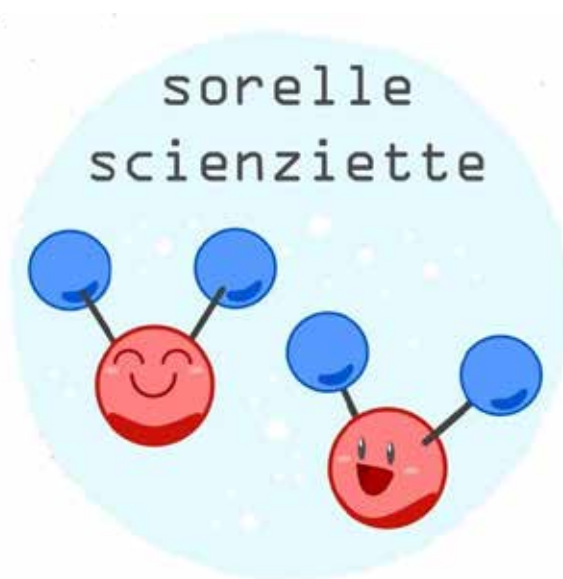




La rivista *Naturalmente Scienza* si avvale della collaborazione di due giovani sorelle, Lucia e Margherita Duca, alias “le Scienziette”. Lucia è ricercatrice in un ente pubblico di ricerca scientifica in Italia mentre Margherita presso un’industria farmaceutica privata in Olanda. Grazie a loro proponiamo una rubrica agile, condotta anche sul filo dell’ironia, dedicata a temi di attualità nel dibattito pubblico sulla scienza. Gli argomenti proposti dalle Scienziette sono ripresi, rivisti e aggiornati da una serie di podcast diffusi in rete. Il contributo delle Scienziette offre un punto di vista documentato e autorevole, presentato con linguaggio colloquiale e accattivante.

In questo numero proponiamo un loro intervento su un affascinante oggetto di uso quotidiano: la radio.

La radio: onde elettromagnetiche che piacciono a tutti

La radio! Chi non la ascolta mentre pedala verso casa o fa le pulizie? La radio ci fa felici dandoci musica, e, senza che ve ne rendiate conto, ci mette in contatto diretto con la scienza e la sua storia. ovvero con le fantomatiche onde elettromagnetiche di cui molti hanno paura perché non sanno cosa sono e a volte non si vedono.

In realtà le onde EM sono naturalmente dappertutto! Sono la luce del sole, i colori, i segnali elettrici tra i neuroni nel nostro cervello, il campo magnetico terrestre che fa orientare bussole genera campi EM. Queste onde non necessariamente sono dannose: possono essere usate a nostro vantaggio per ascoltare bella musica alla radio, controllare una frattura con una foto a raggi X, telefonare a qualcuno durante il *lock down*, guardare le stelle. Non male, no?

Ma che sono? A metà Ottocento James Clerk Maxwell, genio assoluto della fisica, elaborò la teoria dell’elettromagnetismo e la sintetizzò in quattro elegantissime equazioni. Maxwell descrisse come interagiscono carica elettrica e campo magnetico, fornendo un contributo essenziale alla rivoluzione tecnologica che ha migliorato enormemente la nostra qualità della vita. A volere essere pignoli, si tratta della stessa rivoluzione tecnologica che ora ci accorgiamo sta mettendo a repentaglio gli equilibri ecologici dell’intero pianeta, ma questo è un altro discorso e magari lo riprenderemo in altra sede. Maxwell, ovviamente ignaro di questa futura ingordigia tecnologica, scoprì che una carica elettrica, tipo un elettrone, che oscilla produce un campo elettrico e magnetico periodico, cioè onde elettromagnetiche, che trasportano energia – guarda un po’ – elettromagnetica.

Ma perché onde? Uno se le può immaginare come onde del mare, solo che non sono fatte d’acqua ma di roba elettromagnetica e se va bene è luce e si vede. Queste onde elettromagnetiche hanno un’ampiezza, l’equivalente dell’altezza dell’onda, e una frequenza, l’equivalente di quante onde nell’unità di tempo si infrangono sulla riva. Più il mare è mosso e più ha energia, lo stesso vale per le onde elettromagnetiche... pensate quanto è difficile arrivare a riva quando si è sbattuti da un’onda dopo l’altra!

Le onde (o radiazioni) elettromagnetiche, come raggi X, radio, microonde, raggi UV, si distinguono appunto per la frequenza che è misurata in Hz (1 Hz = 1 onda al secondo), ma la loro natura fisica è la stessa, a cambiare è solo la frequenza. A frequenze alte – all’incirca da quelle dei raggi UV in su – si parla di radiazioni ionizzanti che sono quelle davvero pericolose per l’uomo se assorbite in dosi elevate. Infatti queste onde possono – con una certa misurabile probabilità – togliere elettroni dalle molecole del nostro corpo, creando danni ai composti organici che lo compongono. E a volte danni anche molto gravi, come alterazioni del DNA. Per questo va messa la crema solare al mare, e non si può vivere a Chernobyl. Le radiazioni a bassa frequenza – ad esempio quelle delle telecomunicazioni radio 5G, 4G, ecc – sono invece

non-ionizzanti, il loro effetto su materiali biologici è al più quello di scaldare. Esatto, il vostro forno a microonde fa proprio questo. Molta gente ha paura di questo tipo di onde elettromagnetiche e non si capisce perché. Tantissime sono le ricerche che dimostrano come i livelli di radiazione a cui siamo normalmente esposti siano troppo bassi per causare un riscaldamento significativo tale da produrre effetti sulla salute. L'effetto peggiore del vostro telefonino con 5G sono le fake news che ci leggete sopra e i video da lobectomia cerebrale. E poi, tutti i paesi occidentali hanno precise regole e controlli sull'esposizione ad onde elettromagnetiche emanate dal Ministero della Salute: i telefonini, i ripetitori, le antenne sono tutte costruiti per rispettare questi standard di sicurezza ed evitare ogni danno sull'uomo. Piuttosto che ascoltare su Youtube discorsi di personaggi imparanoiati e impauriti da tecnologie che non conoscono, dovremmo informarci e dare voce a chi queste cose le studia e le costruisce. Insomma, la radio la possiamo ascoltare tranquilli anche con connessione 5G.

Ma torniamo alla radio. Partendo dalla teoria di Maxwell diversi scienziati iniziarono a sperimentarla e a svilupparne le implicazioni nei loro laboratori. La regola base del metodo scientifico è, infatti, che le teorie si testano sempre, per quanto convincenti appaiano non possono rimanere idee campate in aria senza conferma pratica, altrimenti come si fa a sapere che cosa è una descrizione efficace dei fenomeni osservati e che cosa no? Non sarebbe scienza ma sarebbe opinione... Così vennero inventati i primi strumenti elettronici utili per la vita delle persone, generatori di corrente, lampadine, antenne ecc. E la prima radio. La realizzò a fine Ottocento uno scienziato e inventore italiano, Guglielmo Marconi, che vinse anche il Nobel insieme a Braun per la scoperta della telegrafia wireless, togliendo per un soffio a Tesla il primato dell'invenzione. Marconi, riccasto di famiglia bolognese, fece i primi esperimenti radio da un lato all'altro del giardino, aiutato dal suo maggiordomo (sì, era una sottospecie di Batman). Le onde elettromagnetiche mandate da un'antenna trasmittente ad una ricevente facevano suonare un campanello, forse gli serviva per l'ora della merenda. Capito che si potevano trasmettere e ricevere segnali usando onde radio e due antenne, Marconi si sbizzarì e per non perdersi la regata sul Tamigi mentre stava lavorando in laboratorio si costruì una radio per farsela raccontare in diretta. Così presero il via non solo le comunicazioni radio, ma anche le tediose radiocronache di calcio della domenica pomeriggio. Ma occhio... Per quanto genio inventore, Marconi non era uno stinco di santo, tanto che aderì volentieri al fascismo pur di promuovere le sue invenzioni. Non sempre gli scienziati, per quanto intelligenti in un campo, riescono a capire anche come gira il resto del mondo.

Cosa c'entra un suono con onde elettromagnetiche, direte voi? Be', un suono non è altro che un'onda – sì ancora lei – generata da un corpo che vibra, per esempio le corde della chitarra, che si propaga in un mezzo, per esempio l'aria. Le onde sonore hanno una frequenza molto molto bassa se paragonata a quella delle onde luminose: la chiave di sol è a 392 Hz (contro frequenze luminose dell'ordine di bilioni di Hz) e fortuna che le note hanno dei nomi altrimenti faremmo solo una gran confusione durante le lezioni di musica. L'idea allora è di inserire (in gergo mixare, proprio come fa il dj quando mixa due canzoni insieme) questa serie di note, cioè di frequenze che fanno la musica, nelle onde elettromagnetiche radio per trasmettere su lunghe distanze. Per prima cosa il microfono, che non è altro che un tamburello attaccato a un sensore di movimento, trasforma l'onda sonora nella modulazione di corrente elettrica in un circuito e la manda all'antenna radio. L'antenna amplifica questa modulazione di corrente e la trasmette sommandola – o mixandola – alle onde radio che sono per esem-



pio alla frequenza di radio popolare a Bergamo, 107,7 MHz. Questa è la frequenza di trasmissione principale, o portante, cui si aggiunge una modulazione, cioè variazione in frequenza o in ampiezza dell'onda radio. È questa modulazione a riprodurre la sequenza di note (o di frequenze) che costituiscono la vostra canzone preferita. Radio FM o AM vuol dire proprio questo, modulazione in frequenza o in ampiezza. L'onda radio arriva ad una antenna ricevente, che è connessa a dei circuiti elettrici chiamati demodulatore che tolgono la frequenza principale di trasmissione – 107,7 MHz, nel caso del nostro esempio – lasciando solo la sequenza di note da mandare alle casse dello stereo. Et voilà si sente la musica!

Per irradiare e ricevere queste onde elettromagnetiche si usano antenne, che non sono altro che fili conduttori percorsi da corrente. Infatti, un cavo percorso da corrente elettrica variabile, cioè che è modulata alla frequenza di trasmissione di cui abbiamo appena parlato, irradia un campo elettrico e ne genera uno magnetico. Questo campo elettromagnetico si propaga nello spazio fino ad un cavo conduttore che fa da antenna ricevente. L'onda induce in questo secondo cavo una corrente variabile nel tempo, che è quella che poi viene rivelata per essere demodulata e trasformata in suono per la radio o in altri tipi di informazione. Vediamo antenne di tutti i tipi sui tetti delle case ma anche, senza accorgercene, in una moltitudine di oggetti della vita di tutti i giorni. Per esempio, i dispositivi antitaccheggio dei negozi sono antenne. La forma dell'antenna dipende dalla lunghezza d'onda (inversamente proporzionale alla frequenza) della trasmissione, che deve essere paragonabile alla lunghezza dell'antenna o a suoi multipli per poter ottimizzare la potenza del segnale ricevuto. Quindi esistono sia antenne piccolissime sia antenne giganti. E poi ci sono innumerevoli varianti: antenne direzionali, antenne omnidirezionali, antenne con una forma che amplifica il segnale come l'antenna parabolica satellitare ecc., ciascuna progettata in base all'uso specifico che se ne vuole fare. Le antenne più grandi al mondo sono i radiotelescopi che catturano i tenui segnali radio provenienti dalle stelle. Non potendo usare una parabola dal raggio di decine di chilometri per amplificare il segnale debolissimo che arriva sulla Terra, nei radiotelescopi si usano griglie di gigantesche antenne paraboliche orientabili. Facendo interferire i segnali ricevuti da tutte le antenne si riesce a farle funzionare come se fossero un'unica antenna parabolica da 40 km di diametro!

Il vantaggio delle onde radio nelle comunicazioni è che si propagano su lunghe distanze perché vengono assorbite molto poco dagli oggetti che ci circondano, passando attraverso muri, piante, macchine, persone praticamente inalterate. Ciò prova ancora una volta che sono innocue, perché gli organismi biologici praticamente non le assorbono. Si propagano anche sul terreno o sul mare, che sono conduttori elettrici anche se molto scarsi. E vengono riflesse dalla ionosfera – lo strato di gas ionizzati situato a circa 45 km di quota nell'atmosfera terrestre. Non a caso sono super usate per comunicazioni in posti isolati,

pensate alle navi. Persino il Titanic mandò il suo SOS, forse il primo della storia, via radio. E Marconi commentò: “Ve l’avevo detto, che serviva a qualcosa!” (più o meno...). La trasmissione a lunga distanza a volte può anche rivelarsi una scocciatura: in laboratorio capita di avere antenne negli esperimenti che emettono onde radio, bisogna stare ben attenti a non scegliere le frequenze delle comunicazioni della polizia e a non beccare la frequenza di una qualche stazione radio, altrimenti la scienzietta o lo scienziotto finisce per misurare solo il rumore di Radio Maria.

Insomma la radio è solo uno dei tanti oggetti che usiamo tutti i giorni senza pensarci troppo su ma in realtà è il prodotto di secoli di scoperte scientifiche e tecnologiche di cui di solito non ci si rende neanche conto. Senza la scienza avremmo di sicuro una vita difficile e forse anche un po' meno divertente.

Spero ci farete più attenzione d'ora in poi! ●

