



**Fabrizio
Giannelli**

I.I.S. "A. Cesaris",
Casalpuusterlengo (LO)

fabrizio_giannelli@
virgilio.it

Acustica in cucina

(Pervenuto il 10.7.2014, approvato il 20.2.2015)

ABSTRACT

The paper presents three simple acoustic experiments carried out using a smartphone and some objects available in any kitchen.

Introduzione

Nella scuola dove insegno, nel corso di Liceo Scientifico delle Scienze Applicate, ho avviato, nel primo biennio, una sperimentazione didattica nell'insegnamento della fisica che prevede, oltre all'aumento del 25% del monte ore, un approccio alla materia preminentemente sperimentale. Questa idea, condivisa con i colleghi del gruppo disciplinare, nasce dalla convinzione che l'attività laboratoriale debba avere un ruolo preponderante nella didattica della fisica, in particolare nel biennio iniziale, come sottolineato anche nella recente riforma.

Uno degli obiettivi fondamentali della fisica, a mio parere, è quello che prevede l'acquisizione da parte dello studente della capacità di "modellizzare matematicamente situazioni reali". Ho verificato, nella mia pratica di docente, che questo obiettivo è difficilmente raggiungibile se non si pone lo studente di fronte ad un gran numero di differenti situazioni, più o meno complesse, anche fuori da un contesto di laboratorio.

A tal fine in questi ultimi anni ho allestito una serie di esperimenti con materiale povero che gli alunni possono effettuare anche a casa. Questa possibilità è notevolmente migliorata con l'avvento delle "app" degli *smartphone*, perché grazie ad esse lo studente può facilmente disporre di strumenti di misura "sofisticati", situazione impensabile fino a poco tempo fa.

Questo lavoro rappresenta un esempio indicativo dell'approccio didattico sperimentale in situazioni di vita comune: vengono presentati tre semplici esperimenti di acustica che prevedono l'utilizzo di alcuni oggetti comunemente presenti in una qualsiasi cucina ed uno *smartphone*. Gli esperimenti proposti sono stati eseguiti in una classe prima, motivo per cui sono presentati in modo molto semplice.

Esperimento 1

Questo esperimento consiste nel misurare la frequenza fondamentale del suono emesso da un bicchiere quando si fa scorrere il dito bagnato sul bordo e nel determinarne i diversi valori al variare del livello dell'acqua contenuta all'interno. L'applicazione per *Android* utilizzata è *n-track* (1). In particolare, in questo caso e nei successivi esperimenti, si è utilizzata la funzione *sonogramma* che mostra come lo spettro delle frequenze evolve nel tempo. È possibile "congelare" questo spettro e misurare la frequenza del suono emesso. La misura si effettua semplicemente passando il dito sullo schermo dello *smartphone*; in questo modo vengono visualizzate due linee perpendicolari che si intersecano nel punto di contatto del dito. Facendo coincidere la linea orizzontale con la linea spettrale viene visualizzato (in alto a sinistra sul display) il valore numerico della frequenza corrispondente (Figura 1). Nel caso specifico del suono emesso dal bicchiere viene visualiz-

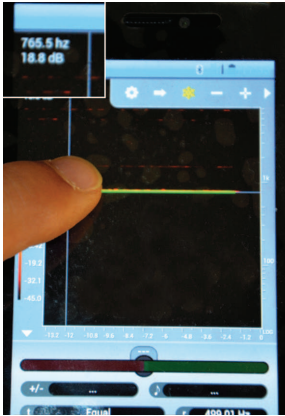


Figura 1. Esempio di misura di frequenza con *n-track*. Spettro ottenuto passando il dito sul bordo di un bicchiere.

zata sostanzialmente una sola linea spettrale (di colore verde, Figura 1) corrispondente alla frequenza fondamentale per cui la misura risulta semplice da effettuare. Come si vede in Figura 1 la linea spettrale ha un certo spessore. Posizionando il dito prima nella parte inferiore e poi nella parte superiore, è possibile determinare i rispettivi valori minimo e massimo della frequenza corrispondente alla linea spettrale. Le misure riportate in questo lavoro, per ciascuna frequenza, non sono altro che la media di questi due valori e l'errore assoluto associato la semidifferenza.

Nel caso esaminato si è utilizzato una flûte di forma cilindrica con diametro interno di circa 4 cm e altezza circa 12 cm (Figura 2).

In Tabella 1 e in Figura 3 sono riportati rispettivamente i valori delle frequenze f ottenute in funzione dell'altezza h (distanza tra la superficie libera del liquido e il bordo del bicchiere) e il grafico corrispondente. Analizzando il fenomeno per opportuni valori di h si ha un andamento lineare di f in funzione di h . Avvicinandosi alle estremità del bicchiere (per h minore di 2 cm e maggiore di 7 cm con il bicchiere usato in questo lavoro) la dipendenza di f da h tende a non essere più lineare.

f (Hz)	h (mm)
548 ± 18	20 ± 1
621 ± 30	30 ± 1
680 ± 23	40 ± 1
761 ± 25	50 ± 1
845 ± 16	60 ± 1
913 ± 18	70 ± 1

Tabella 1. Frequenza al variare dell'altezza h .

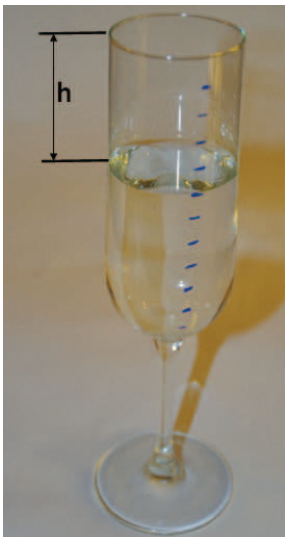


Figura 2. Bicchiere utilizzato nell'esperimento 1.

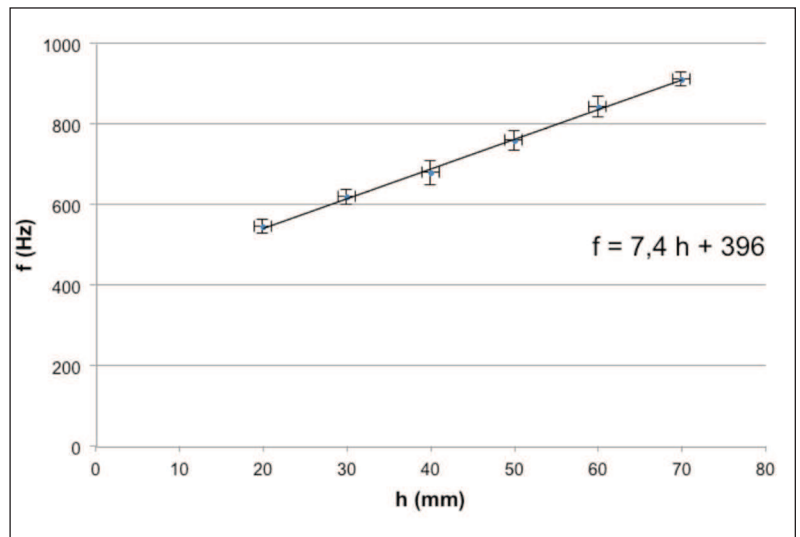


Figura 3. Grafico delle frequenze ottenute in funzione dell'altezza della parte vuota del bicchiere.

Esperimento 2



Figura 4. Coperchi utilizzati nell'esperimento 2.

In questo secondo caso si utilizzano 4 coperchi di pentola in acciaio di uguale forma ma di diverso raggio (da 8 cm a 14 cm) (Figura 4). Anche in questo caso l'esecuzione dell'esperimento risulta semplice; si percuote il coperchio con un corpo rigido e si misura la frequenza fondamentale del suono emesso così come fatto nell'esperimento precedente. In Figura 5 è riportato, a titolo di esempio, lo spettro ottenuto con un coperchio di raggio di 10 cm. In Tabella 2 sono riportate le frequenze in funzione del raggio e in Figura 6 vi è il corrispondente grafico.

Dal grafico si vince che la frequenza f dipende sostanzialmente da $1/R^2$.

f (Hz)	R (mm)
878 ± 5	80 ± 1
597 ± 8	100 ± 1
417 ± 9	120 ± 1
290 ± 8	140 ± 1

Tabella 2. Frequenze al variare del raggio dei coperchi.

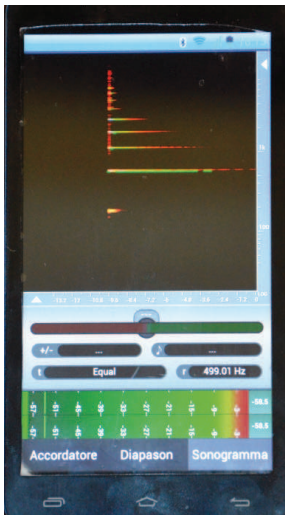


Figura 5. Spettro ottenuto con un coperchio di raggio pari a 10 cm.

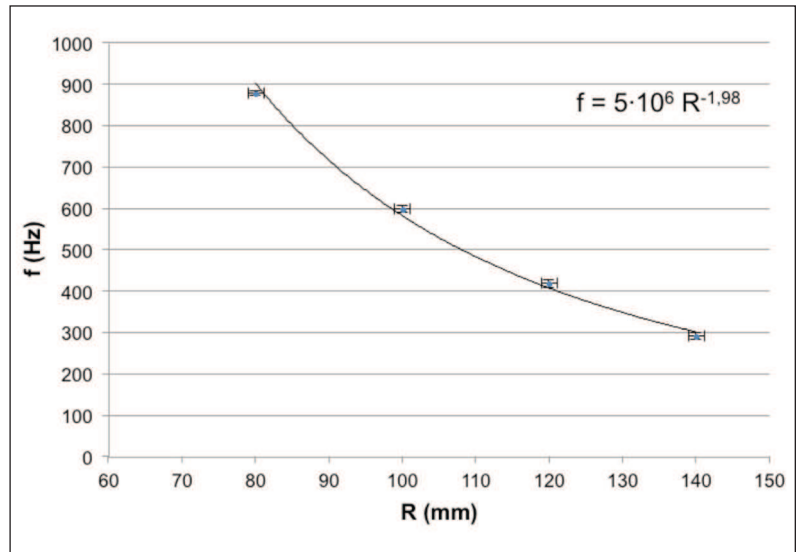


Figura 6. Grafico delle frequenze ottenute in funzione del raggio dei coperchi.

Esperimento 3

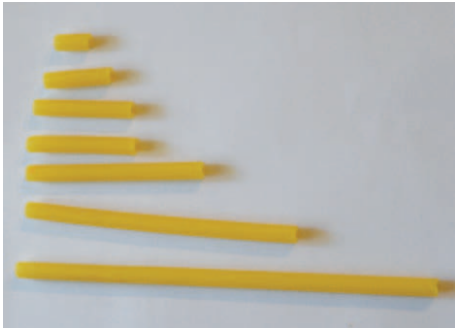


Figura 7. Tubicini di pasta usati nell'esperimento 3.

In quest'ultimo esperimento si determina la frequenza emessa da un tubicino di pasta tipo "bucatini" quando si chiude con un dito una estremità e si soffia nell'altra. In particolare, utilizzando tubicini di pasta di diversa lunghezza è possibile stabilire come questa grandezza influisca sulla frequenza emessa. Nel caso riportato in questo lavoro si è utilizzata pasta di diametro interno pari a circa 4 mm e lunghezza L variabile da 1,5 cm a 18 cm (Figura 7). Per emettere il suono si poggia il tubicino sul labbro inferiore e si soffia dolcemente a labbra strette. In questo caso ci vuole un minimo di pratica per emettere un suono "pulito" soprattutto per pezzi di pasta troppo corti o troppo lunghi. Inoltre, rispetto ai precedenti esperimenti, lo spettro risulta più "sporco", ossia risultano presenti più

frequenze anche se la linea relativa alla frequenza fondamentale ha una colorazione più intensa corrispondente ad una maggiore intensità sonora. In Figura 8 è riportato lo spettro ottenuto con un cilindro di pasta di circa 5 cm di lunghezza. I risultati delle misure sono riportati in Tabella 3 e il corrispondente grafico ottenuto con *Excel* in Figura 9. In questo caso f e L sono praticamente inversamente proporzionali.

f (Hz)	L (mm)
4624 ± 150	15 ± 1
2580 ± 60	30 ± 1
1550 ± 40	50 ± 1
1028 ± 34	80 ± 1
708 ± 27	120 ± 1
468 ± 10	180 ± 1

Tabella 3. Frequenza al variare della lunghezza dei tubicini di pasta.

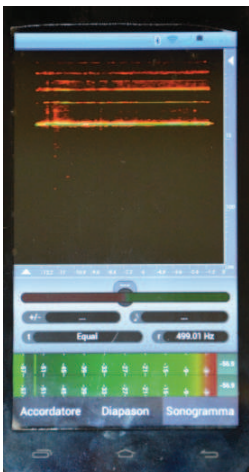


Figura 8. Spettro ottenuto con un maccherone di lunghezza pari a 5 cm.

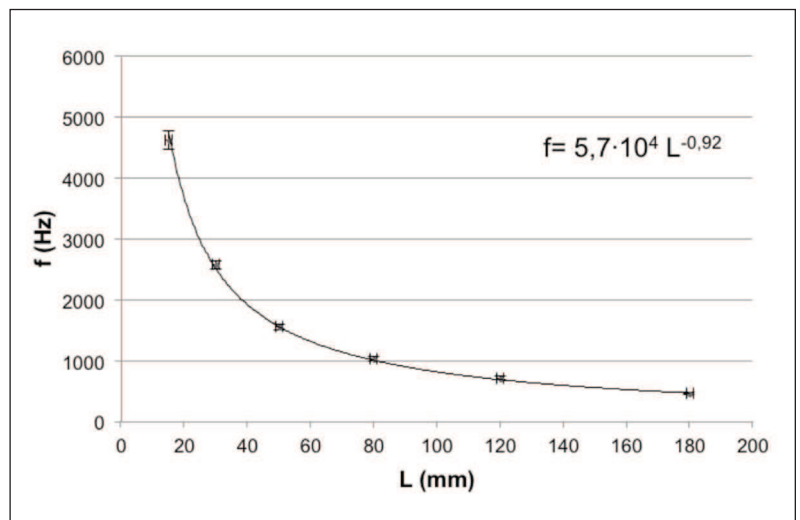


Figura 9. Grafico delle frequenze al variare della lunghezza della pasta.

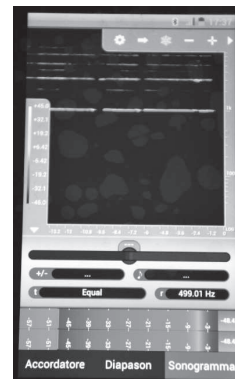
Conclusioni

Questi tre esperimenti sono nati un po' per gioco durante l'attività sperimentale quando, in prima liceo, si studiano le diverse relazioni tra grandezze fisiche. In questa fase del programma ho l'abitudine di proporre le più disparate e "strane" situazioni reali con l'obiettivo di far acquisire proprio quella capacità citata nell'introduzione. Quindi, lo scopo prefissato con questo lavoro era quello di proporre degli esempi accattivanti di fenomeni in cui è facile stabilire delle relazioni tra grandezze fisiche riconducibili a quelle note, anche se gli studenti coinvolti non avevano una conoscenza teorica dei fenomeni acustici.

Ovviamente questo lavoro può avere una maggiore efficacia se svolto in quarta liceo quando vengono affrontate le onde sonore e i ragazzi sono in grado di comprendere anche una eventuale giustificazione teorica dei risultati.

Note ¹ Questa applicazione mi è stata suggerita da alcuni studenti ed è un accordatore. Tra le varie funzioni permette, in particolare, di visualizzare l'andamento delle frequenze nel tempo (funzione prevista solo nella versione a pagamento). Inoltre permette di misurare con discreta precisione la frequenza e l'intensità del suono (Figura 10). Prima di effettuare delle misure ho verificato il corretto funzionamento misurando le frequenze emesse da vari diapason. Ovviamente vi sono diverse applicazioni per *Android* altrettanto valide che permettono di effettuare misure di frequenza (ad esempio *Andro Spectro Lite*).

Figura 10. Evoluzione delle frequenze nel tempo con l'applicazione *n-track*. Ciascuna riga corrisponde ad una frequenza; dal basso verso l'alto si possono vedere le prime armoniche fondamentali. In ascissa è riportata la scala temporale.



Parigi, 19 gennaio 2015. Cerimonia di inaugurazione dell'IYL 2015.