

# **VEDERE: il viaggio di un fotone attraverso lo spazio e la mente. – Koenig 2016 – ITA da correggere**

**Durata 26:35 – 24 fps**

1     timecode: **00:17** □

Il nostro Universo è pieno di cose belle.

2     timecode: **00:49**

Tutto di questa bellezza naturale sarebbe invisibile al nostro cervello, se non per gli eventi che avvengono a decine di milioni di □ chilometri di distanza dal nostro mondo.

timecode: **00:59**

Per capire come siamo in grado di vedere il mondo che ci circonda, dobbiamo in primo luogo viaggiare fuori da questo pianeta e andare nel nucleo di una stella lontana.

3     timecode: **01:11**

Le stelle sono costituite dall'elemento più abbondante nell'Universo - idrogeno. L'idrogeno costituisce il 90% della materia barionica nell'Universo. La materia barionica è roba fatta di atomi.

timecode: **01:30**

L'idrogeno si è formato come risultato del Big Bang. Ciascun atomo d'idrogeno consiste in un protone attorno a cui orbita un singolo elettrone.

timecode: **01:41**

Quando grandi quantità di gas d'idrogeno si fondono nei bracci esterni di una galassia a spirale, le forze gravitazionali aggregano i gas per formare le nubi interstellari.

timecode: **01:54**

Le aree più dense in queste nubi continuano a contrarsi e a formare protostelle con i dischi proto-planetari - l'inizio di nuovi sistemi stellari.

timecode: **02:07**

Quando la gravità continua a comprimere le sfere di gas, la densità e la temperatura aumentano nei nuclei protostellari. Queste condizioni privano gli atomi dei loro elettroni permettendo ai protoni di incollarsi fra loro quando si scontrano – e avviare un processo chiamato fusione.

timecode: **02:27**

Tutte le stelle hanno fusioni nucleari che avvengono nel loro nucleo. Sia in una forma complessa che si chiama ciclo Carbonio-Azoto-Ossigeno, che avviene in stelle molto più massicce del nostro Sole, sia in un processo più semplice chiamato protone-protone in stelle con massa simile. In entrambi i casi le interazione fra energia ed elettroni durante questi processi creano la luce e i colori che noi vediamo, emessi dalle stelle.

4 timecode: **02:59**

Un modello di base di un atomo mostra un elettrone che orbita attorno al nucleo come un pianeta orbita attorno a una stella. La differenza è che in linea di principio, il pianeta può avere qualsiasi orbita, ma un elettrone può saltare solo tra le orbite permesse, se assorbe o emette la giusta quantità di energia.

5 timecode: **03:22**

Per capire meglio questo principio, immaginate un elettrone che viaggia su un ascensore. L'ascensore è prenotato verso l'alto quando un fotone colpisce l'elettrone, sollevandolo su un'orbita più alta.

timecode: **03:38**

Una volta che l'elettrone raggiunge un'orbita più alta può ridiscendere al più basso "stato fondamentale" rilasciando un fotone di luce durante la discesa.

timecode: **03:48**

L'elettrone si può anche fermare a orbite intermedie durante il suo ritorno, rilasciando fotoni di energia a ogni arresto.

timecode: **03:58**

Vediamo i fotoni rilasciati come luce colorata. L'alta energia è vista come viola e blu, la bassa energia come arancio e rosso.

timecode: **04:11**

Possiamo vedere questo processo sulla Terra quando osserviamo una luce al neon. Le luci al neon e altri tubi incandescenti sono pieni di gas specifici per generare il colore desiderato quando eccitati con l'elettricità.

6 timecode: **04:28**

Nella stella, l'interazione dei fotoni e degli elettroni continua dal nucleo verso l'esterno, verso la superficie, per più di centinaia di migliaia di anni, finché l'energia contenuta nei fotoni non li fa raggiungere la superficie della stella. Una volta sulla superficie i fotoni scappano alla velocità della luce - 300.000 chilometri al secondo.

timecode: **04:53**

I fotoni percorreranno lo spazio praticamente vuoto finché non si scontreranno con un'altra particella. Seguiamo un fotone nel suo viaggio attraverso la galassia.

7      timecode: **05:08**

Spostandosi da questa stella, il nostro fotone inizia un viaggio che richiederà più di 1.300 anni per raggiungere la Terra e la sua destinazione finale.

timecode: **05:19**

La stella che ha generato il fotone che stiamo seguendo appartiene a un gruppo di stelle chiamato il Trapezio, situato di fronte alla Grande Nebulosa di Orione. Mentre ci allontaniamo dalla stella, vediamo che la grande nebulosa si estende per 24 anni luce - circa 225 trilioni di chilometri!

timecode: **05:43**

Vedete che la nebulosa contiene molti colori. Questi colori sono generati in diversi modi.

timecode: **05:51**

Il rosso e gli azzurri che vediamo sono elettroni d'idrogeno e di ossigeno che ritornano alla loro posizione fondamentale dopo essere stati eccitati dalle stelle che risiedono nella nube.

timecode: **06:03**

Le aree bianche sono stelle riflesse dalla polvere nella nebulosa. I fotoni che hanno colpito le particelle di polvere sono dispersi in diverse direzioni secondo l'angolo d'incidenza di ciascun fotone.

8      timecode: **06:19**

Il nostro fotone sta attraversando lo spazio, insieme a miliardi di miliardi di altri fotoni della stella e della nebulosa. La loro destinazione sarà l'inizio di un altro viaggio attraverso l'occhio e la mente di una giovane osservatrice.

9

10     timecode: **07:59**

Il nostro fotone e i suoi compagni sono sopravvissuti al viaggio verso il nostro Sistema Solare senza essere stati assorbiti o deviati da altre particelle. Il loro viaggio sta per finire, ma c'è ancora un ostacolo da superare per i fotoni - la nostra atmosfera.

11     timecode: **08:17**

Fino a questo punto il fotone ha attraversato lo spazio pressochè vuoto, ora sta per passare attraverso la nostra fitta atmosfera composta d'aria e di umidità.

timecode: **08:28**

Qui il fotone e i suoi compagni saranno sospinti attraverso una condizione chiamata rifrazione, che causa diverse sacche di densità nella nostra atmosfera. Non tutti passeranno senza essere dispersi o assorbiti.

timecode: **08:44**

Questo è dove le stelle iniziano il loro scintillio. Fino a questo punto i fotoni hanno percorso un cammino dritto. È solo quando i fotoni hanno colpito l'atmosfera che i loro percorsi si sono curvati avanti e indietro e li vediamo come stelle scintillanti.

12 timecode: **09:05**

Il nostro fotone è sopravvissuto al suo cammino ed è ora entrato in un telescopio utilizzato da una giovane donna che osservava la nebulosa di Orione.

timecode: **09:18**

Il fotone ha colpito il vetro dell'obiettivo e il suo percorso è stato piegato più volte dalle lenti del telescopio e da quelle nell'oculare finché il fotone e i suoi compagni sono stati concentrati in un unico punto.

timecode: **09:35**

Il viaggio del fotone che ha richiesto più di 1.300 anni a questo punto sta per finire.

timecode: **09:42**

Chiamiamolo una consegna speciale dalla galassia quando si considera che il fotone e la sua energia devono raggiungere questo punto nello stesso spazio e nello stesso tempo.

13 timecode: **09:58**

Il fotone attraversa la distanza dall'oculare alla parte anteriore dell'occhio della ragazza, evitando il battito della palpebra.

timecode: **10:11**

Il fotone colpisce la superficie esterna dell'occhio chiamata cornea. La cornea è costituita da cellule speciali che creano una membrana trasparente.

timecode: **10:22**

Il fotone attraversa il sacco della cornea, che contiene l'obiettivo, il cristallino.

timecode: **10:29**

Questa lente focalizza il fotone sul retro dell'occhio, ma prima che raggiunga quel punto, passa attraverso una viscida poltiglia trasparente, chiamata umore vitreo, che sostiene il bulbo oculare impedendogli di crollare sotto il proprio peso.

timecode: **10:49**

Sospendiamo a questo punto il viaggio per guardare indietro alcune strutture dell'occhio che abbiamo passato.

timecode: **10:56**

Guardando indietro lungo il percorso vediamo un grande diaframma circolare nero chiamato iride che si apre e chiude in base alla quantità di luce che colpisce la parte posteriore dell'occhio. L'iride forma la nostra pupilla - l'oblò del nostro occhio.

timecode: **11:15**

Siamo tutti andati qualche volta da una stanza buia alla luce all'aperto e sperimentato una cecità temporanea, mentre l'iride si chiudeva per limitare la quantità di luce che è tollerata dalla parte posteriore dell'occhio. Quella era la nostra iride al lavoro, che si preoccupava che la pupilla fosse aperta alle dimensioni corrette e permettendo di vedere abbastanza luce, ma non tanto da accecarci con la sua luminosità. Infatti, il bianco dell'occhio, la sclera, è opaco in modo che l'unica luce che entra nell'occhio sia quella attraverso la pupilla.

timecode: **11:53**

Passando attraverso alcuni strati di tessuto, possiamo vedere alcuni micro muscoli speciali chiamati zonule ciliari, attaccati a un'estremità ai muscoli ciliari e dall'altra a una cintura intorno al cristallino. Le zonule e la cintura lavorano insieme per formare l'obiettivo, per concentrare la luce su un determinato punto sulla parete posteriore dell'occhio.

timecode: **12:20**

Quando invecchiamo, il cristallino comincia a indurirsi e la cintura e le zonule hanno difficoltà a farla deformare. Questo crea una condizione chiamata presbiopia - dove abbiamo difficoltà a mettere a fuoco le cose vicine.

timecode: **12:39**

Chiunque oltre i 45 anni deve superare gli effetti della presbiopia usando occhiali da lettura.

timecode: **12:50**

Una seconda condizione accade al cristallino poiché invecchia. Le lenti si opacizzano a causa dell'esposizione continua alla luce UV e insorge la cataratta, che se non è rimossa e sostituita con una nuova lente artificiale, può portare alla cecità.

timecode: **13:11**

La cataratta è una delle principali cause della cecità, ma la vista può essere ripristinata con un semplice intervento che richiede solo pochi minuti.

timecode: **13:25**

Tornando indietro vediamo la parte posteriore del bulbo oculare che si chiama retina. La destinazione finale del nostro fotone.

timecode: **13:35**

Il viaggio del fotone finirà qui sulla retina, ma non i dati che esso possiede. I dati sono costituiti dal colore e dall'intensità della sorgente originale - la stella, a più di un migliaio di anni luce.

timecode: **13:51**

Il lavoro della retina è di codificare i dati in un modo che il cervello possa interpretarli.

14 timecode: **14:02**

Guardando attraverso la retina, che rappresenta circa 2/3 della parte posteriore del bulbo oculare, vediamo alcune caratteristiche che interrompono questa superficie, apparentemente liscia.

timecode: **14:14**

In primo luogo, vediamo le arterie e le vene che portano il sangue da e verso la retina e gli altri tessuti dell'occhio.

timecode: **14:26**

Poi vediamo un disco di colore più chiaro rispetto all'area circostante. Questa è la testa del nervo ottico. Vedremo in un momento in che modo i dati contenuti nel fotone e gli altri dati che viaggiano con esso saranno trasmessi al cervello attraverso questo nervo.

timecode: **14:46**

Guardando direttamente davanti, vediamo un'area più scura. Questa è la macula, il punto ideale dell'occhio. Questo è dove l'obiettivo, il cristallino concentra la luce che riceve.

15 timecode: **15:01**

Il modo migliore per immaginare la retina è pensare a essa come al sensore di una fotocamera digitale, tuttavia, invece di usare pixel, la retina utilizza delle cellule chiamate fotorecettori.

timecode: **15:17**

La maggior parte della retina è costituita da cellule fotorecetrici chiamate bastoncelli, molto sensibili alla luce, ma trasmettono solo quella bianca a bassa risoluzione al nervo ottico. Questo è dovuto al pigmento nei bastoncelli, che reagisce ai fotoni quando colpiscono la cellula, che a sua volta invia un solo tipo di segnale al cervello.

timecode: **15:44**

I bastoncelli ci permettono di vedere a bassa luminosità e rilevare il movimento nel nostro campo di vista periferico.

timecode: **15:57**

Il punto sulla macula dove il cristallino concentra la luce è chiamato la fovea. La fovea è come un foro da 2,5 mm sulla superficie altrimenti omogenea della retina.

timecode: **16:15**

Se la forma del bulbo oculare è troppo allungata, la luce sarà focalizzata un po' prima creando un difetto verso gli oggetti lontani chiamato miopia.

timecode: **16:29**

Se il bulbo oculare è invece allungato verticalmente, il punto di messa a fuoco sarà dietro la retina e creerà ipermetropia o presbiopia.

timecode: **16:40**

Gli occhiali o le lenti a contatto con prescrizioni specifiche possono eliminare gli effetti di miopia e ipermetropia.

timecode: **16:53**

Circa 15 gradi del campo visivo del nostro occhio si concentrano sulla fovea e sull'area densamente popolata da fotorecettori. Queste cellule fotorecetrici sono chiamate coni, che rilevano il colore quando i fotoni la colpiscono.

timecode: **17:10**

I coni trasmettono un colore specifico basato sulla reazione di uno dei tre pigmenti che la cellula può contenere. Questo processo ci permette di vedere le molte lunghezze d'onda visibili che illuminano il nostro mondo.

timecode: **17:28**

Per comprendere i diversi ruoli che i bastoncelli e i coni giocano sulla nostra vista, dobbiamo vedere come sono collegati al nervo ottico.

16 timecode: **17:37**

Se osserviamo una sezione trasversale della retina, vedremo tre distinti strati di cellule.

timecode: **17:44**

Il primo strato è riempito di cellule gangliari che sono collegate direttamente al nervo ottico attraverso fibre che poi ritornano per formare il disco e il nervo ottico. Questa è la più lunga estensione del cervello e l'unica parte del cervello che è visibile senza interventi chirurgici invasivi.

timecode: **18:05**

La retina è stata spesso chiamata finestra per l'anima. Questo perché molte delle modifiche al corpo a causa della malattia sono viste prima come modifiche alla retina.

timecode: **18:18**

Oftalmologi e optometristi, che si specializzano sull'occhio, possono rilevare malattie come il diabete di tipo II molto prima di altri metodi, solo osservando la retina di un individuo.

timecode: **18:33**

Quando i tuoi occhi sono esaminati da un ottico o un oftalmologo, che stanno controllando più a fondo della semplice vista, stanno controllando la tua salute.

timecode: **18:44**

Gli oftalmologi e gli oculisti sono il vostro team di assistenza sanitaria per gli occhi e dovresti visitare uno di loro almeno ogni due anni.

timecode: **18:55**

Oltre 40 anni, è meglio essere visto una volta l'anno per diagnosticare le malattie legate all'età nelle prime fasi.

17 timecode: **19:08**

Le cellule del ganglio si collegano al prossimo strato di cellule note come cellule bipolari. Le cellule bipolari collegano i bastoncelli e i coni alle cellule del ganglio in un paio di modi diversi.

timecode: **19:20**

I coni si collegano uno a uno alle cellule del ganglio. Questa connessione diretta è fondamentale per il cervello per individuare i dettagli e il colore per ottenere l'acutezza visiva.

timecode: **19:33**

I bastoncelli si collegano alle cellule del ganglio a gruppi attraverso cellule secondarie chiamate cellule orizzontali e amacrine. Questa disposizione crea

uno scanner visivo di specie che funziona bene a bassa luminosità e percepisce il movimento meglio dei coni.

18 timecode: **19:52**

Il nostro fotone e i suoi compagni, concentrati dalle lenti del telescopio e dalla lente dell'occhio, il cristallino, colpiscono i coni nella fovea e il loro viaggio fisico è ormai terminato. I fotoni sono ora estinti, ma non i dati che hanno trasportato.

timecode: **20:11**

I coni reagiscono al contatto dei fotoni ed emettono un segnale chimico che a sua volta genera un segnale attraverso la cellula bi-polare verso la cellula del ganglio. Qui la cellula risponde attivando un segnale elettrico che poi percorre il nervo ottico verso la corteccia visiva del cervello; ma vedremo che il percorso non è diretto.

19 timecode: **20:49**

Il nostro sistema nervoso ottico divide il nostro campo visivo in due emisferi - destro e sinistro. Se guardiamo questo sistema dall'alto verso il basso, le fibre lasciano il disco ottico come un singolo gruppo,

timecode: **21:05**

Quando il nervo passa attraverso il canale ottico osseo e raggiunge il chiasma ottico, le fibre si dividono nei campi visivi destro e sinistro. Il campo destro va al lato sinistro del cervello mentre il sinistro viaggia verso il lato destro del cervello.

timecode: **21:28**

Questa disposizione fornisce al nostro cervello la capacità di vedere stereoscopicamente e diminuisce il punto cieco che il nervo ottico crea in ciascun occhio facendo riempire all'altro i dati mancanti.

20 timecode: **21:43**

Dopo il chiasma ottico, i due nervi percorrono quindi vie separate ma parallele attraverso i tratti ottici verso il nucleo laterale genicolato su ogni lato del cervello.

timecode: **22:01**

Da qui i filamenti del nervo ottico si separano e si allargano per formare la radiazione ottica che fornisce percorsi nervosi alle due sezioni principali della corteccia visiva. Qui i dati ricevuti dall'occhio sono suddivisi in due sezioni - informazioni dalla fovea e dalle porzioni periferiche delle retine.

timecode: **22:27**

Alcuni nervi ottici si separano prima del nucleo genicolato laterale e si recano al cervello per elaborare risposte riflesse alla luce, al movimento e alla regolazione del cristallino.

timecode: **22:44**

Il trattamento dell'informazione dall'occhio al cervello è complesso e richiede metà delle sue risorse. La ricerca continua a rivelare come il cervello vede e approfondisce il nostro apprezzamento per la vista.

21 timecode: **23:02**

La nostra vista è il senso più importante che possediamo. La sua cura dovrebbe essere una delle nostre principali preoccupazioni per la salute.

timecode: **23:12**

Indossare occhiali da sole all'aperto per proteggere le retine dalla luce ultravioletta. E proteggere il cranio quando si fa sport d'azione.

timecode: **23:21**

Evitare di stare vicino a oggetti affilati che potrebbero penetrare nell'occhio.

timecode: **23:31**

Mangiare una dieta appropriata e fare esercizio fisico per evitare lo sviluppo di diabete di tipo II, che può portare alla cecità.

timecode: **23:51**

Guardare in lontananza per 1 ogni 20 minuti o giù di lì per riposare gli occhi e impedire la fatica fatta leggendo o facendo un lavoro a poca distanza.

timecode: **24:06**

Indossare occhiali di sicurezza quando esiste la possibilità che dei frammenti entrino nell'occhio

timecode: **24:16**

Seguite queste semplici regole e i vostri occhi e il cervello vedranno per tutta la vita.

22 timecode: **24:27**

Così la prossima volta che guarderete il cielo notturno, pensate a tutto ciò che è entrato nel processo che vi permette di vedere le stelle. Abbiate cura di quei pochi fotoni fortunati che hanno viaggiato per quadrilioni di chilometri solo per raggiungere la vostra retina.

E stimolare il vostro cervello a vedere.

