

## Sperimentare il mare: colore e trasparenza

// Giambattista Bello

Cosa si può provare di fronte alla sterminata distesa acquee del mare? Un mio cuginetto, che chiamerò Massimo, frequentatore di piscine milanesi, quando all'età di 4 anni vide per la prima volta il mare esclamò, con gli occhi sgranati dalla meraviglia, «che piscina grande!». Mettendo da parte lo stupore di Massimo e assumendo un atteggiamento scientifico, cerchiamo di penetrare coi nostri sensi in questa materia, senza rinunciare, comunque, alla facoltà di stupirci.

Prima di procedere oltre, va chiarito che questo articolo si propone di fornire alcuni suggerimenti per esperienze in cui coinvolgere scolari e studenti di diversa età e livello. Spetterà al docente il compito di modulare la sperimentazione sulle capacità effettive dei discenti. Aggiungo che gli esperimenti qui proposti sono applicabili anche a laghi e altri corpi d'acqua dolce non corrente.

Iniziamo con una visita al mare; possiamo osservarlo dalla riva, utilizzando innanzitutto la vista. Ciascun alunno potrà annotare quel che vede: lo stato del mare relativamente al moto ondoso, il suo colore, la sua trasparenza; si dovrà prendere nota anche dell'ora e del giorno, nonché delle condizioni di luminosità del cielo (assolato o coperto, con relativo livello di copertura). Come vedremo tra poco, le caratteristiche "colore e trasparenza delle acque" sono tra loro collegate e dipendono dalle condizioni meteomarine, oltre che dall'altezza del sole.

Cercheremo di misurare il colore e la trasparenza dell'acqua seguendo criteri di obiettività, quale requisito essenziale delle osservazioni scientifiche.

### *Il colore del mare*

Per definire il colore potremo avvalerci di una macchina fotografica digitale; l'uso di più fotocamere da parte di più alunni, oltre a coinvolgere direttamente un numero maggiore di persone e a determinare un interesse più diffuso, produrrà una certa variabilità di risultato che non nuoce alla sperimentazione. Al fine di eliminare la diversità di resa cromatica dei diversi strumenti e azzerare le dominanti di colore della luce naturale del momento, è opportuno inserire nella fotografia un riquadro bianco, il che ci permetterà di aggiustare le foto, una volta scaricate sul computer, modificandone il colore con riferimento al riquadro bianco. Potremo usare un qualsiasi oggetto galleggiante di colore bianco non



1 Un tempo la Kodak metteva in commercio dei robusti cartoncini poco meno grandi di un foglio A4 con una facciata di colore "grigio neutro", per l'esatta misurazione della luce mediante esposimetro, e

l'altra di colore bianco. In sostituzione di tale cartoncino, un qualsiasi altro materiale bianco non riflettente, come il polistirolo per l'appunto, servirà all'uopo.

2 Diversi siti web offrono gratuitamente la tabella dei colori, con differenti modalità grafiche; effettuate la ricerca con qualsiasi motore inserendo "tabella di colori".

riflettente, come un pezzo squadrato di polistirolo, legato a un cordino trattenuto dal fotografo o da un suo collaboratore così da mantenerlo nell'area inquadrata dall'obiettivo<sup>1</sup>. La foto va scattata con la fotocamera perpendicolare alla superficie dell'acqua, evitando la luce riflessa del sole come pure l'ombra. Dopo aver scaricato le foto nel computer e averne agjustato il colore, questo potrà essere confrontato con una tabella dei colori<sup>2</sup>, così da definire con un nome il più possibile esatto il colore della superficie del mare al momento della fotografia. Naturalmente, il colore del mare o del lago dipende da vari fattori esterni: ciò che vi si riflette (il cielo soprattutto), la quantità e la qualità della luce ambientale, l'angolo d'incidenza della luce solare (con la quale si combina l'increspatura della superficie); ma anche da fattori intrinseci al mare, come la quantità di materiali fini sospesi e, nel caso di acque poco profonde, il tono del fondo. Di conseguenza, il colore del mare in un punto specifico varierà nel tempo, sia durante la giornata sia nei diversi periodi dell'anno, in dipendenza dalla luce solare e dallo stato di torbidità dell'acqua. Il mare, infatti, a parità delle altre condizioni, apparirà meno trasparente in situazioni di luminosità scarsa, cioè in una giornata buia, o con i raggi solari incidenti sulla superficie con un angolo di pochi gradi; inutile dirlo, apparirà nient'affatto trasparente nel cuore della notte e in assenza di luci artificiali.

### La trasparenza dell'acqua

Il fattore torbidità è il principale, ma non l'unico, responsabile della reale trasparenza delle acque. Al fine di valutare tale elemento, si verserà dell'acqua presa dal mare in due o tre contenitori - come i secchielli per il mare dei bimbi - di diverso colore, preferibilmente con un oggetto non galleggiante sul fondo (una moneta, una chiave, ...). Anche in questo caso si potrà ricorrere alla fotografia per confrontare il colore del fondo del secchiello vuoto e la visibilità dell'oggetto posto sul suo fondo con quelli dello stesso secchiello dopo averlo riempito d'acqua. Fatta eccezione per acque particolarmente torbide o affette da imponenti fioriture fitoplanctoniche, si osserverà come l'acqua del mare abbia un alto grado di trasparenza. Tale osservazione sarà un'ulteriore riprova di come il colore del mare percepito da noi e dalle nostre macchine fotografiche dipenda in gran parte da fattori estrinseci al colore proprio dell'acqua. Di contro, però, gli osservatori potrebbero essere indotti a ritenere l'acqua marina del tutto trasparente. Così non è, tanto che è possibile misurare la trasparenza mediante un semplice strumento: il "disco Secchi" o "disco di Secchi". Si tratta di un disco di 30 cm di diametro di colore bianco, ben zavorrato così da scendere perpendicolarmente nella colonna d'acqua, legato a un cordino metrato, cioè con un nodo a ogni metro o mezzo metro di distanza dal disco (Fig. 1). Il

disco, che sarà opportuno costruire in classe (si vedano i consigli per la costruzione nel riquadro dedicato), viene calato lentamente in mare e osservato dall'alto mentre la sua vista si attenua progressivamente. Quando svanisce del tutto, sarà stata raggiunta la "profondità di scomparsa del disco Secchi", una misura della trasparenza dell'acqua, valutata tramite il computo dei nodini metrici del cordino. È consigliabile utilizzare il disco Secchi con mare calmo o poco mosso e nelle ore di massima insolazione, evitando però di farsi abbagliare dalla luce solare riflessa dalla superficie dell'acqua. L'ideale è calarlo da un molo o altra opera portuale a perpendicolo sul mare o dal bordo di un'imbarcazione, comunque da una posizione non troppo distante dalla superficie.

Colore e trasparenza dell'acqua sono, come avete certamente inteso, caratteristiche collegate tra loro. La presenza di molto particolato sospeso, organico o inorganico che sia, altera il colore e riduce la trasparenza. Tutti sanno che durante una mareggiata il mare diventa grigio e che dopo forti piogge diventa marrone a causa del terreno dilavato e scaricato in mare. Mi è capitato di vedere, dopo una tempesta, un mare a tre fasce di colore diverso parallele alla costa: marrone la prima, grigia la seconda, azzurro cupo la più lontana dalla riva. Mi è capitato anche di osservare, all'interno di bacini portuali, le acque immobili verdi e per niente trasparenti, di un verde pisello insolito per il mare, causato da fioriture planctoniche algali massive.

A corollario dei rilievi di colore e trasparenza, pertanto, sarà opportuno in caso di notevole torbidità misurare la quantità del materiale fine sospeso nell'acqua. Ciò è pos-

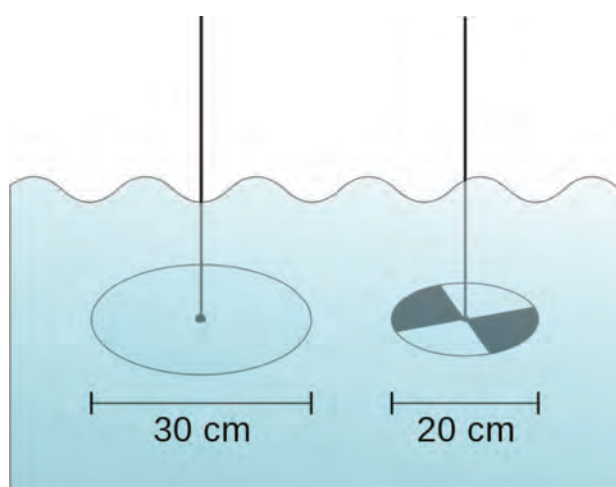


fig. 1 Schema del disco Secchi. Il disco completamente bianco viene usato in mare, mentre quello di dimensioni minori a settori bianchi e neri è più adeguato alle acque interne (illustrazione da Wikipedia)

<sup>3</sup> Ne esistono in commercio a partire da circa 30 euro, ma, anche in questo caso si potrà provvedere alla sua costruzione utilizzando materiale disponibile, come un cilindro graduato di piccolo diametro su cui collegare

un imbuto di almeno 1 litro di capacità oppure il collo di una bottiglia di plastica per acqua minerale a pareti lisce, privata del fondo.

sibile mediante un “cono Imhoff”, un recipiente graduato di forma conica e di materiale trasparente (vetro o plastica) della capacità di almeno 1 litro (Fig. 2)<sup>3</sup>, in cui si versa un litro d’acqua raccolta in mare; la si lascia riposare per almeno 24 h, dopodiché, si potrà valutare la quantità del materiale solido presente nell’acqua depositato sul fondo del cono. Nel caso di acque molto torbide, come dopo una mareggiata o a causa del dilavamento del suolo in mare, si potranno registrare valori di solidi sospesi anche di diversi centimetri cubici.

I rilievi del colore e della trasparenza di uno specchio di mare o di un corpo lacustre possono avere carattere di estemporaneità, giusto per mostrare agli alunni alcune delle caratteristiche delle acque. A mio avviso, però, si potrà dare un maggior peso scientifico a tali rilievi se utilizzati con criteri comparativi nello spazio, nel tempo e in situazioni meteomarine diverse. Potrà essere interessante confrontare le caratteristiche di acque marine libere con quelle di un bacino chiuso (tipicamente, quelle di un porto), con quelle raccolte nei pressi di scarichi di acque reflue (fognarie, bianche, industriali), con quelle di foci di corsi d’acqua dolce. Ad esempio, avendo la possibilità di operare sui due lati di un molo foraneo, sarà istruttivo rilevare colore e trasparenza, oltre a raccogliere campioni di acqua, in contemporanea all’interno e all’esterno del porto. Altrettanto istruttivo sarà lo studio dell’evoluzione stagionale delle caratteristiche in questione. In tal caso vanno ridotte al minimo le variabili; in pratica, si opererà in una stazione fissa (ad esempio in un punto preciso nell’ambito di un bacino portuale) con mare calmo e sempre alla stessa ora. Saranno sufficienti uno o due rilievi mensili. Alla fine del periodo di osservazione, i risultati potranno essere espressi graficamente e valutati complessivamente,

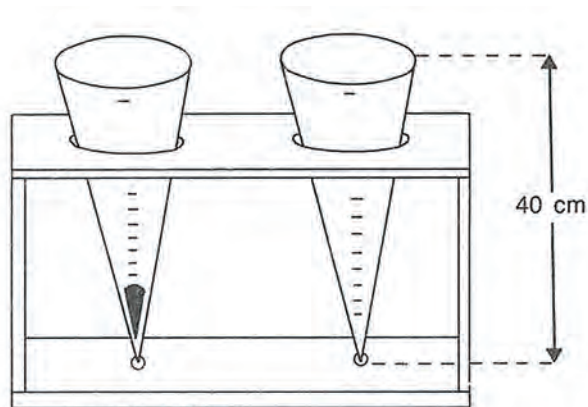


fig. 2 Schema di coni Imhoff in coppia, inseriti nel loro supporto (illustrazione da Wikipedia)

cercando di spiegare le cause delle variazioni stagionali. Ancora, potranno condursi osservazioni in situazioni meteomarine diverse, al fine di valutare gli effetti del moto ondoso e delle piogge su colore, trasparenza e quantità di solidi sospesi nell’acqua.

A integrazione delle osservazioni sul campo, potranno svolgersi ricerche sulle fonti pubblicate: descrizione del colore del mare in letteratura, la sua rappresentazione nei quadri, nelle fotografie di giornali e di siti web (provate a confrontare le acque tropicali con quelle dei mari polari). Si potranno analizzare i casi particolari delle maree colorate causate da imponenti fioriture algali o il caso del lago di Tovel dalle acque non più rosse, approfondendo il tema delle modifiche ambientali (in questo caso colore e trasparenza) causate dall’uomo; ad esempio la distrofia delle acque marine provocata dall’immissione in mare di un eccesso di nutrienti. Sarà anche stimolante svolgere una ricerca sulla figura di padre Angelo Secchi, l’inventore dell’omonimo disco, e sulla situazione in cui mise a punto tale strumento<sup>4</sup>. Gli studenti più grandi, forti degli studi di fisica, potranno affrontare anche il tema della riflessione della luce sulla superficie dell’acqua, della sua diffusione e del suo assorbimento. È ovvio che, in alcuni aspetti del percorso sperimentale suggerito in questo articolo, potrebbe tornare utile la collaborazione tra docenti di materie diverse. È altrettanto ovvia l’importanza del coinvolgimento degli alunni in tutte le fasi della ricerca, a partire dalla costruzione degli strumenti per i rilievi di trasparenza e di torbidità. ♣

#### Costruiamo un disco Secchi

Il disco vero e proprio potrà essere di vario materiale: compensato marino, lamierino metallico, laminato plastico (förmica) bianco incollato su lamiera o compensato marino, plastica sufficientemente rigida (ad esempio fondo di un secchio o coperchio di grandi contenitori cilindrici). In tale materiale va ritagliato un disco di 30 cm di diametro, che sarà verniciato di bianco, se già non è di quel colore. Al centro del disco verrà praticato un foro attraverso cui far passare il capo di un cordino in nylon lungo almeno 15 m (nelle nostre acque costiere, tale lunghezza è in genere sufficiente) e vi si assicurerà un oggetto pesante almeno un chilogrammo, ad esempio un piombo di zavorra per la cintura dei subacquei o anche un sasso; se il peso è insufficiente, il cordino del disco non manterrà la verticalità in acqua, falsando la misurazione. Nella parte libera del cordino si effettueranno nodi distanziati di un metro l’uno dall’altro. Per semplificare la lettura, ai 5 e ai 10 metri (o all’altezza che riterrete più adeguata) si potranno fare due nodi ravvicinati. Inserendo le parole “disco Secchi” in uno dei motori di ricerca in internet, si arriva a una pagina di YouTube che mostra (in spagnolo, ma con linguaggio piuttosto comprensibile anche per noi) uno dei modi per costruire il disco.

<sup>4</sup> Si vedano le voci *Angelo Secchi* nei siti di Wikipedia e dell’Enciclopedia Treccani, e *Disco Secchi* in Wikipedia.