

Tu che sei un fisico - Episodio 1

TITOLO

Perché il cielo è azzurro?

SHOW NOTES

Oggi parliamo della mia amica Silvia, del perché il cielo è azzurro, e di come fare per venire a visitare il CERN.

Mandami le tue domande a:

tucheseiunfisico@borborgimi.org

O anche su:

<http://www.twitter.com/tucheseiunfisi1>

<http://www.facebook.com/Tu-che-sei-un-fisico-103204041288333/>

<http://www.borborigmi.org/tu-che-sei-un-fisico>

Seguimi su:

<http://www.twitter.com/marcodelmastro>

<http://www.instagram.com/marcodelmastro>

INTRO

Oggi parleremo della mia amica Silvia, del perché il cielo è blu, e di come si fa per venire a visitare il CERN.

SILVIA

Ho un'amica, che chiamerò Silvia per proteggere la sua privacy.

Silvia ed io ci siamo conosciuti a Torino, nel periodo in cui facevo il dottorato di ricerca in fisica, e continuiamo a frequentarci di tanto in tanto quando mi capita di tornare in Italia.

Silvia ha sempre avuto un rapporto con la scienza che potremmo definire conflittuale ma allo stesso tempo reverenziale. Per chi di voi ha letto il mio libro "Particelle familiari", diciamo che Silvia è stata una delle ispirazioni per il personaggio della Zia Omeopatica. Non lei da sola, sia chiaro, ma ne è stata un modello importante.

Da quando la conosco, tutte le volte che la incontro, che sia a una festa, una cena o un'altra occasione, arriva sempre il momento in cui Silvia mi rivolge una domanda. E la domanda inizia sistematicamente così:

"Tu che sei un fisico...",

e prosegue con una richiesta di chiarimento su un argomento *qualunque*. *Qualunque* vuol dire che la domanda in questione non ha necessariamente a che fare con la fisica, e tanto meno con la fisica delle particelle, che è la cosa di cui mi occupo per mestiere.

"Tu che sei un fisico, sai dirmi se l'acqua minerale in bottiglia di plastica ha una data di scadenza?"

"Tu che sei un fisico, mi spieghi perché i girasoli seguono il muoversi del sole nel corso della giornata?"

"Tu che sei un fisico, perché gli gnocchi vengono a galla quando sono cotti?"

Ho sempre trovato interessante il fatto che qualcuno che ha sempre mostrato un certo scetticismo rispetto alla scienza (Silvia, per capirci, è qualcuno che prepara da sola le sue diluizioni omeopatiche), dimostri allo stesso tempo una sorta di ammirazione

reverenziale per lo scienziato, come se l'essere un fisico garantisse la capacità di rispondere correttamente a qualunque quesito.

Certo, i fisici - esclusi i presenti, si intende! - sono noti per essere particolarmente presuntuosi e pieni di sé, sempre pronti a dire la loro su argomenti su cui non sanno molto, per il semplice fatto che sono appunto "fisici". Come se essere a proprio agio con particelle e fenomeni microscopici vari ci conferisse automaticamente l'autorità per discettare di agraria, cucina o riscaldamento globale.

Mai una volta che Silvia mi abbia chiesto: "Tu che sei un fisico, mi spieghi che cos'è il bosone di Higgs?", o qualcosa di simile, su cui avrei qualche titolo per potermi esprimere.

Oltre che costituzionalmente sbruffoni, i fisici sono però - in genere - delle persone molto curiose. È forse per questo che, oltre che essere esperti di fermioni e bosoni, può capitare che sappiano anche come si panifica o come si prepara lo yogurt.

Lo stesso impulso che ci spinge a chiedere ogni giorno al lavoro "come funziona questo fenomeno?" ci porta ad affrontare le nostre curiosità private con lo stesso approccio: non aver mai paura di chiedere, non vergognarsi di dire "non lo so".

Quando inizio i miei corsi universitari o quando accompagno qualcuno a visitare ATLAS, l'esperimento del CERN di Ginevra a cui lavoro, mi piace sempre ricordare a studenti e visitatori che "non ci sono domande stupide". Le uniche domande stupide, io credo, sono quelle che non vengono fatte. Perché come si fa a imparare, o anche solo a soddisfare una curiosità, se non si chiede? Silvia questa cosa l'ha capita benissimo.

Ecco quindi come nasce l'idea di questo podcast, che, proprio per restare in tema, si chiama "Tu che sei un fisico". Io raccolgo le domande che vorrete mandarmi, e, se penso di essere in grado, cerco di rispondere davanti a un microfono.

Potete mandarmi le vostre domande a tucheseiunfisico@borborigmi.org, o su Twitter o Facebook, o anche sul mio sito, www.borborigmi.org sulla pagina del podcast.

Vale tutto: sono una persona curiosa e ho molte passioni, ed è assolutamente possibile che mi senta in grado di pontificare di falegnameria o di cinema coreano. La precedenza, però, sarà ovviamente data alla fisica, e alla fisica delle particelle in particolare.

Sono a mia volta un appassionato di podcast, e mi piacciono quelli brevi, che si possono ascoltare andando al lavoro o a scuola. Penso dunque che risponderò a due domande per episodio, e che ogni episodio durerà 15 minuti circa.

Tutto poi dipenderà da quanto questa cosa piacerà e dalle domande che mi arriveranno. E allora, iniziamo.

PERCHÉ IL CIELO È BLU?

La prima domanda di oggi viene da Giulia, che ha 12 anni e chiede “Tu che sei un fisico, mi spieghi perché il cielo è blu, e perché diventa rosso al tramonto e all'alba?”.

Allora, per rispondere a questa domanda devo prima verificare che sappiate qualcosa di davvero essenziale, ovvero che la luce bianca del Sole è in realtà composta da diversi colori. La luce è una forma particolare di onda, e prima di proseguire dobbiamo chiarire che cosa è un'onda. Senza entrare nel dettaglio, diciamo che un'onda è l'oscillazione ripetitiva della proprietà di un mezzo: un'onda del mare, per esempio, può essere vista come l'oscillazione del livello della superficie del mare. Un'onda sonora è l'oscillazione periodica della pressione dell'aria. E allora, la luce è un'onda nel senso che corrisponde all'oscillare di dell'intensità di qualcosa che i fisici chiamano campo elettromagnetico.

Come tutte le onde, la luce può oscillare più o meno velocemente: a seconda della velocità di oscillazione, la luce, o perlomeno quella parte di luce che i nostri occhi riescono a vedere, ci appare di un colore diverso. Più rapida è l'oscillazione, più la luce ci appare azzurra e violetta, meno rapida è l'oscillazione più la luce ci appare rossa. La luce bianca del sole è formata da un insieme di onde luminose che oscillano a frequenze diverse, ed è dunque il miscuglio - o meglio, per parlare da fisici, la sovrapposizione - di tante componenti colorate differenti.

È un fenomeno che sono certo avete già osservato: quando la luce bianca del sole attraversa un pezzo di vetro con una forma particolare, per esempio il bordo dello specchio dell'armadietto del bagno, le sue componenti si separano, e il raggio che è entrato bianco ne esce come un arcobaleno.

È il fenomeno rappresentato sulla copertina di The Dark Side of the Moon dei Pink Floyd, e se non sapete di che cosa sto parlando, smettete immediatamente di ascoltare questo podcast e correte a procurarvi quell'album, che la luce e il colore del tramonto possono di certo aspettare. Se invece avete capito il riferimento, torniamo a noi.

La luce bianca del sole, formata dai colori sovrapposti dello spettro visibile, penetra l'atmosfera e va a sbattere contro le molecole dei gas che compongono questa atmosfera. La dimensione di tali molecole è più piccola della lunghezza d'onda dei raggi luminosi, e qui mi devo fermare un attimo per dirvi che cos'è la lunghezza d'onda di un'onda appunto. Se pensiamo a un'onda come a qualcosa che oscilla periodicamente, la lunghezza d'onda è la distanza tra due picchi consecutivi dell'onda. Un'onda che oscilla molto velocemente - che ha un grande frequenza, direbbero i fisici - ha anche una piccola lunghezza d'onda, e viceversa. La lunghezza d'onda della componenti colorate che formano la luce visibile va dai 400 nm della luce violetta ai 700 nm della luce rossa, dove un nanometro è un miliardesimo di metro. Quando la luce incontra delle particelle ancora più piccole, come le molecole dei gas che compongono l'atmosfera, avviene un fenomeno che si chiama scattering Railegh. La luce viene come sparpagliata in giro, e quanto viene sparpagliata dipende dalla sua lunghezza d'onda. Più la lunghezza d'onda è piccola, più quella componente colorata verrà sparpagliata: ecco dunque che le componenti blu e violette della luce del Sole vengono sparpagliate molto di più di quelle arancioni o rosse. Il risultato netto di questo fenomeno è che il cielo ci appare azzurro.

E naturalmente ci appare più azzurro se osserviamo una parte di cielo lontana dal Sole: in questo caso infatti i raggi luminosi hanno attraversato una frazione maggiore di atmosfera, e sparpagliato in giro le loro componenti blu molto di più. Che è anche la ragione per cui il cielo all'alba e al tramonto ci appaiono rossi o arancioni se guardiamo nella direzione del Sole: da una parte i raggi luminosi devono attraversare uno strato di atmosfera molto più spesso quando il Sole è all'orizzonte, e dunque sparpagliano in giro molta della loro componente blu. Dall'altra, noi guardiamo il Sole direttamente, e dunque vediamo quello che resta dei raggi che hanno perso la loro componente blu: principalmente la luce arancione e rossa che è rimasta.

Chi ha scoperto questo fenomeno si chiamava John William Strutt, Barone di Rayleigh. Era un fisico inglese vissuto tra la metà del 1800 l'inizio del 1900, che vinse il Premio Nobel per la Fisica nel 1904.

Una domanda collegata a cui posso rispondere a questo punto è: perché ci sono tramonti più rossi di altri? E perché i tramonti in città sembrano più spettacolari e drammatici di quelli in montagna. La ragione è sempre legata allo scattering Railegh, che però in questo caso non è solo dovuto alle molecole dell'atmosfera, ma anche alle polveri fini dello smog. Tristemente, più l'aria è inquinata, più il cielo al tramonto sarà rosso.

Infine, un ultimo aspetto interessante del fenomeno del cielo blu è il fatto che, se il cielo è azzurro, le nuvole invece sono bianche. Tu che sei un fisico, come spieghi che il cielo è azzurro ma le nuvole sono bianche? Le goccioline d'acqua che compongono le nuvole non dovrebbero anch'esse sparpagliare le varie componenti colorate come fanno quelle dell'atmosfera? Sì, e infatti lo fanno, ma la loro dimensione è più grande della lunghezza d'onda della luce visibile, e in questo caso lo sparpagliamento avviene per un fenomeno un po' diverso, che chiamiamo scattering Mie. A differenza dello scattering Railegh, lo scattering Mie è molto più democratico, e tende a sparpagliare in giro le varie componenti colorate della luce del Sole infischiosene della loro lunghezza d'onda. La somma di colori che forma la luce bianca che entra nella nuvola ne esce tutta unita, ancora come un raggio.

Gustav Mie era un fisico tedesco nato 26 anni dopo Lord Railegh, decisamente meno famoso del suo predecessore. Non ha vinto il Premio Nobel, ma in compenso c'è un cratere di Marte a cui è stato conferito il suo nome.

COME SI PUÒ VISITARE IL CERN?

Questa domanda arriva da Dario, che, ultimo di una lunga serie, mi scrive: "Tu che sei un fisico, mi dici come si fa per prenotare una visita guidata al CERN?". La domanda di Dario fa eco alle mille altre che mi arrivano regolarmente: come si può visitare il CERN? Quanto costa visitare il CERN? Quanto c'è da aspettare per poter venire a visitare il CERN? Come faccio ad avere un guida del CERN che parli italiano? Come faccio a visitare un esperimento di LHC? Vediamo dunque di approfittarne per fare un po' di chiarezza.

Il CERN è aperto praticamente tutti i giorni e accoglie con piacere i visitatori . Se vi presentate, anche senza preavviso alcuno, davanti al Building 33 del CERN, al capolinea del tram 18 che arriva dal centro di Ginevra, un giorno qualunque dal lunedì e il sabato tra le 8:30 e le 17:30, potrete entrare gratuitamente a visitare le due esposizioni permanenti del laboratorio, il Microcosmo e la mostra "Universe of Particle" ospitata nel Globo dell'Innovazione. Questa è certamente la soluzione ideale se siete di passaggio per Ginevra, non avete pensato a prenotare, ma volete comunque avvicinarvi al laboratorio.

Se invece desiderate qualcosa di più, e desiderate ad esempio entrare dentro al CERN, parlare con qualcuno che ci lavora, e magari anche accedere a una zona sperimentale,

le cose si complicano un po'. Ci sono in sostanza tre modi con cui potete venire a visitare il CERN: come individui singoli, come gruppo organizzato, e come membri di una scuola superiore o un'università. Per tutte e tre le formule è necessario prenotarsi con un certo anticipo, e a seconda dell'opzione cambia quello che sarà possibile vedere, e quanto ci sarà da aspettare.

Se decidete di venire come singoli o con un gruppo di un massimo di 11 persone, sarà sufficiente contattare il servizio visite e verificare le disponibilità. Con un'attesa relativamente breve, e di solito mai più lunga di due settimane, sarete associati a un gruppo collettivo di 24 visitatori, con il quale dividerete una visita guidata in inglese o in francese. Questa visita è aperta anche ai bambini a partire dai 12 anni e dura circa due ore in cui vi sarà proposta la visione di un film seguita dalla visita di qualche area storica del CERN e della sala di controllo di uno degli esperimenti.

Questo è il modo più semplice per venire, ma ha qualche limite. In primo luogo la lingua: l'inglese e il francese sono le due lingue ufficiali del CERN, e con questa formula non vi verrà proposta nessuna altra lingua. Inoltre, scordatevi di visitare una zona sperimentale, o una delle caverne degli esperimenti di LHC.

Se invece siete un gruppo più grande, da 12 a 48 persone, e volete tentare di vedere anche una zona sperimentale, allora portate pazienza perché l'attesa sarà più lunga. Dovrete sempre contattare il servizio visite, mettendo in conto un tempo di attesa di almeno tre mesi. Ci sono altri dettagli logistici importanti su cui sorvolo, trovate tutto sul sito del CERN, ma mi permetto di sottolinearne due.

Il primo riguarda la lingua della visita: la preferenza è data al francese e all'inglese, ma è possibile chiedere di essere accompagnati da una guida che parli italiano. Tenete conto però che tutte le guide del CERN sono volontari, e la richiesta di una lingua specifica potrebbe allungare i tempi di attesa. Se volete l'italiano a tutti i costi e' bene partire con largo anticipo e dimostrarsi flessibili con le date. Fate attenzione anche a un altro dettaglio: il personale che si occupa di prenotare le visite parla quasi esclusivamente inglese e francese, per cui, anche se pensate di prenotare una visita in italiano, dovrete comunque fare la prenotazione in una di queste lingue.

L'altro punto importante è che non c'è nessuna garanzia che possiate visitare una caverna degli esperimenti di LHC. A differenza dei piccoli gruppi, che proprio non possono scendere, questo secondo formato di visita prevede la discesa in caverna, ma gli esperimenti sono solo quattro, e non sono sempre accessibili: le visite vengono pertanto spalmate su molti altri siti sperimentali. Occhio che questo non è

necessariamente un male: posso garantirvi che le aree sperimentali di superficie valgono comunque la pena!

Infine, se siete un'insegnante di una scuola o di un'università che vorrebbe portare le sue classi a visitare il CERN, valgono le stesse regole dei gruppi numerosi, ma il tempo d'attesa sarà maggiore. A oggi, parliamo di almeno nove mesi. Perché? Semplicemente perché il CERN riceve circa il doppio delle richieste di visite guidate di quante ne può garantire. Il mio consiglio è quello di organizzarsi di anno in anno, facendo diventare la visita al CERN un evento ricorrente che proponete tutti gli anni per esempio alle quarte o alle quinte della vostra scuola superiore. Potrete così prenotare di anno in anno per l'anno successivo, per un numero indicativo di ragazzi e in un periodo che sia più o meno consono. Conosco diverse scuole che hanno adottato questo metodo con soddisfazione.

Per concludere, un paio di consigli personali, in particolari pensati per le scuole. Le visite che funzionano sono quelle che vengono in qualche modo preparate. Il viaggio per venire a Ginevra è spesso lungo e faticoso, oltre che costoso, non c'è niente di peggio che sbattersi per arrivare qui e poi brancolare annoiati tra un posto e l'altro. Gli studenti, anche i più recalcitranti, approfittano pienamente dell'esperienza al CERN se sanno in anticipo cosa vanno a vedere e hanno riflettuto su cosa li aspetta. Tenete poi conto che a Ginevra non c'è solo il CERN da visitare, e forse potrebbe valere la pena pensare a una gita scolastica in più tappe, per ammortizzare costi e fatiche del viaggio. Mi vengono in mente le Nazioni Unite, il Museo della Croce Rossa, quello della Riforma, la casa Natale di Rousseau, il castello dove visse Voltaire: ce n'è in abbondanza per immaginare un percorso tra scienza, politica, etica, e magari insieme all'insegnante di fisica potrebbe venire anche quello di lettere, o di storia e filosofia. Pensateci!