapone, possibilmente abbastanza grande. Aspettiamo qualche istante. Le bande colorate non si formano subito. Perché le bande colorate non si formano subito sarà più chiaro in seguito, non chiediamoci il perché adesso. Facevo solo notare che ci vuole un certo tempo perché si formano i colori. Siate pazienti e non disperatevi subito. Se le bolle sono piccole i colori si formano dopo un po' se le bolle sono grandi si formano quasi subito. Più grandi sono le bolle più in fretta si formano i colori.

Perché si formano e i colori sulle bolle? Perché la superficie della bolla non continua a rimanere "neutra" ma si colora? Come sono disposti i colori? E che colori sono? Tutti, alcuni?

Inizia un periodo di osservazione. Bisogna fare diverse bolle di diversa grandezza e osservare fino a che si rompono. Non date per scontate le cose. Per esempio: perché dopo un po' scoppiano (ma è poi vero che scoppiano? Scoppiano in fuori o in dentro?)? La risposta scontata è: "È la vita". Scartatela. Tra l'altro, come si può capire con un esperimento o con una osservazione se la scoppia o ... implode? Provate ad immaginarlo (e magari provate on the road...). Credo che a occhio nudo sia un po' difficile capirlo...

Tra l'altro se osservate bene un attimo prima che scoppino la sommità della sfera della bolla perde colore, appare un'ombra nera.

Una possibile spiegazione è che i colori tengono insieme la bolla e quando svaniscono la bolla si rompe. Spiegazione affascinante da un punto di vista letterario e con molte possibili risonanze e divagazioni. Scartatela. Ci vuole un po' più di fatica e ricerca per arrivare a una spiegazione soddisfacente.

Quando chiederete il perché dei colori ai bambini la prima risposta che daranno è "i colori sono dentro il liquido della bolla". Pensateci: è naturale. Perché dentro il liquido della bolla dovrebbero apparire dei colori che prima non c'erano? Vuol dire che c'erano dentro il liquido e che la formazione della bolla li mette in evidenza. Non è priva di logica. I bambini, da quando sono nati, stato esplorando il mondo fisico che li circonda e alcune idee se le sono già fatte (appropriate o non appropriate, ma grosso modo non possono avere una visione troppo strana del mondo che li circonda. Sono sopravvissuti fino ad adesso...).

Il punto è che dovete DIMOSTRARE loro che i colori non sono dentro il liquido. Non potete semplicemente dirgli che non è vero. Altrimenti aggiungete semplicemente una nozione accanto alle altre e il bambino deve crederci o non crederci a priori. Ogni spiegazione data così è soggetta ad essere facilmente dimenticata, perché appare slegata dalla realtà, è una delle tante asserzioni, che appaiono tutte equivalenti tra loro.

Come potete dimostrare che i colori non sono dentro il liquido? Provate a escogitare un modo prima di continuare la lettura di questo paragrafo.

La dimostrazione sperimentale che vi darò è una delle possibili. È quella che ho ideato io in una situazione reale e in base ai materiali che avevo a disposizione, ma evidentemente ce ne possono essere altre. È questo il bello della scienza: non c'è limite all'immaginazione, contrariamente a quello che molti pensano.

Avevo a disposizione dei colori di anilina. Ho preso un rosso e ne ho messo qualche goccia nel liquido saponato. Fate attenzione a cosa mettete. Per me ha funzionato, ma se usate qualche altro colore particolare può succedere che interagisca in malo modo con il liquido e non permetta la formazione della bolle o ne limiti la durata. Se la aumenta, allora le prossime volte ... mettetelo sempre.

Ho formato la bolla di sapone. Sono apparsi i colori di prima. Il colore aggiunto al liquido non ha influenzato minimamente il fenomeno.

I colori della bolla di sapone NON dipendono dal colore del liquido.

E messa così non si dimentica più.

L'altra cosa che può affascinare è che i colori, le bande colorate non sono ferme. Tremano, oscillano, si muovono. Non ci sono colori separati, sono i colori dell'arcobaleno. Se passate una mano vicino alla bolla i colori si muovono.

Perché si muovono quando passa la mano vicino alla bolla? Se passa la mano più in fretta i colori si muovono di più, si chiedono

Perché si muovono quando passo la mano vicino alla bolla? Se passo la mano più in fretta i colori si muovono di più, si sballano, si scompongono in vario modo.

Una spiegazione potrebbe essere che la mano ha un'aura di energia, la luce è energia e quindi la mano sposta l'energia della luce e i colori si muovono.

SCARTATELA. Oppure se volete perdere un pezzo di tempo della vostra vita provate a verificare questa ipotesi. Diffidate delle frasi che contengono molte associazioni libere e salti di logica.

Può essere che i bambini vi rispondano subito. Ma voi potete fare un esperimento collaterale. Prendete una cannuccia e soffiare vicino alla bolla (PIANO! non così forte...).

I colori danzano.

È l'aria, lo spostamento d'aria in vicinanza della bolla che fa spostare i colori. Potete verificare ancora in diversi modi. La superficie della bolla con i suoi colori è sensibile a tutti gli spostamenti d'aria nelle sue vicinanze.

Osservate bene il procedimento, non è banale come potrebbe sembrare a prima vista.

Ho visto che passare una mano sopra la bolla spostava i colori.

Allora ho costruito ad hoc un esperimento diverso, ho preso una cannuccia e ho soffiato vicino alla bolla.

Sono due cose operativamente diverse (una mano che si muove e una cannuccia in cui si soffia sono operativamente due cose assai diverse fra di loro), ma quello che importa è che attraverso un esperimento diverso abbiamo fatto una ipotesi questa volta sensata: *gli spostamenti dell'aria in vicinanza della bolla "spostano" i colori sulla bolla.*

Perché il soffio d'aria vicino alla bolla sposta e fa danzare i colori?

Possiamo fare diverse ipotesi. I bambini forse diranno che l'aria sposta i colori.

Questa ipotesi può essere semplicemente una descrizione di ciò che accade. Io vedo che l'aria sposta i colori della bolla. E' una semplice descrizione e in quanto tale non c'è niente da dire, solo che non spiega ... *perché*.

Oppure non è una descrizione di ciò che accade ma una ipotesi: "il vento sposta i colori". Se viene formulata come ipotesi allora dovete smontarla. Mille modi possibili. Magari tutti con qualche insidia. Si può soffiare su un vetro colorato e i colori non si spostano, ma l'obiezione dei bambini (e di adulti) è facile: i colori sono congelati nel vetro, non si possono spostare.

Il mio consiglio è quello di prendere un prisma (vedi il capitoletto sulla diffrazione e arcobaleno) mandarci il solito raggio di luce, e vedere su uno schermo i colori prodotti dalla diffrazione nel prisma. Adesso prendete un phon per capelli, potente, e soffiare tutta l'aria che potete tra il prisma e lo schermo, o sullo schermo. I colori non si muovono (non è del tutto vero, c'è un problema di possibili variazioni di densità locale dell'aria... va fatta la prova, ma su piccole distanze non dovrebbe esserci effetto).

Ma lo spostamento d'aria influenza sicuramente la superficie di acqua saponata della bolla.

Esperimento collaterale possibile (uno dei tanti): soffiare su una bacinella di acqua con una cannuccia. Si formano onde e si increspa la superficie. Un po' come il vento sul mare. Le masse d'acqua vengono spostate.

Poiché la bolla di sapone è fatta fondamentalmente di acqua, gli spostamenti d'aria spostano l'acqua, fanno variare lo spessore della lamina saponosa della bolla.

Quindi è la variazione locale dello spessore della lamina saponosa, provocata dagli spostamenti d'aria, che provoca la danza dei colori.

Adesso montiamo *come al solito* un esperimento diverso da quello della bolla. Dico come al solito perché spesso conviene costruire ad hoc un esperimento eliminando ciò che può coprire il fenomeno che sto indagando (e a volte elimino troppo e ... il fenomeno sparisce...). La bolla di sapone è sferica. I colori dipendono dalla *sfericità* della bolla? Proviamo allora ad eliminare la *variabile "sfericità"* e vediamo cosa succede.

Prendiamo un cerchietto e lo immergiamo nell'acqua saponata. Tiriamolo fuori delicatamente. L'acqua saponata ha formato una lamina dentro al cerchietto. Se il cerchietto è troppo grande la lamina non si forma, se è troppo piccolo ... non si vede niente. Provare per trovare la dimensione giusta...

Se aspettate un istante si formano delle bande colorate!

Non solo. Le bande colorate (ciascuna con i colori dell'arcobaleno) si muovono lentamente verso il basso. Se adesso tornate ad osservare una bolla vedrete che anche nella bolla le bande arcobaleno scendono lentamente verso il basso, se le lasciate tranquille di fare la loro vita.

Abbiamo fatto l'esperimento con il cerchietto e la lamina perché qui il fenomeno è più evidente, abbiamo anche eliminato la sfericità della lamina. È un esperimento in cui abbiamo creato condizioni particolari. Abbiamo eliminato la sfericità, per l'appunto. Ci siamo sganciati dalla bolla di sapone.

*Questo è tipico del metodo scientifico.* Per comprendere un fenomeno si creano in laboratorio degli esperimenti in condizioni controllate che apparentemente possono essere molto diversi: sono esperimenti costruiti *in laboratorio* ma servono poi a capire, nelle loro ricadute, il fenomeno iniziale (ciò avviene da Galileo in poi, Galileo non ha detto solo "eppur si muove" - se poi l'ha veramente detto - e non si è opposto solamente alla Chiesa...).

Perché le bande colorate scendono?

la risposta che viene data, generalmente, è che è la gravità a farle scendere. È naturale pensarlo. I corpi cadono perché c'è la gravità, quindi per analogia...

Poiché anche la gravità non può agire sui colori, sulla luce, la spiegazione dovrebbe essere diversa.

*(attenzione: la cosa divertente è che la gravità in realtà devia un raggio di luce, ma è tutto un altro discorso: una massa gravitazionale enorme distorce lo spazio intorno alla massa. La luce continua ad andare dritta, ma è lo spazio che è diventato curvo. Relatività generale e il solito Einstein. Ma ci vuole una massa dell'ordine di grandezza di una stella per vedere bene l'effetto. Scordatevi di riuscire a deviare la luce, anche se ingrassate un poco)*

Al solito: la frase "la gravità fa scendere le bande arcobaleno" può essere semplicemente una asserzione di ciò che si vede oppure una ipotesi di spiegazione "la gravità agisce direttamente sulle bande arcobaleno".

Poiché la gravità, al livello che conosciamo ed sperimentiamo sulla Terra, non devia un raggio di luce, vuol dire che agisce indirettamente. Su che cosa può agire la gravità?

Per dimostrare ciò si può prendere un righello, fare passare un raggio di luce sul righello in modo che lasci una striscia luminosa. Nella stanza c'è la gravità, gli oggetti infatti cadono, ma la striscia di luce sul righello è una retta: la gravità non influisce sulla traiettoria della luce. *Attenzione. In realtà se lo spazio è curvo quello che ci sembra una retta non ... va be' lasciamo perdere, ciò appartiene ad un altro livello.)*

La gravità influisce sulle masse. L'acqua ha una massa. Quindi la gravità agisce sull'acqua della lamina.

Come può agire?

Sposta l'acqua della lamina verso il basso. L'alto della lamina è più sottile e il basso della lamina è più spesso. Non solo, con il tempo lo spessore in alto diventa sempre più sottile e lo spessore in basso sempre più grosso.

Le bande arcobaleno scendono verso il basso. Allora la spiegazione più logica è che le bande colorate che appaiono sono un fenomeno dovuto allo spessore della lamina. Mano a mano che passa il tempo un certo spessore che "provoca" un certo colore scende verso il basso e il colore corrispondente prodotto scende verso il basso.

Ciò è assolutamente vero. Rimarrebbe da spiegare come fa un certo spessore della lamina a provocare un effetto colore. Ma questo, di nuovo, è abbastanza complicato, fuori portata dei bambini. Diciamo tra di noi che è un problema di interferenza, ma su questo credo che scriverò una nota a parte, per i più volenterosi...

Soprattutto va fatto uno studio approfondito sulla luce, in apposito capitoletto

# Report lavoro in classe sulle bolle di sapone 1

Ovviamente i bambini/studenti si sono divertiti moltissimo a fare le bolle di sapone, perché mai per fare un po' di scienze non ci si dovrebbe divertire? Una prima osservazione su quanto è avvenuto può essere la partecipazione attiva. Questo si era verificato anche nel primo incontro, quello del palloncino che si gonfiava quando la bottiglia era immersa nell'acqua calda. I bambini avevano visto l'esperimento, ma poi tutti volevano provare di persona. Una cosa è vedere l'esperimento, un'altra è poterlo fare, poter ripetere il fenomeno strano e per loro meraviglioso.

Questo può costituire una critica alla scienza-spettacolo. La scienza spettacolo è basata su una serie di fenomeni, di giochi, di esperimenti che danno risultati inattesi, spettacolari, che attirano e catturano l'attenzione. Poi di questi "eventi spettacolari" viene data la spiegazione (non sempre comprensibile). Certo sempre meglio che fare una lezione "frontale", descrivendo alla lavagna con il gessetto (o con una lim) come è fatta la natura.

La metodologia che si cerca invece di seguire è diversa. L'esperimento proposto ha in sé sempre qualche cosa di sorprendente. I bambini non si aspettano che il palloncino attaccato alla bottiglia si gonfi se la bottiglia è messa nell'acqua calda. Tra l'altro ho visto che questo esperimento è riportato anche da altre parti, ma è la conduzione che è diversa. Perché il palloncino si è gonfiato? La ricerca del perché coinvolge e fa partecipare. *La ricerca della spiegazione, l'attività di ricerca scientifica, queste sono le cose più importanti per la formazione del bambino/studente.*

E quando c'è la possibilità di intervenire e di dire la propria, senza la solita ricerca affannosa di dire la cosa giusta, avvengono cose interessanti.

Una bambina ha per esempio fatto questa osservazione "i colori delle bolle non appaiono subito". Non l'avevamo detto noi. Questo vuol dire che la persona che ha detto questo stava osservando e cercava di capire quello che succedeva. Appena fatte le bolle non hanno in genere colori. La conseguenza è stata un'altra osservazione spontanea, non ricordo se della stessa persona: "i colori dipendono dallo spessore della bolla".

Tra le due osservazioni c'era un mezzo una terza: "le bolle piccole non hanno colori", "le bolle grandi sono colorate.

Il ragionamento basato sull'osservazione non fa una piega.

L'acqua saponata della bolla contenuta nella cannuccia è la stessa (grosso modo). La bolla più grande quindi distribuisce la stessa acqua (grosso modo) su una superficie più grande. Quindi la bolla grande ha le pareti più sottili. Se la bolla grande ha i colori e la stessa bolla quando è piccola non li ha, vuol dire che l'apparire dei colori dipende dallo spessore della parete della bolla.

Questo ragionamento è sotterraneo, non esplicitato come ragionamento, ma la persona in questione ha percorso questa sequenza. Questo mostra che l'atteggiamento scientifico nei confronti del mondo è spesso sottovalutato. Invece va incoraggiato e sviluppato.

Ci eravamo chiesti, se vi ricordate, cosa succedeva della parete di contatto, in comune, tra due bolle di diversa grandezza.

Osservate le foto seguenti:





Nel caso di due bolle della stessa grandezza (grosso modo della stessa grandezza) la parete di separazione è dritta, è una superficie piana. Questo ce lo aspettavamo. Invece nel caso di due bolle di diverse dimensioni la bolla più piccola entra nella bolla più grande. La parete di separazione non è un piano, è una superficie che si incurva dentro la bolla più grande.

Avevamo visto con i bambini/studenti che se la superficie di separazione tra due bolle delle stesse dimensioni era piatta questo era perché la pressione da una parte era uguale a quella dell'altra parte.

Quindi la pressione dell'aria dentro la bolla più piccola è più grande della pressione dell'aria dentro la bolla più grande. Dovete pensare poi che se uno volesse, a livelli molto diversi, potrebbe anche calcolare in base al raggio e ai parametri della bolla (la tensione superficiale del liquido saponato) la differenza di pressione. Non ho mai fatto una cosa del genere ma è sicuramente possibile (ci saranno di mezzo, mi aspetto, anche integrali di superficie e amenità simili).

## Report sulle bolle di sapone 2

I BAMBINI IN FILA COME SOLDATINI, MA NON ALTRETTANTO SILENZIOSI E DISCIPLINATI, salgono le scale per raggiungere l'ormai noto laboratorio di scienze. Nino capitanava la squadriglia e, arrivati alla base, ad alta voce, anziché impartire un ordine per placare gli animi, dice:- Oggi facciamo le bolle di sapone!!!!-

UN BOATO INVESTE I TIMPANI DEI PRESENTI!!!!!!

EEEEEEEEEEEEEEEEVVVVVVVVVVIIIIIIVVVVVVVVVVVVVVVAAAAAAAAAAAA!!!!!!!

Alla faccia della disciplina!!!!

I bambini vengono disposti a gruppi dietro i tavoli e viene dato ad ognuno di loro un bicchiere con dentro la soluzione saponosa ed una cannuccia. inoltre vengono bagnati i banchi per iniziare a fare "mille bolle blu"

Nino dà il via e i bambini iniziano a cimentarsi nella creazione di bolle di ogni grandezza.

Costruiscono apparati di bolle, bolle singole grandi, bolle singole piccole, non mancano i "bruchini di bolle" e i "condomini di bolle"

c'è chi fa una bolla dentro un'altra bolla e urla entusiasta per attirare l'attenzione delle maestre e dello scienziato.

maestra, GUARDA, GUARDA che grande!!!!

Nino, Nino, vieni a vedere la miaaaaa!!!

L'aria del laboratorio si riempie di voci felici, bolle e sapone!!!

Tutto questo dura quasi un'ora, i bambini sono pieni di eccitazione e fanno a gara per fare la bolla più grande!

Ad un certo punto si proclama lo STOP alle bolle!!!

E oraaaaa?????

E oraaaaaaaaa???

iniziano le domande!!!

VAI NINO!!!

Bene bambini, dice Nino, ora sapete dirmi qualche caratteristica delle bolle che avete notato?

Le bolle sono tonde dicono i bambini.

Certo dice Nino. Ma perché sono tonde?

La risposta è unanime: "perché la cannuccia è tonda".

Allora se io facessi una bolla con una cannuccia quadrata come uscirebbe la bolla?

Che forma avrebbe???

"Quadrata!" rispondono in molti. E tutti sono d'accordo. Una cannuccia quadrata farebbe le bolle quadrate. Ovvio.

Ecco che per incanto Nino prende una cannuccia a sezione quadrata dal "cappello magico"

Allora, non ci resta che provare, che dite?

Lo scienziato bagna la cannuccia nell'acqua saponata e si china leggermente sul banco per dare fiato alla bolla: fhhhhh, fhhhhhh, fhhhhhh.....

LA BOLLA, LA BOLLA, ESCE TONDA.

Ora la domanda sorge spontanea: se non è la forma della cannuccia che rende la bolla sferica cosa la rende tonda???

Si abbozzano le prime risposte: perché l'aria che soffiama, quando la lasciamo, si espande in tutta la bolla....

MMMMMMM:::

le maestre chiedono: non potrebbe espandersi quadrata l'aria?

Fabio dice: è impossibile fare le bolle con gli angoli





## Gli elaborati dei bambini sulle bolle di sapone

“Racconto l'esperimento sulle bolle.

Martedì scorso è tornato lo scienziato Nino Martino, siamo saliti su nel laboratorio e Nino ha poggiato sul tavolo un piattino giallo con del liquido per fare le bolle gigantesche. Ne ha fatto un paio, poi la maestra ha gettato sui banchi dell'acqua, noi l'abbiamo spalmata, ci ha dato dei bicchieri e Nino ci ha versato e del liquido e dato una cannuccia. Ha iniziato prima lui a fare le bolle con la cannuccia e poi abbiamo continuato noi con bolle piccole e giganti. Con le bolle abbiamo costruito dei bruchi, poi abbiamo fatto bolle una dentro l'altra e bolle appiccicate. Nino ci ha chiesto com'era la linea di attaccatura tra due bolle uguali e abbiamo risposto che era dritta. Ha fatto un'altra domanda, com'era la linea di attaccatura di una bolla grande e una piccola, abbiamo risposto “dritta” ma Nino ci ha detto di verificare e infatti non era dritta ma curva. Utilizzando una cannuccia con il foro quadrato ha fatto delle bolle e ci ha chiesto perché uscivano tonde invece che quadrate? Le bolle uscivano tonde perché l'aria si espandeva in tutti i lati allo stesso modo. Nino ci ha detto che voleva provare a proiettare la luce di una torcia dentro una bolla. Abbiamo visto che il fascio di luce bianca si divideva in tanti colori e li vedevamo attraverso le bolle. Abbiamo notato che nelle bolle più grandi apparivano subito, nelle più piccole dopo un po'. Poi ci ha fatto provare a fare le bolle gigantesche. Siamo scesi giù e Nino se n'è andato via.”



Questo disegno merita un commento. C'è un possibile errore: si pensa che il liquido delle bolle di sapone sia “elastico”. È chiaro il perché: i palloncini sono elastici e si gonfiano, quindi il liquido saponato è “elastico”. È mancato un passaggio che normalmente faccio, ovvero che “la tensione superficiale” (l’elasticità?) del liquido saponato è *inferiore* a quella dell’acqua semplice. Anche se non sembra. Non si può formare una bolla con l’acqua normale perché la tensione superficiale dell’acqua è *molto elevata rispetto all’acqua saponata*. Ho fatto anche vedere che un ago fatto galleggiare sull’acqua andava immediatamente a fondo se si aggiungeva una sola goccia di sapone liquido... Evidentemente non è stato fatto bene il legame didattico fra i due esperimenti. Fare attenzione, quindi, a non introdurre concetti fuorvianti...

# La luce

Ovvero quella strana cosa dagli incredibili effetti che tutti pensano di capire perché la vedono sempre (se c'è luce)

Si può partire subito dalla scomposizione della luce in diversi colori.

Noi siamo abituati a vedere il mondo colorato. I daltonici non vedono un mondo colorato come lo vediamo noi. Allora delle due l'una: o il mondo cambia quando lo guarda un daltonico o l'effetto del mondo colorato dipende dai nostri sensi, da una interpretazione dei nostri sensi di qualche cosa di fisico. La prima ipotesi è da scartare, basta mettere in copresenza un daltonico con un non daltonico e si vede subito che il mondo non dipende da chi guarda, cambia solo la percezione di un mondo ben stabile al di fuori di noi. Il mondo sta semplicemente lì, per i fatti suoi. Allora vuol dire che il colore è un problema di percezione umana di qualche cosa di fisico (la frequenza dell'onda elettromagnetica chiamata luce). In "una notte buia e tempestosa" i colori spariscono. I colori che vediamo dipendono quindi dalla luce. La luce picchia sugli oggetti e quando il riflesso arriva al nostro occhio noi vediamo colori. Questo ci porta lontano.

Se dicessimo che la luce è un'onda elettromagnetica alla stessa stregua di un'onda radio o dei raggi X delle radiografie diremmo una cosa giusta ma probabilmente incomprensibile se uno non ha una conoscenza di un minimo di fisica. Lasciamo quindi perdere per il momento. È possibile mostrarlo sperimentalmente ma a livelli credo più alti della scuola primaria.

Partiamo subito da un esperimento. Prendiamo un prisma triangolare, mandiamo un fascio luminoso a incidere su una delle sue facce. Dall'altro lato appaiono bande colorate, un arcobaleno.

Prendiamo un cd e guardiamolo di traverso, vediamo di nuovo un arcobaleno di colori.

Domanda da fare: La luce del sole non ci appare colorata, come mai quando la faccio passare per il prisma o quando la faccio riflettere sul cd appaiono i colori?

*(attenzione: entrambi i fenomeni, il prisma e il cd, fanno vedere che la luce è composta da diversi colori (frequenze), ma sono due meccanismi differenti: il cd appartiene alla "classe" bolle di sapone - interferenza - mentre il prisma appartiene alla classe "arcobaleno quando piove" - diffrazione. Per il momento non complichiamoci la vita, basta NON dire che sono la stessa cosa, sono due "oggetti" che con meccanismi differenti decompongono la luce bianca nei colori che la costituiscono.)*

Esistono laser a bassa potenza, che si possono usare con una certa sicurezza - da non puntare mai comunque negli occhi di qualcuno - e che costano ormai nell'ordine di una decina di euro ciascuno. Supponiamo di avere a disposizione tre laser (rosso, verde, blu).

Primo esperimento: puntare il laser sulla parete della stanza. Se il laser è rosso sulla parete appare un puntino rosso brillante. Spostando il laser il puntino rosso si sposta. Banale, vero?

Ma la domanda è che traiettoria fa il raggio di luce rossa del laser?

Potrebbe essere un zig zag, una curva, una qualunque cosa. Non date per scontato che sia una retta. State parlando con bambini/studenti che è meglio si pongano sempre delle domande su come è fatto il mondo e come capire se è veramente fatto come sembra oppure no.

*Questo vale ad ogni livello. Anche al liceo sarebbe meglio abituare alla criticità piuttosto che al nozionismo stabile (lo dicono anche le I.N., beninteso: "pro forma"...). In genere si evita di fare ciò per evitare problemi da incubo - mano a mano che si sale di livello sembra sempre più difficile dare risposte sensate a cose che magari non sappiamo.*

Problema: come far vedere la traiettoria del laser?

*Ricordare anche qui: non serve a nessuno dire che la traiettoria di un raggio di luce, di un raggio laser, è una retta. Certo che è una retta (almeno in queste condizioni), ma dirlo è una semplice asserzione. Se il nostro compito è formare (come tutti dicono ad ogni livello, di volerlo fare) allora asserire una cosa è controproducente, non formativo. Bisogna mostrare con qualche esperimento (magari pensato ad hoc, in condizioni ideali create da noi stessi, come è ormai nostra consuetudine)*

Se siete fortunati e siete in una stanza adeguatamente polverosa, lo vedete sicuramente. Se la stanza invece è pulita (come in teoria dovrebbe essere) non è che si veda bene, dipende dalle condizioni. Ma questo dà una idea (ma lasciate prima che i bambini/studenti si sbizzarriscono a fare ipotesi su come fare a vederlo).

Possiamo usare un nebulizzatore, uno di quegli oggetti che si usano per spruzzare acqua e insetticidi sulle piante (ma non usate insetticida, of course).

Oppure possiamo usare del borotalco.

Oppure (vietato dalla legge, ma forse ai fini sperimentali consentito) il fumo di una sigaretta (N.d.A. controllato: vietato!).

Oppure quello che viene in mente.

La traiettoria di un raggio laser è una retta.

Una domanda possibile è: come mai il vaporizzatore d'acqua, il borotalco, il fumo di una sigaretta fanno apparire la traiettoria del raggio laser?

Provate a chiederlo ai b/s (d'ora in poi abbrevieremo così la parola bambini/studenti) e vedete cosa dicono. Voi invece cosa ne pensate? Pensateci prima di proseguire la lettura del prossimo capoverso.

Lo spruzzatore manda nell'aria minuscole goccioline d'acqua. Queste goccioline riflettono la luce, una piccola parte della luce.

Il meccanismo è lo stesso anche per il borotalco o per la polvere in sospensione nell'aria. Tutti abbiamo fatto esperienza del raggio di sole che evidenzia la polvere in sospensione nell'aria.

Il fumo della sigaretta è composto NON da un gas ma da particelle sottili (PM10? PM 2,5?). Il meccanismo è lo stesso in tutti e tre i casi. Tra l'altro questo dimostra per analogia (attenzione alla validità scientifica delle analogie...) che il fumo della sigaretta è composto da particelle sottili. Questo è il motivo per cui si dice che il fumo indiretto è peggiore del fumo aspirato dal fumatore - il fumo indiretto è composto da particelle sottili che in genere vengono filtrate in parte dal filtro della sigaretta. ma se espirate il fumo della sigaretta vedete di nuovo il fumo. In realtà il particolato sottile ve lo siete respirato anche voi che fumate.

Una domanda che vi potreste porre è perché stiamo usando un raggio laser invece che un faretto con una lampadina normale. Il fatto è che per usare la luce normale e avere un fascio di luce bianca delimitato occorre usare delle lenti apposta e in ogni caso la luce bianca si sparpaglia, il fascio è comunque a forma di cono, più o meno ristretto.

Il raggio laser invece non si "sparpaglia" il diametro di quello che esce dal laser è grosso modo uguale al diametro del punto rosso sulla parete.

La comprensione del perché di questo è abbastanza fuori dalla nostra portata e richiede una formalizzazione della fisica assai più elevata. Accenno che sta tutto nel modo in cui viene prodotta la luce bianca e la luce laser. La luce bianca risulta incoerente, ciascun fotone ha la sua propria fase (???), mentre il raggio laser è fatto da fotoni tutti in fase (?!). Chiaro vero? Ma tanto per dire che partendo da fenomeni anche abbastanza semplici o comuni si arriva a formalizzazioni e astrazioni anche molto elevate, probabilmente fuori portata. Inoltre dovete pensare che nel 1968 ho fatto una tesina sul laser e sugli ologrammi. I laser di allora erano appena apparsi nei laboratori di ricerca ed erano ... enormi. Non è passato molto tempo. I lettori di CD hanno un laser estremamente piccolo (rispetto a quello che avevo in laboratorio allora) e i dischi blu-ray sono letti da un laser ... blu. Ogni lettore di CD ha un laser.

Adesso tutti sono convinti che la luce si propaga in linea retta.

Secondo esperimento. Un recipiente che contenga acqua (deve avere le pareti trasparenti, un bicchiere, una vaschetta, ma le pareti devono essere piatte, possibilmente. Un contenitore trasparente per il frigo o il freezer potrebbe essere l'ideale).

Quello che probabilmente vedrete sarà la traccia del raggio nel liquido e praticamente niente nell'aria che separa il laser dal liquido. Per i soliti problemi di presenza o meno di particelle riflettenti.

Come creare un esperimento in cui sia chiara la traiettoria del raggio in aria e nel liquido?

L'idea è evidentemente quella, a questo punto, di aggiungere delle particelle in sospensione nell'acqua e nell'aria. Ci sono molti modi per farlo.

Un trucco che ho usato per il liquido è stato, una volta, di prendere un tè alla macchinetta e metterlo nell'acqua: la traiettoria era chiarissima.

Un'altra volta ho usato della cenere da camino - qui da noi (Sardegna) ne abbiamo in genere in abbondanza. Si agita l'acqua con la cenere, si aspetta un po' e la cenere si deposita sul fondo e l'acqua torna limpida e trasparente. ma se ora si punta il laser il raggio diventa molto evidente. Sono rimaste in sospensione le particelle più sottili della cenere.

Oppure si può usare qualche bevanda tipo sprite. Il raggio laser questa volta interagisce a livello diverso, con un altro meccanismo che per il momento tralascio, e il raggio diventa evidentissimo (attenzione: non funziona con la luce bianca normale, proprio per via del meccanismo diverso, ci vuole il laser).

Rimane il problema dell'aria sopra il liquido, ma si possono utilizzare i metodi della nebulizzazione, o del fumo, o del borotalco.

Risolto questo insieme ai b/s passiamo all'osservazione del raggio puntato perpendicolarmente alla superficie del liquido. Che cosa succede alla traiettoria?

Niente.

È quello che ci aspettavamo. Perché dovrebbe succedere qualche cosa?

Ma adesso incliniamo il laser. Cosa succede?

Prima di inclinare il laser, per generare aspettativa sul il risultato, che pare ovvio, chiedete ai b/s: cosa succede se adesso inclino il laser? E osservate le risposte, in genere saranno del tipo: niente, la traiettoria è sempre una retta.

Incliniamolo: il raggio si spezza al passaggio tra aria e liquido. L'effetto è spettacolare. La superficie dell'acqua spezza il raggio di luce, lo piega ad angolo netto!

Se si guarda bene in realtà il raggio laser quando incontra il liquido da origine a due raggi: uno dentro il liquido e l'altro "riflesso". Il raggio dentro il liquido si chiama raggio "rifratto".

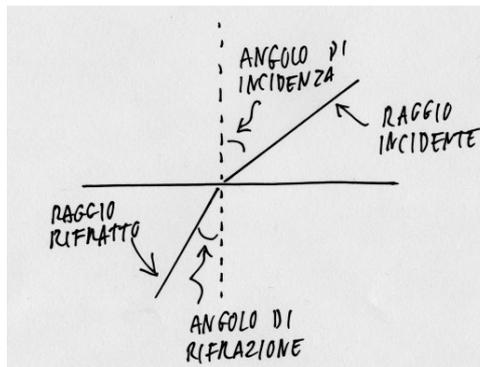
Cosa succede se cambio l'angolo di inclinazione del raggio laser incidente?

Un po' di nomenclatura per mettere ordine nella descrizione dei fenomeni, allineandosi alla comunità scientifica. Come sempre bisogna prevedere una qualche operazione di misura. Si è scelto per convenzione di misurare gli angoli rispetto alla "normale" alla superficie, cioè rispetto a una retta ideale perpendicolare alla superficie di separazione aria-liquido. La scelta è arbitraria ma per intendersi conviene adottare la scelta della comunità scientifica.

Si chiama angolo di incidenza l'angolo formato tra il raggio laser "incidente" e la "normale".

Si chiama angolo di "rifrazione" l'angolo formato tra il raggio "rifratto" e la "normale".

Si chiama angolo di "riflessione" l'angolo formato fra il raggio riflesso e la normale.



Non abbiamo fatto altro che dare un po' di nomi. Niente di speciale. Abbiamo dato dei nomi alle cose in modo da esprimerci in maniera uniforme, in modo che tutti poi possano capire quello che diciamo. Basta accettare la convenzione iniziale. Tenendo sempre presente che i "nomi delle cose" NON sono "le cose".

Una volta dato il nome possiamo passare alla misura. Misuriamo l'angolo di incidenza, misuriamo l'angolo di riflessione, misuriamo l'angolo di rifrazione. Probabilmente troveremo una qualche relazione, tra queste misure, ovvero variando l'angolo di incidenza magari l'angolo di rifrazione varierà (succede proprio così) in funzione dell'angolo di incidenza e del liquido (acqua, alcool, olio...).

Se uno vuole fare le misure un'idea potrebbe essere quella di disegnare con inchiostro indelebile un goniometro su una lastrina di legno o di vetro e fare in modo da rilevare la traccia del raggio laser dentro e fuori del liquido sulla lastrina graduata.

La cosa che si vede subito è che "l'angolo di incidenza" = "l'angolo di riflessione" sempre. Questa è facile, appunto.

Invece c'è evidentemente una relazione tra "angolo di incidenza" e "angolo di rifrazione", ma non è subito chiara la forma matematica che può assumere tale relazione. Ci si può accontentare di fare un grafico XY riportando su X l'angolo di incidenza e sull'asse Y l'angolo di rifrazione (scelta arbitraria anche questa, potete invertire la rappresentazione sugli assi e non cambia nulla). Questo sempre se la classe è in grado di fare grafici. Comunque serve per voi...

Domanda: cosa succede se vario il liquido, se per esempio metto olio al posto dell'acqua?

**Esperimento:** nella vaschetta mettete acqua e olio. L'olio si dispone sopra l'acqua. Se ora si fa incidere il raggio laser si vede che la retta del raggio viene spezzata due volte. Una nel passaggio dall'aria all'olio e un'altra nel passaggio dall'olio all'acqua. E i due angoli di rifrazione sono diversi fra loro.

*In realtà bisognerebbe fare due esperimenti separati: aria/acqua e aria/olio e confrontare i due angoli di rifrazione. Perché il fenomeno aria/olio e olio/acqua sono formalmente diversi come tipo di passaggio*

Il risultato è che l'angolo di rifrazione dipende dai due mezzi trasparenti: l'angolo di rifrazione aria/acqua è diverso dall'angolo di rifrazione aria/olio.

Domanda: cosa succede se faccio passare il raggio laser dall'acqua all'aria? Provare

Domanda: l'intensità del raggio riflesso è uguale all'intensità del raggio rifratto? Cosa succede delle due intensità se faccio variare l'angolo di incidenza?

E com'è l'angolo di rifrazione se io faccio passare il raggio laser dall'aria al ... vetro (altro materiale trasparente)?

**Esperimento:** mettiamo a confronto il comportamento di tre laser, rosso, verde, blu-violetto. Come si comporteranno i differenti raggi (diversi solo nel colore) nel passaggio aria-acqua (il più semplice da realizzare)?

È vero bisognerebbe fare le misure dell'angolo di incidenza e dell'angolo di rifrazione, ma propongo una maniera semplice per fare il confronto. Leghiamo insieme i tre laser (sono in genere delle penne-stilo, piuttosto strette)

Li accendiamo. Vengono fuori tre raggi laser, verde, blu, rosso, ci assicuriamo che, grazie alla legatura che abbiamo fatto, siano paralleli e li facciamo incidere sulla superficie dell'acqua (trucchettata per evidenziare il raggio all'interno del liquido, come abbiamo visto prima, con uno dei possibili metodi a scelta).

Prima di incidere sulla superficie dell'acqua i tre raggi sono paralleli. E nel liquido?

*PRIMA di incidere sulla superficie dell'acqua i tre raggi sono paralleli. E nel liquido:*

I raggi non sono più paralleli fra loro.

Il rosso è meno deviato, il blu-violetto è il più deviato. Quindi l'angolo di rifrazione dipende anche dal colore del raggio. Impossibile a questo livello capire perché ciò avviene. Bisognerebbe prima costruirsi la fisica quantistica. Comunque l'effetto è molto piccolo.

Adesso usiamo lo stesso apparato facendo incidere i tre raggi laser su un prisma triangolare di vetro. Il risultato dovrebbe essere accentuato. I raggi in uscita dal prisma triangolare di vetro divergono visibilmente se li proiettiamo a parete.

Ci siamo costruiti passo passo un background per comprendere e dimostrare che la luce cosiddetta bianca in realtà è composta da diversi colori.

Proiettiamo un fascio di luce bianca (un faretto led a stilo, se lo trovate, va benissimo). Cosa appare su uno schermo posto al di là del prisma triangolare?

*ricordarsi sempre di permettere ai b/s di fare ipotesi del tipo "che cosa succederà se".*

Sotto certe angolazioni (provare manualmente) appare una sorta di "arcobaleno".

Allora se mettiamo insieme gli esperimenti precedenti con questo ultimo possiamo tirare alcune conclusioni. Prima di tirarle noi facciamole tirare ai b/s. Come interpretano i due esperimenti? C'è un legame fra di loro? L'ultimo esperimento può essere spiegato in base ai risultati degli esperimenti precedenti?

La luce della torcia a led appare bianca, ma in realtà è composta da luce di diversa frequenza d'onda (da diversi colori)- l'interazione con il prisma è diversa a seconda del colore: il rosso, ricordiamolo, è il meno deviato dal prisma, il violetto il più deviato. Quindi dall'altra parte del prisma la luce che appariva bianca è stata scomposta nei colori componenti.

**Esperimento:** cosa succede se io punto il laser rosso su uno schermo ( su una parete bianca). Poi aggiungo il laser verde in modo che i due punti luminosi si sovrappongano. E quindi aggiungo il laser blu, sempre sovrapponendo la traccia luminosa?

Se sullo stesso punto della parete arrivano contemporaneamente il rosso, il blu e il verde, di che colore apparirà la macchia luminosa?

Provate (sempre dopo aver chiesto prima ai b/s cosa si aspettano che succeda). Piccole differenze possono derivare dal fatto che il laser blu non è proprio blu ma blu violetto (dipende da che laser commerciale state usando).

La macchia luminosa appare bianca. Avete mai sentito parlare di tricromia nella composizione dei colori (per esempio nella stampa)? Le immagini a computer, sullo schermo del computer sono composte secondo lo schema RGB (se avete mai utilizzato photoshop o gimp). Red, Green, Blue. Variando l'intensità dei tre colori ottenete tutti i colori possibili.

*ovviamente con i tre laser ottenete il bianco solo se le intensità dei tre raggi sono le stesse, cosa difficile da ottenere nei laser commerciali a poco prezzo, anche se la potenza nominale dichiarata è la stessa. Altrimenti ottenete colori in base alle regole di composizione della tricromia.*

*Tutto quello che precede rappresenta solo una possibile traccia di quello che potreste fare con una classe reale, serve a fissare le idee. Ma quando si va in classe la situazione è diversa. Gli studenti sono diversi classe per classe. Le domande che vi faranno saranno diverse. Le ipotesi di spiegazione (anche se simili in un certo intervallo) saranno diverse. NON potete utilizzare quello che è stato scritto più sopra come un insieme prescrittivo, una scheda di laboratorio da seguire e osservare senza possibilità di sgarrare o deviare.*

*Cosa succederà in una classe reale, quando cercheremo di applicare quanto scritto sopra nella pratica didattica? A questo scopo, dopo aver fatto l'esperienza reale, nel prossimo capitolo scriveremo un report (o più report in classi diverse) di quello che è veramente successo. Fa parte del metodo usato scrivere un report DOPO la prova su strada e confrontarlo con quanto scritto PRIMA dell'intervento (a freddo). Magari, se è possibile, report diversi in classi diverse. Sarebbe facile fare la prova su strada e scrivere poi solo di quella. Sparirebbero contraddizioni, inadeguatezze, errori, necessità di aggiustamenti. Ma questo sarebbe proprio contrario alla metodologia didattica proposta. Questo modo di procedere ovviamente nega la possibilità che questo sia un libro di testo. O magari ne farà proprio un libro di testo, nella forma di manualetto d'uso, con mille aggiunte nel corso del tempo.*



SABUDA: NO!

Fango! NO!

Terra! NO!

Semini! NO!

Maestra Giuliana dà un piccolo indizio: "E' una cosa che vedete soprattutto in inverno quando accendete il camino..."

Aaaaaaaaahhhhhh, esclamano i bambini, è la cenere!!!

Sì, ora è esatto.

Abbiamo portato questa cenere, riprende Nino, per versarla dentro la vaschetta dell'acqua pulita e mostrarvi cosa accade.

ECCO!!! Guardate l'acqua sporca di cenere, cosa credete che possa accadere adesso???

SI VEDONO I RAGGI DICONO I BAMBINI.

BENE!! PROVIAMO!!

Maestra Carmela spegne la luce mentre Nino punta il laser acceso dentro la vaschetta con l'acqua sporca di polvere di cenere.

SUBITO SI SENTE UN BOATO!! HUUUUUUUUUUUUUUU.

GUARDA!!!!

I FASCI DI LUCE.

Dentro la vaschetta si intravedono tanti fasci di luce rossa.

Ora Nino riprende l'esperimento usando anche lo spruzzatore automatico e punta il laser sulle goccioline fino alla vaschetta dell'acqua con la cenere.

Così facendo i bambini riescono a vedere tutto il percorso della luce dalla punta del laser fino al fondo della vaschetta.

C'è molto stupore nell'aula di scienze e si sentono gli "HUUUUUUUUUUUU" dei bambini.

Nino per rendere la cosa più spettacolare cambia il colore del laser e alterna quello blu a quello rosso e quello verde a quello blu.

Ne viene fuori un bellissimo gioco di luci colorate e.... Poi usa due laser contemporaneamente e dentro la vaschetta si scorgono due fasci di luce paralleli ma distinti.

Nino prova ad incrociarli in un punto.

I due colori non si fondono e non si mischiano tra loro. Un raggio non interagisce con l'altro.

Ma dice Nino, oltre a questo, succede che nella vaschetta con l'acqua prevale il colore verde rispetto al rosso e, facendo la prova con il laser viola, si nota che anche questo colore è molto intenso.

Ma come mai il fascio di luce del laser si vede solo nell'acqua con la cenere e attraverso le particelle di acqua spruzzate con il nebulizzatore?

I bambini abbozzano qualche semplice risposta ma non arrivano alla soluzione.

Nino spiegherà loro che le particelle di acqua e della cenere fungono da specchi che riflettono tutto il percorso del laser, dalla fonte luminosa fino al fondo della vaschetta.

L'esperimento continua puntando la luce del laser su uno specchietto gentilmente concesso da maestra Giuliana.

Vediamo un po' cosa scopriamo propone Nino.....

ECCO QUI!!!

In breve si scopre che con l'ausilio dello specchio il raggio del laser si divide in due strisce di luce diametralmente opposte che formano due angoli uguali.

La luce del laser mantiene la stessa inclinazione in entrata e in uscita sullo specchio.

Detto questo, in pochi attimi lo scienziato prede tra le mani un prisma e puntandolo verso la luce inizia a creare, sul pavimento, un bellissimo arcobaleno.

Nino spiega che il prisma riesce a scomporre la luce e a rendere visibile i colori dei quali è composta.

Per far provare anche ai bambini l'ebbrezza di questa "magia" consegna ad ognuno di loro un CD e li invita a puntarli verso la luce per vedere ciò che accade.

Anche il Cd, spiega Nino, riesce a scomporre la luce.

In pochi attimi 21 bambini con in mano 21 CD iniziano a riempire la stanza di magnifici arcobaleni.

in questi giorni. E' un'emozione con in mano. E' un'emozione a riempire la stanza di magazzini di colori.



Voci concitate e felici accompagnano questo turbinio di colori e nella gioia del "colore " e delle voci felici dei bambini termina anche il laboratori sulla luce!

Foto sugli esperimenti con la luce fatti in classe





La foto che segue richiede una spiegazione. Non sembra essere granché, come foto. Invece è un analogo di quella bolla che abbiamo riportato in copertina. Se mando un fascio di luce bianca sul CD ottengo gli arcobaleni che avete visti più sopra. Il CD scompone la luce bianca nelle sue componenti delle varie frequenze (dei vari colori). Ma cosa succede se io mando sul CD un fascio di luce monocromatica? Nella foto si fa incidere sul CD un fascio di luce monocromatica generata da un laser verde. Appaiono non colori diversi (ce n'è uno solo) ma delle righe verdi e delle linee scure. Come nell'immagine di copertina si evidenzia così che la scomposizione dei colori è dovuta a un fenomeno di interferenza (assai diverso dalla scomposizione di colori fatta con il prisma). È una foto da questo punto di vista fisico assai importante e unica nel suo genere.



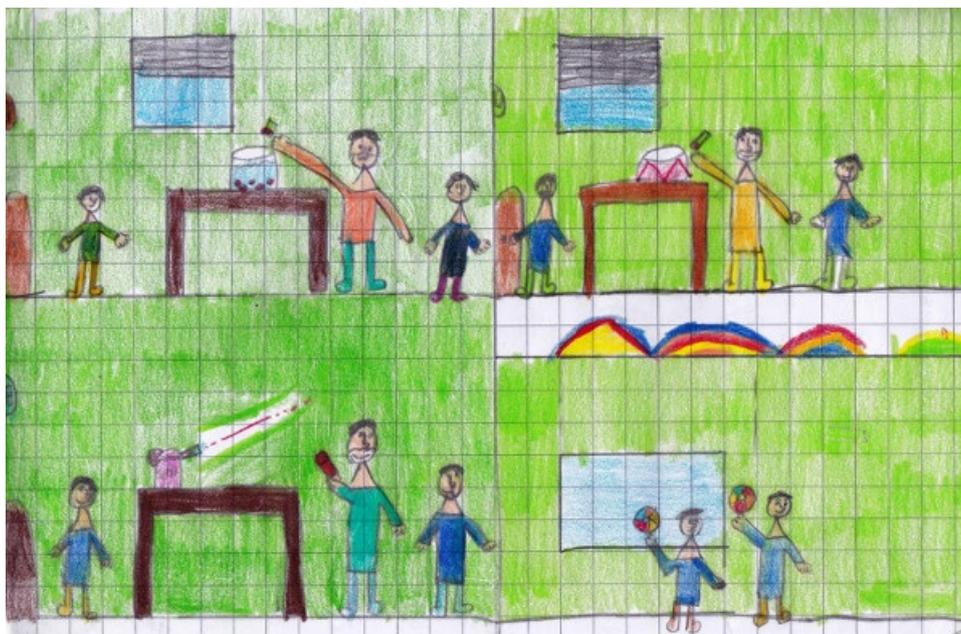
## Elaborati dei bambini sugli esperimenti con la luce

*“Racconto l’esperimento della luce*

*Martedì è il giorno degli esperimenti con Nino Martino e io non vedo l’ora di arrivare a scuola.*

*Mentre ci toglievamo i giubbotti, eccolo spuntare dalla porta per un super extra nuovo esperimento. Una volta saliti nel laboratorio, Nino e le maestre hanno incominciato a preparare l’esperimento... Oggi si parlerà della luce! Lo scienziato prese tre laser di colore rosso, verde, viola e una vaschetta piena d’acqua. Dopo aver spento la luce il laser è stato puntato verso l’acqua e sul fondo della vaschetta è apparso il puntino dello stesso colore del laser. Successivamente maestra Carmela ha spruzzato dell’acqua da uno spruzzatore mentre Nino puntava il laser e sorpresa delle sorprese si è visto un fascio di luce attraverso le goccioline. Improvvisamente Nino ci ha chiesto:- Perché ora vediamo il fascio del raggio e prima no? Visto che nessuno dava la risposta, Nino ci ha spiegato che le goccioline sono come dei piccoli specchi nei quali si riflette il raggio di luce. Dopo qualche secondo, senza neanche darci il tempo di respirare, Nino prese dalla scatola degli esperimenti una busta con una sostanza misteriosa. Noi abbiamo ipotizzato che fosse sale, sabbia, polvere e ad un certo punto Sofia ha scoperto che era cenere!!!*

*Subito dopo Nino ha versato la cenere nella vaschetta, ha spento la luce e ha puntato il laser verso la cenere e si è visto il fascio. Il nostro amico scienziato ci ha spiegato che le goccioline e la cenere sono come dei piccoli specchi che riflettono la luce. Infine Nino ci ha consegnato dei CD-ROM per fare gli arcobaleni: i raggi del sole sono andati a riflettere sul CD e i muri dell’aula erano pieni di arcobaleni. CHE MERAVIGLIA!!!! “*



# Spostare gli oggetti senza toccarli

Per esperienze precedenti i b/s pensano che le uniche possibilità di esercitare una forza su un oggetto, l'unica maniera di spostarlo, sia quello di toccarlo con un altro oggetto, per esempio un bastone, un dito, colpirlo con un sasso e così via. È ovvio: la loro rappresentazione del mondo dipende da ciò che hanno potuto fare fino ad ora.

Ma è proprio vero che bisogna per forza toccare un oggetto per spostarlo? In altre parole esistono delle forze che agiscono a distanza e che non possiamo vedere o toccare? I nostri cinque sensi sono relativamente limitati, vediamo solo una parte dello spettro elettromagnetico e la chiamiamo luce, possiamo sentire i suoni solo tra i 50 e 20000 Hz e così via.

Forse si può organizzare (non l'ho mai fatto prima) un gioco con i b/s.

Come si fa a spostare un oggetto senza toccarlo materialmente?

Mettiamo un ago a galleggiare sull'acqua contenuta in un recipiente. Sapete come si fa. Si prende un pezzettino di carta igienica e la si posa sulla superficie dell'acqua. Sulla carta igienica si posa un ago. La carta igienica si imbeve d'acqua e toccandola leggermente va a fondo. L'ago rimane a galla.

Ora, domanda: come faccio a spostare l'ago senza toccarlo?

Immagino che una delle possibili risposte più frequenti sia: ci soffio sopra. Proviamo. Se soffio sopra l'ago, l'acqua si muove e l'ago va a fondo.

Domanda seguente: come faccio a spostare l'ago senza farlo andare a fondo?

Prendete due lunghi chiodi. Uno l'avete in precedenza magnetizzato, l'altro no.

*Per magnetizzare un chiodo di acciaio, bisogna avvolgerlo con un filo di rame (isolato), farci passare della corrente continua (con una batteria di quelle piatte). La corrente deve essere quella continua e non quella alternata a disposizione dalle prese elettriche per due buoni motivi: 1) la corrente alternata si chiama alternata perché va prima in un senso e poi nell'altro. Il chiodo viene magnetizzato prima in un senso e poi nell'altro 2) è pericoloso per voi maneggiarla e in più mandereste in cortocircuito, probabilmente, tutto il circuito di casa... lasciate perdere le prese di corrente.*

Avvicinate il chiodo non magnetizzato all'ago galleggiante e se volete fare un po' di teatro (che non guasta mai) dite "muoviti ago".

L'ago ovviamente non si muove.

Ora prendete l'altro chiodo.

"Sapete le bacchette magiche non le fanno più come una volta, ce ne sono molte difettose"

Avvicinate ora il chiodo magnetizzato.

"muoviti ago"

E l'ago si muove e lo potete spostare a piacimento senza toccarlo.

"Questa è una buona bacchetta magica".

Come mai sono riuscito a spostare l'ago senza toccarlo? Probabilmente qualcuno tirerà fuori la calamita. Dovrebbero aver già incontrato le calamite nella loro esperienza di bambini.

Esiste un gioco, una specie di lego, fatto con tanti bastoncini di calamite. Quelle calamite sono molto potenti. provate a trovare un bastoncino di quelli e usatelo al posto del chiodo: l'effetto è particolarmente vistoso.

La calamita che agisce su un pezzo di ferro è un esempio di forze a distanza che NON si vedono. E non c'è bisogno di toccare un oggetto per spostarlo.

Potete far vedere degli effetti, belli, per loro che non li hanno mai visti. Per esempio prendere un piatto di plastica (sarebbe meglio un foglio di plastica trasparente o una lastrina di plexiglas - il vetro può rompersi e non lo potete dare in mano loro). Ricoprite con limatura di ferro e passate sotto la calamita.

Giocateci un po'. Le forze magnetiche NON vengono fermate dal foglio di plastica o di carta o dal vetro.

Domanda: cosa succede se al posto della carta, o della plastica, o del plexiglas uso una lastrina di alluminio o di ferro?

*Non avete una lastrina di alluminio? Non c'è problema, usate una padella...*

Come al solito non avete subito fatto vedere cosa succede, ma avete prima chiesto loro cosa pensano che succeda. Questo modo di procedere ha un senso. Perché li costringe a capire le differenze fra i materiali. I materiali a disposizione si comportano in maniera assai differente rispetto ai campi magnetici. Evidentemente a questo livello non è il caso di introdurre ferromagnetismo, diamagnetismo,

paramagnetismo. Ma è l'esplorazione del mondo e dei suoi effetti.

A questo punto ponete un'altra domanda: posso spostare il mitico ago galleggiante SENZA usare una calamita?

Non ho idea delle idee che verranno fuori. La effettiva prosecuzione dipende molto da cosa diranno. Ma intanto potete costruire qualche cosa che sposta l'ago senza calamita.

Si prendono due batterie di quelle piatte da 4,5 V, e si collegano come in figura

FIGURA

Poi si costruisce un rotolino di filo di rame (di quello isolato) su una bacchettina di vetro (o una penna biro senza la mina...) con molte spire. Il filo isolato giusto lo potete trovare smontando per esempio qualche motore elettrico, un vecchio phon, un trasformatore...

Se adesso avvicinate la bacchettina dopo aver collegato i due estremi del filo ai poli delle batterie, l'ago si sposta.

Rifate l'esperimento del foglio di plastica o del piatto con la limatura. Gli effetti sono gli stessi, come con la calamita di prima. Sono minori perché NON potete usare una corrente abbastanza forte, per problemi di incolumità vostra e della classe. E non vi venga in mente di usare batterie di macchina o la corrente della presa. Ricordatevi che non siete assicurati per questo genere di cosa e che uccidere i bambini con la corrente elettrica è reato grave.

domanda: la bacchettina non è una calamita ma si sta comportando come una calamita. Come mai?

La circolazione di una corrente genera un campo magnetico. E la calamita genera un campo magnetico. La corrente che circola nelle spire produce lo stesso campo magnetico della calamita (tra l'altro per voi: la calamita genera un campo magnetico perché nella calamita a livello atomico ci sono minuscole correnti che girano...)

*Per vostro uso e consumo: vale anche il contrario - se io avvicino una calamita a un rotolo di filo di rame, dentro al filo di rame circola una corrente. Un esempio di ciò è la dinamo della bicicletta. Dentro la dinamo della bicicletta c'è una calamita che viene messa in rotazione dalla ruota della bicicletta e che genera dentro a un rotolo di filo la corrente sufficiente ad accendere la lampadina. Il problema è che non avete a disposizione strumenti in grado di rilevare nel primo caso la corrente generata. E poi la vita si complica perché state usando uno strumento che agli occhi dei b/s diventa magico, perché sfugge il senso del suo comportamento: cosa vuol dire che dico che passa una corrente perché vedo un ago spostarsi su una scala? Meglio lasciar perdere. Ma la dinamo della bicicletta potrebbe essere fatta vedere, in effetti, bisognerebbe smontarne una e far vedere come funziona.*

Ma adesso che tutti hanno visto le calamite, i fili percorsi da corrente etc. etc. è venuto il momento di spiarli di nuovo (è così che si impara e si ricorda: sorpresa, spiazzamento, esperimento, tentativi di spiegazione, esperimenti, abbozzo di spiegazione e così' via...)

Prendiamo un pezzettino di carta minuscolo poggiato sul banco.

Domanda: come faccio a sollevare il pezzettino di carta senza toccarlo?

Strofinare una bacchetta di plastica (la solita cannuccia di penna biro?) su un maglione di lana o di sintetico (una volta si usava nei laboratori una pelliccia di gatto, vai a saper perché, poi evidentemente gli animalisti sono intervenuti ed è difficile strofinare una bacchetta di vetro sulla pelliccia di un gatto ... vivo). Avvicinate la bacchetta al pezzettino di carta e il pezzettino di carta viene attirato e si solleva dal banco.

Come mai?

Possibile ipotesi che verrà fatta: la bacchettina è diventata una *calamita*.

Osservate come procede il pensiero: se posso spostare un oggetto con una calamita e se la bacchettina sposta il pezzettino di carta allora vuol dire che la bacchettina strofinandola è diventata una calamita. Ma questo modo di procedere è errato, porta in diversi vicoli ciechi a ogni livello.

Bisogna mostrare che si deve essere assai cauti con le analogie.

Domanda: come faccio a dimostrare che la bacchettina NON è diventata una calamita?

Sono molto curioso (di queste cose non ho fatto esperienza diretta in una classe di scuola primaria) di vedere le reazioni.

Potrebbero essere indirizzati con la seguente domanda:

Domanda: ma se questa è una calamita la posso usare come usavo prima la calamita? Cosa succede se l'avvicino alla limatura di ferro?

Probabilmente alcune ipotesi saranno del tipo: la bacchettina attirerà la limatura di ferro. Oppure sposterà l'ago galleggiante. Se la bacchettina attira il pezzo di carta con il magnetismo - se la bacchettina strofinandola con il maglione è diventata una calamita - deve non soltanto spostare un oggetto, come faceva la calamita, ma deve dare tutti gli stessi effetti di una calamita, come attirare per esempio la limatura di ferro.

Fate l'esperimento: la bacchettina non attira la limatura di ferro.

La bacchettina non si è magnetizzata, l'effetto non è quello magnetico.

*Per voi una rinfrescata di nozioni liceali: strofinando la bacchettina su un maglione, a seconda del materiale della bacchettina, perde nello strofinio elettroni, oppure acquista elettroni, quindi risulterà elettricamente carica di elettricità positiva (se ha perso elettroni, che sono negativi) o carica di elettricità negativa (se ha acquistato elettroni). Quando avvicino la bacchettina a un pezzettino di carta questo vien caricato, nella parte vicina alla bacchettina di elettricità di segno opposto e viene attirato perché due cariche di segno opposto si attirano. Vedi figura:*

**FIGURA**

*Nella figura le cariche negative sulla pallina di carta sono più lontane delle cariche positive. Le cariche positive prevalgono e la pallina viene attirata dalle cariche negative della bacchetta.*

Si possono far vedere molti fenomeni dovuti alla elettrizzazione. Per esempio appendere una pallina di polistirolo a un filo come se fosse un pendolo e divertirsi con le solite bacchette. Oppure strofinare un pezzo di plastica e vedere che il polistirolo rimane attaccato alla plastica e così via.

In realtà sono partito con le forze a distanza ma in questo capitoletto ho trattato a livello (si spera) di scuola primaria di un argomento che in passato non avevo idea precisa di come trattare: l'elettromagnetismo.

Buon lavoro a tutti noi...

# Report sulle forze invisibili

La prima cosa da notare è che il tutto ha funzionato. I bambini/studenti erano entusiasti. In più rispetto al previsto, avevo a disposizione anche un accendino piezoelettrico collegato a una sfera. Premendo il pulsante dell'accendino invece di scoccare la scintilla viene caricata la pallina di natale. Con quella si possono attirare pezzettini di carta ma anche di metallo. Questo non è usuale.

Ma dopo gli aghi galleggianti abbiamo costruito un piccolo trucco diverso da quello previsto. Una fettina di sughero galleggiante, con infisso un ago a mo' di bandierina. Questo era molto più semplice dell'ago galleggiante per effetto della tensione superficiale. L'effetto con la calamita era straordinario, si poteva fargli fare giravolte di vario tipo.

I bambini/studenti si sono messi a lavorare in gruppi di cinque o sei. Questo è l'altro aspetto importante. Per evitare che la fisica e le scienze diventino spettacolo è necessario riservare spazio al loro lavoro. Tutti avevano una calamita, delle vaschette con acqua, dei tondini di sughero galleggianti con aghi infissi a bandierina. Ciò che fanno direttamente loro lo ricorderanno.

Al contrario se ci fossimo limitati a mostrare gli esperimenti, la fisica sarebbe diventata spettacolo, magari anche bello e affascinante, ma il risultato non è lo stesso. Perché l'obbiettivo è quello di stimolarli a un'indagine continua del mondo che li circonda, con metodo scientifico, con esperimenti, con ipotesi e verifica delle ipotesi. Non certamente quello di convincerli che gli esperimenti fisici possono essere sorprendenti. La sorpresa dell'effetto imprevisto va bene e poi bisogna sfruttarla per stimolare l'indagine. L'indagine la devono condurre loro (con noi).

Un aspetto negativo, ma dal nostro punto di vista, è stato il montaggio delle spire di filo su un cacciavite. Negativo dal punto di vista didattico-logico. Nel capitolo precedente di esposizione d'intenti in realtà avevo scritto correttamente di avvolgere il filo su una cosa di plastica o cartone o altro oggetto NON metallico. Invece per aver garantito un effetto macroscopico molto evidente ho avvolto il filo sul cacciavite.

Due cose non vanno: primo il cacciavite metallico rimane magnetizzato anche quando cessa la corrente, è fatto di acciaio e non di ferro dolce. Secondo: a questo punto loro avevano già visto le calamite. Pezzi metallici che attiravano altri pezzi metallici. Non c'era quindi una sostanziale differenza, se non per me.

Quando passava la corrente il cacciavite attirava violentemente l'ago conficcato sul sughero. Ma anche quando facevo cessare la corrente il cacciavite attirava (con molto meno forza) l'ago sul sughero. Questo richiederebbe un passaggio in più, sul magnetismo residuo che si può eliminare scaldando al calore rosso ecc. ecc.

Invece con il tubicino di plastica e un adeguato numero di spire avvolte sul tubicino tutto è molto più chiaro e appare l'apparente differenza.

Il tubicino di plastica NON attira l'ago. Quando passa la corrente l'ago viene attirato. Cessa la corrente e l'ago non viene più attirato.

È la corrente che circola in una spira che genera il campo magnetico.

Questo poi potrebbe essere ampliato per analogia. In effetti il magnete è costituito da atomi con uno sbilanciamento nei livelli dove sono gli elettroni. Ciascun atomo si comporta come se ci fosse una corrente elettrica che gli gira intorno (non tutti gli atomi, ci sono atomi bilanciati, tanta corrente gira in un verso, tanta ne gira nel verso opposto e l'effetto è nullo).

Tutto ciò che riguarda il magnetismo è provocato in realtà da correnti che circolano. Anche un filo dritto percorso da corrente genera un campo magnetico. ma bisogna usare una corrente elevata e non è il caso per motivi di sicurezza con i bambini. È una cosa che non possono fare loro, quindi è un esperimento da scartare.

Per il futuro va ampliata la parte dedicata al **loro** lavoro e va rispettata di più la sequenza logica esposta nel capitolo precedente di questo ebook. Che non è solo progressivo nel senso che si accresce continuamente, ma anche nel senso che vengono riportati anche gli errori fatti o le inadeguatezze. Solo così impariamo a fare didattica delle scienze. Fa parte del metodo.

*Incidentalmente se ci pensate bene tutta la scienza viene in genere presentata come una sequenza di idee giuste, di esperimenti, di teorie formalizzate e così via. Non viene conservata la storia di tutti gli infiniti errori, degli esperimenti falliti, delle ipotesi bruciate. Viene celato il vero grande lavoro della scienza. E quindi sembra naturale nella didattica presentarla come un percorso lineare. Dalla cattedra. Tutto è perfetto, stabilito una volta per tutti, non c'è che da studiare a memoria. Non è così che si lavora nella ricerca scientifica e non è così che si impara il metodo scientifico e la scienza.*

## Report forze invisibili 2

SIAMO QUASI ALLA FINEEEEEEEEEEEEEEE!!!jukuuii

PENULTIMO LABORATORIO, PENULTIMO REPORT, PENULTIMA FATICA!!!

INIZIAMO DAI!!

.....Questo è un ago, questo è un ago, questo è un ago.....

Nino meno male che sei di buon umore....

inizia così, in modo divertente, il nuovo laboratorio.

Questa volta cari lettori si tratta del magnetismo!!!

Sopra un banco dell'aula di scienze Nino ha posizionato una vaschetta con dentro dell'acqua.

si avvicina al banco e chiede ai bambini:- Cosa succede se metto l'ago nell'acqua?-

“AFFOGA L'AGO” dice la maggior parte dei BAMBINI. Solo pochi affermano timidamente che l'ago resterà a galla.

Non c'è modo di saperlo se non provando, vieni Alessia, prova tu dice Nino.

La bambina si avvicina al banco e prendendo l'ago in mano e lo getta in acqua.

Nino: GALLEGGIA?

BAMBINI: NO, AFFONDA!!!

Sì! Affonda ripete Nino....

Sei convinta adesso Alessia che gli aghi affondano???

Sì, sì, ripete Alessia accompagnando le parole con il movimento avanti e indietro della testa, quasi a rafforzare la sua risposta.

BENE!! SCOMMETTI CHE IO RIESCO A FARLI GALLEGGIARE?

SI SCOMMETTO!!

Come sarebbe Alessia? Dice maestra Giuliana! tu sei convinta che gli aghi affondino ma scommetti che Nino lo sappia far galleggiare?

Nino, tu hai capito com'è questa vicenda?

NO.NO, risponde Nino.

adesso però guardate qui cosa prendo...

un pezzo di scottex, lo vedete?

Se io metto questa carta sull'acqua, cosa fa? Va a fondo o galleggia?

BAMBINI: va a fond.... galleg.... Poi più forte e decisi: VA A FONDOOOO

GALLEGGIAAAAAAAA!!

BENE!! CHI DICE CHE VA A FONDO? PER ALZATA DI MANO....

Maestra Giuliana inizia a contare.....

Nino interviene:- Fermi tutti|| allora... alcuni dicono che affonda mentre altri che galleggia. Come si fa a stabilirlo?

Provando rispondono i bambini ormai quasi del tutto padroni delle regole usate dal metodo scientifico.

Nino appoggia da prima il pezzo di scottex sull'acqua e poi ci adagia l'ago e.....

mentre la carta si impregna d'acqua e cade sul fondo, l'ago galleggia|

allora bambini:- Galleggia o no?-

Galleggia, galleggia.

Vieni qua Alessia, dice Nino, ho vinto la scommessa! Fiero delle sue gesta scientifiche, stringe la mano di Alessia che sorride divertita.

Ma ora il problema è:

COME HA FATTO L'AGO A GALLEGGIARE?

Come c'è riuscito chiede maestra Giuliana, cosa ha fatto lui di diverso rispetto ad Alessia??

Matteo dice:- Hai messo un pezzo di carta...-

Certo! Poi cosa succede?

Alessia: l'ago ha fatto appesantire la carta e l'ha fatta affondare.

Sembra ragionevole questo, dice Nino.....

Come si fa a verificare se quello che ha detto lei è giusto o sbagliato?

Provando esclamano i bambini!

Bene! Provando cosa nello specifico?

Fabio alza la mano per specificare che secondo lui non è il peso dell'ago che ha fatto affondare la carta ma è stata la carta stessa che ha assorbito l'acqua e poi è affondata.

Bene, facciamo la prova, prendiamo un pezzo di carta senza ago sopra e vediamo se affonda mettendolo nell'acqua.

Se affonda vuol dire che non dipende dal peso dell'ago, se non affonda vuol dire che la causa è il peso dell'acqua.

Ecco proviamo.....

**AFFONDA! STA SCENDENDO DICONO I BAMBINI.. HA ASSORBITO L'ACQUA!**

Però c'è qualcosa che lo fa galleggiare....In realtà è la combinazione delle due cose guardate.. ora dò una leggera spinta alla carta e ora sta affondando...

quindi abbiamo visto una cosa interessante, la vera ipotesi consisteva in ciò che ha detto Fabio e, cioè che l'ago inizialmente spinge un pò la carta e dopo di che la carta va a fondo.

ora ripetiamo l'esperimento, vedete?

Come mai l'ago galleggia?

Come mai l'ago galleggia?

Vieni Fabio, cosa fa l'acqua intorno all'ago? Fabio:- Fa una specie di superficie....-

maestra Giuliana chiede ai bambini:- Sembra che l'acqua rivesta l'ago, fa una specie di culla che lo sorregge a galla.-

Adesso vi chiedo- Come faccio a spostare l'ago senza toccarlo?-

**CON IL SOFFIO DICONO I BAMBINI QUASI ALL'UNISONO....**

No bambini, esclama Nino, ho detto che lo devo spostare senza toccarlo in nessun modo... Se io soffio c'è l'aria che picchia sull'ago e lo sposta.

MMMMMM::: i bambini si trovano spiazzati per qualche istante ma poi esordiscono dicendo:- Possiamo usare una calamita!!!-

Alessia dice:- Io lo so perchè questo esperimento l'avevo già visto nel libro di scienze.-

è elettricità statica della calamita che fa muovere l'ago.

m

Ma... dice Nino l'elettricità, statica è elettricità ma la calamita è un'altra cosa.....

Ora proviamo con la calamita, WOW, esclama Nino mentre l'ago si muove attratto dalla calamita.

Vedete, ora prendo anche l'ago dal fondo, vedete? Anche se la calamita è bagnata funziona lo stesso.

Adesso bambini infilo un pezzo di sughero nell'ago e rimane a galla grazie ad esso e lo muovo dove voglio...

Vedete bambini, questo fenomeno che è il magnetismo vuol dire che esistono dei modi per esercitare una forza a distanza senza toccare

perchè io non lo sto toccando!!

**ORA bambini venite tutti qui, pronti??? Allungate le mani verso l'ago, e ora, magnetismo delle maniiiiiiiiiiii!!!**

**FORZA MUOVETE L'AGOOOOOOOOOOO!!!!**

**NIENTE NON SI MUOVE!!!! BAMBINI CONCENTRATEVI! FORZA MAGNETICAAAAAAA, FORZA FOTONICAAAAAAA!!!**

**NIENTE NON SI MUOVE. I BAMBINI RIDONO DIVERTITI!!!!**

**IO PERÒ.... DICE ALESSIA,,,,, QUANDO MI SIEDO IN UNA SEDIA I CAPELLI RESTANO ATTACCATI ALLO SCHIENALE.....**

Ecco qui, dice Nino, mi hai fatto venire un'idea!!! Si avvicina alla cattedra e prende uno strano aggeggio composto dal manico di un accendigas e

una palla di Natale incastrata sulla punta.

-----

Ecco qui bambini! Questa è una bacchetta magica!

Con l'aiuto della descrizione di Nino i bambini capiscono che all'estremità dell'accendigas c'è una pallina di natela con rivestimento metallico.

Ora Nino si avvicina alle bambine con l'aiuto della "bacchetta magica" riesce a far muovere i capelli delle fanciulle.

Poi si ripete l'esperimento con un pezzo di carta e con l'ago che galleggia dentro l'acqua.

Con la bacchetta magica lo scienziato riesce a spostare sia la carta che l'ago ma...

Nino spiega agli alunni che in questo caso non si tratta di magnetismo come nella calamita. Infatti questo è un altro problema ancora, l'accendino crea elettricità scoccando la scintilla, la scintilla carica elettricamente la superficie sferica che, a sua volta, avvicinandosi ad un corpo metallico (ago) trasferisce la carica elettrica perchè si carica anche lui e, in questo modo, si attraggono.

Ma... le sorprese non sono finite qui, Nino va alla cattedra e armeggia con un vassoio e dei chiodini di ferro che appoggia in esso e dice:-

Arriva un mago, vi vuole prendere in giro, vi dice che ha il magnetismo nelle mani ma, adesso, voi non ci credete più!-

Guardate:

ATTENZIONE, ATTENZIONE!

Lo scienziato alza il vassoio con dentro i chiodi, avvicina la calamita sotto il vassoio e come per magia tutti i chiodi iniziano a muoversi seguendo la traiettoria che Nino traccia con la calamita.

WOW, esclamano i bambini.....

Non è finita qui, guardate:

con la mano ammucchia i chiodi e avvicinando la calamita dall'alto i chiodi rimangono attaccati l'uno con l'altro formando una stalatite di ferro!

i bambini sono divertiti e allo stesso tempo stupiti.

Allora bambini, perchè succede questo? perchè i chiodi si attaccano l'uno all'altro e formano una stalatite?

Guardate qui, io ho un ago in mano, lo vedete?

Lo metto sulla calamita e si attacca, vedete? Se poi prendo un altro ago e lo avvicino al primo questo si attacca ad esso....

Mi sapete dire perchè??

i bambini iniziano a parlare tutti insieme: perchè, perchè, allora....

Fabio parla tu, dice Nino.

quindi, inizia il bambino, quando un ago si attacca alla calamita si magnetizza anche quello e allora se ne avvicini un altro quello si attacca.

Certo!

Bene! L'ago diventa a sua volta una calamita dice Nino.

E la stessa cosa succede con i chiodi, ciascun chiodino diventa una calamita.

E adesso un ultimo esperimento, poi lavorate voi...

Sul vassoio ora viene versata della limatura di ferro e lo scienziato passa vicino ai bambini per mostrare loro cosa accade con l'uso della calamita.

Vedete bambini? Guardate come si orienta la polvere a seconda di come muovo la calamita.

CHE BELLO, CHE BELLOOOOOOOOOOOO esclamano i bambini.....

Quando si muove sembra un animaletto, sembra un riccio, dicono i bambini.

All'improvviso maestra Giuliana pone una domanda ai bambini:

se io usassi la farina, la calamita riuscirebbe a farla spostare da una parte all'altra del vassoio così come accade con la limatura?

Nel laboratorio di scienze non c'è farina però si ovvia con del borotalco e si prova a trasportarla con la forza della calamita.

MA.... Non succede niente, immobile. La calamita non ha nessun potere...

Si conclude che una qualsiasi polvere non viene attratta!

Per far capire meglio ai bambini Nino prende un pezzo di alluminio e chiede loro se resterà attaccato alla calamita così come è successo per i chiodi.

Ormai i bambini sono degli scienziati esperti e subito capiscono che non succederà niente.

INFATTI l'alluminio non viene attratto.

A questo punto Nino spiega che non si attrae qualsiasi tipo di metallo ma solo ed esclusivamente metalli ferrosi.

I bambini iniziano a lavorare da soli con calamite, vaschette, aghi e acqua..... L'entusiasmo è grande!!

FARE GLI SCIENZIATI E' BELLISSIMO!!!!!!

## Gli elaborati dei bambini sulle forze invisibili

### “Racconto sulle forze invisibili

Ieri mattina stavo andando in bagno e ho trovato al mio fianco Nino Martino, lo scienziato con cui facciamo gli esperimenti un martedì al mese. Le maestre hanno sistemato i banchi, Nino ha messo sul tavolo un recipiente d'acqua, un ago e la carta assorbente. Alessia ha preso l'ago e l'ha buttato nell'acqua e abbiamo visto che non galleggiava. Allora Nino ha provato a mettere sotto l'ago la carta assorbente, così facendo la carta assorbente è affondata mentre l'ago è rimasto a galla. Fatto ciò lo scienziato ha preso una calamita ed è riuscito a spostare l'ago sull'acqua. Poi ha infilato un ago in un pezzo di sughero e ha detto: - Forza magnetica!! L'ago si mosse. Si passa subito ad un nuovo esperimento. Dalla sua borsa lo scienziato prende uno strano aggeggio composto da un accendigas e una palla di Natale sulla punta. Per prima cosa questa “calamitosi” ha attirato i capelli di Omi. Successivamente Nino ha usatola bacchetta per provare a spostare l'ago sul sughero e l'ago si è mosso. Anche il nostro amico scienziato è rimasto sbalordito da questo fenomeno. La spiegazione è scientifica, questa volta, non è il magnetismo ma è la scintilla provocata dall'accendino che carica elettricamente la palla. Quando la palla si avvicina all'ago gli trasmette elettricità e lo fa muovere.”



## Foto degli esperimenti fatti in classe sull'elettromagnetismo e le forze invisibili

Nella foto seguente si sta provando a spostare un ago conficcato a banderuola su un tappo galleggiante senza toccarlo e senza soffiarci sopra. Si prova spostarlo con la forza del pensiero. Tentativo fallito.



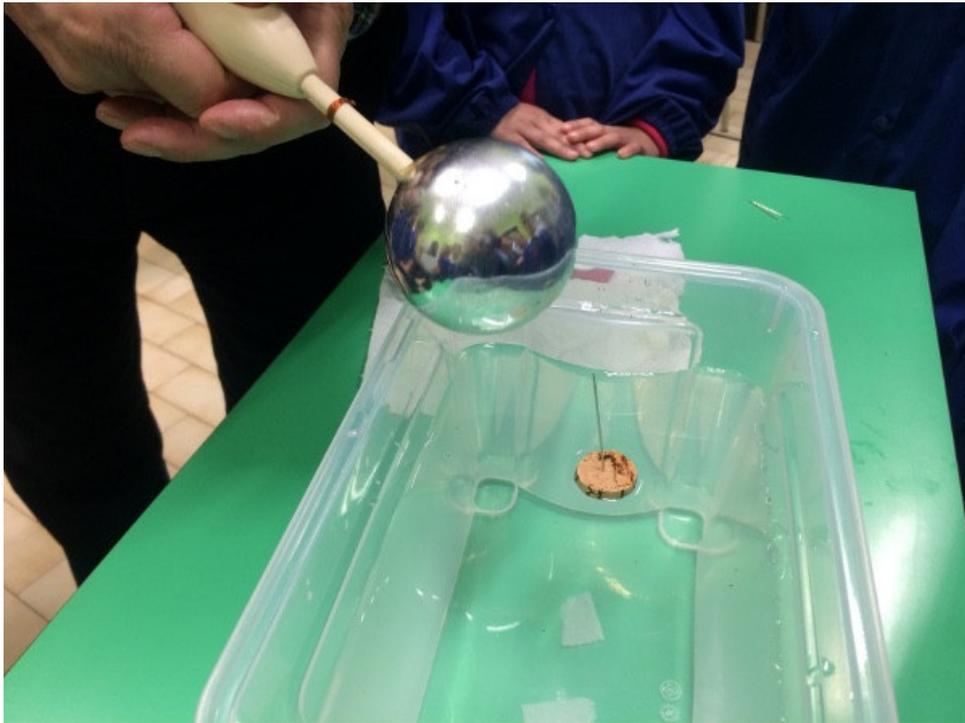
Nella foto seguente si riesce a spostare l'aghetto galleggiante usando una calamita, senza toccarlo e senza soffiarci sopra.



Si passa a forze elettrostatiche. Un accendino piezoelettrico è collegato a una banale palla di albero di natale. Schiacciando il pulsante la palla di natale si carica elettricamente e attira i capelli della bambina...



Anche l'ago metallico viene attirato dalla palla di natale elettrizzata. Per chi sa la fisica ad altro livello, non certo quello dei bambini, è un fenomeno di induzione elettrostatica





Si possono creare delle “meduse” metalliche con una calamita. Il primo chiodino si attacca alla calamita, si magnetizza e diventa a sua volta una calamita, quindi attira il secondo chiodino che si magnetizza e diventa anche lui un'altra calamita, quindi attira il terzo chiodino ecc. ecc.





La cosa è molto evidente nella foto seguente



I bambini provano loro in vario modo



# Intorno al galleggiamento dei corpi, alle mongolfiere, ai palloncini delle fiere che volano via...

Il principio di Archimede dice: "un corpo immerso in un fluido riceve una spinta verso l'alto pari al peso del volume del fluido spostato".

Probabilmente pochi di voi (se non siete fisici o insegnanti di scienze) se lo ricordano in maniera esatta. Il perché poi succeda si è perso nella notte dei tempi. Alle superiori sicuramente vi avranno fatto una dimostrazione con lavagna e gessetto del perché succeda una cosa del genere, probabilmente senza alcun esperimento (perché tanto avete sempre visto corpi galleggiare).

E così, a distanza di anni, pochi di voi si ricorderanno il perché.

Sembra un argomento difficile da trattare, specie a livello di scuola primaria. Eppure...

Prendiamo un trabiccolo al quale è attaccato un dinamometro. Se non avete un dinamometro prendete una molla. Se non avete nemmeno la molla prendete un elastico (in questo caso però potete far vedere il fenomeno solo in modo molto qualitativo senza possibilità di prendere misure precise - l'elastico malgrado le apparenze ha un comportamento differente da quello di una molla). Il dinamometro è fatto semplicemente da una molla che scorre all'interno di un tubicino ed è tarato. Se avete un dinamometro potete fare misure precise senza problemi. Se avete una molla e volete fare misure dovreste misurare gli allungamenti della molla e questo potrebbe non essere semplice, ma senza la necessità di misure precise funziona bene.

Prendete un pezzo di pogo e mettetelo delicatamente in un recipiente di acqua.

Il pezzo di pogo va a fondo. Ovvio.

Modificate il pogo a barchetta.

Domanda "e che cosa succede se adesso lo metto nell'acqua".

Aspettate che ci siano un po' di ipotesi. Qualunque siano le ipotesi fatte dai b/s, adagiatelo lentamente in acqua.

Se avete fatto bene la barchetta il pogo galleggerà.

Domanda "e perché galleggia?"

Aspettate le risposte. Una risposta possibile, avvenuta realmente in una classe è:

"perché contiene dell'aria".

Non è una ipotesi stupida come potrebbe sembrare a prima vista. Per noi è ovvio che l'aria sopra la barchetta, contenuta sopra la barchetta non c'entra nulla. Ma per il b/s non è così. Si rifà alla sua esperienza. Le bolle d'aria salgono a galla, ha visto l'acqua bollire nella pentola, ha bevuto bevande gasate. L'aria sta sempre sopra e l'acqua sta sempre sotto. Voi avete modificato la forma, l'avete fatta incavata, è come se contenesse dell'aria. Tutte le forme incavate contengono qualche cosa, le pentole, le padelle, le tazze contengono liquidi, solidi ecc. perché non aria?

*Il bambino, se è sopravvissuto fino a quel momento è perché una idea del mondo reale che lo circonda se l'è dovuta fare per forza. Ragiona spesso per analogie. Questo significa per esempio che non potete fare delle asserzioni per dirgli che non è così come pensa. Dovete fargli vedere qualche cosa di fisicamente materiale, un fenomeno, per aumentare l'esperienza in modo che possa modificare quello che pensa. Altrimenti vi dirà di sì per accondiscendenza ma continuerà a pensare come prima. Anche quando sarà adulto come voi.*

Bisogna innanzitutto smontargli l'ipotesi fatta provando a modificare la forma del pogo in modo che contenga dell'aria. Il pogo va a fondo (ma se ne mettete troppa... galleggia "ecco, io lo dicevo..."). Se il bambino vi vuole mettere nei guai potrebbe osservare che bisogna metterci dentro la stessa quantità d'aria che c'era nell'incavo. Non mi è mai successo ma non si sa mai. In questo caso non ho per il momento idee a proposito...

A questo punto costruiamo un esperimento ad hoc, come si fa spesso quando si costruisce la fisica.

Prendete un pezzo di plastilina o equivalente e appendetelo al gancio della molla/dinamometro.

Il dinamometro/molla si allunga. Se avete il dinamometro guardate di quanto si è allungato e segnatelo, se avete la molla misurate di quanto si è allungata.

Fin qui niente di speciale.

La domanda per i b/s è:

"quanto sarà il peso del pezzo di pongo/plastilina se lo immergo nell'acqua"? "Come faccio a saperlo"?

Suppongo che una delle idee sia quello di ... immergerlo nell'acqua.

Immergetelo nell'acqua. Una cosa ad effetto è prendere un contenitore di acqua e avvinarlo dal basso fino a fare immergere il pezzo di pogo. Il dinamometro/molla si contrae.

Il pezzo di pogo/plastilina pesa visibilmente meno in acqua.

Domanda "come mai in acqua pesa di meno? da cosa dipende?"

Verranno fatte diverse ipotesi, probabilmente ci sarà quella che la diminuzione di peso dipende dalla forma. Difficile che venga imbrogliata l'ipotesi che dipenda dal volume.

Questa è la cosa sorprendente: gli oggetti immersi nell'acqua diventano ... più leggeri. ma questa formulazione è un po' imprecisa e ingannevole. Cosa vuol dire che il corpo diventa più leggero? L'immersione sta cambiando il corpo? Poiché il corpo non cambia nell'immersione si apre subito una ricerca "scientifica" sul perché debba succedere una cosa del genere. In realtà se uno guarda attraverso l'acqua può vederlo deformato, ma basta farlo riemergere per rassicurarsi, non è cambiato. D'altra parte quando facciamo il bagno non cambiamo molto, perdiamo solo un po' di sporcizia.

*Osservate come abbiamo fatto: abbiamo apparentemente abbandonato il primo fenomeno e abbiamo costruito in laboratorio un secondo fenomeno, che può anche non sembrare collegato al primo. Stiamo ricreando una situazione di laboratorio in cui esaminiamo cosa succede del peso di un corpo quando è immerso nell'acqua e speriamo di trarre delle conclusioni ragionevoli per spiegare il primo fenomeno, quello della barchetta di pongo. È così che lo studente impara cosa è la ricerca scientifica, il metodo scientifico. Ma non solo. Impara anche a cercare di capire la realtà e lo circonda in tutti i campi, non solo quello della cosiddetta fisica.*

Quali sono le variabili in gioco? Da che cosa dipenderà la differenza di peso dell'oggetto? Cioè quali sono i fattori che influenzano la perdita di peso? Gli studenti dicono a ruota libera le possibilità e la lista è più interessante del previsto:

il materiale dell'oggetto

la forma dell'oggetto

il volume dell'oggetto

il tipo di fluido

la profondità di immersione, la quantità d'acqua sopra all'oggetto

(questo è quello che è avvenuto in una situazione reale, ma possono esservi altre ipotesi fatte, gli studenti sono sempre sorprendenti, se si libera la loro fantasia... La classe era una seconda di scuola secondaria di primo grado. Una classe della primaria si comporterà probabilmente in modo diverso, non abbiamo ancora fatto esperienza di questo fenomeno a questo livello. Nel report, a esperienza avvenuta, faremo il resoconto di ciò che è successo realmente nella classe della primaria.)

C'è un primo problema sulla differenza fra forma e volume di un oggetto. Un oggetto può avere una forma diversa e avere lo stesso volume? Per esempio se io appiattisco molto il pezzo di pongo questo cambia il suo volume, ha più volume? Nella metodologia che stiamo seguendo bisogna fare un esperimento per dimostrare che si può cambiare la forma di un oggetto senza cambiarne il suo volume.

*Mi viene in mente ora una possibile dimostrazione per un bambino. L'acqua contenuta in un palloncino rappresenta grosso modo il volume del palloncino, la differenza sta solo nello spessore della parete del palloncino. Allora metto una certa quantità d'acqua in un palloncino di gomma. Ma il palloncino adesso lo posso deformare come voglio e la quantità d'acqua dentro rimane ovviamente la stessa. Esiste quindi un corpo che cambia la forma ma mantiene il suo volume inalterato.*

**La forma dell'oggetto.** Si prende lo stesso blocchetto di pongo lo si pesa in aria e poi immergendolo nell'acqua così come è. Si misurano i valori segnati dal dinamometro. E si segna la differenza dei due valori. Poi si cambia la forma del blocchetto di pongo facendo attenzione a non includere bolle d'aria. Si ripetono le misure in aria e dentro acqua. La differenza delle misure aria-acqua è la stessa.

*La differenza dei due pesi NON dipende dalla forma dell'oggetto*

**Il materiale dell'oggetto.** Bisogna cambiare il materiale ma tenere costanti le altre variabili elencate. Su proposta degli studenti si prendono due oggetti della stessa forma, dello stesso volume, immersi nello stesso fluido (acqua) ma di materiale diverso. In laboratorio esistono due cilindri uguali, uno di metallo e uno di materiale indeterminato (plastica?) decisamente più leggero. Uno studente effettua le misure sul dinamometro. La differenza delle misure in aria e in acqua è la stessa per tutti e due i cilindri.

*La differenza di peso NON dipende dal materiale dell'oggetto.*

**la profondità di immersione,** se io immergo di più o di meno il corpo la differenza di peso dell'oggetto cambia?. Per verificare l'ipotesi che apparentemente sembra essere plausibile (tutti hanno fatto esperienza di immersione), abbiamo preso lo stesso oggetto e lo abbiamo immerso a due profondità differenti. Il risultato è stato per molti sorprendente: la variazione di peso in aria e in acqua NON dipendeva dalla profondità di immersione.

**il volume del corpo.** Uno studente di secondaria di primo grado ha escogitato il modo: lo stesso pezzo di pongo una volta veniva immerso nell'acqua e una volta veniva immerso dopo aver creato una bolla d'aria al suo interno. La differenza è stata evidente. La forma era diversa, ma abbiamo visto prima che la differenza di peso non dipendeva dalla forma. Il peso era lo stesso, la profondità abbiamo visto prima che non conta. E' importante notare che in questo modo, in questa sequenza si sono eliminate via via tutte le possibili variabili. In quest'ultimo esperimento l'unica variabile rimasta era il volume del corpo.

*Questa è la cosa importante da far vedere. Siamo partiti da un fenomeno, abbiamo costruito un esperimento di laboratorio. In questo esperimento di laboratorio abbiamo scritto le possibili variabili del fenomeno, ovvero da che cosa poteva dipendere la differenza di peso in aria e in acqua. Poi abbiamo variato una per una ciascuna delle variabili tenendo ferme, costanti, tutte le altre. Quando abbiamo visto che una variabile non influenzava per niente il fenomeno l'abbiamo cancellata dalla lavagna: nei passi successivi potevamo non tenerne conto e questo ci semplificava via via la vita. Questo modo di procedere è stato testato, come detto più sopra in classi della secondaria di primo grado. Come e cosa può essere fatto a livello di*

scuola primaria? Questo può essere interessante e nel momento di scrivere questo articolo siamo molto interessati a quello che succederà realmente con i bambini. Ci possono essere sorprese.

**Il tipo di fluido.** Mantenendo costanti tutte le variabili dobbiamo cambiare il tipo di fluido. Immergiamo un corpo di un determinato volume (abbiamo visto che le altre variabili non contano) prima in acqua ( e marchiamo la differenza di peso) e poi in olio di semi ( o un altro liquido di fantasia vostra)(potrebbe essere per esempio acqua in cui è stato sciolto tutto il sale che vi si poteva sciogliere) e marchiamo di nuovo la differenza di peso. Le due differenze di peso sono diverse!

*A little break: La salamoia della nonna e le patate galleggianti. C'è un trucco per sapere quando la salamoia per conservare le olive ha il grado di sale giusto: si immerge una patata nell'acqua, la patata va a fondo, poi si scioglie progressivamente del sale nell'acqua fino a quando la patata galleggia. Quando la patata galleggia la salamoia è quella giusta. Cosa ho variato? La densità dell'acqua, aggiungendo del sale. Quindi sicuramente la spinta verso l'alto che riceve la patata dipende dal materiale del liquido, dal tipo di liquido.*

La differenza di peso dipende dal volume del corpo e dal tipo di fluido in cui è immerso. Ci stiamo avvicinando alla mitica spinta di Archimede e ai suoi eureka nella vasca da bagno...

E adesso la fase finale.

*(attenzione: quanto segue è stato fatto realmente sempre in una classe di secondaria di primo grado. Riporto qui per completezza e per comprendere sia il fenomeno sia il modo di trattare le cose. Cosa può essere fatto nella primaria lo vedremo in concreto DOPO aver fatto l'esperienza con i b/s).*

Prendiamo un cilindro di un certo volume, lo immergiamo in un cilindro di vetro graduato e marchiamo di quanto si è alzato il livello. Oppure misuriamo la base del cilindro e determiniamo per altra via il volume del cilindro. Se invece è un corpo di forma qualunque (il pezzo di pongo) siamo costretti a misurarne il volume attraverso l'innalzamento del liquido o attraverso il versamento del liquido spostato. Si può fare in diverse maniere. La maniera forse più semplice è quella di mettere il contenitore dentro un altro contenitore. Si riempie il primo fino all'orlo, si immerge il corpo, il liquido trabocca e si misura quando liquido è traboccato. Ma non c'è limite alla fantasia, ovviamente.

Se adesso pesiamo il volume del fluido spostato dal copro, ovvero pesiamo un volume di fluido uguale al volume del corpo troviamo un numero. E questo numero è uguale al numero della differenza di peso del corpo (prima in aria e poi nel fluido). Abbiamo trovato la legge della spinta di Archimede.

La spinta di Archimede verso l'alto è uguale al peso del volume del liquido spostato dal corpo

Si poteva arrivare subito? Didatticamente non conviene. Ci siamo arrivati passo passo, abbiamo visto funzionare il metodo scientifico, abbiamo visto l'importanza di un esperimento costruito in laboratorio per comprendere la realtà e abbiamo imparato a fare addirittura misure quantitative per spiegare un fenomeno.

Si può arrivare anche a una formalizzazione più spinta, si può arrivare alla formula finale, se è il caso e se le condizioni della classe e dei vostri programmi lo consentono.

Se si fanno diverse misure variando il volume del corpo e mantenendo costante il tipo di liquido si può fare un grafico. In ordinate per esempio la differenza di peso misurata, e in ascisse i volumi del liquido spostato (nel caso di immersione totale questo è evidentemente il volume del corpo). Quel che viene fuori è un grafico di due grandezze proporzionali fra di loro: una retta. E la retta ha una sua pendenza. Se io vario il tipo di liquido e rifaccio le misure trovo di nuovo una retta ma con una pendenza diversa. La pendenza, la costante di proporzionalità fra le due grandezze, è proprio il peso specifico del liquido, ma questa è tutta un'altra storia...

# Report sul principio di Archimede 1

L'inizio è stato diverso dal solito ma dal mio punto di vista è stata una improvvisazione interessante.

Uno degli aspetti della ricerca scientifica e del metodo scientifico è che si parte da un fenomeno, ci si chiede la spiegazione di quello che accade. Ma quando inizia la ricerca non è detto che si continui con quel fenomeno così come è avvenuto la prima volta. Spesso si costruisce un apparato sperimentale "pulito" per osservare il fenomeno prescindendo da una serie di aspetti che lo possono "sporcare". L'apparato sperimentale potrebbe differire, nell'aspetto, anche notevolmente dal fenomeno iniziale che si è osservato. Lo stesso apparato sperimentale è soggetto a evoluzione mano a mano che procede la ricerca.

Questo modo di procedere non differisce da come si lavora in classe con i bambini/studenti.

Bisognerebbe farlo notare, magari alla fine del lavoro, facendo una sorta di riassunto di quello che si è fatto. Certo, molti non se ne ricorderanno affatto, ma uno o due coglieranno quest'aspetto. A livello delle medie e delle superiori invece far notare quest'aspetto diventa invece fondamentale per la comprensione della costruzione della fisica e di che cosa vuol dire ricerca sperimentale e elaborazione teorica e formalizzazione in equazioni e formule.

Gli insegnanti comunque dovrebbero aver ben presente questo aspetto, per farlo notare creativamente quando pensano sia opportuno.

Prendiamo un recipiente pieno d'acqua e una patata.

Cosa succede se metto la patata in acqua?

In genere la risposta è "affonda", ma qualcuno può anche rispondere che galleggia. Chiamo uno/una. "Prova a farla galleggiare". Non ci riesce, la patata affonda.

"prova tu"

Tutti quelli che chiamo non riescono a far galleggiare la patata.

"Scommettiamo che io riesco a far galleggiare la patata?"

Nel recipiente con l'acqua verso una quantità spropositata di sale (ho usato sale grosso ma è molto meglio usare sale fino per farlo sciogliere più velocemente - se poi l'acqua è calda è ancora meglio per farlo sciogliere).

In realtà la cosa migliore sarebbe preparare un altro recipiente identico con il sale già disciolto. L'acqua è limpida e i due recipienti sembrano uguali. E in seguito sciogliere il sale anche nel primo recipiente in modo da far capire bene come si fa.

Metto la patata nell'acqua salata. La patata galleggia, con sorpresa di molti.

Osservate la tecnica usata: ho coinvolto diversi studenti con una cosa che davano per scontata e che l'esperimento ha confermato nelle loro convinzioni. Poi ho effettuato una modifica delle condizioni, l'acqua ora è salata. Ho accentuato la sorpresa dopo aver fatto loro fare la prova ovvia della patata che affonda. Avrei potuto far galleggiare la patata su acqua salata ma questo non avrebbe generato grande sorpresa e non avrei accentuato la differenza

Ora c'è il problema. Perché la patata galleggia sull'acqua salata e non galleggia nell'acqua dolce? Cosa ha modificato la presenza del sale? Molti hanno fatto diverse ipotesi, ovviamente scentrate, è difficile immaginare una risposta al quesito.

Adesso ho costruito un apparato sperimentale diverso. Un trabiccolo che portava appeso un dinamometro. Come nella figura:

FIGURA O FOTO

Faccio notare (vedi sopra) a tutti che quello che sto costruendo sembra che non c'entri niente con la patata che galleggia. Come faccio a fissare la patata al gancio del dinamometro? La lego, ma è difficile legarla. Uno suggerisce di farci una incisione. Infatti faccio un'incisione e lego la patata con un elastico.

Attenzione! C'è un problema a cui si non si fa caso, generalmente. Se io metto la patata sul gancio oppure se la lego al gancio con un filo lungo, il peso è lo stesso oppure no? Si dà per scontato che tutti dicano che il peso è lo stesso, ma non è così! Non è per niente ovvio che il peso, una forza, si trasmetta uguale lungo il filo (a parte il peso del filo stesso). Va sperimentato con loro. Questo è successo anche a un corso di informazione per insegnanti, quindi non è per niente ovvio. È ovvio solo per i fisici e per gli scientifici.

Misuro sul dinamometro il peso della patata in aria. Poi immergo la patata nel recipiente di acqua dolce (nel recipiente di acqua salata la patata galleggia e il peso sarebbe zero...).

Il dinamometro segna una misura drasticamente diversa. La patata in acqua pesa molto di meno. Questa è la sorpresa necessaria.

Misuriamo il peso della patata in aria e misuriamo il peso della patata in acqua e annotiamo la differenza.

Notazione: Qui c'è il problema della misura. Bisognerebbe preparare i bambini/studenti a misurare le cose. Perché si misurano pesi,

lunghezze, superfici? Come si fa a misurare pesi, lunghezze, superfici ecc.? Come mai i risultati delle misure possono differire leggermente tra loro (vedi la misura di un'area)? e così via. In realtà l'operazione di misura associa a un oggetto, a una grandezza fisica, un numero, una serie di operazioni che sono tipiche della grandezza da misurare. Questo porta alla matematica e a una serie di cose connesse. Da approfondire.

Ora di nuovo facciamo una cosa "laterale".

Ci poniamo un problema: "come facciamo a misurare il volume della patata"? La prima risposta che danno è "con un metro". Hanno imparato a misurare le lunghezze con un metro. Forse altre cose si possono misurare con il metro. Per loro è un tentativo onesto di utilizzare le cose che conoscono per affrontare cose sconosciute. Normale.

L'idea è quella di immergere la patata in un recipiente graduato pieno di acqua. Si misura l'altezza del liquido prima dell'immersione e l'altezza del liquido dopo l'immersione. Il livello del liquido con la patata immersa si è alzato. La patata, il suo volume, ha spostato un volume di acqua pari al suo.

Misuriamo il peso dell'acqua spostata, riempiendo il recipiente graduato con la differenza misurata prima. Stiamo ora pesando il volume dell'acqua spostata.

Se ora confronto il peso del volume dell'acqua spostata con la differenza di peso (patata in aria - patata in acqua) trovo che il numero è grosso modo lo stesso (entro gli errori di misura, che sono non troppo piccoli).

Ho tirato fuori il principio di Archimede:

"un corpo immerso in un liquido riceve una spinta verso l'alto pari al peso del liquido spostato".

Perché la patata galleggia nell'acqua salata?

Abbiamo fatto le misure, a questo punto, e 100ml di acqua salata, pesano più di 100 ml di acqua salata. Allora per il principio di Archimede la spinta verso l'alto sulla patata in acqua salata è maggiore della spinta verso l'alto in acqua dolce. E la patata galleggia.

Facendo misure precise si trovano numeri che concordano perfettamente (quasi) con quanto detto sopra.

Naturalmente, per via del tempo a disposizione, non si sono proseguite alcune cose.

per esempio avevamo preparato acqua e zucchero. Cosa succede alla patata in acqua e zucchero? Cosa succede alla patata in alcool denaturato? O in olio di semi?

Si arriva spontaneamente a una questione: 100 ml di un liquido pesano in modo a volte assai differenti a seconda del liquido. L'alcool pesa meno dell'acqua. L'olio pesa meno dell'acqua e infatti galleggia sull'acqua. E così via.

## Report sul principio di Archimede 2

Eccoci pronti per il nostro ultimo esperimento, si conclude la nostra bella avventura con il principio di Archimede.

Si dispone un banco in mezzo all'aula con sopra due vaschette di acqua dolce.

Nino prende in mano una patata e chiama subito Sofia vicino a lui e le dice: <<Tu, vieni, fai galleggiare la patata!>>

Sofia arriva spedita e, prendendo in mano la patata, afferma subito che non riuscirà a farla galleggiare perché risulta troppo pesante.

infatti, messa la patata nell'acqua, resta pesantemente sul fondo.

Vai a posto, dice Nino con tono imperativo!!! i bambini ridono divertiti.

Nino fa un altro tentativo: <<TU! VIENI! FALLA GALLEGGIARE!!>>

Elisa si alza e prende la patata in mano buttandola nell'acqua ma..... anche stavolta non galleggia!!

Ma... è possibile che non riusciate a far galleggiare una patata??

Adesso vieni tu Alessia che tu ce la fai a far galleggiare una patata, forza!

Ma... anche la patata di Alessia resta clamorosamente sul fondo.

Ma..... qui c'è qualcosa che non va dice Nino...

Aspettate un po', cambio e prendo un'altra patata....

Ora vieni tu e riprova! vediamo se galleggia questa....

Ma... il risultato è lo stesso, la patata affonda e, allora si mette in discussione l'acqua... forse c'è qualcosa che non va nell'acqua.

Aspettate un attimo che devo fare una cosa....

Nino si allontana con la vaschetta in mano e aggiunge un chilo di sale all'acqua.

Lo mischia per bene e lo fa sciogliere nell'acqua.

Ad un certo punto, dopo aver mischiato e fatto sciogliere tutto il sale, Nino chiama Michele e lo invita ad avvicinarsi, a prendere la patata e a buttarla di nuovo nell'acqua per cercare di farla galleggiare.

Michele getta la patata nell'acqua con il sale e.... come per magia la patata galleggia.

Colpa del sale ESCLAMANO i bambini!!

Ecco, dice Nino ma, perché secondo voi il sale fa galleggiare la patata???

Aurora dice: <<Nino è come quando sei al mare e hai una palla, galleggia perché nell'acqua c'è il sale.>>

Aspetta, aspetta, dice Nino... c'è una palla qui?

Non troviamo una vera e propria palla ma un bussolotto di plastica che si trova dentro le uova di Pasqua fa proprio al caso nostro.

Nino lo prende, lo mette sia nella vaschetta dell'acqua dolce che in quella con il sale e i bambini osservano che galleggia in entrambe....

Allora il problema sta nel fatto che il bussolotto è leggero, dicono ad alta voce i bambini..Molto bene risponde Nino, allora facciamo così, apre il bussolotto e mette dentro due patate, richiude e lo immerge sia nella vaschetta dell'acqua dolce che in quella dell'acqua salata. in entrambe le vaschette, il bussolotto resta a galla.

Allora bambini, cerchiamo di capire, il bussolotto con le patate dentro è pesante però galleggia ma, la patata che è meno pesante affonda...

Nino mostra di nuovo praticamente le sue affermazioni e i bambini annuiscono con la testa.

Ma... bambini, allora dobbiamo capire bene.... che succede? Bisogna capire il fenomeno.

I bambini capiscono che non dipende dall'acqua salata, perché il bussolotto è come le navi che galleggiano sia in acqua salata che in acqua dolce.

Aurora dice che una pietra galleggerà nell'acqua ma, immergendola, affonderà.

Aurora dice che una pietra galleggerà nell'acqua ma, immergendola, affonda:

Alessia dice che nel bussolotto c'è l'aria e perciò galleggia ma... Nino dice che il problema non è l'aria...

Elisa dice che la patata galleggia perché dentro ha ferro e vitamina...

Poi si prova a far galleggiare un panetto di plastilina ma affonda in entrambe le vaschette.

Ma come mai ci sono cose che galleggiano e altre che non galleggiano?

Elisa dice che è una questione del materiale, del tipo del materiale.

Ma il sale c'entra? Chiede Nino...

Forse non è il sale in sé il problema perché la pietra prima è affondata anche nell'acqua e sale....

A questo punto secondo me bisogna fare un'altra cosa dice Nino...

Spesso quando non si riesce a spiegare i fenomeni scientifici si costruisce una cosa che non c'entra niente apparentemente per vedere veramente il funzionamento delle cose.

Ecco qui, questo è un treppiedi, poi prendo un'asticciola con i fori e la fisso poi prendo questo dinamometro con la molla che sta nella parte finale.

Nino appende la patata con un elastico alla molla e si verifica che la patata pesa 120 gr

Adesso bambini osservate cosa succede.....

Se io metto la patata dentro l'acqua mentre è ancora appesa nella molla, cosa succede? Quanto pesa adesso la patata?

4gr dicono i bambini..

Bene dice Nino, siamo passati da 120gr a 3/4 gr in acqua.

Una differenza notevole non credete?

Nell'acqua salata peserà zero perché galleggiava già da prima.

Ma cosa fa pesare molto di meno la patata?

L'acqua dicono i bambini!!!

Adesso vediamo un po' se riusciamo a capire meglio.... Nino prende un bicchiere tarato e lo riempie prima d'acqua dolce fino a 100ml e poi sempre di 100ml ma con acqua salata e i bambini notano, usando una bilancina di precisione, che l'acqua con il sale pesa di più rispetto a quella dolce.

Come posso fare a misurare il volume di una patata?

Con il metro dicono i bambini.... no, risponde Nino, ne misureremo solo alcune parti ma non sapremo quanto spazio occupa

Nino prende il bicchiere tarato e lo riempie di acqua fino a 200ml, mette la patata dentro e l'acqua sale fino a 300ml.

La patata ha 100 circa ml di acqua; Poi il peso in aria era circa 120gr. peso in acqua circa 5gr. Quindi 120 meno 5 da' 115 che è molto vicino ai 120 gr della patata in aria.

## Foto degli esperimenti in classe sul principio di Archimede

La patata in cqua semplice affonda.



Mentre se metto il sale...



... la patata galleggia. Perché?



Dopo aver fatto una incisione sulla patata per poterla appendere al dinamometro si misura il peso...

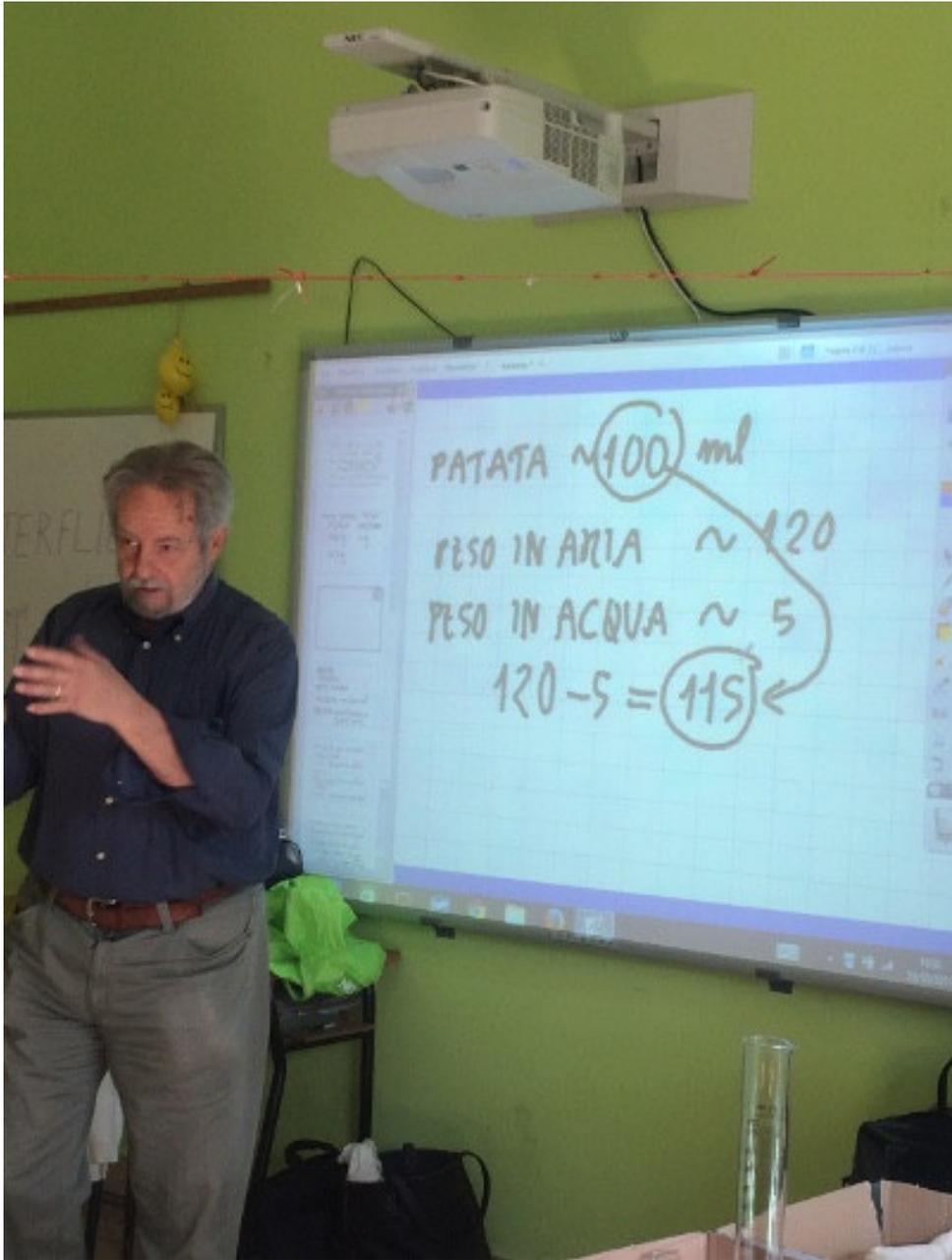




... e poi la si immerge nell'acqua (senza sale). Il dinamometro segna un peso della patata visibilmente diverso. La differenza di peso è la spinta di Archimede.



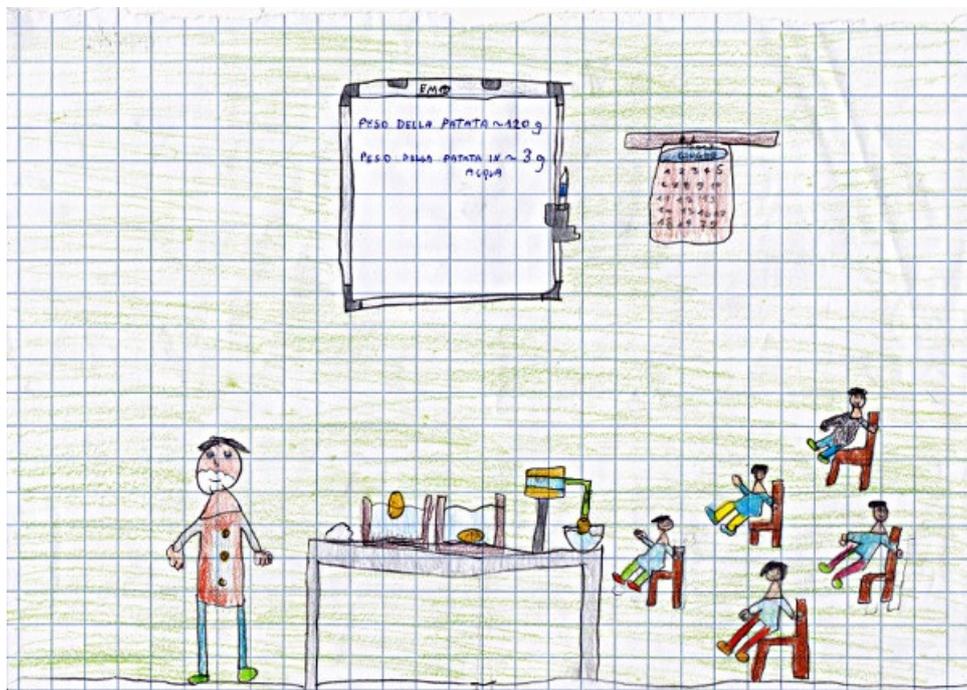
A parte si è misurato grosso modo il volume della patata osservando lo spostamento del livello dell'acqua quando la si immerge. E poi si fanno un po' di conti sulle misure. E si vede che grosso modo (misure con una certa approssimazione) la differenza di peso è proprio uguale al peso del volume dell'acqua spostata dalla patata nella sua immersione. La spinta di Archimede...



## Elaborati dei bambini sulla spinta di Archimede

*“Racconto il principio di Archimede.*

*Un giorno di primavera quando io e i miei compagni ci stavamo sistemando per iniziare la lezione la maestra ci disse che sarebbe venuto il nostro formidabile amico scienziato Nino Martino. Appena arrivato Nino gli abbiamo chiesto di cosa si trattasse l'esperimento e lui ci ha risposto: -Oggi parleremo del principio di Archimede.- appena ci siamo seduti Nino ha preso dalla sua borsa una patata e nel tavolo c'erano due contenitori con l'acqua, poi abbiamo iniziato. Nino mise la patata dentro il contenitore con l'acqua e non galleggiava. Ad un certo punto nel contenitore Nino ha messo del sale e questa volta la patata ha galleggiato. Infine Nino prese una bilancia con un'asticciola e un tre piedi e la patata pesò 200gr. Dopo pesò la stessa patata immersa nell'acqua e pesava  $\frac{3}{4}$  grammi. Abbiamo concluso che l'acqua esercita una spinta verso l'alto di un corpo e quindi in questo caso la patata pesava di meno, pesava 3 grammi.”*



## A proposito degli elaborati e dei disegni dei bambini

Una delle cose più difficili è descrivere esattamente quello che si è visto e anche capito. Insieme al prof. Guido Pegna del dipartimento di fisica di Cagliari abbiamo fatto un test, da lui ideato, con degli studenti di ... quinta liceo scientifico. Il risultato del test è stato disastroso, l'incapacità di riferire in termini corretti quanto si è visto in un banale esperimento (del tipo: quando succede *questo* allora succede *quest'altro*) è stata clamorosamente evidente. In genere saltava proprio la sequenza causale. L'articolo scritto su questa esperienza è stato pubblicato su "La Fisica nella Scuola" (rivista dell'A.I.F, associazione per l'Insegnamento della Fisica) e anche su La Natura delle Cose. Potete andare a leggerlo e scaricare anche il pdf dell'articolo. Il titolo e il link:

["Un tormentoso interrogatorio"](#)

C'è da riflettere sul modo di fare didattica della scienza (e non solo). Provate voi stessi a ripeterlo e sarete sconcertati dai risultati anche dei "*più bravi*", quelli che sanno le formule...

A conti fatti, i bambini di Villaspeciosa si sono comportati ... *onorevolmente*.

# Nota

C'è un proliferare di corsi di "formazione" che riguardano le cosiddette Nuove Tecnologie. I docenti seguono il corso, in cui vengono spiegate le meraviglie delle "nuvole", l'utilizzo di piattaforme e così via. La ricaduta non giustifica lo sforzo profuso. Il giorno dopo ciascun insegnante è in classe, con i problemi reali e la conoscenza informatica acquisita risulta di difficile applicazione (se viene in qualche modo ricordata...).

Perché si dovrebbe usare una metodologia diversa nel condurre un lavoro in classe rispetto a un incontro di formazione?

Esistono due modi diversi di apprendimento? Riteniamo che gli studenti/bambini imparino *facendo* (guidati dall'insegnante) mentre i cosiddetti "adulti" imparano *ascoltando* una bella lezione con tanto di slide?

C'è una regola fondamentale, credo. Uno impara le cose quando ha necessità di impararle (dove per necessità c'è anche una curiosità, uno stimolo di scoperta). E il passo successivo è imparare facendo quelle cose di cui uno ha necessità.

Non posso spiegare come si fa un ebook, con tanto di lavagnate di codice, di fogli di stile, e software connessi e poi pretendere che chi ha seguito la lezione sia capace di fare autonomamente un ebook, per esempio.

Altri parlano di libro di testo fatto in classe. ma come si fa? L'idea è bella. Chi lo sa fare lo sa fare, forse, ma chi non lo sa fare? Segue una lezione sul come fare? Sembrerebbe allora una contraddizione sul metodo. A parte il fatto che non sono a conoscenza di molti corsi in cui si insegna veramente a fare un ebook. Si sta verificando quello che successe per l'espressione artistica nel disegno. Gli informatici possedevano gli strumenti, i disegnatori avevano le capacità creative ma non avevano gli strumenti. Oggi la situazione è molto cambiata e la grafica a computer ha raggiunto livelli notevoli, i grafici/artisti oggi sanno usare la potenza del computer. Ma dal lato della didattica assistiamo alla stessa situazione di una volta. Chi tiene i corsi in genere è un informatico ma non un insegnante, oppure un insegnante con una infarinatura di informatica con strane idee su come si fa ad apprendere ... gli strumenti informatici.

Casualmente incominciano ora ad apparire figure diverse, come per il caso degli disegnatori/artisti. Questa esperienza nasce da un'esigenza di didattica delle scienze in una scuola primaria e "il formatore" è un insegnante che da tempo fa anche ricerca di didattica della scienza e che nello stesso tempo da tempo si occupa di informatica e di informatizzazione.

All'inizio del lavoro le insegnanti coinvolte in questo progetto non avevano la minima idea di come fare un ebook, cosa significasse veramente la cosiddetta "cloud" (la nuvola) e che utilità potesse mai avere nella didattica. Non conoscevano Sigil o Calibre, ignoravano l'esistenza dei fogli di stile CSS3 e così via. Ma avevano una forte tensione didattica.

Oggi, alla fine di questo lavoro, sanno fare un ebook per conto loro. Questo stesso ebook ha larghe parti fatte da loro, autonomamente e senza alcun intervento di chi sta scrivendo questa nota.

Hanno imparato lo strumento per la necessità didattica. Quando leggete i report dovete immaginare che dietro ci stanno ore e ore di registrazione con smartphone o con tablet. Filmati che sono poi stati trascritti nel testo dei report. C'è il lavoro dei bambini con disegni e testi, fedelmente passati allo scanner e poi inseriti. Ma le immagini si adattano perfettamente alle pagine del lettore che avete in mano, qualunque esso sia. Certo, si è imparato il codice per far sì che ciò avvenga. *Facendo* le cose. Esattamente come si fa didattica con i bambini (ma anche al Liceo, in sparute ma eccellenti sperimentazioni).

Dopo ogni intervento si aggiungevano i report, le immagini e quant'altro. La cosiddetta "nuvola" è stata utilizzata per fare un lavoro collettivo a distanza. Perché il "cloud" serve a questo (non solo come banca dati reperibile da qualunque computer). Ovviamente a lavoro finito (finito, be', si fa per dire, sarebbe contrario al metodo stesso dichiarare questo lavoro "finito"), questo non si vede più.

Quando uno di noi aggiungeva un pezzo all'ebook cambiava la numerazione nel nome del file. L'insegnante che interveniva successivamente apriva il file nel software per fare l'ebook (Sigil, nella fattispecie, open source, eccellente e gratuito, usato insieme a Calibre da chi fa professionalmente gli ebook) e lo salvava con la numerazione successiva, sempre nella nuvola. Anche il "cloud" in questione è open source e gratuito, come software, e lo spazio utilizzato giace nel server del sito "La Natura delle Cose", che lo ha messo gratuitamente a disposizione.

Attualmente nella "nuvola" ci stanno ben 26 file differenti con numerazione progressiva nel nome del file. La cosa si rivelò utile, per esempio, quando a un certo punto, per i soliti incidenti informatici, in un file sparirono dei pezzi già scritti. Andando a ritroso nei file si recuperò TUTTO.

Quindi quello che avete in mano è una fusione (che spero considererete riuscita) tra contenuti di scienze (rigorosi, anche se colloquiali), didattica delle scienze, metodologia didattica e utilizzo avanzato di strumenti informatici.

Naturalmente il "team" era in contatto costante usando whatsapp e altro. Questo è l'utilizzo della rete e delle NT nella didattica. Senza troppi clamori. Ma qui si pensava di doverlo precisare

## Altri scritti dell'autore

Nino Martino dirige il sito web [La Natura delle Cose \(l'analisi della realtà: arte, letteratura, scienza e metodologia della ricerca\)](#).

Ha pubblicato "Educazione scientifica e curricolo verticale". Riportiamo dalla descrizione: "In Italia, esiste un problema riguardo all'educazione scientifica dalla scuola dell'infanzia alla scuola secondaria di primo grado. Questo libro è un tentativo di inizio di lavoro comune. E' costituito da report, laboratori e riflessioni da un corso di formazione tenuto dall'autore presso l'Istituto Comprensivo A. Gramsci di Decimoputzu(Cagliari, dirigente Maria Limbania Rombi)".

È acquistabile in formato ebook in tutti i principali stores al prezzo di 2,49 euro, ad es. presso Feltrinelli, oppure in formato cartaceo, di nuovo presso tutti i principali stores online, oppure ordinabile in libreria, ad esempio Feltrinelli, o IBS.

acquista ebook presso [Feltrinelli](#) - presso [IBS](#)

acquista copia cartacea presso [Feltrinelli](#) - presso [IBS](#)

Ha in corso di pubblicazione altri libri sulla didattica della fisica e una raccolta di racconti.

Nella sua pagina web personale: <http://www.lanaturadellecose.it/nino-martino-49> sono presenti numerosi interventi e racconti. Altri interventi, ma soprattutto report completi di esperienze condotte in classe con considerazioni e commenti metodologici si trovano in : <http://www.lanaturadellecose.it/la-didattica-32>.

Mentre in <http://www.lanaturadellecose.it/nino-martino-49/didattica-delle-scienze-88> si trovano altri scritti, per una didattica della scienza, in laboratorio ma non solo.

Ha pubblicato diversi racconti di fantascienza e romanzi nella Delos Digital. Tra essi segnaliamo un racconto di fantascienza ambientato in una possibile "eccellente" scuola futura: [Omimax II](#), che affronta in termini fantascientifici l'introduzione della tecnologia informatica avanzata nella scuola. Seguite [questo link per averne una descrizione dettagliata](#). Divertente e amaro.

Riportiamo qui gli articoli e resoconti principali:

### [osservazioni su un pendolo che oscilla](#)

*Attraverso le osservazioni su un pendolo che oscilla, lasciando libera la formulazione delle ipotesi e delle domande, e verificando sperimentalmente ciascuna delle ipotesi si riesce a comunicare e far apprendere quello che è il metodo scientifico. Report da un corso di formazione degli insegnanti delle primarie*

### [l'elasticità delle canne lacustri di Tortoli](#)

*corso di aggiornamento sulla educazione scientifica nella scuola primaria a Ilbono (Sardegna). Che cosa è l'elasticità e come si può inventare un modo di misurarla*

### [le bolle di sapone](#) a Ilbono

*corso di aggiornamento sulla educazione scientifica nella scuola primaria a Ilbono (Sardegna). Si parte dalle bolle di sapone per fare, insieme, un po' di scoperte*

### [Il suono e le onde](#) a Ilbono

*corso di aggiornamento sulla educazione scientifica nella scuola primaria a Ilbono (Sardegna). Si parte dal suono che tutti pensano di conoscere e si scoprono aspetti inediti, insieme.*

### [la lezione fantasma](#)

*Non sempre i primi della classe capiscono veramente quello che si spiega. Allora forse il sistema di valutazione si riferisce a una metodologia didattica che non premia la comprensione effettiva*

### [Perché si può colare la pasta?](#)

*Come una domanda apparentemente scema possa richiedere una spiegazione non tanto banale. Alcuni sanno dell'esperimento del bicchiere pieno d'acqua coperto da un foglio di carta che capovolto non lascia cadere l'acqua. Certo, ma allora perché un bicchiere d'acqua capovolto senza il foglio di carta versa l'acqua? Per niente banale. Che funzione reale ha il foglio di carta?*

### [ma tu sai la fisica...](#)

*un tentativo ad una obiezione durante un corso di aggiornamento sull'insegnamento scientifico nella primaria. "Tutto bello, però bisogna sapere la fisica per fare quello che fai tu"*

### [per una grande battaglia di retroguardia](#)

*L'insegnamento della matematica sembra l'assillo contemporaneo. Ma probabilmente c'è un errore di partenza...*

### [ottica senza occhi di pesce bollito...](#)

*Gli occhi da pesce bollito li fanno gli studenti quando noi facciamo lezioni dalla cattedra che a noi sembrano stupende e gli stupidi non le apprezzano...*

### [i colori delle bolle di sapone](#)

*originale lavoro condotto in una classe quarta di liceo scientifico: i colori delle bolle di sapone sono dovute a un fenomeno di interferenza. Uno studio in luce monocromatica.*

Un'esperienza condotta al Liceo Internazionale di Zuos: la preparazione di un corso di fisica basato sulla sperimentazione

1. [la preparazione di un corso di fisica basato sulla sperimentazione - una premessa](#)
2. [La preparazione di un corso di fisica basato sulla sperimentazione - il cannone elettromagnetico 1](#)
3. [note laterali 1 - l'anello saltatore e nuove storie](#)
4. [la preparazione di un corso di fisica basato sulla sperimentazione - un problema di conservazione dell'energia](#)
5. [la preparazione di un corso di fisica basato sulla sperimentazione - carrellini e palline](#)
6. [Postscriptum: e se insegnare non fosse un lavoro come un altro?](#)
7. [Come calcolare l'effetto dell'attrito volvente](#)
8. [una critica costruttiva al lavoro di Giuseppe Milanese e Nino Martino](#) messaggi riprodotti dalla mailing list "Sagredo"
9. [che cosa è il rigore logico in fisica?](#) documento di Elio Fabri del 1999

un corso di fisica basato sulla sperimentazione, i report dei lavori nelle classi reali

1. [report del lavoro nelle classi - la misura di un'area irregolare 1](#)
2. [report del lavoro nelle classi - la misura di un'area irregolare 2](#)
3. [report del lavoro nelle classi - il cannone elettromagnetico](#)
4. [report del lavoro nelle classi - il pendolo, l'attrito, le misure, i conti](#)
5. [report del lavoro nelle classi - il pendolo e la teoria degli errori](#)

Mentre da un corso di formazione tenuto a Sassari provengono i seguenti materiali:

#### [una premessa](#)

si riportano stralci delle indicazioni nazionali per quanto riguarda i traguardi e si fanno riflessioni sul metodo necessario per raggiungerli e per costruire un curriculum verticale che vada dalla scuola dell'infanzia fino alla secondaria di primo grado

#### [l'elasticità nel mondo per parlare d'altro](#)

report del primo incontro. Si sceglie lo studio del fenomeno dell'elasticità come tema di lavoro concreto e si pongono le basi del metodo di lavoro lavorando collettivamente come si dovrebbe lavorare nella classe reale con gli studenti

#### [credenze comuni, misure di elasticità, disinganni, apparenze e altre cose ancora](#)

si procede con il lavoro di gruppo per capire come definire l'elasticità dei corpi, come misurarla e i problemi pratici che si incontrano

#### [sulla costruzione di un curriculum verticale](#)

Spunti di riflessione sulla costruzione di un curriculum verticale secondo le indicazioni nazionali. Scelta degli argomenti, metodologia indispensabile per trattare gli argomenti, diversi livelli di comprensione delle relazioni fra gli oggetti del mondo e di formalizzazione simbolica

#### [la ricaduta nelle classi: l'elasticità con i ragazzi](#)

Ci sembra importante, a corso di formazione completato, riportare anche le eventuali ricadute nelle classi reali. E' possibile veramente applicare la metodologia descritta negli articoli precedenti? O è solo una dei tanti bla bla? L'esperienza della 3B dell'Istituto Comprensivo 2 di Porto Torres

#### [la ricaduta nelle classi: giochi con famiglie di molecole d'acqua allo stato solido, liquido e gassoso](#)

esperienza in classe della 4B del primo circolo didattico di Sassari, Bancali. E' possibile fare con i bambini l'argomento, affascinante, dei cambiamenti di stato dell'acqua?

#### [la ricaduta nelle classi: le stupefacenti trasformazioni di una molecola d'acqua](#)

esperienza in classe della 4 B del 1° circolo didattico di Sassari, Bancali. Il fumetto fatto dalla classe...

# La Natura delle Cose

Il sito web La Natura delle Cose raccoglie un gruppo di intellettuali e ricercatori nei vari campi ciascuno con una propria pagina web di cui ne è il responsabile, sotto un comune denominatore:

*“La natura delle cose ovvero l’analisi della realtà: arte, letteratura, scienza, metodologia della ricerca, e ogni tipo di ricerca sul reale, dall’arte, appunto, alla scienza con la necessaria critica e svelamento delle apparenze”*

Non ha in alcun modo alcun fine commerciale e non ospita pubblicità e si regge esclusivamente sul lavoro volontario di tutti.

La Natura delle Cose, a diverso titolo e grazie ai suoi collaboratori, ha curato l’edizione e mette a disposizione alcuni ebook, in formato epub e Kindle, che possono essere scaricati gratuitamente. Questi ebook gratuiti sono rilasciati sotto licenza Creative Commons, possono essere distribuiti liberamente purché si citi l’autore e il sito <http://www.lanaturadellecose.it> e che non ci siano fini commerciali.

Gli ebook di questa serie sono frutto del lavoro concreto di gruppi di insegnanti e ricercatori a vario livello in classi reali. Per scelta teorica precisa i lavori e la metodologia vengono mostrati così come si sono svolti realmente, con tutti i limiti e i pregi di un lavoro reale in classe. Questo non esclude considerazioni e riflessioni teoriche di vario tipo, come note a margine di ciò che è successo nella didattica delle scienze nelle classi reali.

Indicazioni di come reperire tutti gli ebook di didattica prodotti sono nella pagina web:

[Gli ebook de La Natura delle Cose](#)