

A.S. 2000/2001

## Laboratorio di Temperatura e Calore

Quest' anno, in accordo con quanto stabilito dalla programmazione di inizio anno, ho condotto, in compresenza con la collega di educazione tecnica, prof.ssa Rosa Maria Riganò, un **Laboratorio di Temperatura e Calore**, con tre diverse classi: la prima C (per la quale sono titolare di S. M C. F. N.), e la prima B e la prima A (per la quale non sono insegnante curricolare). Con tutte e tre le classi si sono effettuati, rispettivamente, 8, 7 e 7 incontri pomeridiani, costituiti da 3 moduli da 50'. Si è cercato di privilegiare soprattutto la pratica di laboratorio e l'uso del computer per scrivere brevi relazioni. Per quel che concerne la I B e la I C, queste attività sono state seguite da altri due incontri, comuni alle due classi, in compresenza con l' insegnante della I B, prof.ssa Anna Ostorero. Il primo dei due incontri è stato organizzato come lezione di racconto/condivisione delle esperienze degli allievi delle due classi (esperienze simili, ma non in tutto identiche), ed è stato condotto da alcuni ragazzi della I C e della I B, insieme a me. Scopo di tale incontro era rivisitare insieme il percorso, integrare le esperienze degli uni con quelle degli altri, far emergere i punti cruciali. Questa lezione è stata interamente ripresa con la video camera, perché mi è sembrato utile sia per loro, sia per me poter rivedere e riascoltare lo svolgimento delle operazioni. A parte una certa titubanza iniziale, i ragazzi mi sono sembrati abbastanza gratificati; credo che l' utilizzo del mezzo di ripresa sia servito a far concentrare l'attenzione e far meglio comprendere il significato del laboratorio e della relazione. La traccia per l' intervento preparata con loro è riportata più avanti (*v. lezione cogestita*)

L' ultimo incontro comune alla I B e prima I C è invece stata una *lezione frontale* (un modulo), in cui, partendo dall' esperienza svolta, ho cercato di chiarire i punti cruciali, utilizzando una mappa concettuale e un modello granulare della materia molto semplificato (nelle precedenti lezioni di scienze non si era volutamente parlato né della struttura della materia, né di temperatura e calore; i soli prerequisiti erano il piano cartesiano e l' approccio alla misura). La mappa concettuale utilizzata e gli appunti scritti del mio intervento sono riportati più avanti, dopo la traccia di quanto esposto dai ragazzi.

### LEZIONE COGESTITA ALLIEVI/ INSEGNANTE Classi I B e IC

#### Classe IC

#### *Introduzione*

Nel percorso di scienze intrapreso quest' anno abbiamo dedicato parte del tempo allo studio della temperatura e del calore, facendo varie esperienze. Dapprima siamo partiti da esperienze di tipo sensoriale; la nostra insegnante ci ha chiesto di descrivere e cercare di ordinare qualitativamente una serie di sensazioni di "caldo" e "freddo", provate toccando vari oggetti quali: il banco, la gamba del tavolo, il muro, il vetro, il calorifero, ecc..e cercando poi di ordinarli in scala dal più freddo al più caldo. Dalla comunicazione di ciò che ognuno provava, ci siamo resi conto che non sempre la descrizione di ciò che avevamo provato era la stessa, anche se vi erano molti punti in comune: entrava in gioco la soggettività, quindi qualcosa di non misurabile...

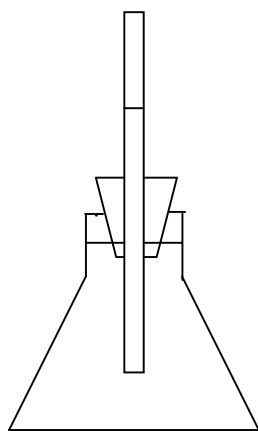
Abbiamo poi costruito frasi con la parola "calore" e altre con la parola "temperatura", e abbiamo visto che su alcune frasi eravamo più sicuri della correttezza dell' uso delle parole e su altre meno.... Era necessario indagare ancora. Rimaneva la domanda:

## *Temperatura e calore sono la stessa cosa?*

Tutti eravamo d' accordo che la temperatura si potesse misurare e che lo strumento di misura fosse il termometro. La partecipazione al progetto **YouRA** (progetto collegato alla rete europea Socrates), guidato da una scuola greca, ci ha dato lo spunto per costruire un rudimentale termometro.

### *Termometro a thé*

Abbiamo preso una piccola beuta, l' abbiamo riempita di thé (liquido colorato che facilita la verifica degli spostamenti del livello del liquido) e l' abbiamo poi tappata con un tappo di sughero in cui era stato praticato un foro; nel foro abbiamo infilato una cannuccia che pescava nel liquido. Attorno al tappo e al foro abbiamo messo della gomma pane per sigillarlo bene. Abbiamo subito notato che il thé saliva un po' nella cannuccia. Dietro suggerimento dell' insegnante abbiamo segnato una tacchetta con il pennarello. La professoressa ci ha procurato dell' acqua calda e abbiamo provato ad immergervi il nostro oggetto. Dopo pochissimo il livello nella cannuccia aumentava e aggiungendo altra acqua più calda, saliva ancora!! L' insegnante ci ha fatto provare ad immergere l' oggetto in un recipiente che conteneva cubetti di ghiaccio: il livello del thé nella cannuccia diminuiva anche rispetto alla tacchetta iniziale. Doveva trattarsi di una **qualità** dei liquidi. La professoressa ci ha spiegato che era proprio così e che se per il momento ci accontentavamo di prendere il fenomeno per buono ed esteso a tutti i liquidi, più avanti avremmo cercato di interpretare meglio questa **dilatazione**.



E' risultato abbastanza facile capire che si poteva sfruttare questa proprietà per fare una specie di scala sulla cannuccia, o meglio per **tarare** lo strumento. A questo ci siamo dedicati in un'altra lezione, non senza incontrare qualche difficoltà. Intanto il livello del thé nella cannuccia era sceso tanto che non si vedeva più, premendo sul tappo però si poteva di nuovo vedere. Le raccomandazioni dei nostri amici greci erano state di mantenere ben sigillati tappo e cannuccia:: abbiamo quindi pensato che col tempo la nostra sigillatura con la gomma pane si fosse seccata e non tenesse più bene, per cui l' abbiamo rinforzata con altra gomma e abbiamo visto ricomparire il livello nella cannuccia. A questo punto, dietro indicazioni e con l'aiuto della professoressa, abbiamo proceduto così:

-abbiamo messo la beuta in un recipiente con il ghiaccio, abbiamo aspettato un po', e quando il livello ci sembrava stabile abbiamo segnato una tacchetta; tutti erano stupiti che la temperatura del

ghiaccio che si stava sciogliendo rimanesse più o meno sempre uguale (!?) e cioè di circa 0 C, misurati con un termometro digitale

-abbiamo poi immerso la beuta nell'acqua calda, e, quando il livello ci sembrava abbastanza stabile, abbiamo segnato la tacca sulla cannuccia e letto la temperatura dell'acqua, presa con il termometro digitale, che era di circa 50 C.

-abbiamo misurato con un righello la distanza tra le due tacche, che era di 2,5 cm.

Ragionando un po' tra noi e con l'insegnante siamo venuti alla conclusione che avremmo dovuto suddividere 2,5 cm in 50 parti e fare 50 trattini. Qualcuno ci ha provato sulla carta ma è risultato impossibile. ***Abbiamo comunque compreso che cosa significava tarare uno strumento e a quali difficoltà si poteva andare incontro.***

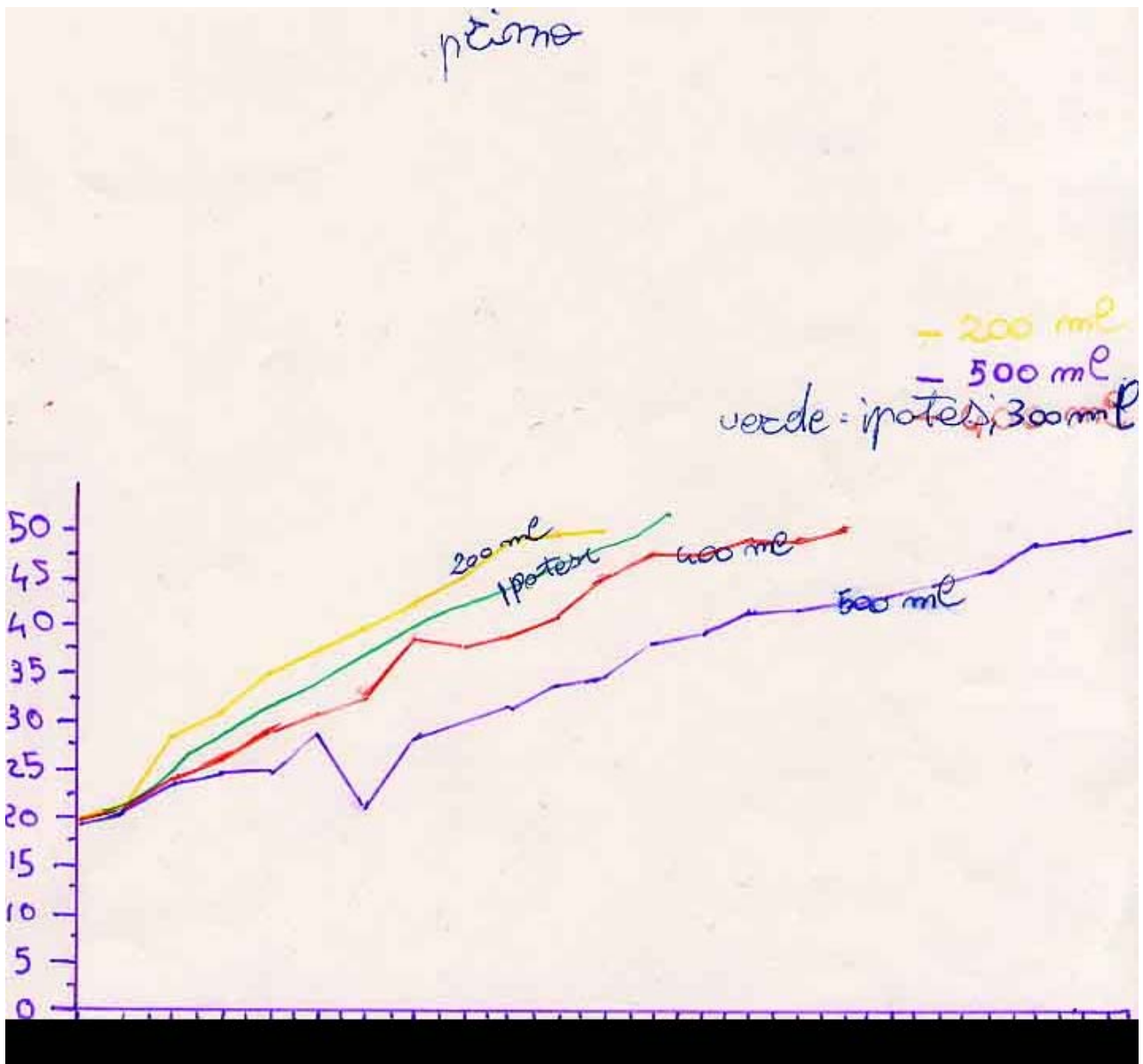
La maggior parte delle altre esperienze di laboratorio sono state analoghe a quelle fatte dai nostri compagni della I B, per cui saranno loro ad esporle.

## **Classe I B**

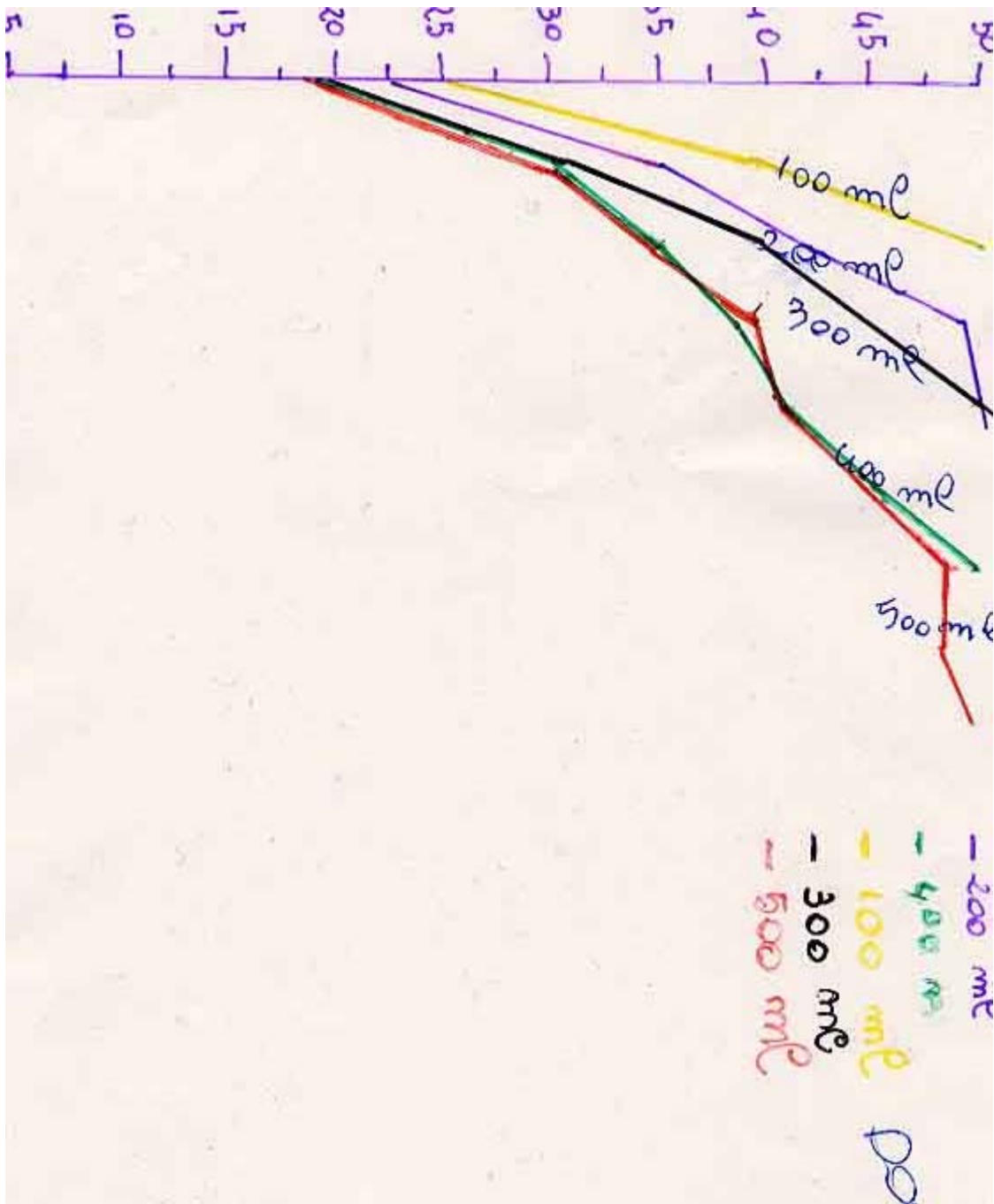
Durante il laboratorio di *Temperatura e Calore* abbiamo fatto degli esperimenti, che ci hanno portato a costruire delle *curve di riscaldamento*: grafici in cui si fa vedere il tempo che impiega una certa quantità d'acqua a riscaldarsi, quindi ad arrivare ad una temperatura stabilita. Abbiamo lavorato in quattro gruppi, ognuno di questi ha studiato il riscaldamento di diverse quantità di acqua, facendo i grafici relativi.

Nell'ultimo incontro di laboratorio le professoressa Roglia e Riganò ci hanno chiesto di riunire tutte le curve di riscaldamento costruite sperimentalmente in un unico grafico; ad ogni gruppo era richiesto di fare un'ipotesi sul riscaldamento di una quantità d'acqua intermedia tra due già studiate sperimentalmente. Ognuno di noi ha eseguito il compito, tracciando l'andamento supposto della quantità d'acqua richiesta. Ci siamo allora posti il problema di verificare la nostra ipotesi, procedendo alla sperimentazione del riscaldamento della quantità d'acqua considerata nell'ipotesi stessa. Ci siamo trovati di fronte a vari problemi: appena accesi i fornelli, ci siamo accorti che la fiamma era molto più forte di quella utilizzata prima ed abbiamo saputo che gli stoppini erano stati cambiati... Che fare? Parlando con la professoressa Roglia, abbiamo deciso di rifare anche il riscaldamento delle quantità d'acqua che avevamo già effettuato e che ci erano serviti per fare la previsione della terza quantità d'acqua. Illustriamo di seguito i risultati ottenuti dai quattro gruppi.

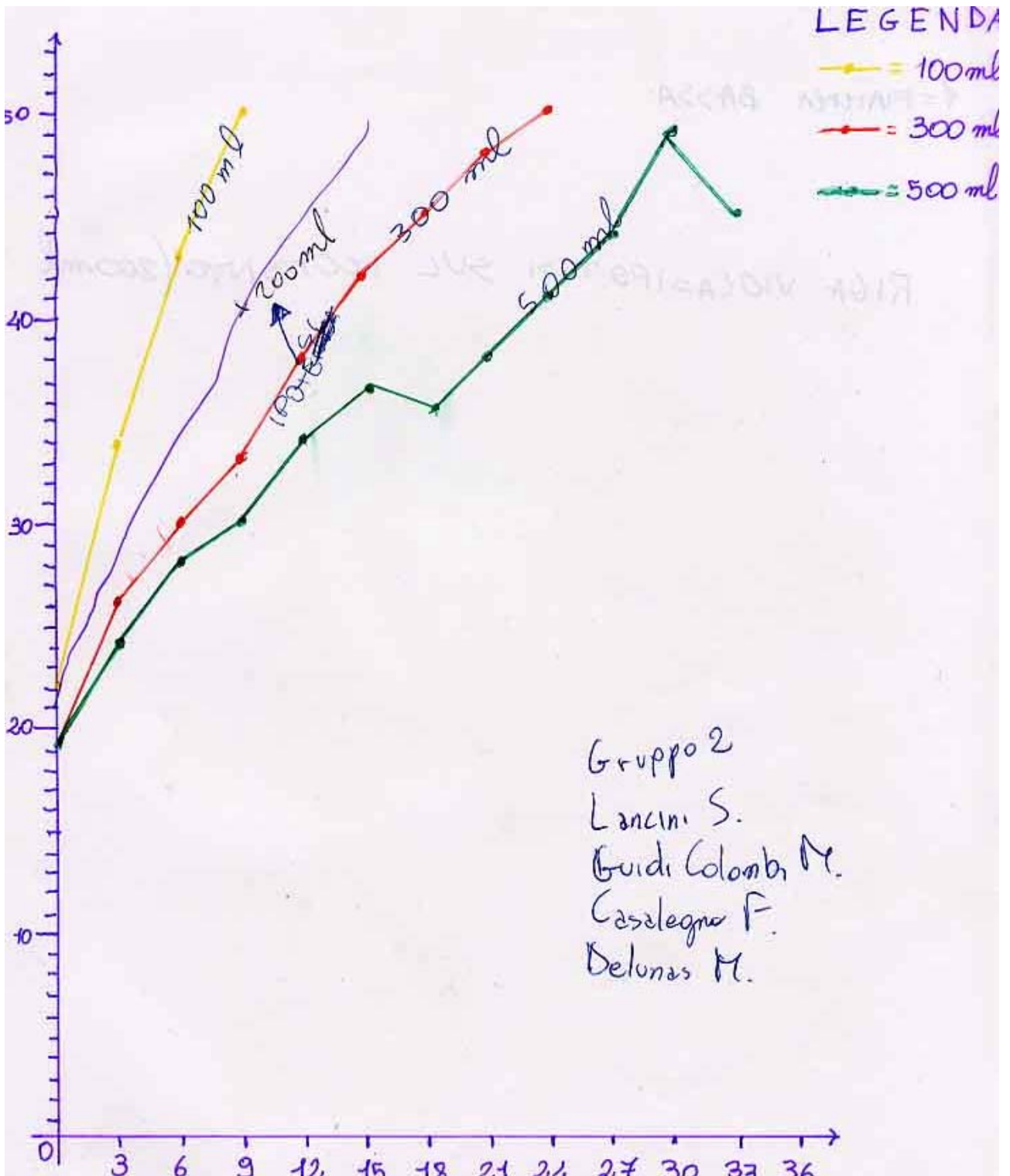
*[Allo scopo di documentare realisticamente i risultati, sono allegati di seguito alcuni grafici realizzati dai ragazzi con i dati da loro stessi ottenuti]*



Gruppo I: Federico Dona', Luisella Fioraso, Raffaele Rasini, Dario Tarraran, Martina Truffo  
 Sull'asse delle ascisse: tempo in minuti; sull'asse delle ordinate: temperatura in gradi C  
 Dati ottenuti con il fornello a fiamma bassa, prima del cambio dello stoppino per 200, 400 e 500 ml d'acqua; curva verde: ipotesi per 300 ml

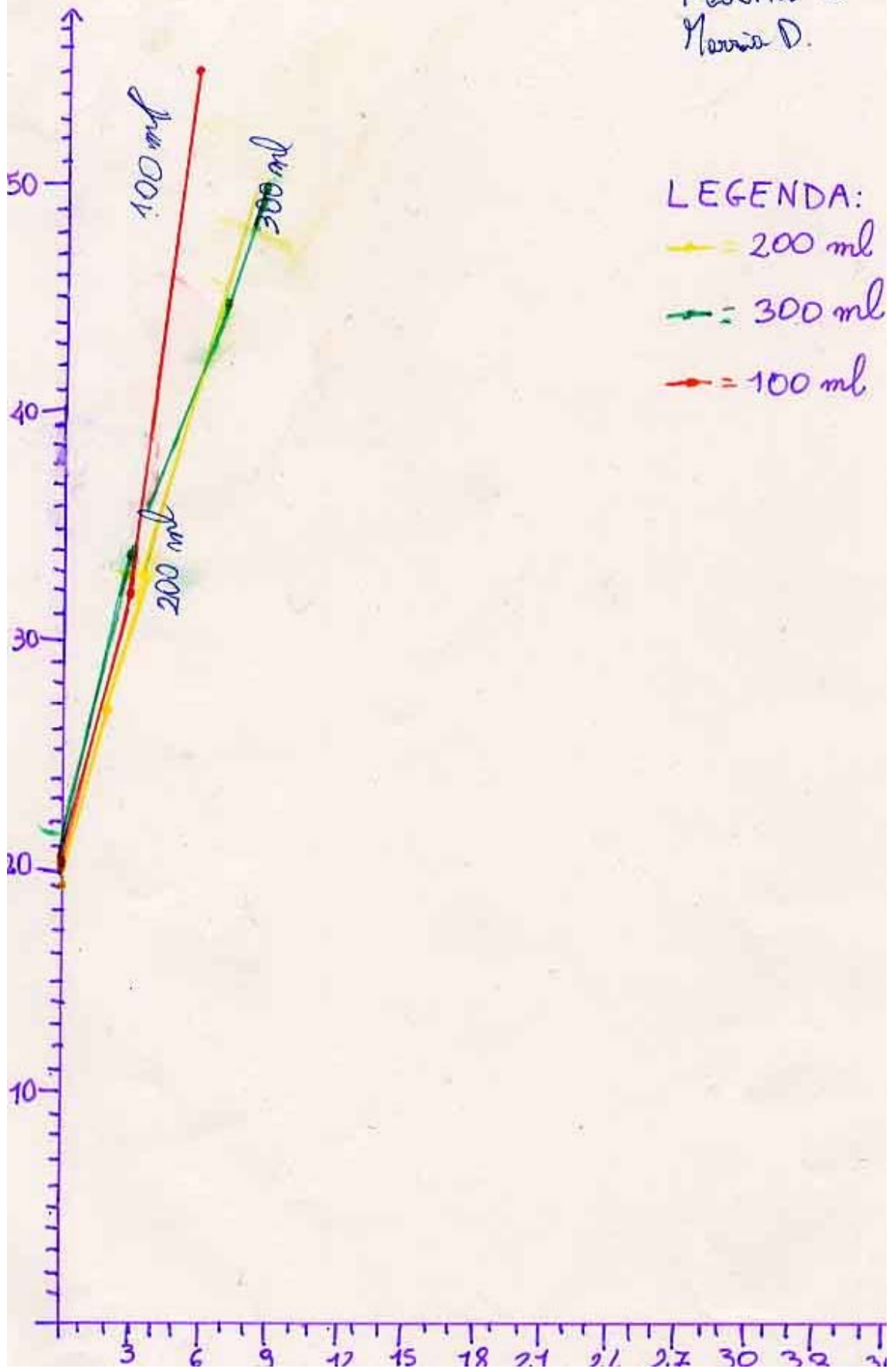


Gruppo I: dati ottenuti con il bruciatore a fiamma alta, dopo il cambio di stoppino. Si osserva che i dati per 300 ml stanno fra quelli per 200 e quelli per 400. I dati per 400 e 500 ml sembrano quasi sovrapporsi, forse a causa di qualche procedura non accurata



Gruppo II: Federica Casalegno, Marzia Delunas, Marco Guidi Colombi, samuele Lancini  
 Primo grafico: dati presi con fiamma bassa; ipotesi in viola

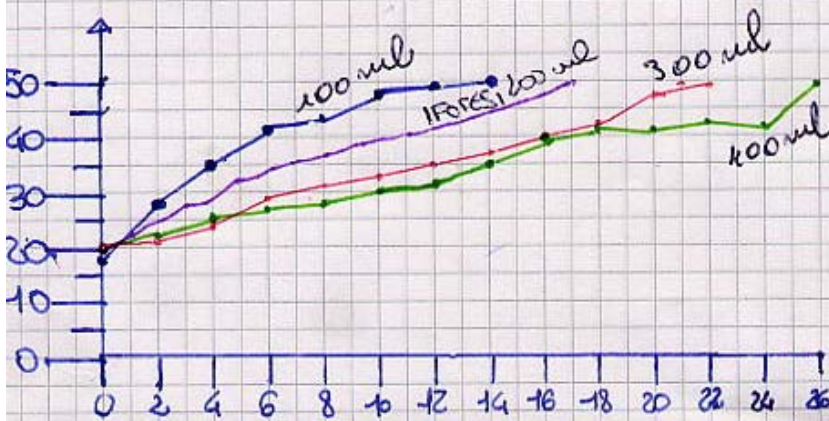
Gruppo SAHUELE L.  
Marco G.  
Federica C.  
Maurizio D.



Secondo grafico: dati presi con fiamma alta. I dati presi per verificare l'ipotesi dei 200 ml sono piuttosto sovrapposti a quelli dei 300 ml



avendo a disposizione i grafici del riscaldamento di 100, 300, 400 provate a mettere con colori diversi le curve di riscaldamento su uno stesso grafico e usando un ulteriore colore fate la curva ipotetica di riscaldamento di 200 ml

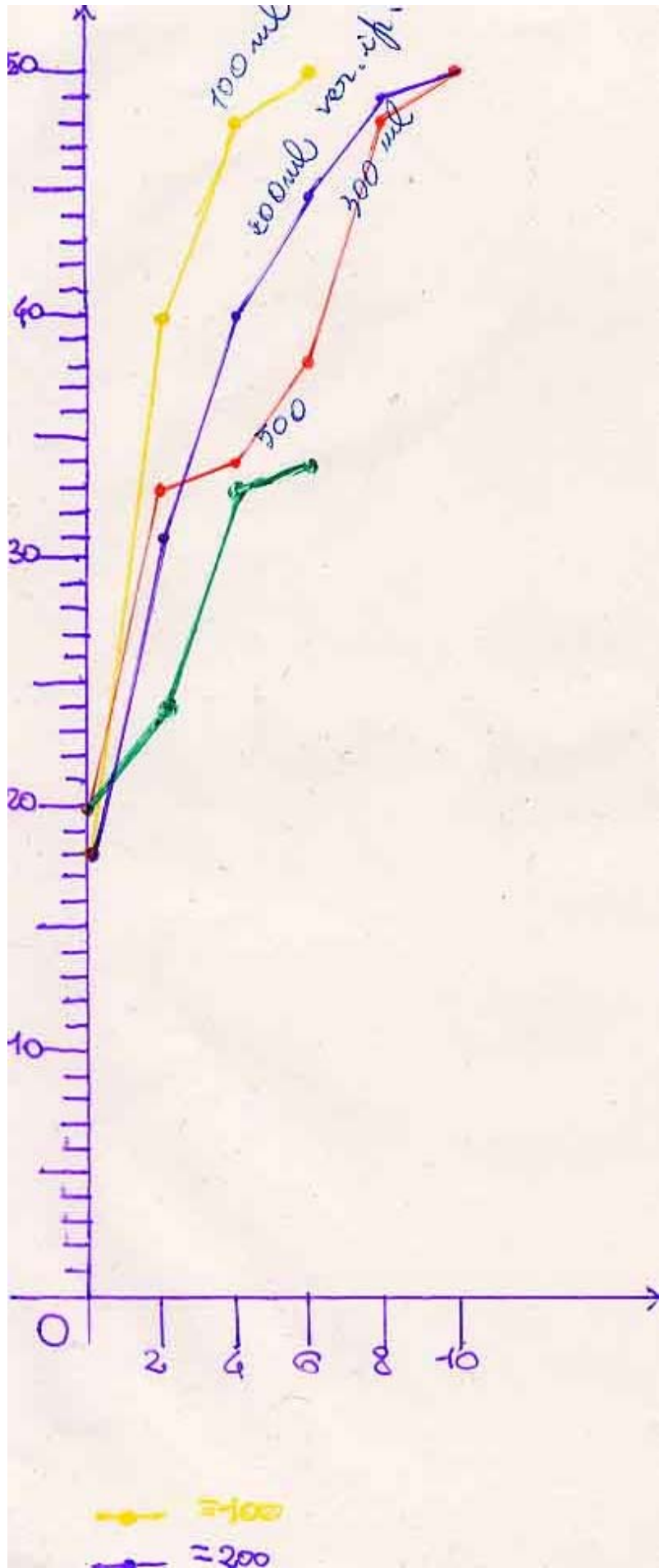


### LEGENDA

- = 100 ml
- = 300 ml
- = 400 ml

IPOTESI: Abbiamo scoperto che meno acqua c'è nel pentolino più fa veloce a salire di temperatura

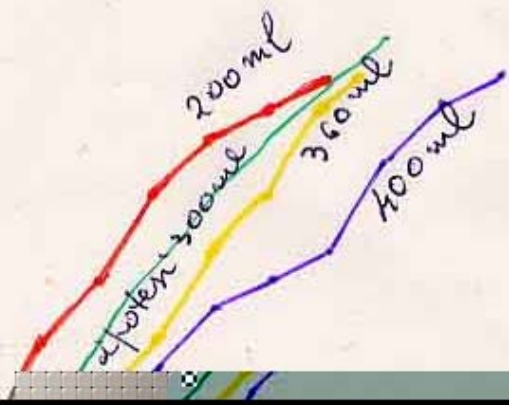
10 F BASSA



Gruppo III: 100 ml giallo, 200 ml viola, 300 ml rosso, 500 ml verde. Dati presi con fiamma alta. I dati per 200 ml, con i quali si è verificata l'ipotesi, stanno effettivamente fra i 100 e i 300 ml

LEGENDA

- 400 ml.
- 360 ml.
- 200 ml.

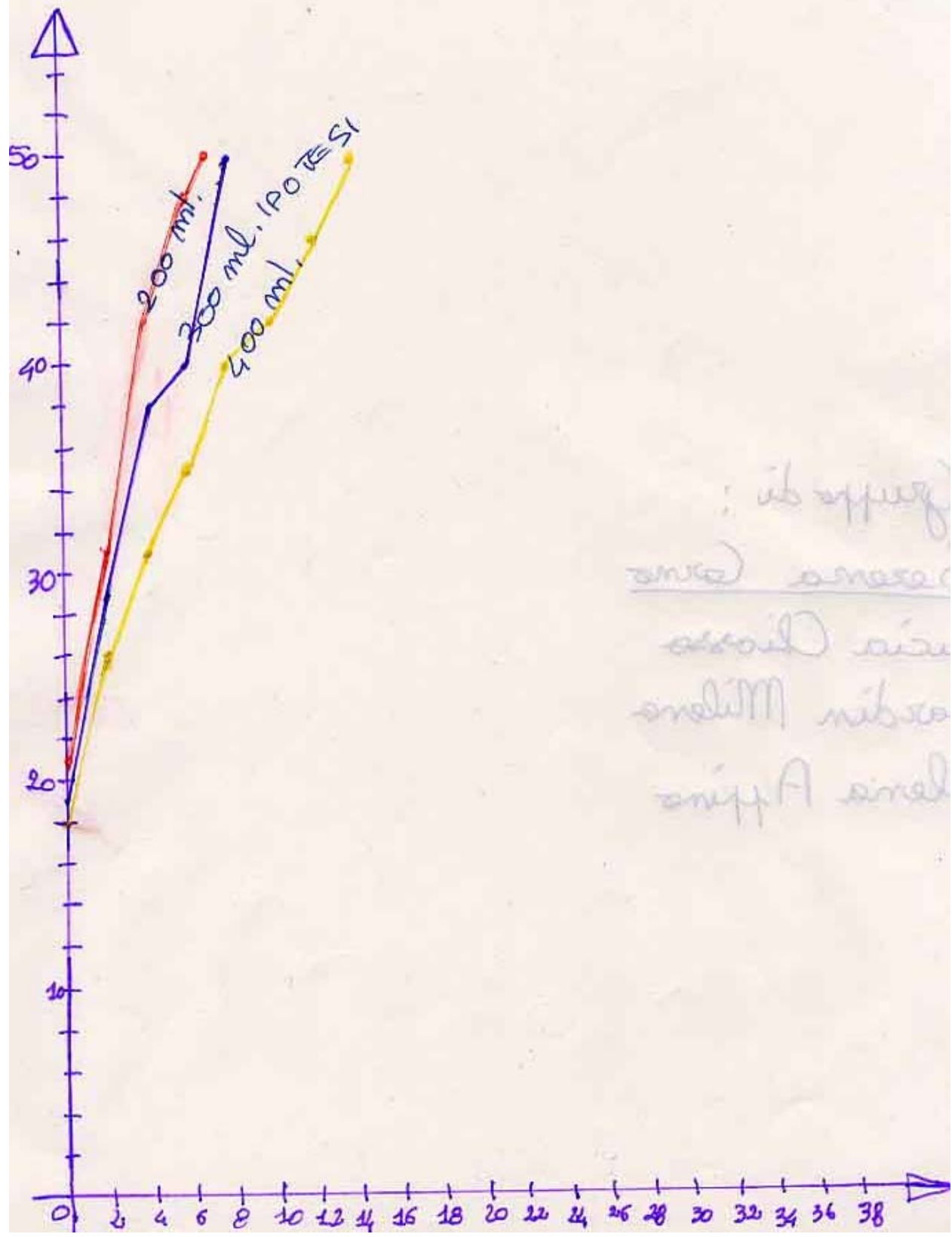


Handwritten text, possibly a title or description, written vertically on the right side of the page.

Gruppo IV: Elena Appino, Lucia Chiosso, Serena Corno, Milena Gardin. Ipotesi in verde; dati presi con fiamma bassa

LEGENDA

- 200 ml.
- 400 ml.
- 300 ml.



Handwritten notes in the right margin, including the word "Legend" and some illegible text.

Dati presi con fiamma alta: l'ipotesi e' abbastanza ben verificata

## LEZIONE FRONTALE

### **Temperatura e calore**

Dal lavoro effettuato durante il laboratorio di temperatura e calore, già raccontato da voi nella lezione fatta insieme tra I B e I C, siamo passati ad indagare le sensazioni termiche, alla ricerca di grandezze da misurare; quindi alla sperimentazione sul riscaldamento e il raffreddamento dell'acqua.

Durante la lezione, mi sono resa conto che non è stata ricordata un'esperienza fatta dai ragazzi della I C che ha una grande importanza: miscelare quantità d'acqua uguali ma a temperature

div









<b>Solidi:</b> particelle/ granuli strettamente legati tra loro che oscillano poco attorno ad un punto di equilibrio	<b>Liquidi:</b> particelle/ granuli debolmente legati e che hanno una discreta libertà di movimento tra l'uno e l'altro	<b>Gas:</b> particelle/granuli tendenzialmente non legati per cui vi è molta libertà di movimento
--	---	---

Attenzione: i disegni sono anche loro modelli rudimentali, che cercano di aiutarci a capire come potrebbe essere fatta la materia: non sono la realtà! Tornando agli esperimenti fatti, abbiamo verificato che somministrando calore a un corpo, la sua temperatura di solito aumenta.

Il modello sopra descritto può aiutarci a capire che cosa succede quando noi scaldiamo o raffreddiamo un oggetto. Possiamo pensare, per esempio, che somministrare calore ad un oggetto faccia sì che le particelle (atomi o molecole) aumentino l'ampiezza del loro movimento, ovvero il loro livello di **agitazione**. La temperatura, allora, potrebbe essere una misura di questa agitazione. Se continuamente a somministrare calore, aumenterebbe l'agitazione e ciò potrebbe influire sui legami fra gli atomi, che potrebbero allentarsi o rompersi, facendo passare l'oggetto da uno stato di aggregazione all'altro. Sperimentiamo questo fatto quotidianamente a casa nostra, quando mettiamo una pentola sul fuoco per fare la pasta: dopo un po' da essa esce vapore, che è appunto nient'altro che acqua passata allo stato gassoso. Se mettiamo acqua nel freezer, il freezer sottrae calore all'acqua, l'agitazione delle sue molecole diminuisce sempre più, finché l'acqua diventa ghiaccio, passando allo stato solido.

Torniamo dunque al nostro sistema: fornello, pentolino, acqua. La fiamma comunica calore al pentolino i cui atomi aumentano la loro agitazione; il pentolino che si scalda, diventa **fonte di calore** per l'acqua, facendo agitare le molecole che stanno a contatto con il fondo, che a loro volta lo comunicano alle altre particelle circostanti.

Un altro effetto del calore sui corpi è quello di causare in essi una dilatazione. Anche questa si può spiegare con il nostro modello dell'agitazione termica. Le particelle in uno stato di maggiore agitazione, tendono (come abbiamo detto prima) ad allentare i reciproci legami, e ad occupare quindi più spazio. Questo è appunto il fenomeno della **dilatazione termica**, particolarmente evidente nei liquidi e nei gas, dove già il legame tra le particelle è più debole. Come ulteriore conseguenza la stessa quantità di materia che occupa più spazio diventa più leggera, ossia riduce la sua **densità**. Nei liquidi e nei gas, dove i legami deboli lo consentono più facilmente, la parte più riscaldata sale, a scapito di altra parte meno riscaldata e quindi meno dilatata. Si parla allora di **moti convettivi**: le particelle di liquido o gas più calde tendono a salire, salendo a contatto con particelle più fredde si raffreddano e quindi ridiscendono, si riscaldano e risalgono ancora aumentando ad ogni "giro" la temperatura media. In natura questo avviene abitualmente nell'atmosfera, come avrete studiato in geografia, e si parla allora di **celle convettive**.

La dilatazione termica è anche alla base del funzionamento del termometro. Se rileggete la descrizione della costruzione del termometro a thè fatta dai ragazzi della I C, ad un certo punto troverete che il thè nella cannuccia saliva quando si scaldava la boccetta, immergendo il tutto nell'acqua calda, mentre scendeva quando era a contatto con la miscela acqua/ghiaccio. Dicevamo che questa è una proprietà dei liquidi; questa proprietà ci ha consentito di tarare il termometro!

Possiamo allora dire che **il calore è qualcosa che passa da un corpo all'altro**. Ripensando all'esperienza menzionata all'inizio (la miscela di quantità d'acqua uguali che si stabilizza ad una temperatura vicina alla media aritmetica delle temperature iniziali), possiamo anche pensare che i fenomeni naturali tendano a raggiungere uno stato di equilibrio. Questo avviene ad esempio nei fenomeni termici, con il calore che passa dal corpo più caldo a quello più freddo finché essi non raggiungono la stessa temperatura. Nel nostro modello, inoltre, *somministrando più calore ad un corpo le sue particelle si agitano di più*: come vedrete negli anni successivi, *tutto ciò che genera o modifica del movimento è una forma di energia* e quindi **il calore è energia di movimento**.

Quando noi mettiamo un termometro a contatto con un oggetto quello che esso registra è **il livello di agitazione termica** dell'oggetto, cioè quella grandezza chiamata **temperatura**.

Restano sicuramente ancora molte cose da approfondire meglio; in particolare, c'è un piccolo *mistero* da risolvere, legato al fatto che le nostre sensazioni talvolta ci ingannano.

Perché toccando un *metallo* abbiamo, in genere, una *sensazione di freddo*, mentre toccando legno o plastica proviamo una *sensazione di minor freddo*? Non è strano, visto che (come è stato da voi sperimentato), la temperatura dei vari oggetti sembra essere la stessa dell'ambiente?

Soffermiamoci sulla temperatura di un oggetto particolare: il nostro corpo. Tutti sanno che la temperatura del corpo umano varia tra i 36 °C e i 37 °C, a meno di effetti dovuti a qualche malattia; in condizioni anche molto diverse, la nostra temperatura corporea resta pressoché costante. Quindi noi non ci comportiamo come gli altri corpi osservati: gli oggetti di una stanza, le miscele di acqua a temperature diverse, ecc... In effetti usufruiamo di un complesso sistema di autoregolazione, che mantiene appunto la temperatura costante. Come noi si comportano animali quali i mammiferi e gli uccelli. Se la nostra temperatura è di circa 37 °C, è normale che toccando un oggetto a temperatura ambiente intorno a 20 °C lo percepiamo fresco o freddo, ma sembra strano che la nostra percezione sia diversa toccando un oggetto di metallo o un oggetto di legno.

Tornando alla struttura della microscopica della materia, la cosa si spiega se in alcuni materiali il passaggio di calore dalle particelle del nostro corpo ( a circa 37 °C) a quelle dell' oggetto toccato (a circa 20 °C) fosse molto più rapido in un materiale ( ad esempio il metallo ) e molto meno rapido in un altro (per esempio il legno ). E' in effetti ciò che accade, e questo fatto è legato a una proprietà dei vari tipi di materia, che si **chiama conducibilità termica**: quando tocchiamo un corpo a temperatura inferiore a quella corporea, con elevata conducibilità termica, gli passiamo calore molto rapidamente: da qui la nostra sensazione di freddo. Se tocchiamo un corpo a bassa conducibilità termica, il calore è fornito lentamente, e non c'è sensazione di freddo. I metalli (argento, ferro, oro, rame, ecc..) hanno una conducibilità termica elevata, per cui si chiamano **conduttori** , mentre altre sostanze (vetro, plastica, plexiglass, ecc..) hanno conducibilità ridotta, e si chiamano **isolanti**. Tra questi due tipi estremi stanno pure altre sostanze che hanno caratteristiche intermedie ( lana, porcellana, ecc..), che sono chiamati **cattivi conduttori di calore**. Ecco perché, ad esempio, nell' uso quotidiano, per mescolare una pentola sul fuoco è bene utilizzare un cucchiaino di legno.

## Note sul percorso della classe IA

La classe I A ha affrontato per ultima il laboratorio di Temperatura e Calore, che ha avuto un andamento simile a quello delle altre due classi. In questa classe però ho potuto affrontare anche il problema della miscela di quantità diverse di acqua a diverse temperature. Come esempio, allego la relazione scritta da Silviu Potop, componente di uno dei gruppi di lavoro

### **Consegna**

*Fai la miscela di 100 ml a 60 C e 400 e 500 ml a temperatura di rubinetto*

### **Relazione**

*Oggi la professoressa Roglia ci ha chiesto di miscelare le quantità d'acqua qui sopra elencate per vedere cosa hanno in comune con le tre miscele dell'altra lezione*

*Dopo aver trovato la miscela di entrambi, abbiamo fatto una tabella come qui sotto, dove abbiamo scritto tutte le miscele e le temperature finali*

<i>I q. di H2O</i>	<i>I Temperatura</i>	<i>II q. di H2O</i>	<i>II Temperatura</i>	<i>T.miscela</i>
<i>100 ml</i>	<i>60 C</i>	<i>200 ml</i>	<i>20 C</i>	<i>32 C</i>

<i>100 ml</i>	<i>60 C</i>	<i>300 ml</i>	<i>17 C</i>	<i>28 C</i>
<i>100 ml</i>	<i>60 C</i>	<i>400 ml</i>	<i>18 C</i>	<i>27 C</i>
<i>100 ml</i>	<i>60 C</i>	<i>500 ml</i>	<i>16 C</i>	<i>24 C</i>

### **La scoperta della media ponderata**

Mi sembra interessante far notare che, avendo sollecitato i gruppi a riflettere sulla possibile formula per prevedere la temperatura finale della miscela di quantità d'acqua diverse, due ragazzi in due gruppi diversi sono effettivamente riusciti ad arrivare alla formula della **media ponderata** proprio partendo dai dati numerici. Mi sembra un buon esempio (riuscito, in questo caso!) di **matematica sperimentale**

# Mapa concettuale percorso T & Q

