

REGIONE
TOSCANA



**Iniziativa realizzata con il contributo della Regione Toscana
nell'ambito del progetto**

Rete Scuole LSS

a.s. 2017/2018

Sensori e rette

Lo studio della retta applicato alla descrizione dei sensori lineari

Classe II B

Istituto Tecnico Tecnologico

E. Balducci – Pontassieve (Fi)

Prof. Leonardo Barsantini

Prof.ssa Lucia Pinzauti

Il percorso è stato sviluppato nel secondo quadrimestre del II anno dell'Istituto Tecnico Tecnologico. Nel triennio gli alunni potranno scegliere fra la specializzazione elettronica e quella informatica.

Gli studenti conoscono gli elementi di base della retta, i fondamenti dell'elettrotecnica (resistori e legge di Ohm) e sono in grado di eseguire semplici misurazioni in laboratorio.

Obiettivi di apprendimento

I sensori sono ormai onnipresenti nel nostro mondo tecnologico. Molti di questi sensori sono analogici e lineari. Ci siamo posti l'obiettivo di sviluppare le necessarie competenze per utilizzare le informazioni fornite dai fogli tecnici nel gestire i sensori. Per far questo è necessario comprendere che i sensori sono descritti dall'equazione della retta.

Quindi, da una parte lo studio dell'equazione della retta fornisce gli strumenti per comprendere i sensori lineari, dall'altra, i sensori lineari forniscono un campo di applicazione concreto allo studio della retta.

Approccio metodologico

Come accade ormai da tempo nella nostra collaborazione fra matematica e tecnologia, gli studenti lavorano su schede preparate dai docenti che descrivono il percorso di apprendimento. Si presentano i sensori e poi gli studenti sviluppano il percorso in autonomia e i docenti forniscono supporto e, se necessario, forniscono chiarimenti. Ogni studente lavora sulla propria scheda, ma è anche libero di consultarsi con i compagni.

Il progetto è stato realizzato nel laboratorio di sistemi automatici con la strumentazione e le dotazioni presenti. Nel laboratorio ogni studente ha a disposizione un computer personale e può eseguire le necessarie misurazioni. Per svolgere questa attività sono stati utilizzati tre diversi tipi di sensore presenti in commercio.

Il percorso è stato progettato e sviluppato per la prima volta nel corrente anno scolastico. Per la progettazione sono state utilizzate circa dieci ore di lavoro.

Le attività con gli studenti sono state svolte in compresenza fra Matematica e Scienze e Tecnologie Applicate per un totale di sette ore e due ore sono state utilizzate per le prove di verifica.

Per la documentazione del percorso sono state necessarie circa altre dieci ore.

Per il corso di Scienze e Tecnologie Applicate (STA) sono previste tre ore la settimana, due delle quali in laboratorio. Matematica ha a disposizione quattro ore la settimana.

Al progetto è stata dedicata un'ora la settimana del corso di Scienze e Tecnologie applicate, mentre per una verifica si è utilizzata un'ora del corso di Matematica.

In laboratorio hanno operato in compresenza, per tutte le fasi del progetto, il Prof. Leonardo Barsantini e la Prof.ssa Lucia Pinzauti.

Le schede di lavoro

Sono state fornite, in successione, tre schede di lavoro su:

1. Il sensore a ultrasuoni PING
2. La termoresistenza PT100
3. Il sensore di temperatura TMP36

Il percorso è stato pensato e realizzato per la primo volta nel corrente anno scolastico.

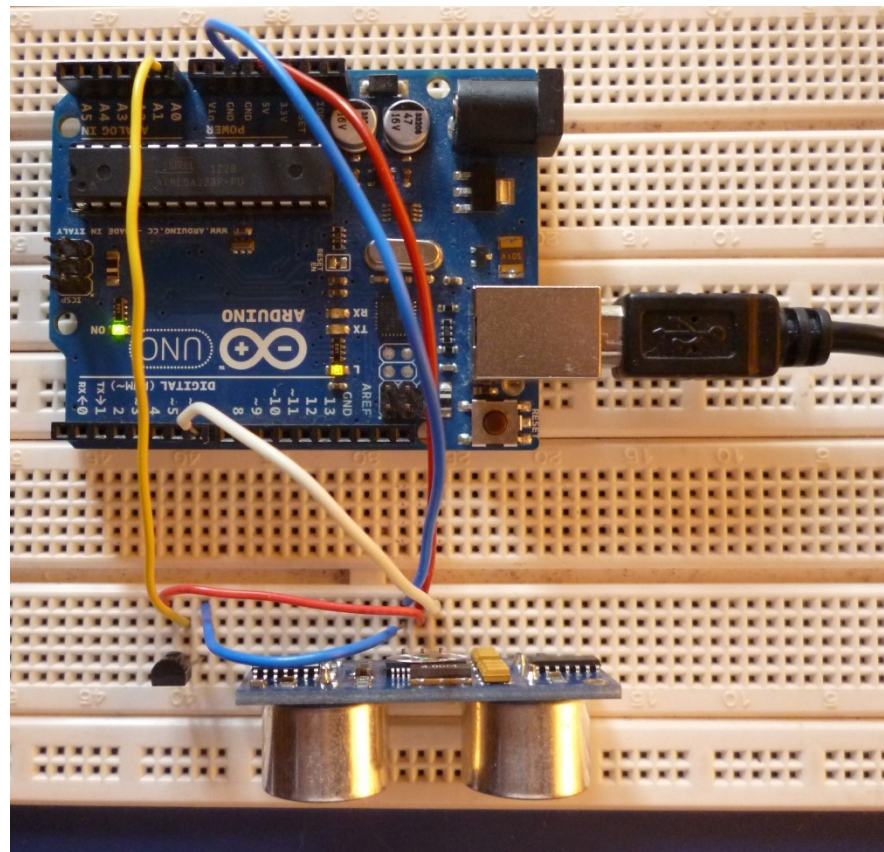
La descrizione che presentiamo documenta soltanto alcune fasi di lavoro, quelle che a nostro avviso sono le più interessanti per comprendere le dinamiche in gioco nell'apprendimento degli studenti. Altri aspetti hanno necessità di essere rivisti e affinati nei prossimi anni.

Il sensore a ultrasuoni PING)))™ Parallax

Il sensore a ultrasuoni PING)))™ della Parallax ci permettere di conoscere la distanza di un ostacolo misurando i tempi che il segnale a ultrasuoni impiega ad andare dal sensore all'ostacolo e a tornare al sensore.

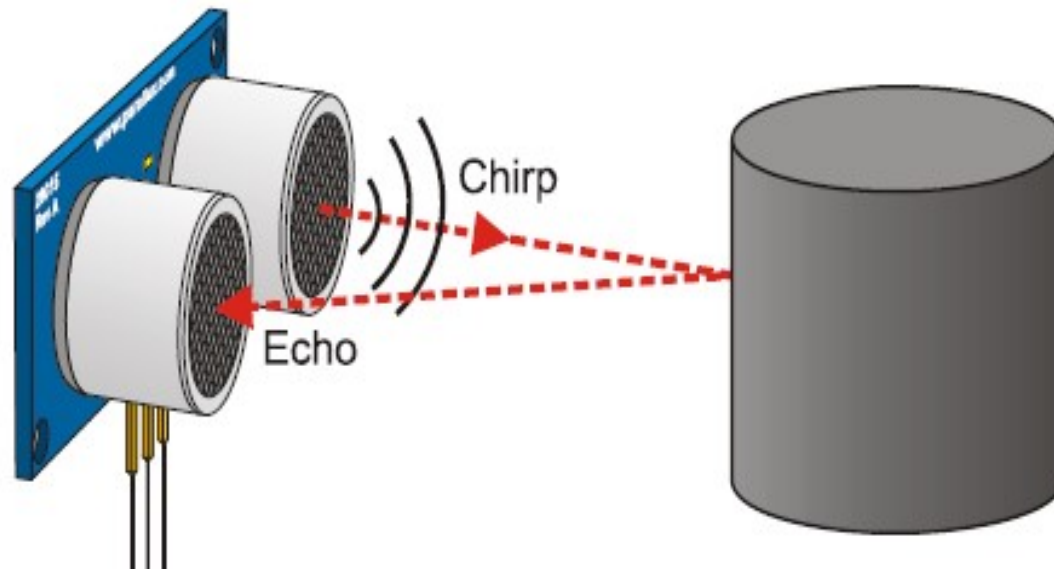


In laboratorio colleghiamo il sensore a una scheda a microcontrollore per misurare le distanze.



Quando è stato presentato il sensore è stato chiesto come ricavare la distanza dell'oggetto conoscendo il tempo di andata e ritorno misurato dal sensore. Molti studenti, ricordando il parallelo corso di fisica (altri fanno confusione e invertono fra loro i vari termini), propongono di utilizzare la legge:

distanza percorsa = velocità * tempo impiegato



Con gli studenti si riflette sul fatto che il sensore fornisce il tempo totale di andata e ritorno e loro intuiscono facilmente che la distanza effettiva va calcolata su metà del tempo impiegato, ma c'è un altro fatto da considerare:

la velocità del suono in aria dipende dalla temperatura.

Nella successiva diapositiva, si presenta la scheda fornita agli studenti.

La scheda di lavoro

La velocità del suono in aria dipende dalla temperatura dell'aria secondo la formula:

$$c_{\text{air}} = 331,5 + 0,6 \cdot T$$

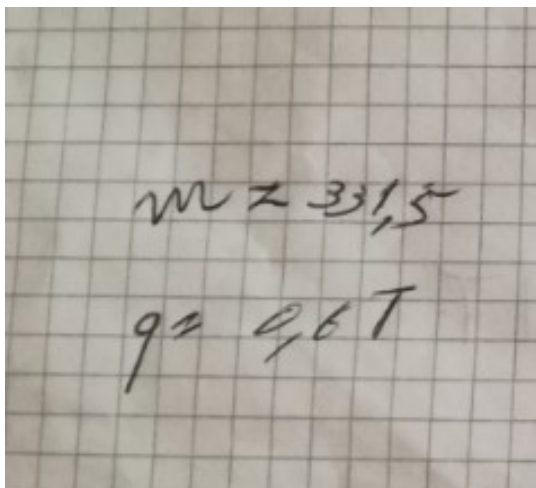
La velocità c_{air} è espressa in metri al secondo e la temperatura T in °C.

Le domande

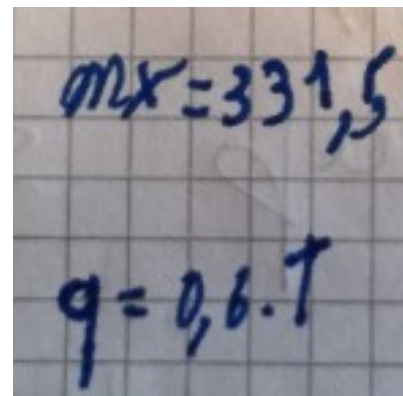
1. Riconosci nell'equazione precedente l'equazione di una retta e individua il coefficiente angolare e il termine noto.
2. Riportando i dati in tabella, calcola la velocità del suono in funzione della temperatura per $-20^{\circ}\text{C} \leq T \leq 40^{\circ}\text{C}$ variando la temperatura a passi di 10°C . Riporta i dati della tabella in un grafico cartesiano (L'asse verticale può iniziare da 310m/s e a ogni quadretto deve corrispondere 1m/s).

Le risposte

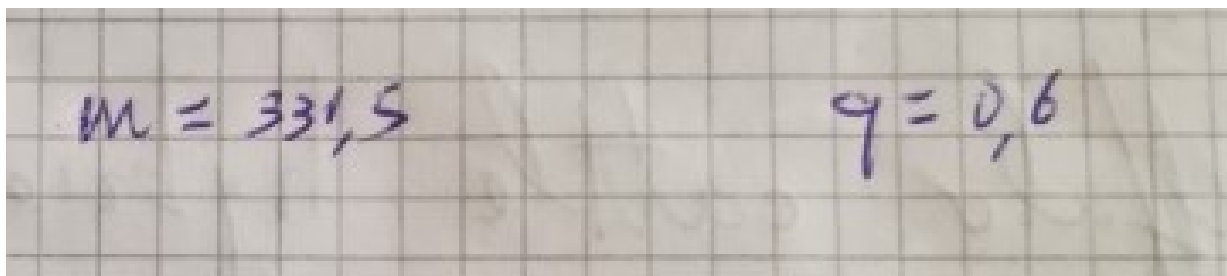
Non pochi studenti confondono il coefficiente angolare con il termine noto:



$m = 331,5$
 $q = 0,6T$



$m = 331,5$
 $q = 0,6.T$



$m = 331,5$ $q = 0,6$

Il fatto che l'equazione sia “invertita” rispetto alla normale scrittura riportata sui libri di matematica

$$y = mx + q$$

non è una nostra scelta, ma l'indicazione del costruttore del sensore.

Questo mette in difficoltà gli studenti. Ecco cosa si legge sui fogli tecnici del sensore:

Air Temperature

Temperature has an effect on the speed of sound in air that is measurable by the PING))) sensor. If the temperature (°C) is known, the formula is:

$$C_{\text{air}} = 331.5 + (0.6 \times T_c) \text{ m/s}$$

Pare di capire che nel confronto fra

$$y = m \cdot x + q \quad e$$

$$c_{\text{air}} = 331,5 + 0,6 \cdot T$$

per molti studenti conti soprattutto la posizione dei termini e parte della confusione nasce anche dall'utilizzo di lettere diverse dalla x e dalla y per le variabili.

Da qui si comprende come i soli esercizi “classici” non siano sufficienti a sviluppare una comprensione più profonda.

I grafici

Ci siamo preoccupati di fornire indicazioni per la costruzione della scala in verticale (L'asse verticale può iniziare da 310m/s e a ogni quadretto deve corrispondere 1m/s).

Non abbiamo fornito indicazioni per quella in orizzontale perché pensavamo che non ce ne fosse bisogno.

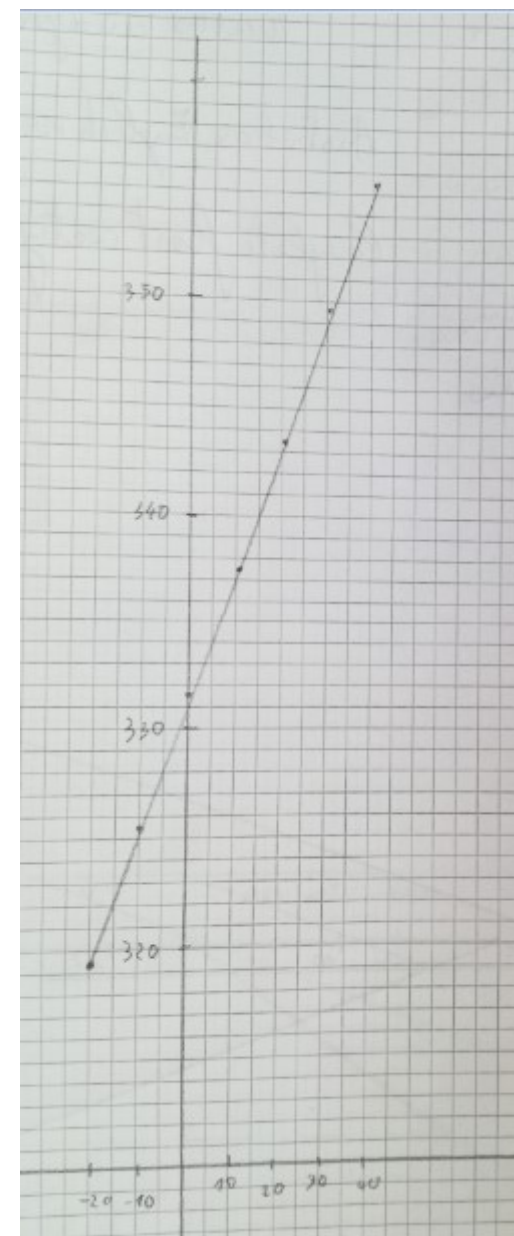
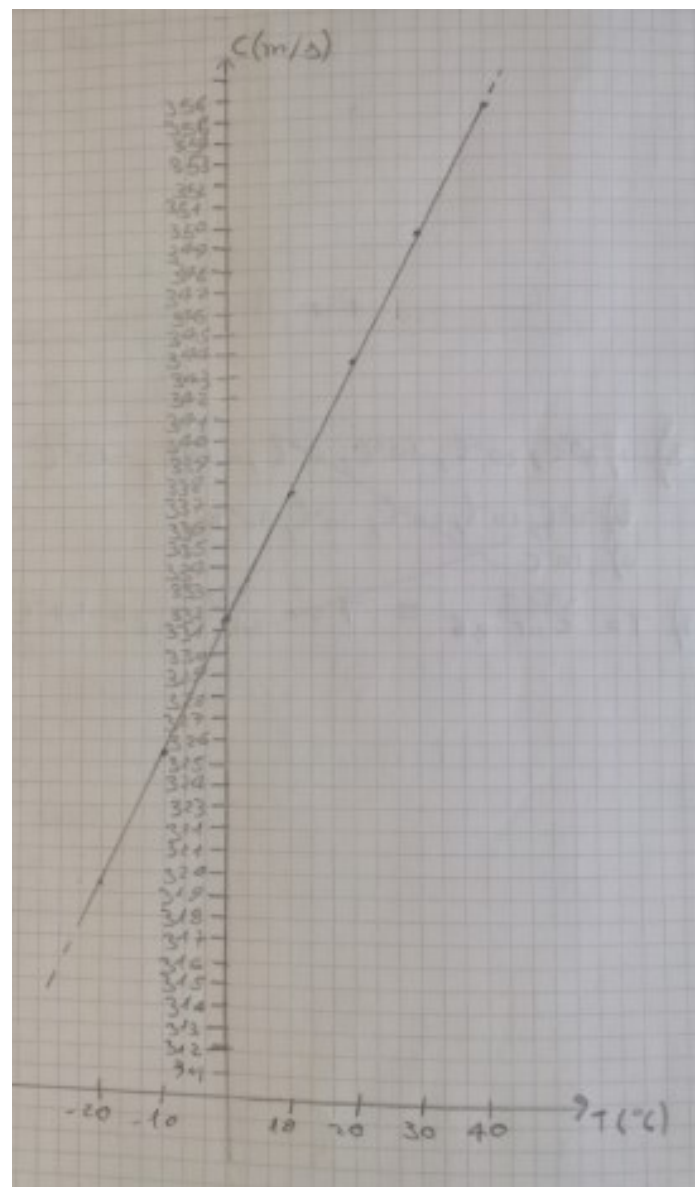
L'indicazione è stata fornita per facilitare il disegno e la successiva lettura del grafico richiesta al punto 3 della scheda di lavoro sul sensore PING.

I grafici

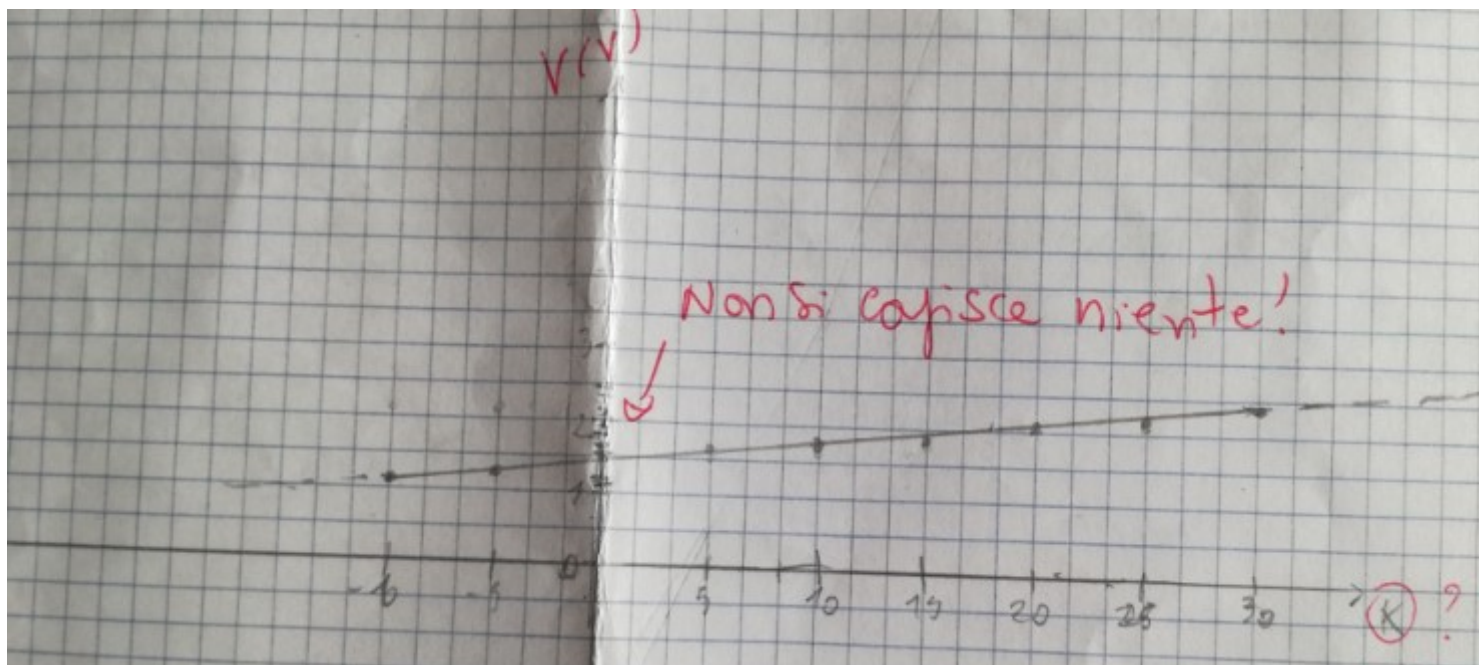
Purtroppo, non pochi studenti, che hanno seguito le indicazioni per l'asse verticale, hanno compresso molto la scala in orizzontale rendendo difficile poi rispondere alle domande del punto 3 della scheda:

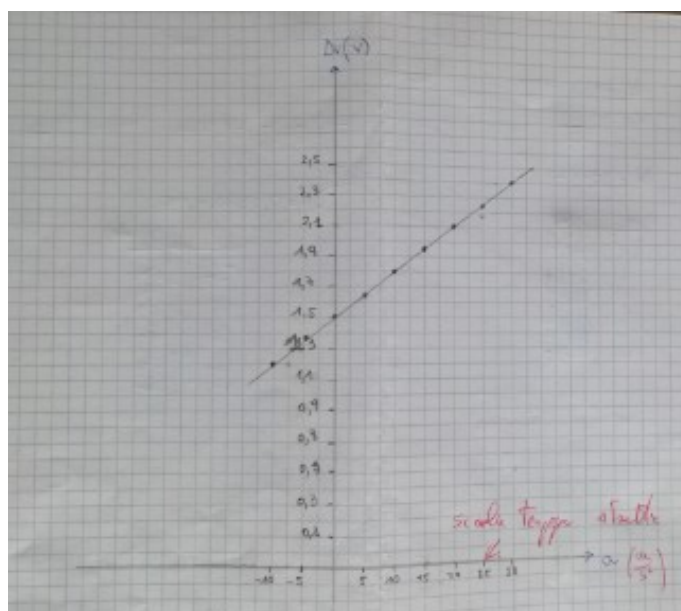
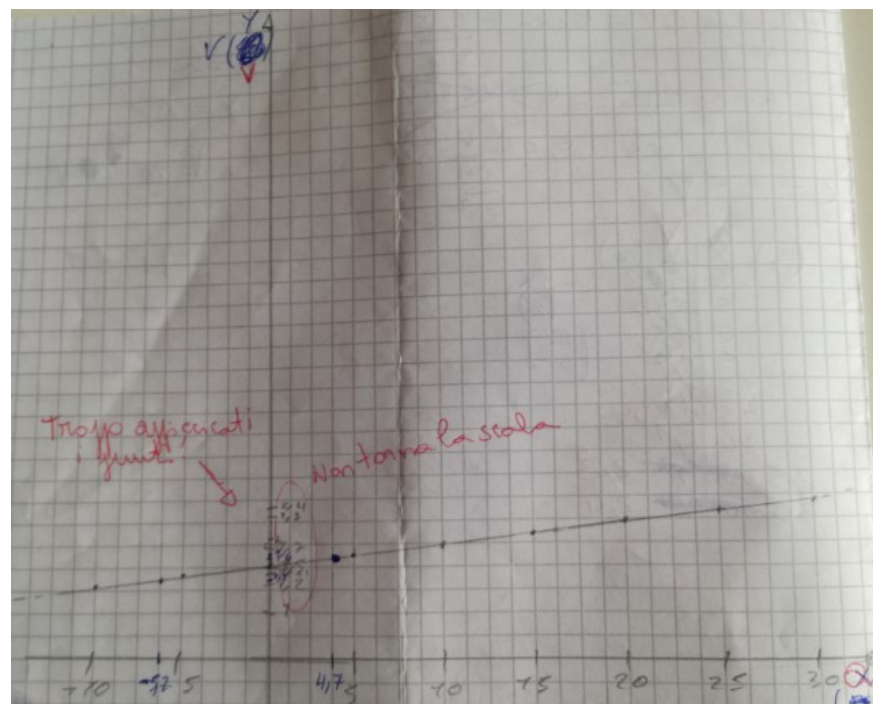
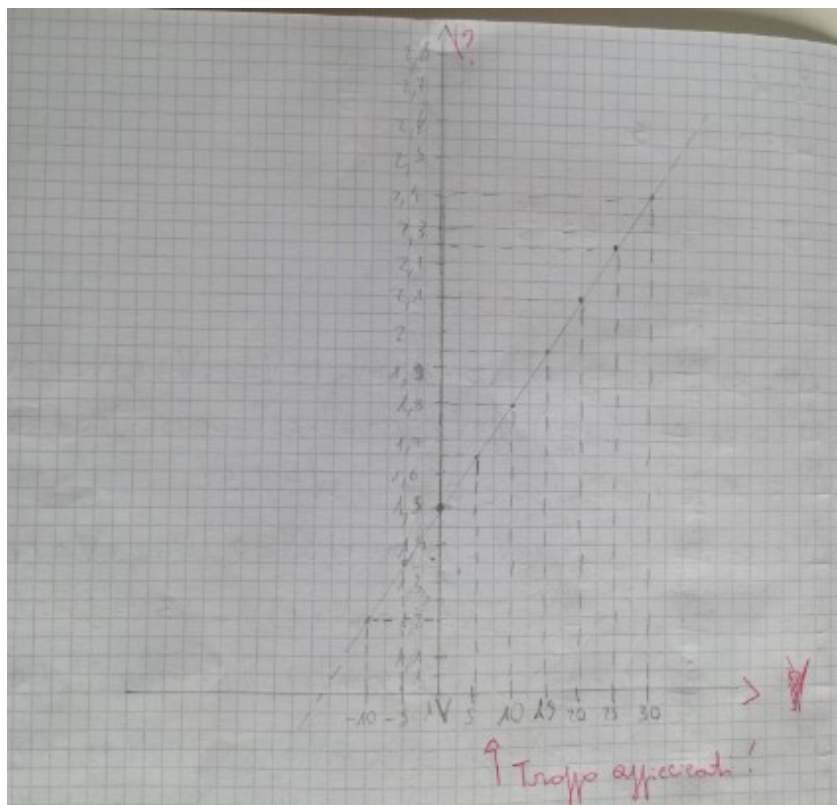
3. Dalla lettura del grafico determina per quali valori della temperatura la velocità del suono è:
minore di 350m/s
maggiore di 328m/s
compresa fra 332m/s e 343m/s .

C'è una
tendenza al
“risparmio”
del foglio
che porta a
comprimere i
grafici.



Abbiamo svolto, quindi, ulteriori esercizi con equazioni analoghe a quelle trattate nel nostro percorso e fornite come esempio di sensori per realizzare grafici “leggibili”. Di seguito, qui e nella pagina successiva, alcuni esempi di grafici realizzati dagli studenti. Come si vede sotto, non bastano pochi esercizi per convincere lo studente ad ampliare la scala.





I nostri studenti del secondo anno di una scuola secondaria di secondo grado, nel secondo quadrimestre, sono naturalmente portati a comprimere i grafici.

Perché?

Forse si chiede raramente di disegnare grafici con scale “particolari”.

In ogni caso abbiamo verificato la tendenza alla “compressione” anche con studenti di classi superiori.

C'è da dire che i libri di testo disegnano spesso grafici che occupano una porzione della pagina.

Osserviamo che gli studenti sembrano non comprendere la necessità di una scala opportuna per favorire la lettura del grafico. In molti chiedono se hanno disegnato il grafico sufficientemente grande più per soddisfare la richiesta del docente che per rispondere al punto 3 della scheda:

“Dalla lettura del grafico determina per quali valori della temperatura la velocità del suono è:
minore di 350m/s
maggiore di 328m/s
compresa fra 332m/s e 343m/s ”.

Il percorso sul sensore di distanza prosegue con la domanda quattro legata alle equazioni di primo grado e all'inversione di formule (questa parte non sarà qui analizzata):

- 4a. Se con una misurazione eseguita in laboratorio si determinasse che la velocità del suono è di $342,3\text{m/s}$, qual è la temperatura dell'aria?
- 4b. Scrivi la formula generale per il calcolo della temperatura conoscendo la velocità del suono.

La termoresistenza PT100

La termoresistenza PT100 è un sensore di temperatura che varia la propria resistenza in funzione della temperatura.



L'obiettivo primario di questa seconda scheda è quello di utilizzare la sonda PT100 per misurare la temperatura di un ambiente.

Un ulteriore obiettivo è quello di acquisire i dati con la scheda a microcontrollore Arduino per visualizzare la temperatura misurata.

Per fare questo è necessario “comprendere” l'equazione della PT100 per poterla inserire correttamente nel programma di acquisizione ed elaborazione dati.

La Scheda di lavoro

1. Una termoresistenza è un resistore che varia la propria resistenza con la temperatura secondo la seguente formula:

$$R=R_0(1+\alpha T)$$

R_0 e α sono costanti, T è la temperatura.

2. Le termoresistenze presenti in commercio si chiamano PT100 perché sono realizzate in platino e a 0°C valgono 100Ω.

Le domande

1. Riconosci nell'equazione precedente l'equazione di una retta e individua il coefficiente angolare e il termine noto.
2. Riportando i dati in tabella, calcola la resistenza in funzione della temperatura per $-40^{\circ}\text{C} \leq T \leq 200^{\circ}\text{C}$ variando la temperatura a passi di 40°C . Per una PT100 con $R_0=100\Omega$ e $\alpha=3,85 \cdot 10^{-3} [\dots]$.

Riporta i dati della tabella in un grafico cartesiano (l'asse verticale può iniziare da 80Ω e a ogni quadretto devono corrispondere 2Ω).

Una precisazione

Come nel caso del sensore a ultrasuoni, l'equazione della PT100 è stata presentata in questa forma perché è così che i manuali la propongono. Si noti che in questo caso, a differenza di $c_{\text{air}} = 331,5 + 0,6 \cdot T$, non si scrivono i valori delle costanti ma si usano i simboli R_0 e α .

Platina sensor (PT100) is used to record temperature data in the range of 0 – 100 °C.

Reference temperature: $T_0 = 0 \text{ °C}$

Reference resistance: $R_0 = 100 \text{ °C}$

Sensitivity: $\alpha = 0.00385 \text{ 1/°C}$

Equation:

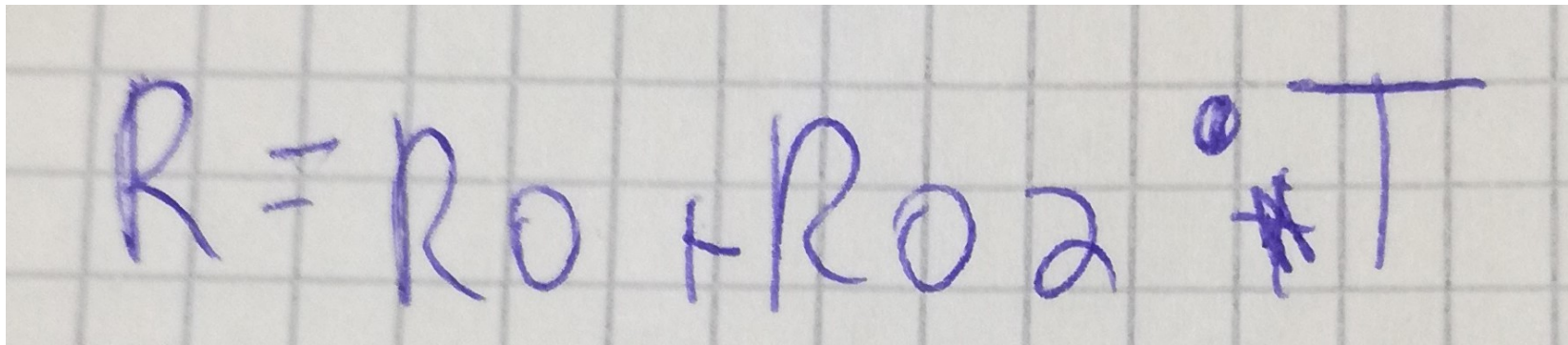
$$R_T = R_0 (1 + \alpha \Delta T) = R_0 (1 + \alpha (T - T_0))$$

Nonostante gli studenti conoscano la retta e la sua formula, e abbiano già studiato il caso del sensore a ultrasuoni, è risultato per tutti - compresi i più bravi - molto difficile rispondere alla prima domanda, cioè riconoscerla come retta.

Abbiamo dovuto sollecitarli a svolgere i prodotti e a togliere le parentesi.

Ovviamente non sono mancati errori di calcolo come quello riportato sotto dove prima si fa la somma e poi, su indicazione del docente, si corregge in un prodotto.

Ma anche scritta in una forma “riconoscibile”, individuare il coefficiente angolare nel prodotto fra R_0 e α non è stato per niente facile.



A photograph of a handwritten equation on a grid background. The equation is written in blue ink and reads: $R = R_0 + R_0 \alpha^2 \cdot T$. The equation is written in a slightly messy, handwritten style. The first term is R , followed by an equals sign, then R_0 , a plus sign, R_0 , α^2 , and finally T with a dot indicating multiplication. There is a small circle above the α^2 and a small asterisk-like mark below the T .

Anche su questo punto abbiamo svolto alcuni esercizi aggiuntivi che documentano le difficoltà. La forma dell'equazione proposta è analoga a quella della PT100 (ΔV è la differenza di potenziale, f la forza esercitata sul sensore), ma si confonde m con q e in q (ma sarebbe m) si considera pure la forza f che è la variabile.

B) $\Delta V = K(z + \beta f)$

ΔV è in Volt (V)
 f è in Newton (N)

$K = 1,3V$
 $\beta = 0,4 \dots$

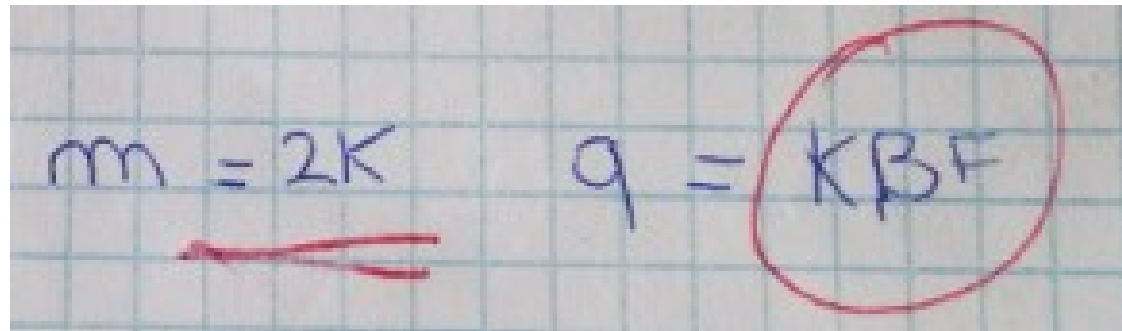
$\Delta V = zK + K\beta f$

1) $m = zK = 2,6V$
 $q = K\beta f = 0,52 \frac{V}{N}$

Questo errore è generalizzato e, discutendo con gli studenti, deriva, ancora una volta, dalla difficoltà a riconoscere in $R=R_0(1+\alpha T)$ ma anche in $R=R_0+R_0\alpha T$ la forma classica

$$y=mx+q$$

Ancora una volta la posizione dei simboli sembra contare di più!



Handwritten equations on graph paper: $m = 2K$ and $q = KBF$. The 'm' is underlined and the 'KBF' is circled in red.

Se q è il “secondo termine a destra” è allora evidente che anche la variabile deve essere compresa e dunque per moltissimi studenti:

$$q = R_0 \alpha T$$

oppure

$$q = k \beta F$$

In una formazione a carattere tecnologico, all'interno della quale la matematica gioca un ruolo fondamentale, si comprende bene quanto sia necessario lavorare su questi problemi perché difficoltà analoghe poi si ritrovano anche con studenti più grandi.

Non sono sufficienti gli esercizi del libro di testo.

Le applicazioni (sensore di distanza, PT100 e altri) portano gli studenti verso una comprensione più approfondita.

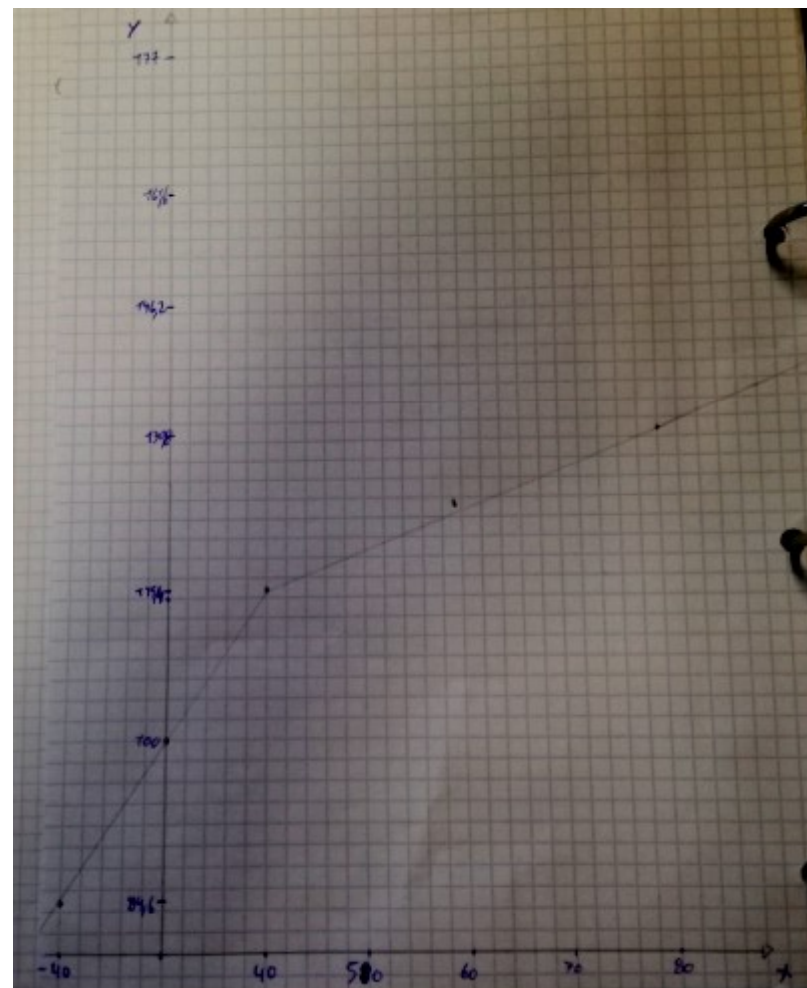
La trasversalità fra matematica, fisica e tecnologia, è fondamentale. Noi cerchiamo di chiarire agli studenti, talvolta demotivati verso la matematica, che lo studio di $y=mx+q$ serve a comprendere anche

$$c_{\text{air}} = 331,5 + 0,6 \cdot T \quad \text{e} \quad R=R_0(1+\alpha T).$$

Se non sappiamo gestire queste relazioni, non siamo neppure in grado di utilizzare i sensori e, dunque, la matematica, l'elettronica e la fisica, si sostengono a vicenda.

Anche i grafici risultano complessi per la non familiarità a trattare certi valori numerici.

Lo studente usa x e y
al posto di R e T e
pone correttamente -40
e 40 , ma poi si confonde
e continua con $50, 60...$
ovviamente non
può arrivare a 200 .
Lo studente non disegna
una retta, ma questo non
lo mette in allarme e
prosegue nel suo disegno.



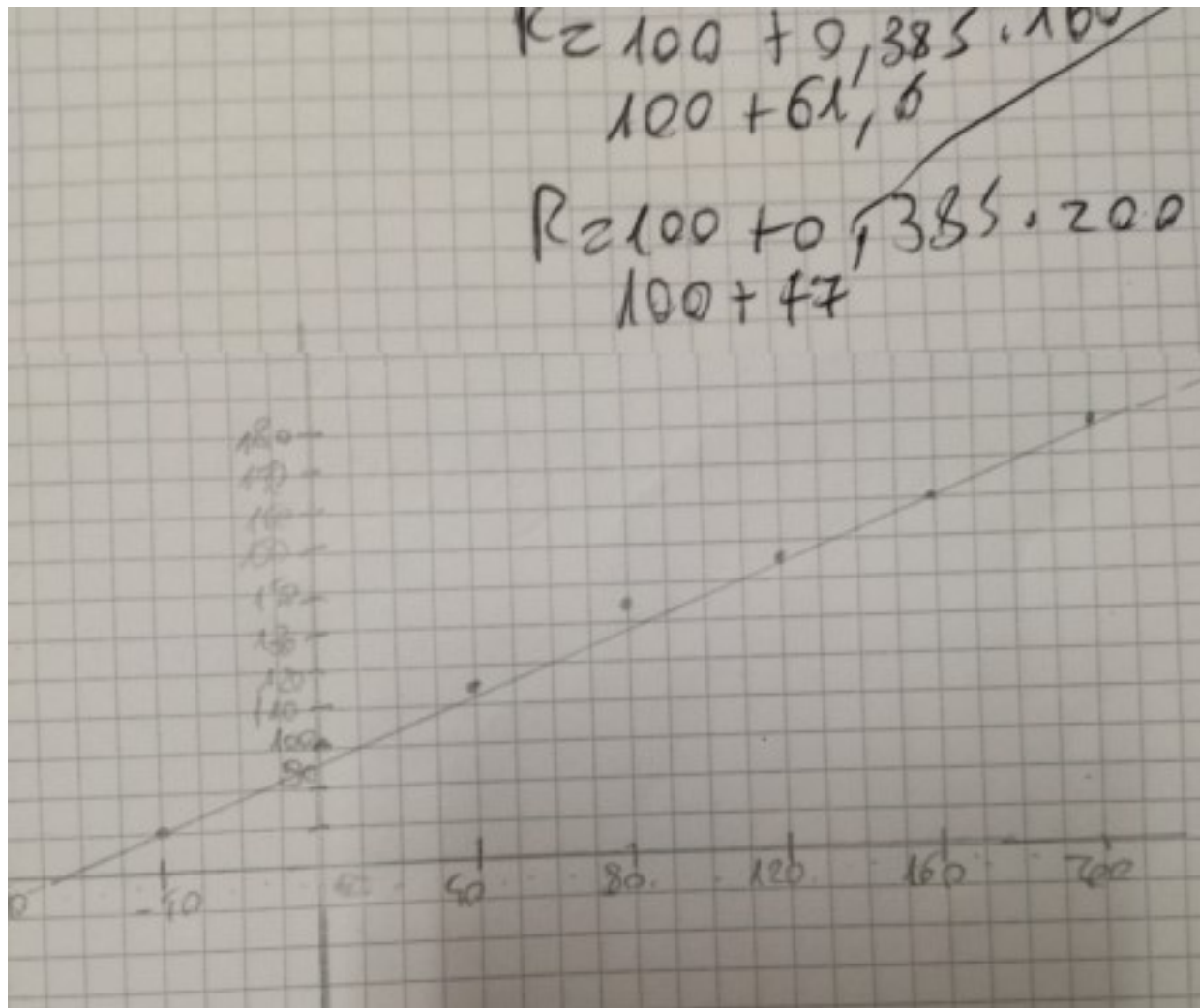
Come per le altre schede, scegliere la scala è stato molto complicato nonostante i suggerimenti forniti loro.

Ad esempio l'indicazione:

“L'asse verticale può iniziare da 80Ω e a ogni quadretto devono corrispondere 2Ω .”

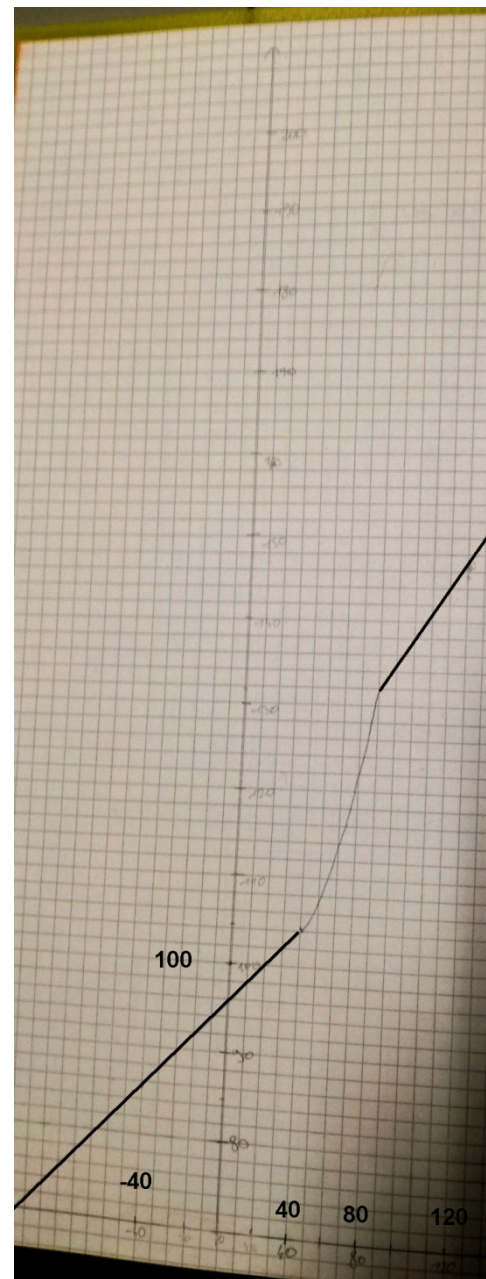
non è stata recepita da molti. Qui c'è la difficoltà di non partire da 0.

Questo studente sente la necessità di partire da 0 in verticale e comprime moltissimo la scala. La retta non passa neppure per 100.



La foto non è di buona qualità ed è stata ritoccata per evidenziare le difficoltà incontrate dallo studente:

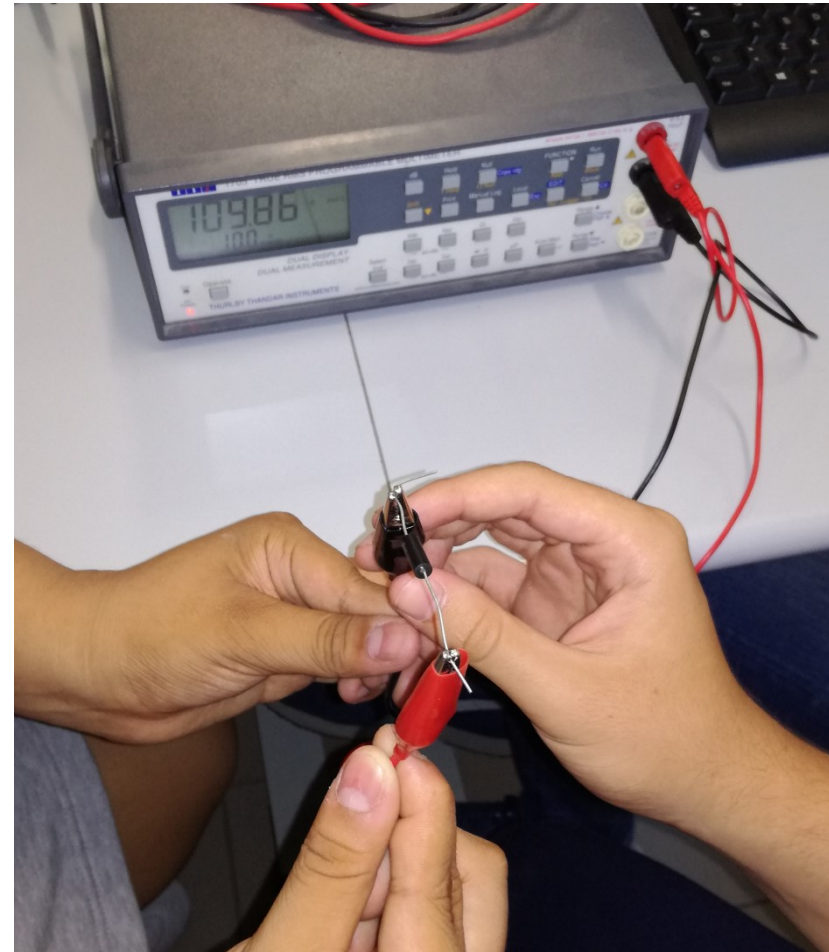
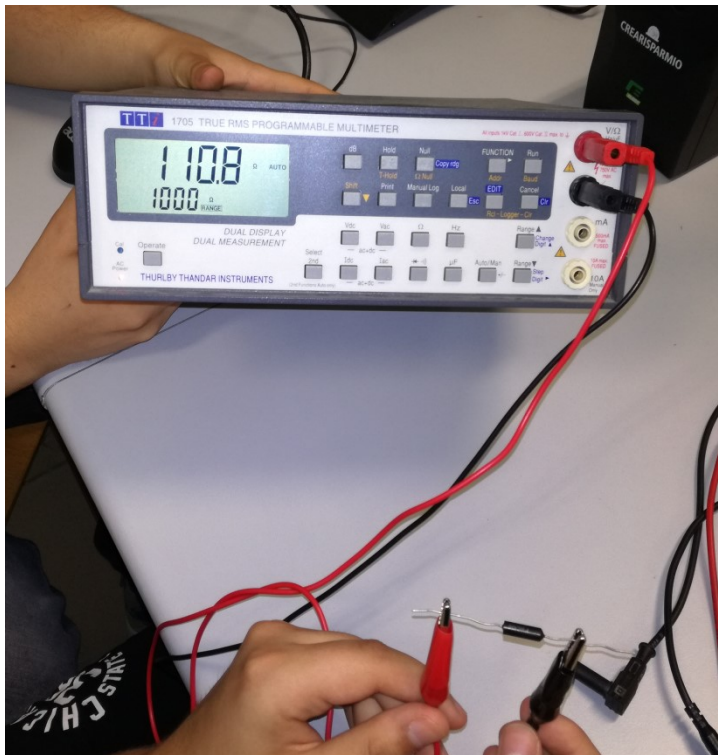
1. La scala orizzontale è errata (4 o 5 quadretti)
2. Non passa da 100Ω
3. Non è una retta
4. I valori sono errati



Agli studenti viene poi chiesto di sviluppare i seguenti due punti:

3. Determina l'unità di misura della costante α .
4. Normalmente in laboratorio si misura R per poi ricavare la temperatura T .
Determina la formula inversa per ricavare T in funzione di R .

Gli studenti misurano con l'ohmetro la resistenza della PT100.



Alcuni invertono correttamente la formula e calcolano la temperatura. In questo caso lo studente associa la corretta unità di misura ad α .

$$\begin{aligned} R_T &= 110 \, \Omega & \alpha &= 3,85 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} & R_0 &= 100 \, \Omega \\ T &= \frac{110 \, \Omega - 100 \, \Omega}{100 \, \Omega \cdot 3,85 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}} = 26 \, ^\circ\text{C} \\ R &= R_0 (1 + \alpha T) \\ R &= R_0 + R_0 \alpha T \\ R - R_0 &= R_0 \alpha T \\ T &= \frac{R - R_0}{R_0 \alpha} \end{aligned}$$

Altri si confondono nell'invertire la formula e nei calcoli e non indicano l'unità di misura di α .

Handwritten mathematical derivation on graph paper:

$$R = 111,6 \text{ } \Omega$$
$$R = R_0(1 + \alpha t)$$
$$R = R_0 + R_0 \alpha t$$
$$\cancel{R_0} \alpha t = R_0 \cancel{R}$$
$$t = \frac{R_0 \cancel{R}}{R_0 \alpha}$$
$$f = \frac{100 - 111,6}{385} = \frac{-11,6}{385} = -0,03$$

Sensore di temperatura TMP36

Nell'ultima scheda di lavoro si presenta un sensore di temperatura per il quale il costruttore fornisce indicazione per ricavare il termine noto e il coefficiente angolare, ovviamente non presentandoli in questi termini.

Gli studenti devono riconoscere nelle informazioni fornite gli elementi che interessano per scrivere l'equazione della retta.

Nella diapositiva successiva si riportano le indicazioni del costruttore.

“FEATURES: Low voltage operation (2.7 V to 5.5 V)
Calibrated directly in $^{\circ}\text{C}$ 10 mV/ $^{\circ}\text{C}$ scale factor. The TMP36 is specified from -40°C to $+125^{\circ}\text{C}$, provides a 750 mV output at 25°C .

Il TMP36 è un sensore di temperatura che fornisce 10mV/ $^{\circ}\text{C}$. Inoltre, a 25°C il sensore fornisce 750mV in uscita.”

Le informazioni sono riportate in inglese, com'è tipico per i sensori e i dispositivi elettronici. È importante che gli studenti prendano confidenza con queste descrizioni. Noi abbiamo anche riportato le indicazioni in italiano che gli studenti utilizzano per leggere il testo in Inglese.

Il testo in inglese fornisce anche indicazioni sul campo di utilizzo del sensore TMP36.

Dal testo si comprende che il sensore fornisce una differenza di potenziale in uscita in funzione della temperatura misurata.

Prima di proseguire mettiamo a confronto le tre schede.

Nel primo caso si fornisce l'equazione $c_{\text{air}} = 331,5 + 0,6 \cdot T$ che ha i termini scambiati di posto rispetto a $y=mx+q$.

La seconda equazione $R=R_0(1+\alpha T)$ presenta ulteriori difficoltà, oltre al fatto che i termini sono scambiati di posto ci sono delle parentesi e non ci sono numeri.

Infine, per l'ultimo sensore non è neppure data l'equazione ma due indicazioni: $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ e a 25°C il sensore fornisce 750mV in uscita.

In realtà il coefficiente angolare è ben esplicitato, ma gli studenti faticano a riconoscerlo nei $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$, quindi abbiamo dovuto fare una riflessione sul suo significato.

Gli studenti sono focalizzati verso il calcolo (e i tanti siti Internet rivolti agli studenti rinforzano questa tendenza: “*Come calcolare il coefficiente angolare di una retta*”, “*Calcolare il coefficiente angolare*”), ma in questo caso è in gioco un rapporto e come afferma A. B. Arons, in Guida all’insegnamento della fisica: “Una delle lacune più gravi e più diffuse nello sviluppo cognitivo degli studenti a livello di scuola secondaria o di primi anni di università è la mancanza di padronanza dei ragionamenti che coinvolgono rapporti di grandezze”.

Lo studio di questo sensore ha creato le condizioni per discutere del significato di $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$. Abbiamo chiesto prima di esprimere a parole questa informazione e poi di scriverla sul quaderno. Gli studenti devono arrivare a dire che se la temperatura aumenta di 1°C la tensione in uscita aumenta di 10mV , se la temperatura diminuisce di 1°C la tensione di uscita diminuisce di 10mV .

Come afferma sempre Arons: “ Il risultato della divisione ci dice quanto del denominatore è associato con una unità di qualunque cosa sia rappresentata dal denominatore”.

Nella scheda si chiede di:

“Completare la seguente tabella utilizzando le informazioni sul TMP36 riportate sopra”

T (°C)	Vo (mV)
-15	
-5	
0	
5	
15	
25	750
35	
45	

Una volta compreso il significato di $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ gli studenti riescono abbastanza facilmente a completare le tabella partendo

dall'informazione a 25°C : 1°C in più o in meno sono 10mV in più o in meno, 10°C in più o in meno sono 100mV in più o in meno.

Questa tabella permette anche di ragionare sul termine noto che a questo punto alcuni studenti individuano in corrispondenza di $T=0^{\circ}\text{C}$, ma non tutti.

La consegna successiva aiuta chi ancora non ha individuato nella tabella il termine noto:

“Riporta in grafico i dati della tabella, scegliendo opportunamente le unità di misura sugli assi e indica di quale tipo di curva si tratta.”

L'intersezione con gli assi permette adesso di individuare il valore cercato pari a 500mV.

Infine si chiede di scrivere l'equazione della retta, ma a questo punto gli studenti non hanno più difficoltà perché possono utilizzare la forma classica:

$$y = mx + q$$

per scrivere:

$$V_o = 10T + 500$$

con V_o in mV e T in °C.

L'inclusione

In classe è presente uno studente con sostegno che svolge un programma differenziato.

L'alunno, con il supporto degli insegnanti, ha svolto alcune parti delle schede di lavoro e in particolare la parte relativa alle tabelle e ai grafici.

Lo studente ha anche misurato il valore della resistenza PT100 per poi calcolare la temperatura ambiente.

La scelta della scala nella costruzione dei grafici, la compilazione delle tabelle, la lettura dei grafici sono tutti compiti utili non soltanto ad acquisire competenze specifiche ma anche a costruire gli elementi di una cittadinanza in grado di valutare informazioni, ad esempio, proposte dai mezzi di comunicazione. Anche lo studente con il sostegno ha partecipato attivamente allo sviluppo di queste parti delle schede assieme ai compagni di classe, integrandosi nei gruppi durante le fasi di misurazione in laboratorio.

Gli apprendimenti

È importante osservare la necessità di questo tipo di lavoro, non soltanto per la trasversalità forte che si realizza fra la matematica e le discipline tecnologiche - scardinando il preconconcetto classico, talvolta rinforzato dalla scuola, che vede le discipline separate fra loro - ma anche per le competenze che permette di acquisire proprio per il contesto che si viene a creare che non è soltanto teorico e astratto, come in molti esercizi di fine capitolo, ma concreto e operativo. La presentazione di tre schede, poi, costruisce un percorso didattico che sviluppa, rinforza e, speriamo, rende permanenti le conoscenze.

Il coinvolgimento personale

Sostanzialmente il percorso parla della retta, ma presentare dei sensori, indicare la necessità di comprendere per sviluppi ulteriori, eseguire delle misurazioni in laboratorio, far presente che i sensori fanno parte della nostra società tecnologica, motiva molto gli studenti a impegnarsi e a cercare di capire. C'è un forte coinvolgimento personale e si realizzano le condizioni per un proficuo clima di apprendimento di conoscenze e di competenze operative e metodologiche.

La valutazione

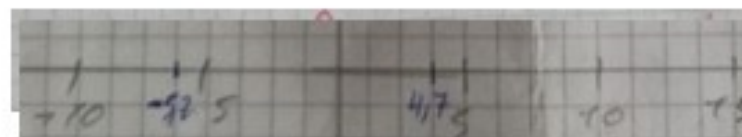
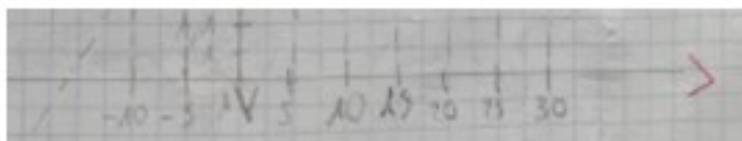
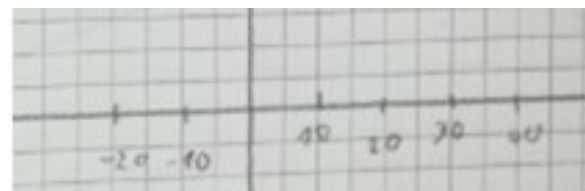
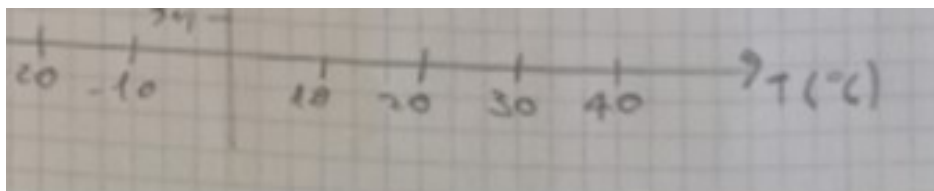
Al termine del percorso abbiamo chiesto agli studenti di risolvere una verifica che presentava situazioni analoghe a quelle già incontrate nelle schede.

Il risultato di questa prima verifica non è stato soddisfacente perché soltanto un terzo degli studenti ha dimostrato di aver fatto proprio il lavoro svolto. Molti studenti sono ricaduti nell'errore di scambiare il termine noto con il coefficiente angolare e di disegnare grafici troppo piccoli per poi poter essere letti.

Abbiamo, quindi, dedicato altre ore di lezione a riprendere le schede già studiate e a far ricostruire il percorso svolto fornendo ulteriori informazioni sulla scelta della scala. Ci siamo accorti che gli studenti scelgono scale corrette, ma poi difficilmente gestibili. Ad esempio, molti studenti, per riportare il numero 5 scelgono due o quattro quadretti del foglio, oppure per il 10 scelgono due o tre quadretti.

Ma nessuna di queste scale aiuta nel disegno e nella lettura del grafico.

Riflettendo su questo siamo arrivati alla conclusione che la scala migliore per il 10 è ovviamente quella di 10 quadretti, ma in alternativa è valida anche la scala di 5 quadretti che associa mezzo quadretto all'unità.



Svolta anche questa parte di recupero, abbiamo preparato una nuova verifica che questa volta ha fornito risultati migliori e le insufficienze gravi sono state cinque su ventitré studenti.

Siamo soddisfatti del lavoro che abbiamo fatto, sia in termini di risultati ottenuti che di motivazione suscitata. Era la prima volta che il percorso veniva proposto in classe e con l'esperienza acquisita sappiamo che il disegno di grafici, nonostante l'ampio lavoro svolto anche dagli insegnanti della scuola Primaria e Secondaria di I grado, ha necessità di ulteriori approfondimenti perché per molti studenti non è un compito facile da portare a termine.

Ormai sono anni che la collaborazione fra Matematica e le discipline tecnologico di ambito elettronico fornisce, a nostro parere, risultati interessanti sia per quanto riguarda la trasversalità in orizzontale che la realizzazione di un curriculum verticale. Questa collaborazione va avanti perché i docenti la ritengono essenziale per una riflessione sui processi di apprendimento e di insegnamento, ma non c'è dubbio che il Laboratorio del Sapere Scientifico definisca le condizioni all'interno delle quali la collaborazione viene sostenuta e continuamente rinforzata.