

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PISA

CORSO DI PERFEZIONAMENTO

IN

**”STRATEGIE DIDATTICHE PER PROMUOVERE UN
ATTEGGIAMENTO POSITIVO VERSO LA
MATEMATICA E LA FISICA”**

**RELAZIONE SUL LABORATORIO
“IL LINGUAGGIO SCIENTIFICO”**

Natascia Mugnaini

Introduzione

Ogni giorno, sia come insegnanti che come esperti in materia ci troviamo alle prese con il linguaggio scientifico; da qui il nostro interesse. Esistono tuttavia molte ed oggettive difficoltà nel trattare un argomento così complesso e vasto. Ci siamo basati su esempi a nostro avviso significativi senza per questo aver la pretesa di risultare esaustivi.

La nostra ricerca si è basata essenzialmente sull'analisi di due ambiti in cui è sempre necessaria una riflessione che riguarda il linguaggio scientifico ovvero la DIVULGAZIONE SCIENTIFICA e l'INSEGNAMENTO.

Un esempio di linguaggio scientifico che abbiamo ritenuto poco "felice" è la seguente definizione di angolo in un manuale per il liceo francese del 1971:

Qualunque siano le coppie $(D1, D2)$ e $(D1', D2')$ di semirette vettoriali di E , la relazione *esiste una rotazione vettoriale f di E tale che*

$$f(D1) = D1' \quad e \quad f(D2) = D2'$$

è una relazione di equivalenza in $D \times D$, dove D rappresenta l'insieme delle semirette vettoriali di E .

Una classe di equivalenza per questa relazione viene chiamata *angolo* di due semirette vettoriali di E .

Ritengo che tale definizione si commenti da sé!

Le pagine che seguono riguardano l'ambito di analisi di cui mi sono occupata all'interno del laboratorio ovvero l'insegnamento, con particolare attenzione ad argomenti di fisica.

Il linguaggio scientifico

Un insegnante, nel preparare le sue lezioni quotidiane, si trova a dover pensare a come introdurre un nuovo argomento, a come svilupparlo, a dover scegliere gli esempi più incisivi ed esplicativi. La scelta di fondo è però quella del *linguaggio* da utilizzare nelle sue esposizioni: utilizzare un linguaggio scientifico che non perda in rigorosità, chiarezza, precisione e completezza oppure utilizzare un linguaggio che “arrivi” alla maggior parte dei nostri uditori, rischiando così di limitarsi a dare i risultati concreti della scienza, i fatti curiosi e stimolanti, le briciole della scienza, perdendo così tutti quei passaggi sottili che ci sono dietro ad ogni prodotto della lavorazione scientifica?

Per rispondere a questa domanda occorre chiedersi qual è l’obiettivo del nostro insegnamento. A mio avviso scopo dell’insegnare è quello di diffondere una “cultura fisica e matematica”, pensando che non necessariamente tutti i nostri allievi diventeranno dei fisici o dei matematici. E’ preferibile veicolare le idee che stanno alla base di un concetto piuttosto che “indottrinare” i ragazzi con tecnicismi atti a risolvere esercizi senza una piena consapevolezza.

E in virtù di questo obiettivo la comunicazione di conoscenze fisiche e matematiche deve essere veicolata da un linguaggio che non eclissi sui concetti che stanno alla base di certi risultati, sia lineare e specifico, senza addentrarsi in definizioni e formalismi pesanti o ingiustificati.

Per spiegare come, a mio avviso, un insegnante dovrebbe “utilizzare” il linguaggio scientifico prendiamo in considerazione alcuni testi di fisica, concentrandoci sull’introduzione al concetto di temperatura e alla meccanica quantistica.

Gli autori Halliday-Resnick iniziano dal concetto di equilibrio termico: “quando due sistemi sono posti in contatto tramite una parete diatermica, lo scambio di energia provoca la variazione delle loro proprietà macroscopiche.[...] Inizialmente i cambiamenti sono piuttosto rapidi, ma, con il passare del tempo, diventano sempre più lenti e le proprietà macroscopiche si avvicinano a un determinato valore che rimane poi costante. Quando questo avviene, si dice che i due sistemi sono in *equilibrio termico* tra loro.”¹

Si osserva che l’equilibrio termico viene definito a partire dal concetto di temperatura (grandezza macroscopica soggetta a variazioni se due sistemi sono posti in contatto tramite una parete diatermica), concetto che viene precisato e definito successivamente: “quando due sistemi sono in equilibrio termico si dice che hanno la stessa temperatura [...] esiste una grandezza scalare, chiamata temperatura, che caratterizza tutti i sistemi termodinamici in equilibrio. Due sistemi sono in equilibrio termico fra loro se e solo se le loro temperature hanno lo stesso valore”².

¹Halliday-Resnick, Fisica 1, Casa Editrice Ambrosiana, Pag. 526

²Halliday-Resnick, Fisica, Casa Editrice Ambrosiana, Pag. 527

Un'introduzione di questo tipo potrebbe risultare ambigua per i nostri studenti e poco concreta. Inoltre richiede in partenza l'acquisizione di una certa terminologia (significato di parete diatermica ed equilibrio termico) e la conoscenza del principio zero della termodinamica.

Un altro esempio di cattivo linguaggio scientifico è fornito dal libro di Mencuccini, Silvestrini "Fisica 1"³: "La descrizione dei fenomeni termodinamici richiede, innanzi tutto che si renda quantitativo il criterio con cui sensorialmente si distingue il diverso stato termico in cui lo stesso corpo può trovarsi (caldo, tiepido, freddo). La grandezza fisica che descrive lo stato termico di un corpo (solido, liquido o gassoso) si dice temperatura.

La definizione operativa di temperatura può procedere nel modo seguente:

Sulla base di sensazioni tattili si crea, per gli stati termici, una grossolana scala che va dal freddo, al tiepido, al caldo..."

Ciò che crea confusione da questa introduzione alla temperatura è l'uso improprio del termine scala riferito ai nostri sensi tattili. Non solo i nostri sensi non forniscono una misura quantitativa della temperatura (e quindi non si può parlare di scala), ma neanche qualitativa (e quindi non si può parlare nemmeno di scala grossolana). Infatti non possiamo dire che due corpi si trovano alla stessa temperatura se toccandoli percepiamo una identica sensazione termica. Toccando con una mano un oggetto di metallo e con l'altra un oggetto di legno che si trovano nello stesso ambiente, il primo ci sembrerà più freddo del secondo. Si rende pertanto necessaria l'introduzione di uno strumento che permetta di quantificare lo stato termico di un sistema.

Il fatto che i nostri sensi non forniscono né una misura quantitativa né qualitativa della temperatura è ben spiegato da un testo di scuola superiore per il biennio dell'istituto tecnico industriale, "Fisica passo passo" di A. Poli, A. Fiorello⁴, che utilizza un linguaggio scientifico chiaro preciso, seppur semplice, adeguato agli alunni che ne fruiscono, che necessitano di un approccio sperimentale abbinato ad esperienze di laboratorio.

Riportiamo una definizione di temperatura tratta dal dizionario della lingua italiana della De Agostini⁵: "condizione dello stato termico di un corpo; riconducibile intuitivamente alle sensazioni di caldo e di freddo, la temperatura viene definita in fisica come la capacità di un corpo di cedere calore o anche (in quanto grandezza misurabile con appositi strumenti detti "termometri") come grado di calore di un corpo." Si nota il misconcetto di temperatura definita come capacità di cedere calore.

Un esempio didattico valido che voglio evidenziare è come introduce la meccanica quantistica Feynman⁶. Per introdurre il comportamento duale degli elettroni mette a confronto il

³ Mencuccini Silvestrini "Fisica 1", Liguori editore, 1987

⁴ "Fisica passo passo" Vol. 1 di A. Poli, A. Fiorello, Etas 2004

⁵ Dizionario Sandron della lingua italiana, De Agostini, 1989

⁶ La Fisica di Feynman, Zanichelli, 2001

comportamento di pallottole sparate da un fucile con quello di onde come quelle dell'acqua. Tale confronto è fatto mediante l'apparato sperimentale delle due fenditure. In questo modo si enfatizza la differenza tra la natura corpuscolare delle pallottole e quella ondulatoria che genera il fenomeno dell'interferenza. Successivamente propone l'esperimento del cannone elettronico evidenziando come, contro ogni previsione, il comportamento degli elettroni sia analogo a quello delle onde dell'acqua: si genera interferenza, il numero di elettroni che sbattono sullo schermo non è pari alla somma del numero di elettroni che vi arrivano tappando prima un foro e poi l'altro. Dopo aver disquisito come qualsiasi tentativo di scoprire per quale foro passi l'elettrone altera il risultato dell'esperimento, introduce la meccanica quantistica con questa frase: "Vorremo mettere l'accento su una differenza assai importante tra la meccanica quantistica e quella classica. Abbiamo parlato della probabilità che un elettrone arrivi in una data circostanza. Abbiamo dato per scontato che nel nostro apparato sperimentale [...] sarebbe impossibile predire cosa accadrebbe esattamente. Possiamo soltanto predire la probabilità. Se ciò fosse vero significherebbe che la fisica ha rinunciato al problema di tentare di predire esattamente ciò che accadrà in una determinata circostanza. Sì! La fisica vi ha rinunciato. Noi non sappiamo come predire ciò che accadrebbe in una data circostanza, ed ora crediamo sia impossibile e che l'unica cosa prevedibile sia la probabilità di eventi diversi. Si deve riconoscere che questo è un ripiegamento rispetto al nostro antico ideale di comprensione della natura. Può darsi che sia un passo indietro, ma nessuno ha trovato il modo di evitarlo".