

**L'angolo di zio Albert  
Primi passi nella Fisica**

## I COLORI DELLE BOLLE DI SAPONE

di Sergio Musazzi \*

*Una rubrica per guidare i bambini della scuola primaria ad «accorgersi» della varietà dei fenomeni fisici presenti nella realtà quotidiana. Per dare soddisfazione a quella curiosità infantile, definita «sacra» da Albert Einstein e tipica dei grandi scienziati, ma che è spesso mortificata da approcci ludici o fantasiosi se non addirittura aridamente formalistici. Una sfida che l'autore ha raccolto, coniugando semplicità e rigore concettuale e linguistico.*

*«Zio Albert» guida i piccoli lettori a scoprire l'origine dei magnifici e mutevoli colori delle bolle di sapone illuminate dal Sole.*

\* Ricercatore e divulgatore scientifico

Un caro saluto ai miei piccoli lettori. Questa volta vorrei parlarvi degli iridescenti colori che compaiono sulle bolle di sapone. È vero, in passato abbiamo già analizzato alcuni dei processi fisici che danno origine alla nascita dei colori (*Emmeciquadro* [67](#), [71](#), [77](#)), ma quello responsabile della colorazione delle bolle di sapone è un meccanismo ancora diverso (la natura non finirà mai di stupirci!). Insomma, vorrei aiutarvi a capire perché le bolle di sapone – che, ne sono certo, sono state per molti di voi fonte di gioco e di divertimento – quando sono illuminate dal Sole (o da qualunque altra sorgente di luce bianca) si ricoprono di quei magnifici e mutevoli colori che contribuiscono a rendere il loro aspetto ancora più affascinante.

L'origine di questi colori, è bene anticiparlo, è una diretta conseguenza della natura ondulatoria della luce e della peculiare struttura delle bolle di sapone. Iniziamo, allora, con l'analizzare un po' più da vicino come sono fatte le bolle di sapone.

Una bolla di sapone non è altro che un sottilissimo velo di acqua e sapone di forma sferica che, in genere, sopravvive solo alcuni secondi per poi scoppiare o infrangersi contro qualche ostacolo. L'esistenza delle bolle (e non solo quelle di sapone) è resa possibile grazie al fatto che lo strato superficiale di un liquido si comporta come una vera e propria pellicola elastica a causa della *tensione superficiale*: la forza di coesione che tiene legate fra loro le molecole della superficie liquida (fenomeno di cui abbiamo [già trattato](#)). La tensione superficiale, infatti, per minimizzare il dispendio di energia speso per tenere insieme la bolla, fa sì che la superficie liquida assuma sempre la forma meno estesa, che, nel



nostro caso, è proprio quella sferica. La sfera, infatti, è fra tutti i solidi quello che, a parità di volume, possiede la superficie minore.

Nel caso specifico delle bolle di sapone, il loro sottile involucro – come indica il nome - oltre all'acqua contiene anche del sapone. Questo ingrediente è di fondamentale importanza per la vita di una bolla perché, oltre a ridurre la tensione superficiale del liquido di cui è fatta, consente anche di migliorarne la stabilità. Infatti, se una bolla fosse fatta solo d'acqua, l'elevata tensione superficiale del liquido ne impedirebbe l'espansione (si riuscirebbe cioè ad ottenere solo bolle molto piccole che evaporerebbero rapidamente). Inoltre, quando una bolla si gonfia, e quindi il suo sottile guscio di acqua e sapone si va progressivamente espandendo e assottigliando, si verifica un rimescolamento del liquido – visibile anche a occhio nudo e noto come *effetto Marangoni*, dal nome del suo scopritore - che consente di uniformare la tensione superficiale nelle diverse regioni della bolla e, di conseguenza, migliorarne la stabilità nel tempo. La presenza del sapone, inoltre, riduce il processo di evaporazione dell'acqua, permettendo così alla bolla di sopravvivere un po' più a lungo.

Completati questi brevi accenni sulla struttura delle bolle di sapone, possiamo tornare a parlare della luce. Come anticipato, infatti, per spiegare l'insorgere e il mutare dei colori che compaiono sulle bolle di sapone dobbiamo fare riferimento alla natura ondulatoria della radiazione luminosa e, in particolare, ad un fenomeno (presente non solo nelle onde luminose ma in tutti i processi di natura ondulatoria) noto come *interferenza*. Che cos'è l'interferenza? Per comprenderlo è sufficiente osservare le onde che si formano sulla superficie di uno stagno quando vi gettiamo una manciata di sassi. Ciascun sasso, infatti, cadendo nell'acqua, genera una sequenza di increspature (uno spostamento in su e in giù della superficie dell'acqua) che si allontanano dal punto di caduta con un fronte circolare: sono quelli che normalmente chiamiamo i *cerchi nell'acqua!* Ma, attenzione! Chi propaga è solo l'increspatura, cioè la perturbazione causata dal sasso, l'acqua si alza e si abbassa al suo passaggio ma non scorre. Ora, se ci fate caso, quando questi cerchi d'acqua propagandosi nello stagno si incontrano, nei punti in cui si sovrappongono succede qualcosa di strano: l'ampiezza dell'increspatura in questi punti (e cioè l'altezza dell'onda risultante dalla somma delle due onde) non è la stessa per tutti i cerchi ma, in alcuni casi risulta essere maggiore di quella delle due onde che si stanno incrociando, in altri minore. Ebbene, questo comportamento è proprio il risultato del fenomeno dell'interferenza di cui stiamo parlando. La spiegazione è abbastanza intuitiva, state a sentire...

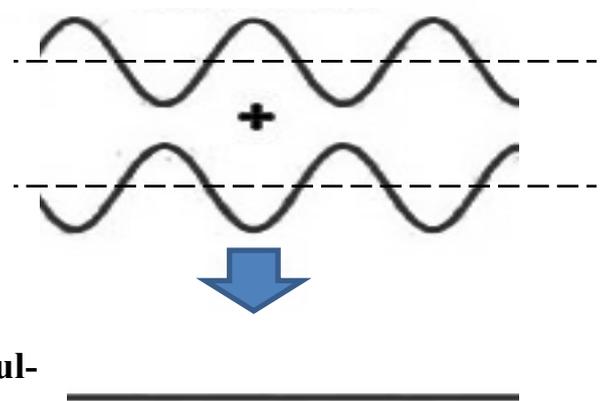
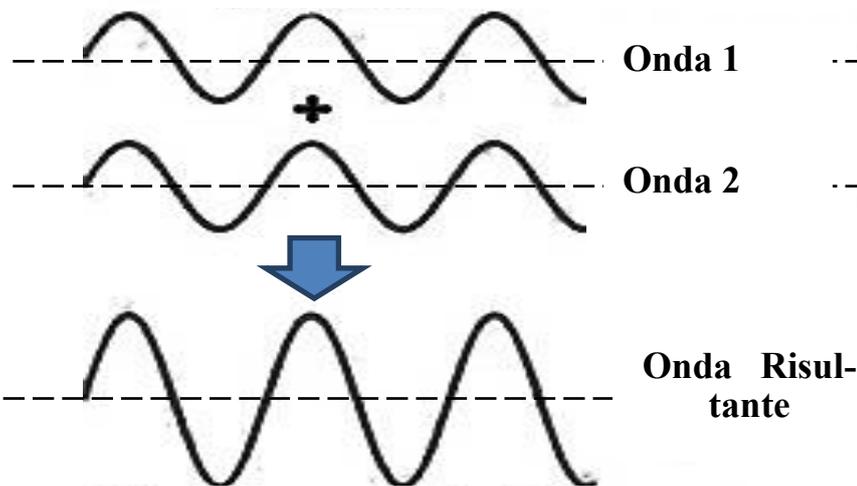
Poiché l'increspatura generata dal sasso è caratterizzata dall'aver una *cresta* (la parte sporgente dalla superficie dell'acqua) e una *valle* (la parte sommersa), l'ampiezza dell'onda risultante nei punti d'incontro di due onde dipenderà dalla posizione relativa delle loro creste e delle loro valli. Infatti, se la cresta e la valle di un'onda si sovrappongono esattamente a quelle dell'altra (e quindi le due onde sono *in fase* fra di loro), l'ampiezza dell'onda risultante in quel punto sarà maggiore di quella delle singole onde: l'interferenza in questo caso è definita *costruttiva*. Là dove invece accade l'opposto, e cioè la cresta di un'onda si sovrappone alla valle dell'altra (e quindi le due onde sono *in controfase*), l'ampiezza dell'onda risultante in quel punto sarà inferiore a quella delle singole onde (o addirittura nulla se le due onde hanno la stessa ampiezza): l'interferenza in questo caso è detta *distruttiva*. In figura è mostrato un esempio di interferenza costruttiva e di interferenza distruttiva nel caso di onde sinusoidali della stessa ampiezza e della stessa lunghezza d'onda<sup>1</sup>.

Vediamo ora più da vicino cosa succede quando un raggio luminoso colpisce una bolla di sapone. Come mostrato nella prossima figura, il raggio incidente (nel punto A) viene in parte riflesso (raggio 1) e in parte rifratto dalla superficie esterna della bolla.

La componente rifratta (raggio 2) dopo avere attraversato lo strato liquido di acqua e sapone viene nuovamente riflessa dalla superficie interna della bolla (nel punto B) e successivamente rifratta verso l'esterno (nel punto C). Sovrapponendosi, il raggio 1 e il raggio 2 daranno origine al fenomeno dell'interferenza.

**Interferenza costruttiva**

**Interferenza distruttiva**



Per comprendere come si formano i vari colori dobbiamo ricordare:

1 - che la luce bianca (come ad esempio quella del Sole), è formata dalla sovrapposizione delle diverse componenti cromatiche che osserviamo nell'arcobaleno (a ciascuna delle quali è associata una ben precisa lunghezza d'onda compresa fra 0,4 e 0,7 millesimi di millimetro);

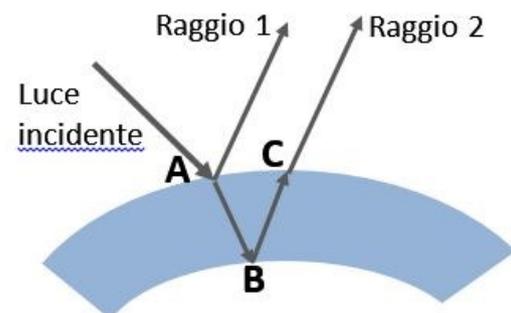
2 - che i due raggi mostrati in figura compiono un differente cammino ottico; il raggio 2, infatti, non solo percorre un tratto geometricamente più lungo di quello del raggio 1, ma rallenta pure, perché nel suo percorso deve attraversare anche uno strato liquido (che è più denso dell'aria).

Per questo secondo motivo, quando il raggio 1 e il raggio 2 si sovrappongono sulla retina dei nostri occhi, solo alcune delle loro componenti cromatiche risulteranno in fase fra di loro e, pertanto, interferiranno costruttivamente, mentre altre, al contrario, si troveranno in controfase e di conseguenza interferiranno distruttivamente. Ebbene, i colori che osserviamo su una bolla di sapone sono proprio quelli delle componenti cromatiche che hanno interferito costruttivamente.

Dobbiamo, poi, considerare che col passare del tempo la pellicola di acqua e sapone modifica le proprie caratteristiche. Infatti, a causa dell'evaporazione si assottiglia sempre più e inoltre, per la presenza della gravità, il liquido di cui è composta inizia a fluire nella parte più bassa della bolla, che così aumenterà di spessore. Per questi motivi, le differenze di percorso fra le diverse componenti cromatiche non rimangono quelle di partenza ma cambiano anch'esse nel tempo. Di conseguenza anche i processi di interferenza si modificheranno e sulla bolla di sapone col passare del tempo alcuni dei colori inizialmente presenti spariranno mentre ne compariranno di nuovi.

Ricordiamo, infine, che al termine della loro vita, le bolle di sapone si assottigliano così tanto che il loro spessore diventa confrontabile con le lunghezze d'onda della luce che le illumina. Quando ciò accade una bolla non è più in grado di riflettere la luce, con l'inevitabile conseguenza di perdere i propri colori.

La scomparsa dei colori sulle bolle di sapone, pertanto, rappresenta il segnale del loro del loro imminente scoppio.



Questa volta non vi propongo un vero e proprio esperimento ma vi spiego come fare delle bolle di sapone resistenti e di grandi dimensioni, con le quali potrete facilmente verificare come si formano e cambiano i loro magnifici colori. Usando come misurino un comune vasetto dello yogurt vi servono: un vasetto di sapone liquido per piatti, mezzo vasetto d'acqua, 2 cucchiaini di zucchero a velo e (facoltativo) un terzo di vasetto di glicerina liquida (che potete facilmente acquistare in farmacia).

Per prima cosa versate i vari ingredienti in un recipiente di plastica e mescolate il contenuto senza agitarlo troppo per evitare che si formi la schiuma. Quando la soluzione sarà diventata omogenea versatela in un recipiente ermetico e lasciatela riposare per uno o (meglio ancora) due giorni. Passato questo tempo il liquido sarà pronto per fare le bolle di sapone. Per raccogliere il liquido potete utilizzare un pezzo di filo di rame o di ferro piegati in modo da formare un anello alla loro estremità. Intingendo l'anello nel liquido, al suo interno si formerà una sottile lamina di acqua e sapone. Soffiate delicatamente su questa lamina e voilà, il gioco è fatto! Le bolle inizieranno a volteggiare danzando nell'aria davanti a voi.

Sergio Musazzi

*Ricercatore e divulgatore scientifico*

### Note

1. Perché ci sia interferenza è necessario che le due onde abbiano la stessa lunghezza d'onda. Se la lunghezza d'onda è un po' diversa (ma non troppo) non si parla più di *interferenza* ma di *battimenti*, un fenomeno simile ma un po' più complesso.

Ricordiamo, inoltre, che l'*ampiezza* di un'onda sinusoidale è la distanza fra il punto più alto della cresta e la linea attorno a cui avviene l'oscillazione (tratteggiata in figura), mentre la sua *lunghezza d'onda* è la distanza fra due creste o due valli consecutive.

