

**SULLA CAGIONE DELLA LUCE AZZURRA  
CHE ILLUMINA LA GROTTA DI CAPRI**

**LETTERA**

**DIRETTA AL SIGNOR DOTTOR FRANCESCO GERA  
DAL SIGNOR CAVALIERE MACEDONIO MELLONI**

SOCIO ATTUALE

(*Inviata alla Società il 15 Dicembre 1846.*)

*Chiar.<sup>mo</sup> Sig. Dottore.*

Quand' ella volle comunicarmi, alcuni mesi fa, il suo divisamento di raccogliere in un volume varie notizie e disegni relativi ai dintorni di Napoli, e richiese la mia opinione intorno alla cagione della luce azzurra che illumina la grotta di Capri, io le dissi, se ben mi sovviene, che quantunque fossi persuaso della somma semplicità dell'argomento, tuttavia per confermare questo pensiero occorreano alcune sperienze dalle quali avrei forse tratto i documenti necessarj a trasfondere il parer mio nell'animo de' suoi lettori.

Siffatte sperienze, ritardate per diversi motivi indipendenti dalla mia volontà, furono poscia eseguite; e vengo ora a compiere l'assunto impegno, non senza invocar prima l'indulgenza sua e quella delle gentili persone che avran la pazienza di leggere da capo a fondo questa rozza scrittura.

La grotta azzurra di Capri è situata nella costa dell'isola che guarda il golfo di Napoli, sotto lo stesso meridiano del Capo di Posilipo, appiè d'un'alta rupe che corre generalmente da levante a ponente, e si profonda a perpendicolo nel mare:

*Tomo XXIV. P.<sup>ta</sup> II.*

S

la sua volta s'innalza da diciotto a venti metri sopra il livello delle acque, che v'han libero accesso, e il fondo scende d'altrettanto, e forse più verso la parete rivolta alla marina.

Essa non riceve giammai la luce diretta del sole: i raggi ripercossi dall'atmosfera v'entran deboli e fiochi per la breve, angusta e bassissima apertura che serve d'ingresso alle barche, e vi penetrano soltanto assai vive quelle irradiazioni che passano sotto il masso dell'attigua parete; il quale masso non scende già nel mare come il resto della rupe, ma pesca solamente di alcuni piedi sotto la superficie. Il colore azzurro, che vedesi emergere copiosamente da questo lato è dunque dovuto alla luce che traversa l'acqua.

Ora, siccome parecchie sostanze diafane manifestano una colorazione variabile colla grossezza dello strato, così potrebbe darsi che il color verde-glaucò del mare, proprio delle onde e de' siti poco profondi, si tramutasse in ceruleo ad una profondità maggiore, e che le particelle del liquido riverberassero nell'interno della grotta una luce resa turchina per semplice trasmissione. Questa spiegazione sembrava tanto più plausibile che, secondo un'antica esperienza, l'acqua del mare cangiarebbe in rosso il suo color glaucò ad una certa distanza dalla superficie. Newton riferisce infatti che Halley essendo calato di giorno nel mare entro la campana da palombaro, egli vide alla profondità di alcune braccia la parte superiore della propria mano tinta in rosso dai raggi solari che la percuotevano attraversando lo strato d'acqua soprastante ed il vetro di cui era fornita la sommità dell'apparecchio. Ma siffatta osservazione non va immune da obiezioni; perchè lo stato di compressione cui Halley trovavasi sottoposto entro la campana poteva aver alterata la percezione normale de' colori: d'altra parte la nuova colorazione manifestata poteva benissimo essere apparente, non vera, l'interno dell'apparecchio illuminato dalla solita luce glaucò del mare, e la sensazione del rosso sull'incarnato della mano destata soltanto per virtù di quel curioso fatto fisiologico a cui è dovuta la classe de' fe-

nomeni ottici conosciuti nella scienza sotto il nome di *colori accidentali* o di *contrasto*.

Per togliere queste obiezioni bastava guardare, a traverso il liquido, i raggi lucidi direttamente, e nelle condizioni ordinarie di pressione atmosferica. Io feci pertanto costruire due specie di tini o vasi cilindrici di legno chiusi nel fondo, aperti alla sommità. Il primo era alto tre metri ed abbastanza ampio onde una persona potesse entrarvi comodamente calando dall'alto mediante alcune mensole laterali: sul fondo stava un seggiolino, e dirimpetto un pertugio chiuso da un vetro. Il secondo cilindro, alquanto più stretto e meno alto del primo di una quantità uguale a sei decimetri, era esso pure munito presso il fondo di un'apertura e d'un vetro contro il quale stava, a breve distanza, una lucerna. Questi due recipienti si fecero pescare dal lato chiuso entro il mare, per modo che mezzo metro circa della loro estremità aperta emergesse dalla superficie di livello, ma in condizioni alquanto diverse: perchè il vaso maggiore stava fisso tra quattro pali presso la riva, il minore era saldamente raccomandato alla poppa di una navicella. In siffatta disposizione di cose, una persona seduta di notte, a suo bell'agio, entro il recipiente fisso e respirando l'aria libera, poteva osservare lungo uno strato orizzontale d'acqua, distante due metri circa dalla superficie, il lume contenuto nel recipiente mobile, e notare le alterazioni che succedevano nel colore e nella energia della luce trasmessa di mano in mano che, allo scostarsi della navicella, s' aumentava la quantità d'acqua interposta. Si profittò per questa sperienza del quarto giorno di perfetta calma che regnò nelle acque di questo golfo sul principio di Settembre p. p. Le osservazioni furon fatte sulla costa di Posilipo, a mezzo miglio circa dalle ultime case di Mergellina, e precisamente nel primo seno di mare posto oltre la villa del Duca di Roccaromana, il quale ci offrì cortesemente tutto quanto potesse occorrere durante le nostre operazioni. Quelle acque, naturalmente limpide e lontane dalle cloache della

capitale, trovavansi per la lunga quiete in condizioni favorevolissime alla trasmissione della luce. Allestita ogni cosa a dovere, alcuni marinari s'addestrarono prima a condurre la navicella per modo che il finestrino del vaso cilindrico ad essa aderente fosse costantemente rivolto contro il finestrino del gran vaso piantato sul lido, e quando li vidi eseguire questo movimento colla dovuta precisione entrai di notte nel recipiente stabile, feci accender la lanterna nel recipiente mobile, e mi posi seduto ad osservare attentamente, aspettando di veder presto succedere al color glauco la tinta rossa d'Halley. Ma la luce giallognola della lucerna (che era a doppia corrente d'aria ed a riverbero) assunse una leggier tinta verdastra traversando un breve tratto d'acqua, s'illanguidì rapidamente senza alterare sensibilmente il proprio colore, e sparì alla distanza di circa venti metri.

Il color glauco della luce trasmessa per l'acqua del mare si conserva dunque a qualunque profondità, e conviene cercar la cagione dell'azzurro che colora l'interno della grotta di Capri, altrove che nella semplice trasmissione.

Senza entrar qui in alcuna discussione sull'indole dell'agente che rende sensibili le immagini de' corpi, ricordiamo solamente il fatto incontrastabile che un raggio di luce ordinaria è composto di una infinità di raggi colorati, i quali arrivando contemporaneamente sull'organo della vista producono la sensazione del bianco. Ora la luce può giugnere sull'occhio traversando semplicemente uno o più mezzi diafani, oppure riverberandosi sulle sostanze opache e sulle particelle de' corpi trasparenti: ma tanto nel primo quanto nel secondo caso gli elementi lucidi non mantengono sempre le mutue loro relazioni, perchè nell'atto della trasmissione o della riverberazione sorge una certa resistenza detta dai Fisici *assorbimento*, la quale opera d'ordinario con diversa energia sui raggi elementari, ed estingue talora del tutto alcuni di loro, lasciando gli altri più o meno intatti: allora la luce bianca perde il suo carattere distintivo e si tinge dell'uno o dell'altro

colore; come succede per l'appunto quando i raggi lucidi pervengono sull'organo della vista ripercossi dalle varie sostanze solide o fluide che formano l'immensa serie dei corpi colorati.

Ma lasciando stare tutto quanto s'appartiene ai corpi opachi, e considerando i soli mezzi diafani, egli è manifesto che le loro colorazioni potranno essere svariaticissime, perchè or l'uno or l'altro elemento verrà infievolito o estinto per virtù d'assorbimento, ed il mezzo vestirà il colore dovuto alla somma de' raggi restanti. E queste variazioni non succederanno solamente passando dall'uno all'altro mezzo, ma anche nello stesso mezzo secondo la profondità: taluni elementi lucidi potendo essere assorbiti più o meno rapidamente degli altri; per cui il colore della luce trasmessa o riverberata andrà cambiando colla qualità e quantità de' raggi che le verranno sottratti durante la progressiva sua trasmissione, o nell'atto stesso della riverberazione. Si hanno moltissimi esempj di così fatte variazioni ne' vetri e ne' liquidi colorati: per limitarmi tuttavia alle sole ottiche proprietà immediatamente applicabili al fenomeno da noi considerato, citerò le infusioni del *lignum nephriticum* e d'altri legni che versate nei vasi di vetro appariscono gialle rancie o rosse vedute per trasmissione e turchine guardandole per riflessione.

Le colorazioni dei mezzi diafani non devono pertanto riferirsi tutte a quelle manifestate dalle sostanze trasparenti che abbiamo continuamente sott'occhio, come sarebbe l'olio o il vino, i quali posseggono una sola tinta, tanto per riflessione, quanto per trasmissione: ma in certi casi il colore della luce trasmessa è al tutto diverso da quello della luce riverberata: e questo fenomeno succede nell'acqua del mare. Le sperienze dianzi citate provano infatti che ivi la luce trasmessa è verdognola: che poi i raggi riverberati dall'acqua marina siano di tutt'altro colore, ciò risulta ad evidenza dalle più ovvie osservazioni fatte in alto mare, o presso le coste ripide e scoscese dove l'acqua è molto più profonda che ne' lidi di

dolce pendio: colà il mare è sempre ceruleo, almeno nel Mediterraneo o in qualunque altra regione, ove l'acqua non è insozzata dal fango o pregna di materie eterogenee.

E qui torna utile una distinzione importantissima. A chiunque abbia veduto il golfo di Napoli in perfetta calma, ed illuminato dalla luce di un cielo limpido e sereno, non sarà certo fuggita di mente la vivacissima tinta cerulea che vedesi scintillare direi quasi alla sua superficie da tutti i punti del lido e delle terre circostanti. Siffatto colore non è quello che consideriamo, e deriva unicamente dalla riflessione specolare dell'azzurro celeste: per restarne capaci basta notare ch'esso cambia del tutto, e diventa grigio e bianco quando il cielo coprendosi di nubi fosche o chiare dura tuttavia la calma. Se poi le nuvole sono accompagnate da un vento che increspi la superficie del mare, allora il colore verde glauco dell'acqua s'intromette fra le immagini riflesse del cielo, ed offre un misto de' due colori. La tinta propria dell'acqua marina non ha nulla di comune con questa riflessione: difatto essa apparisce sotto qualunque stato del cielo e consiste propriamente nella luce riverberata o diffusa dalla somma delle molecole che compongono uno strato liquido di una certa profondità. Se l'acqua è poca, la colorazione riesce insensibile attesa l'estrema sua debolezza; donde la cagione per cui, presso il lido, gli oggetti bianchi posti in fondo al mare si vedono sempre tinti del solo colore verde-glauco dovuto al doppio passaggio della luce a traverso il liquido soprastante, senza che vi si scorga alcun vestigio del colore proprio alla riverberazione dell'acqua. Ma si appenda un pezzo di marmo, od altro oggetto bianco e pesante alla estremità di una funicella, e durante un mar placido e quieto, e sotto la viva luce meridiana di un giorno sereno si faccia calare pian piano a guisa di scandaglio nelle acque limpide e profonde, come sono appunto quelle che stanno intorno ai siti alpestri dell'isola di Capri; si vedrà il color verdognolo assunto dal marmo entro i primi strati maritarsi a poco a poco col turchino, la cui

proporzione andrà sempre crescendo, per modo che l'immagine dello scandaglio apparirà tutta cerulea qualche istante prima di dileguarsi per la troppa profondità.

La cagione del fenomeno ottico che s'osserva nella grotta di Capri sarà ora manifesta anche alle persone le meno versate nello studio delle scienze fisiche.

Limpido e profondo è, come dissi, il mare che bagna la parete ove sta il gran vano sottomarino della caverna. Ora è da sapersi, che la luce riverberata irregolarmente o diffusamente dai corpi, diafani od opachi, ha per carattere distintivo d'irradiare con eguale energia per ogni verso intorno alle molecole illuminate; e però quella stessa sorta di raggi donde deriva il color ceruleo delle acque limpide e profonde si trasmetterà pure copiosamente a traverso l'ampia apertura posta sotto il livello del mare, entrerà nella grotta e dominando compiutamente la poca luce diretta che vi penetra per l'angusto canale d'ingresso, tingerà le pareti, le barche, le persone, i remi, e qualunque altro oggetto di quel bel colore azzurro che reca tanta meraviglia, e tanto diletto all'osservatore.

Chi ha occasione di frequentare la grotta di Capri assicura che la tinta azzurra non è sempre d'ugual brio, e che il vento e le nuvole la rendono più pallida e sbiadata. Quora si ponga mente alle minute arene ed altri corpiccioli eterogenei più o meno abbondanti lungo le rive del mare, l'impallidire della luce azzurra nella caverna per l'azione del vento sembrerà una conseguenza naturale dell'intorbidamento dell'acqua circostante. Quanto poi all'azione delle nuvole, basterà considerare che la qualità della luce contribuisce assai alla vivacità delle tinte vibrato dai corpi colorati. Si ponga, a cagion d'esempio, una stoffa e un liquido rosso entro un ambiente illuminato mediante un picciol pertugio chiuso da un vetro colorato: la stoffa ed il liquido sembreranno molto più chiari ed illuminati dai raggi rossi che di tutt'altro colore. Questa superiorità d'illuminazione della luce rossa si manterrà persino rispetto alla luce diretta, convenientemente

moderata da un pannolino bianco più o men fitto onde renderne l'intensità presso a poco uguale a quella luce trasmessa pel vetro rosso: e la ragione è chiara; imperocchè ogni colore s'avviva e spicca unicamente in forza della luce analoga, e ad egual grado di virtù rischiarante, un fascio di luce bianca contiene necessariamente una proporzione di rosso minore del fascio interamente costituito dai raggi rossi. Così succede rispetto al mare illuminato da un cielo nuvoloso, o da un ciel sereno: le molecole liquide ricevono una luce bianca o analoga al loro proprio colore: esse danno pertanto un riverbero men vivo nel primo che nel secondo caso ove la luce rischiarante della volta celeste è del tutto analoga all'azzurro dell'acqua.

Da tutto ciò s'argomenta che la serenità del cielo, la calma e la limpidezza dell'acqua sono condizioni favorevoli o necessarie, ad una viva illuminazione degli antri marini mediante la sola luce cerulea ripercossa dal mar profondo.

La conformazione della grotta di Capri e le sue attinenze col mare circonfuso sono probabilmente riprodotte in parecchie altre caverne: ma una luce così vivida, ed acque così pure e trasparenti non si trovano certo sì facilmente riunite in egual grado come intorno all'isola di Capri; ed ecco forse il principal motivo per cui il grazioso fenomeno da noi considerato non si manifestò finora così chiaro e spiccante in altre rive.

Si è detto che l'azzurro della nostra grotta varia alquanto di brio, secondo lo stato del cielo, e secondo la calma o l'agitazione del mare. Soggiungiamo ora che il fenomeno si potrà un giorno dileguare compiutamente o sottrarsi del tutto all'occhio dell'osservatore.

E di fatto, le relazioni di posizione tra la terra e la superficie del mare non sono costanti e cambiano coll'andar degli anni, non solamente a cagione delle materie trasportate dai fiumi o respinte dalle onde marine, come accade nelle spiagge di debole declivio, ma anche nelle coste ripidissime



prive affatto di correnti d'acqua dolce, e formate di rupi salde ed immobili. Questi cambiamenti derivano propriamente da una lenta variazione di livello prodotta dall'abbassarsi e sollevarsi dell'acqua, o, più probabilmente, dal sollevamento e dall'abbassamento del suolo. Supponiamo pertanto che la parete pescante della grotta azzurra venisse un giorno ad emergere fuori del livello marino; allora la riverberazione propria dell'acqua sarebbe vinta e sopraffatta dalla luce ordinaria, e la spelunca illuminata dal solito chiarore atmosferico. Se poi il masso entrasse più profondamente nel mare, l'ingresso della caverna, già tanto basso che per varcarlo il viaggiatore è costretto ad acquattarsi in fondo agli schifi, verrebbe del tutto chiuso.

Queste congetture, emesse per la prima volta dal Marchese Ruffo mio egregio collega nella R. Accademia delle Scienze di Napoli, sembrano tanto più probabili oggidi, che, dopo di aver lette e ponderate le belle ed importantissime osservazioni pubblicate recentemente dal Cav. Antonio Niccolini intorno alle altezze presenti e passate del mare nelle rive di Napoli, Baia, Cuma e paesi adiacenti, *non può più rimanere un'ombra di dubbio che tra le coste d'Amalfi ed il promontorio di Gaeta, il mare, in epoche storiche non troppo remote, ha occupato nello stesso sito un'altezza successivamente maggiore e minore di sei metri circa, sopra e sotto il suo livello presente* (1). Anzi stando a questi dati *certissimi*, ed ammettendo, come sembra al tutto probabile, che siffatte variazioni di livello siansi estese alle isole circonvicine, il breve

(1) Breislak, Babbage, Forbel avevano già dimostrato *geologicamente* i cambiamenti di livello succeduti nel seno di Baia. Ma i dati raccolti dal Cav. Niccolini mostrano che il fenomeno non è così limitato come credevasi, e che le oscillazioni del terreno si estendono a tutto il golfo di Napoli ed alla costa di Gaeta. Le dimostrazioni del Niccolini essendo poi quasi tutte poggiate sopra indizj marini forniti da opere architettoniche di nota origine, o sulle posizioni di fabbriche antiche o moderne; svelano in pari tempo, tra limiti d'errore assai ristretti, le varie epoche ove il mare trovavasi apparentemente più o meno alto dell'odierno suo livello.

speco che conduce alla grotta azzurra di Capri doveva essere totalmente emerso dal seno delle acque insieme alla parete adiacente sul principio dell'era cristiana; per cui la grotta trovavasi allora nel caso anzidetto di una illuminazione ordinaria; ed otto o nove secoli dopo essa era probabilmente inaccessibile per la totale immersione dello speco. Tra queste due epoche il livello marino toccò l'altezza presente, e la grotta venne allora illuminata come oggidì dalla luce cerulea.

D'altra parte se l'antro marino di Capri avesse presentato, durante il regno de' Cesari, il fenomeno tanto curioso della colorazione azzurra, i classici latini, e segnatamente quelli che vantarono le delizie dell'isola di Tiberio, non avrebbero mancato di farne parola. Che poi non si trovi alcun ricordo o documento della successiva apparizione e scomparsa del fenomeno avvenuto tra il quinto e l'ottavo secolo, nessuno ne farà certo le meraviglie ponendo mente alle crudeli vicende di que' tempi di barbarie e d'ignoranza.

L'epoca della nuova apparizione del colore azzurro nell'interno della spelonca dovette succedere sul principio del decimoquinto secolo ove l'altezza del mare sulle rive del prossimo continente era quella stessa d'oggi: ed è possibile, anzi probabile, che l'ingresso dell'antro sia nel giro di pochi anni compiutamente tuffato nell'acqua, se l'odierna fase d'innalzamento del livello marino, tanto manifesta nella gran terma puteolana, volgarmente detta *tempio di Giove Serapide*, progredisce colla stessa rapidità, ed è parimente sensibile allo stesso grado nelle isole del golfo di Napoli.

Le variazioni periodiche del livello marino dedotte dai segni irrefragabili del soggiorno passato e presente delle acque su per le rupi e pe' ruderi degli antichi edifizj, sparsi con tanta dovizia in questa classica terra, sono, giova ripeterlo, della più alta importanza, non solamente per la Storia e la Geologia, ma anche per la *Fisica del globo*: speriamo che i Governi europei vogliano promuoverne efficacemente lo studio in diverse stazioni della superficie terrestre, come fecero

ultimamente rispetto alle osservazioni magnetiche. Il frutto di così fatte protezioni è forse più prossimo di quel che potrebbe crederci. Non sarebbe egli possibile, a cagion d'esempio, che vi fosse una relazione intima tra i periodi del successivo abbassamento e sollevamento di una data costa marittima, e le variazioni del meridiano magnetico intorno al meridiano astronomico?..... Fatto sta che la forza magnetica della terra è del tutto analoga all'azione di una gran calamita. Ora il travaglio incessante cui sembra sottoposta la materia nell'interno del nostro globo potrebbe produrre delle modificazioni periodiche, le quali operassero simultaneamente e sulla posizione del livello marino rispetto a un dato punto della superficie terrestre, e sulla posizione dell'ago di declinazione relativamente al meridiano del luogo.....

Ma non potrei entrare più addentro in così fatte considerazioni senza uscire manifestamente dello scopo prefisso a questa lettera. Ripiglierò pertanto il nostro soggetto, e porrò fine alle argomentazioni descrivendo una esperienza che mi sembra atta a riassumere quanto si è disopra discorso, ed a mostrare chiaramente la genesi della luce azzurra della grotta di Capri.

Abbiassi un tubo di latta lungo dodici o quindici decimetri, largo uno o due centimetri, il quale porti da un lato una imboccatura di tali forme e dimensioni che il bulbo dell'occhio possa chiuderla esattamente. Dal lato opposto si disponga trasversalmente, a guisa di diaframma, un foglio di carta bianca finissima, e vi si adatti poscia un tubo conico, lungo sei o sette decimetri, le cui pareti siano inclinate di 30 o 40° affinché i raggi di luce poco discosti dal parallelismo dell'asse possano raccogliersi sulla carta, direttamente, o dopo una o più riflessioni.

Munito di questo strumento lo sperimentatore entrerà in una barchetta e si recherà ne' siti ombrosi dove il mare è ceruleo, tufferà nell'acqua una buona porzione del cono, e tenendo il tubo verticale, egli applicherà l'occhio al pertugio

superiore. Dopo alcuni istanti di quiete la carta gli apparirà tutta splendente di luce azzurra.

Ora, nel tubo così disposto verticalmente, non possono certo penetrare i raggi cerulei del cielo ripercossi specularmente dalla superficie del mare, nè le immagini riflesse dei colori provenienti dalla rifrazione, le quali dovrebbero evidentemente ricomporre la luce bianca per la sovrapposizione degli spettri appartenenti ai fili di luce che si rifrangono da ogni banda e sotto diverse obliquità intorno all'apertura del cono. — Il fenomeno osservato deriva dunque dal color proprio del mare, o più precisamente dalla proprietà che possiedono le sue acque limpide e profonde di riverberare i raggi azzurri, assorbendo o trasmettendo tutti gli altri elementi della luce diffusa per l'atmosfera.