

KIT PER LA FAMIGLIA - PER IL GENITORE

Come spiegare a un bambino gli aerei che parlano

Questa pagina ti dà la comprensione, non solo il copione. Ogni capitolo spiega un'idea come si deve, poi mostra l'immagine che un bambino dai 5 ai 12 anni può farne sua, perché quell'immagine è onesta, dove smette di funzionare e l'esperimento da tavolo di cucina che la rende concreta. Leggila una volta da solo; poi sarà la pagina per il bambino a raccontare.

Impara - <https://radar.dataero.eu/it/learning/family> 2026-10-22

INDICE

Perché questo argomento funziona così bene con i bambini

CAPITOLO 1 Il cielo affollato, e perché qualcuno deve tenerne traccia

CAPITOLO 2 Come fa l'aereo a sapere dov'è: tuono, fulmine e satelliti

CAPITOLO 3 Il messaggio: che cosa dice un aereo, e quanto spesso

CAPITOLO 4 Luce invisibile: che cos'è davvero un'onda radio

CAPITOLO 5 Orecchie di metallo: le antenne, e perché conta che la Terra sia rotonda

CAPITOLO 6 La mappa: tante orecchie fanno un'unica immagine

Le domande dei bambini, e risposte oneste

PROSSIMO PASSO L'ultimo capitolo è un vero ricevitore

Perché questo argomento funziona così bene con i bambini

I bambini tra i cinque e i dodici anni sono detective naturali dell'invisibile. Accettano già che un telefono "parli" con un'antenna che non vedono, che un telecomando "mandi" qualcosa al televisore, che la luna attiri il mare. Non manca loro la disponibilità a credere nelle cose invisibili, ma un'immagine di come funzionano, e sanno distinguere con sorprendente precisione una vera spiegazione da un "è solo magia". L'ADS-B ti offre una catena di cinque idee, ognuna con un'immagine concreta e onesta che un bambino può fare sua, e ognuna dimostrabile a casa con una corda, una torcia e un telefono.

Il principio guida di questa pagina è che una semplificazione deve essere una cosa vera detta in modo semplice, non una cosa falsa detta per rassicurare. "La radio è una luce che i nostri occhi non vedono" è semplificato ma vero, e un fisico annuirebbe. "La radio è un tipo speciale di suono" è semplice e falso, e andrà disimparato a quattordici anni. Ogni analogia qui sotto indica dove regge e dove cede, così puoi dire "è un po' come..." con sicurezza, e "ma non proprio, perché..." quando tuo figlio insiste.

Quanto approfondire secondo l'età

Con un bambino dai 5 ai 7 anni bastano i capitoli 1, 3, 4 e 6, raccontati come una storia, e il cuore sono gli esperimenti. Con un bambino dagli 8 ai 12 anni, affrontali tutti e sei: vorrà i numeri (due volte al secondo, 300.000 km al secondo, 400 km) e il "perché", e puoi lasciargli usare da solo la mappa in tempo reale. Se vuoi la spiegazione completa per adulti dietro un capitolo, il corso di riferimento la tratta per esteso.

CAPITOLO 1**Il cielo affollato, e perché qualcuno deve tenerne traccia**

L'idea. In una giornata normale circa 30.000 voli attraversano l'Europa. Sopra una città belga c'è quasi sempre almeno un aereo di linea in cielo, di solito diversi, e quasi tutti sono troppo in alto per essere visti bene: a dieci chilometri di altezza, dove l'aria è rarefatta e fredda e gli aerei appaiono solo come un luccichio o una scia bianca. Volano a circa 900 km/h, cioè 250 metri ogni secondo, e non si vedono tra loro meglio di quanto noi vediamo loro. Quindi qualcuno a terra deve sapere dove si trova ciascuno di loro, in ogni momento, per tenerli separati. Questo lavoro si chiama controllo del traffico aereo, e l'intera domanda del corso è: come fanno a saperlo?

L'immagine per il bambino. Il cielo è un'autostrada senza strada disegnata e senza linee tra le corsie, e le auto che la percorrono vanno più veloci di qualsiasi cosa a terra e non si vedono tra loro. Qualcuno deve fare il vigile davanti alla scuola per tutto il cielo. I bambini trovano la cosa davvero emozionante quando capiscono quanti aerei ci sono lassù; la sorpresa è l'aggancio per tutto il resto.

Dove regge e dove cede. L'immagine dell'autostrada funziona per "veloci, tanti, da tenere separati". È fuorviante se il bambino ne deduce che gli aerei seguono percorsi disegnati, vicini l'uno all'altro; in realtà sono tenuti ad almeno 300 metri di distanza in verticale e a diversi chilometri in orizzontale, ed è per questo che le collisioni sono così rare. Di' così: "la regola è che non devono mai essere più vicini di tre campi da calcio messi uno sopra l'altro".

A casa: la conta dei cinque minuti

Mettetevi a una finestra o in giardino per cinque minuti, guardando e ascoltando. Segnate ogni aereo che vedete o sentite. Poi aprite la mappa in tempo reale sul telefono, ingrandite sulla vostra città e confrontate: quasi sempre ce ne sono parecchi di più di quelli che avete notato. La differenza tra ciò che l'occhio coglie e ciò che la mappa mostra è la lezione: il cielo è molto più affollato di quanto sembri, e qualcuno riesce a vederlo tutto. Conservate la conta: la userete di nuovo nel capitolo 6.

CAPITOLO 2**Come fa l'aereo a sapere dov'è: tuono, fulmine e satelliti**

L'idea. Il colpo di genio dell'ADS-B è che non è la terra a dover trovare l'aereo: l'aereo sa già dove si trova e semplicemente lo dice. Lo sa grazie ai satelliti di navigazione, una trentina, che girano intorno alla Terra a 20.000 km di altezza, ognuno con un orologio precisissimo, ognuno che ripete senza sosta "sono il satellite numero 12, e l'ora esatta è...". La radio impiega un pochino a scendere da quell'altezza, circa sette centesimi di secondo, quindi l'aereo sente l'ora di ogni satellite con un leggero ritardo. Quanto

ritardo gli dice quanto è lontano quel satellite. Da quattro satelliti, quattro distanze, e al mondo c'è un solo punto che si trova alla distanza giusta da tutti e quattro: è lì che si trova l'aereo, con una precisione di pochi metri.

L'immagine per il bambino. Il tuono e il fulmine. Vedi il lampo subito, senti il tuono dopo, e più lunga è l'attesa, più lontano è il temporale: conta i secondi e dividi per tre per ottenere i chilometri. Il satellite è il fulmine, l'aereo sei tu che conti. Ora immagina quattro temporali contemporaneamente in quattro direzioni: se sapessi quanto è lontano ciascuno, potresti capire esattamente dove ti trovi. I bambini che hanno già contato i secondi del tuono possiedono metà di questa idea.

Dove regge e dove cede. Regge benissimo per "il ritardo dice la distanza". Cede in un punto: con il tuono, la cosa lenta (il suono) arriva dopo la cosa veloce (la luce), e si confrontano le due. Con i satelliti c'è un solo segnale, e l'aereo sa quando è stato inviato perché il satellite scrive l'ora di invio dentro il messaggio, come una lettera con l'ora di spedizione scritta sopra. Se tuo figlio chiede "ma come fa l'aereo a sapere quando il satellite ha gridato?", questa è la risposta giusta, e un segno che ha capito.

A casa: il gioco dell'eco

Mettetevi alle due estremità di una stanza lunga o di un giardino. Uno di voi batte le mani; l'altro alza la mano nell'istante in cui sente il suono. Avvicinatevi, allontanatevi. Ora provate con il lampo di una torcia invece del battito di mani: nessun ritardo percepibile. È la differenza tra il suono (lento, 340 m al secondo) e la luce o la radio (così veloci che a casa il ritardo è invisibile, ma i satelliti sono così lontani che perfino la luce impiega un istante misurabile). Per un bambino più grande, aggiungi il numero: la luce percorre 300.000 km in un secondo, e il satellite è a 20.000 km di altezza, quindi il ritardo è circa un quindicesimo di secondo.

CAPITOLO 3

Il messaggio: che cosa dice un aereo, e quanto spesso

L'idea. Circa due volte al secondo, una piccola radio a bordo dell'aereo, il transponder, invia un breve messaggio senza che nessuno glielo chieda. Il messaggio ha quattro parti: un nome (un codice permanente assegnato a ogni aereo quando viene immatricolato, un po' come una targa, più il nominativo del volo, per esempio "Brussels Airlines 1234"), una posizione (quella dei satelliti del capitolo 2), un'altezza (misurata dalla pressione dell'aria esterna, che diminuisce salendo) e una velocità con una direzione. Il messaggio è minuscolo, lungo 112 risposte sì-o-no, e dura circa un decimillesimo di secondo. Alla fine ci sono 24 risposte sì-o-no in più che funzionano come la cifra di controllo di un codice a barre: chi ascolta fa un calcolo sul messaggio e, se il risultato non corrisponde al controllo, qualcosa si è rovinato per strada e il messaggio viene scartato.

L'immagine per il bambino. Un aereo è un bambino che gira per una stanza dicendo, ogni mezzo secondo, "Sono Zoom, sono vicino al divano, sono in alto, vado veloce". Non aspetta che glielo chiedano, non gli importa chi ascolta e non smette mai. È l'unica immagine del corso che un bambino può recitare con tutto il corpo, e vale la pena farlo, perché dopo "l'aereo invia il suo messaggio" non è più un'astrazione ma qualcosa che lui stesso è stato.

Dove regge e dove cede. Regge per "automatico, ripetuto, trasmesso a tutti", che sono esattamente le tre proprietà che interessano agli ingegneri. Cede sulla parola "dice": il messaggio non è fatto di parole o di suoni ma di una sequenza di impulsi radio, ed è il capitolo 4. Se il bambino è più grande, spiega le 112 risposte sì-o-no: "l'aereo non può inviare lettere, può inviare solo sì o no, quindi ne invia 112 di fila, e tutti si sono messi d'accordo su che cosa significa ciascuna. Le prime ventiquattro, insieme, formano il suo nome." A un bambino di 10 anni si può mostrare che 24 risposte sì-o-no danno quasi 17 milioni di nomi diversi, abbastanza per ogni aereo mai costruito.

Un equivoco comune da prevenire. Molti bambini (e adulti) pensano che l'aereo sia "visto dal radar" o "osservato dai satelliti". Il satellite non osserva l'aereo: è l'aereo che ascolta il satellite, calcola dove si trova e poi lo comunica lui stesso a terra. Il radar esiste ed è ancora usato, ma funziona al contrario, facendo rimbalzare un segnale sull'aereo. Vale la pena chiarire bene la differenza, perché è il senso stesso dell'ADS-B: nessuno trova l'aereo, è l'aereo che si annuncia.

A casa: fai l'aereo, poi la torre

Il bambino è l'aereo: braccia aperte, gira per la stanza ripetendo il messaggio in quattro parti ogni pochi passi. Tu sei la torre di controllo con un foglio di carta, e disegni dove si trova ogni volta che parla. Poi vi scambiate i ruoli. Poi provate con il bambino che dice il messaggio solo una volta al minuto: notate quanta strada fa tra un messaggio e l'altro, e quanto il tuo disegno resta indietro. Ecco perché due volte al secondo è importante.

CAPITOLO 4

Luce invisibile: che cos'è davvero un'onda radio

L'idea. Il messaggio lascia l'aereo come onda radio, e un'onda radio è luce. Non "come" la luce: la stessa cosa. La luce è un'increspatura di elettricità e magnetismo che viaggia nello spazio a 300.000 km al secondo, e ciò che rende un'increspatura rossa, un'altra blu, un'altra un'onda radio o un raggio X è soltanto la velocità con cui vibra. I nostri occhi sono fatti, per caso, per accorgersi di una stretta fascia di velocità di vibrazione: i colori dell'arcobaleno. La radio vibra molto più lentamente di qualsiasi cosa i nostri occhi possano cogliere: l'onda dell'aereo vibra 1.090 milioni di volte al secondo, che sembra tanto finché non si scopre che la luce verde vibra ancora mezzo milione di volte più in fretta. La vibrazione lenta significa anche che l'onda è "lunga": la distanza tra un'increspatura e la successiva è di 27,5 cm, più o meno un righello di scuola, mentre per la luce verde è meno di un millesimo di millimetro.

L'immagine per il bambino. Un colore che i tuoi occhi non vedono. I bambini accettano subito che i cani sentono fischietti che noi non sentiamo, e che le api vedono sui fiori disegni che noi non vediamo; "la radio è un colore che noi non vediamo, ma l'antenna sì" arriva esattamente nello stesso punto. Poi la corda: scuoti una corda lentamente e ottieni onde lunghe e pigre; scuotila in fretta e ottieni onde corte e agitate. La radio è del tipo lungo e pigro, la luce del tipo corto e agitato, ed entrambe viaggiano alla stessa velocità lungo la corda.

Dove regge e dove cede. La corda regge per "onda", "lunghezza d'onda" e "scuotere più in fretta dà onde più corte", che è vera fisica (la velocità nella corda è fissa, quindi frequenza per lunghezza d'onda è costante, esattamente come per la luce). Cede nel fatto che una corda ha bisogno della corda: luce e radio non hanno bisogno di nulla e attraversano lo spazio vuoto, ed è così che il segnale del satellite

raggiunge l'aereo. L'equivoco da evitare più di tutti è confondere la radio con il suono. Il suono è fatto di molecole d'aria che si urtano, è lento (340 m al secondo) e ha bisogno dell'aria. La radio è luce, quasi un milione di volte più veloce, e non ha bisogno di nulla. L'apparecchio in cucina chiamato "radio" è in realtà un acchiappa-luce-radio che trasforma ciò che cattura in suono, e vale la pena dirlo.

A casa: la corda e la torcia

Legate una corda per saltare alla maniglia di una porta. Scosse lente, scosse veloci; misurate un'onda di ciascun tipo con un righello. Poi la torcia: accendetela e chiedete dov'è la luce. Dappertutto nella stanza, all'istante. Chiedete: "se la torcia fosse una radio, l'antenna dell'aereo potrebbe vederla?" Sì, perché è la stessa cosa. Infine alzate un righello: "l'onda dell'aereo è lunga così, da un'increspatura all'altra, e sta attraversando questa stanza proprio adesso, migliaia di increspature al secondo, e noi non ne vediamo nemmeno una."

CAPITOLO 5**Orecchie di metallo: le antenne, e perché conta che la Terra sia rotonda**

L'idea. Un'onda radio che passa accanto a un pezzo di metallo fa oscillare avanti e indietro l'elettricità al suo interno, al suo stesso ritmo. Quella minuscola oscillazione è l'"udito". Il metallo sente meglio quando ha la misura giusta per l'onda, un quarto della distanza tra un'increspatura e l'altra, che per l'onda dell'aereo è di circa 7 cm. Ecco perché l'antenna adatta è un piccolo stelo, e perché un filo della lunghezza sbagliata sente male: un'antenna è un orecchio accordato, come un'altalena che va in alto solo se la spingi al suo ritmo. Poiché la radio è luce, viaggia in linea retta, e poiché la Terra è rotonda, una linea retta che parte da un'antenna bassa incontra presto il terreno. Più l'antenna è alta, più lontano arriva la linea prima che la Terra si metta di mezzo: da un tetto, un aereo a dieci chilometri di quota si può sentire da oltre 400 km di distanza, più che da Bruxelles a Parigi e ritorno. Oltre, è sotto l'orizzonte e muto, per quanto forte sia il segnale.

L'immagine per il bambino. Due immagini. L'antenna è un orecchio di metallo, e come un orecchio vero ha una misura adatta a certi suoni (un bambino sa che le grandi orecchie di un cane e quelle piccole di un topo sentono cose diverse). E l'orizzonte è come salire su una sedia per vedere sopra la folla: la Terra è una palla grandissima, e più sei in alto, più lontano riesci a vedere oltre la sua curva. L'albero di una nave, un faro, una vedetta in cima a un albero sono tutti la stessa idea, e di solito i bambini ne hanno incontrato uno in qualche storia.

Dove regge e dove cede. L'immagine dell'orecchio regge per "cattura l'onda, accordato su una misura". Cede nel fatto che un orecchio è anche il luogo in cui avviene l'ascolto, mentre un'antenna si limita a catturare: la decodifica vera e propria avviene in un ricevitore e in un computer, ed è affare del capitolo 6. L'immagine della sedia è quasi esatta; l'unica precisazione, per un bambino più grande, è che l'aria piega leggermente la radio verso il basso, quindi l'orizzonte radio è un po' più lontano di quello che si vede.

A casa: la caccia alle antenne e la passeggiata dell'orizzonte

Cercate le antenne: il modem Wi-Fi (i suoi steli, oppure nascoste all'interno), la pinna dell'auto, il telefono (nascosta nel bordo), una radio, il tetto. Notate quante sono in alto, e chiedete perché. Poi andate in un posto con una bella vista: un bambino accovacciato, poi in piedi, poi sulle tue spalle vede ogni volta un po' più lontano. Spiega che l'antenna sul tetto di una casa fa la stessa cosa, e che un aereo lontano "si nasconde dietro la Terra rotonda" finché non sale abbastanza in alto da sbirciare oltre.

CAPITOLO 6**La mappa: tante orecchie fanno un'unica immagine**

L'idea. Un'antenna sente un cerchio di cielo largo qualche centinaio di chilometri. Nessuno può sentire tutta l'Europa da un solo tetto, quindi la mappa è costruita con centinaia di antenne, su case, aeroporti e scuole, ognuna delle quali invia via internet ciò che sente a un unico posto, dove un computer unisce i pezzi: lo stesso aereo di solito è sentito da dieci o venti antenne insieme, e il computer si accorge che è sempre lui. Il risultato è la mappa in tempo reale: ogni aereo che sta parlando, dove si trova, a che altezza, a che velocità, aggiornato ogni secondo. La terra non ha misurato niente di tutto questo: l'aereo l'ha detto, le antenne hanno ascoltato e il computer ha messo insieme i pezzi. I controllori del traffico aereo vedono più o meno la stessa immagine, con in più il radar come secondo parere.

L'immagine per il bambino. Un puzzle. Ogni antenna tiene un pezzo, un cerchio di cielo; metti insieme tutti i cerchi e hai l'immagine completa, con i pezzi che si sovrappongono ai bordi. Oppure un telefono senza fili al contrario: invece di un solo messaggio passato di bocca in bocca e storpiato, centinaia di ascoltatori riferiscono ciascuno ciò che ha sentito, e quelli che hanno sentito la stessa cosa si confermano a vicenda.

Dove regge e dove cede. Il puzzle è quasi esatto per la copertura. Dove l'immagine richiede una cautela è su "ogni aereo": compaiono solo gli aerei che parlano. Gli aerei di linea quasi tutti lo fanno; piccoli aerei privati, alianti e molti aerei militari possono non farlo, e un aereo il cui ricevitore satellitare è disturbato dice cose senza senso. Quindi la mappa è onesta ma non completa, ed è una cosa buona da sapere per un bambino, a proposito di qualsiasi mappa.

A casa: trova il tuo aereo

Aprite la mappa in tempo reale, ingrandite sulla vostra casa e aspettate che un aereo passi sopra di voi. Trovatelo sulla mappa e toccatelo: il nome, l'altezza, la velocità, da dove viene e dove va. Poi guardate in alto verso il luccichio e dite: "quello sta dicendo il suo messaggio proprio adesso, due volte al secondo, e l'antenna di qualcuno l'ha catturato, ed è per questo che lo vediamo sulla mappa." Confrontate con la conta del capitolo 1. Concludete con la domanda che mette alla prova tutta la catena: "che cosa succederebbe se quell'aereo smettesse di parlare?" (Sparirebbe dalla mappa, anche se i controllori avrebbero ancora il radar.)

Le domande dei bambini, e risposte oneste

Queste sono le domande che saltano fuori più spesso, e ognuna merita una risposta vera e non solo rassicurante, perché ognuna è il segno che il bambino sta mettendo alla prova il modello che gli hai dato.

"L'aereo mi sente se grido?" No, e il motivo è tutto il capitolo 4: un grido è suono, un'increspatura nell'aria che si spegne nel giro di qualche centinaio di metri, mentre la radio dell'aereo ascolta solo la luce invisibile dei satelliti e degli altri aerei. Vale la pena aggiungere che nemmeno nulla in casa vostra parla con l'aereo. La mappa funziona interamente ascoltando.

"Il pilota preme un pulsante per inviare il messaggio?" No. Il transponder lo invia da solo, due volte al secondo, dal momento in cui l'aereo comincia a muoversi finché non è parcheggiato, e il pilota non potrebbe fermarlo senza spegnere il transponder, cosa vietata in volo. È la "A" di automatico nel nome del sistema, ed è il motivo per cui la mappa non ha mai buchi finché un aereo è nel raggio di ricezione.

"Anche l'aereo ci vede sulla mappa?" Non può vedere case o persone. Ma può sentire i messaggi degli altri aerei intorno a sé, e su un aereo di linea moderno questi compaiono su uno schermo nella cabina di pilotaggio, così i piloti vedono la stessa immagine che vedono i controllori e possono tenersi a distanza gli uni dagli altri anche se da terra non arrivasse nulla. Gli aerei, in altre parole, oltre a parlare si ascoltano anche tra loro.

"Perché non riesco a vedere l'onda?" Perché gli occhi sono fatti solo per la luce che vibra in modo rapidissimo, i colori dell'arcobaleno, e la radio vibra troppo lentamente per loro, anche se pur sempre più di mille milioni di volte al secondo. L'antenna è un occhio di tipo diverso, fatto esattamente per quella vibrazione lenta. Un buon seguito è far notare che il bambino non vede nemmeno il Wi-Fi di casa, e che la risposta è la stessa.

"E se due aerei parlano nello stesso momento?" I loro messaggi possono sovrapporsi all'antenna e confondersi, e sopra un aeroporto trafficato succede di continuo. È proprio per questo che ogni messaggio termina con il controllo da 24 risposte del capitolo 3: un messaggio confuso non supera il controllo e viene scartato, e siccome ogni aereo si ripete mezzo secondo dopo, non si perde nulla a lungo. Per un bambino più grande è un bell'esempio del perché il messaggio è costruito così.

"Si può ascoltare?" Sì. L'aereo si annuncia a tutti di proposito, perché gli altri aerei e le persone a terra possano sentirlo, e ascoltare una trasmissione non fa male a nessuno. Trasmettere qualcosa sulla frequenza degli aerei è tutt'altra faccenda, ed è severamente vietato: ecco perché niente in questo corso trasmette.

PROSSIMO PASSO

L'ultimo capitolo è un vero ricevitore

La storia finisce nel modo migliore con la cosa vera sul davanzale. Il laboratorio pratico elenca esattamente cosa comprare (da 100 a 150 euro circa), mostra come montarlo insieme a un bambino, come preparare il piccolo computer e installare il feeder Dataero, e come, un'ora dopo, gli aerei che la tua antenna sente compaiono sulla mappa in tempo reale con la stazione della tua famiglia indicata come fonte. Un bambino che ha visto comparire sulla mappa il puntino che è "il nostro aereo" non dimentica come ci è arrivato.

Apri il laboratorio pratico <https://radar.dataero.eu/it/learning/workshop>