

I time-lapse in astronomia: l'Universo in movimento

di Daniele Gasparri



La rotazione del polo nord celeste è una tipica applicazione time-lapse. Sul formato cartaceo è impossibile visualizzare le animazioni, ma i filmati time-lapse vi daranno l'idea concreta di un Universo in movimento e quindi vivo.

Scattate 1 immagine ogni 30 secondi ad un'eclissi di luna, per tutta la durata del fenomeno; allineate e poi proiettate le immagini come un filmato: avete costruito un time-lapse, un video che mostra in 20 secondi l'intera durata dell'eclisse (oltre 3 ore e mezzo), in modo assolutamente spettacolare ed emozionante.

L'universo, pur appearing statico, è ricco di situazioni altamente dinamiche: dalla rotazione della sfera celeste alla variabilità della gran parte delle stelle; dallo sviluppo delle aurore boreali al continuo ribollire della fotosfera della nostra stella, al calo fotometrico di una supernova extragalattica: tutto è in movimento, ad una velocità però troppo lenta per l'occhio umano. Se tuttavia si trovasse il modo di accelerare il normale scorrere del tempo, ecco che si presenterebbe dinnanzi a noi un mondo completamente nuovo e ricco di emozioni.

Il filmati time-lapse astronomici sono la naturale evoluzione di tutti coloro che si dedicano alla fotografia astronomica e rappresentano, con uno sforzo minimo, un fantastico strumento didattico e scientifico per gettare un occhio sugli eventi del nostro Universo. **Non sono richieste conoscenze aggiuntive: si tratta solo di scattare molte immagini invece di 1 (o qualcuna), come siete normalmente abituati a fare, di un evento in lento movimento.**

Cosa sono

I filmati time-lapse mostrano in pochi secondi o minuti l'evoluzione di un fenomeno che in generale richiede ore, giorni o addirittura mesi per potersi completare.

Una videocamera riprende una serie di immagini ogni secondo (in genere 25-30) le quali poi, proiettate su uno schermo, fanno vedere all'occhio una scena in movimento. Se però cambia l'intervallo di tempo nel quale vengono riprese le immagini ma non la velocità di riproduzione, si

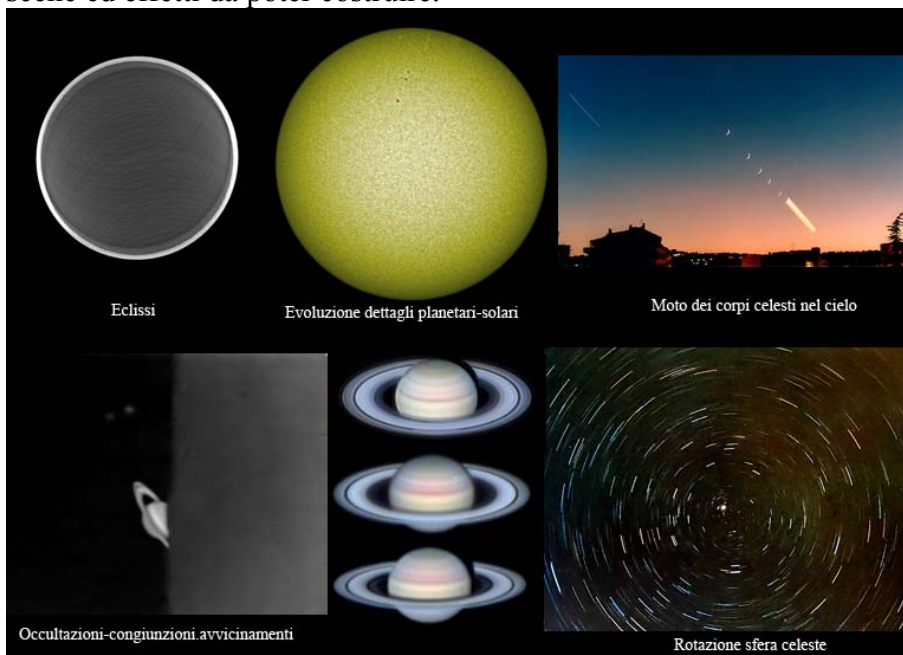
accelera il normale scorrere del tempo. Una scena ripresa ad 1 fotogramma ogni secondo e poi proiettata alla velocità di 30 fotogrammi al secondo mostrerà in un secondo di video ciò che nella realtà è successo in 30: noi vediamo il fenomeno accelerato, di 30 volte in questo caso: abbiamo costruito un filmato cosiddetto time-lapse. Che senso ha alterare il corso del tempo? Ha senso in tutte quelle situazioni nelle quali un evento si verifica in modo molto lento, come il movimento delle nuvole o la rotazione della sfera celeste, un'occultazione o il moto dei satelliti di Giove. Tutte queste situazioni richiedono ore o giorni per completarsi, perdendo interesse e spettacolarità all'occhio umano. Il cielo stellato è una miniera di oggetti e situazioni altamente dinamiche, purtroppo molto spesso di durata troppo lunga per poter essere ammirate e capite: costruendo dei video time-lapse avremo ancora una prova di quanto esso possa essere interessante.

Applicazioni

La tecnica ha grandi applicazioni naturalistiche, fisiche e commerciali (quasi in ogni film sono presenti scene time-lapse), ma è ancora poco conosciuta in ambito astronomico.

Eppure le applicazioni sono molteplici ed emozionanti, alcune, le più significative, verranno elencate, mentre altre verranno lasciate alla fantasia del lettore, tenendo ben presente l'unico principio fondamentale: **qualsiasi fenomeno che varia molto lentamente nel tempo può essere adatto per costruire un filmato.**

L'astrofilo medio utilizza questa tecnica limitatamente alla costruzione di semplici animazioni che mostrano la rotazione di pianeti brillanti, come Giove o Marte: in questo articolo andremo alla scoperta di altre emozionanti applicazioni, e della tecnica necessaria per renderle di grande impatto. Ecco qualche idea su cosa poter riprendere: eclissi lunari e solari, occultazioni-congiunzioni, avvicinamenti planetari, evoluzione dei dettagli solari (granulazione, macchie, protuberanze) e planetari (atmosfera di Giove, calotte di Marte, diametro e fasi di Venere); variabilità di alcune stelle (e anche del transito di pianeti extrasolari!), evoluzione fotometrica di supernovae extragalattiche, moto di pianeti-comete-asteroidi nel cielo e loro evoluzione (in particolare le comete); analemma solare, rotazione della sfera celeste, piogge di meteore; librazioni e fasi lunari, inclinazione degli anelli di Saturno nel corso degli anni, e molto altro ancora, con un'infinità di scene ed effetti da poter costruire.



Qualche esempio di animazione time-lapse. Dalle eclissi lunari, ai moti dei corpi celesti nel cielo; dal ribollire della fotosfera solare al cambiamento dell'inclinazione degli anelli di Saturno. Le applicazioni possibili sono praticamente infinite.

Strumentazione

La parola filmati non deve trarre in inganno: non è richiesta alcuna videocamera. Allo scopo infatti basta una semplice webcam, una digicam o una camera CCD per astronomia: insomma tutto ciò che è in grado di scattare una fotografia. Per alcune applicazioni non è neanche richiesto il collegamento della fotocamera al telescopio, mentre è molto utile, se non indispensabile, il collegamento ad un computer che ne controllerà il funzionamento e la cadenza degli scatti, poiché si tratta di effettuare operazioni semplici ma ripetitive (scattare molte immagini in molte ore). La strumentazione adatta è quindi la stessa di quella richiesta per ottenere delle normali fotografie astronomiche; in effetti l'unica differenza è che in questo caso se ne ottengono qualche centinaio. L'unica vera difficoltà è la ripetitività e l'impegno temporale, ma in nostro soccorso ci sono svariati software che ci semplificano di molto la vita.

Software

Oltre al software per l'elaborazione delle immagini astronomiche, sono assolutamente indispensabili dei programmi che permettono la ripresa automatica e il montaggio del video.

Essi variano a seconda del vostro strumento di ripresa: se avete una camera CCD potreste utilizzare i classici Maxim Dl, Astroart, CCDOPS... che prevedono l'acquisizione di una sequenza di immagini intervallate da x secondi.

Molte delle moderne digicam prevedono la funzione time-lapse e quindi possono essere utilizzate senza l'ausilio di un computer. Se infine utilizzate una webcam ci sono molti software, alcuni anche gratuiti, che permettono di catturare singole immagini ad intervalli regolari di tempo; tutti sono comunque semplici da utilizzare e potreste trovarli molto utili anche per le comuni riprese. Essi possono automatizzare completamente la fase di cattura e salvataggio delle immagini, rendendo addirittura superflua la vostra presenza sul luogo.

Per la composizione del video ci serviremo di un software semplice e gratuito, che molti di voi conosceranno già: VirtualDub, accoppiato al codec di compressione video Divx.

Caratteristiche di un buon time-lapse (fluidità e durata)

Le caratteristiche principali di un buon filmato time-lapse sono sostanzialmente la **fluidità** e la **durata** complessiva, tra loro collegate. La fluidità dell'immagine deriva, oltre che da un framerate in fase di montaggio compreso tra 20 e 30 fps, soprattutto da un corretto campionamento temporale, cioè dall'intervallo di tempo tra due scatti successivi. Se tale intervallo è troppo lungo e il fenomeno ripreso varia sensibilmente da uno scatto all'altro, il filmato finale risulterà sempre a scatti a prescindere dal framerate utilizzato in fase di montaggio. D'altra parte, quando si effettuano scatti troppo ravvicinati tra di loro rispetto alla durata del fenomeno, si ha l'effetto opposto: il video risulta fluido ma troppo lento e poco spettacolare. Naturalmente tra i due mali è preferibile il secondo poiché con immagini in sovrabbondanza si può operare una selezione, cosa che non è possibile fare quando esse mancano. L'intervallo di tempo tra le immagini deve essere assolutamente costante (per questo occorre che sia regolato da software apposito); particolare attenzione va posta alla messa a fuoco che va controllata periodicamente nel corso della notte poiché giochi e/o sbalzi termici possono farla variare in modo sensibile. La fase della ripresa delle immagini è quella che determina la qualità del filmato finale, quindi va particolarmente curata. La successiva riduzione dei dati (elaborazione, eventuale calibrazione e allineamento) ed il montaggio sono passi che non possono migliorarne la qualità, ma solo sfruttarne tutto il suo potenziale. La durata ideale è compresa tra 20 secondi e 2 minuti, l'intervallo di tempo necessario per apprezzarne la visione senza però annoiarsi, anche se nelle situazioni astronomiche questo non è sempre possibile da realizzare.

Campionamento temporale

Tenendo presente che la durata di un buon filmato time-lapse è compresa tra 20 secondi e 2 minuti e che è richiesto allo stesso tempo un framerate di 20-30 immagini al secondo, possiamo dare alcune indicazioni di massima su come sincronizzare gli scatti, cioè sul campionamento temporale, che è la vera variabile sensibile nella loro costruzione. Possiamo dire che il limite superiore del campionamento temporale (cioè l'intervallo di tempo massimo tra due scatti successivi) è determinato dalla necessità di fluidità, mentre può essere modellato in base alla lunghezza del filmato e al fattore di accelerazione temporale che vogliamo dare. Vediamo di dare qualche indicazione più precisa:

- **Per le applicazioni che mostrano il movimento di corpi celesti o eclissi** (casi quindi in cui i dettagli del corpo celeste non variano ma varia la posizione dello stesso o dell'ombra), l'intervallo tra due immagini successive è quello per il quale lo spostamento dell'oggetto è minore o uguale a 2-3 pixel **rispetto al formato finale del filmato**. Tale intervallo di tempo rappresenta il limite per avere fluidità, ma può essere ridotto a seconda della durata finale e/o del fattore di compressione temporale che si vuole dare.
- **Per le applicazioni che mostrano variazioni di dettagli**, come ad esempio la granulazione fotosferica, è invece necessario conoscere il tempo scala di variazione dei dettagli e poi, in modo empirico, dividere per un fattore compreso tra 80 e 100 (che dipende anche dalla risoluzione alla quale si riprende). Purtroppo ci sono dei fenomeni di cui non è possibile prevedere né la durata né il tempo scala di variazione come ad esempio le protuberanze solari; in questi casi ci si affida alla sorte, tenendo presente che è sempre meglio avere immagini in abbondanza piuttosto che il contrario.
- **In alcuni casi** il campionamento temporale e la durata sono imposti dalla natura ed è impossibile ottenere un filmato fluido, in particolare per quegli eventi che variano in giorni, mesi o addirittura anni (cambiamento dell'inclinazione degli anelli di Saturno, moto proprio di pianeti lontani, evoluzione delle protuberanze, analemma solare). In queste situazioni ci si deve accontentare di poche immagini e di un filmato a scatti, ma sempre molto spettacolare perché mostra un evento molto raro. L'intervallo di tempo sarà quindi quello imposto dalla natura, ad esempio di 1 immagine al giorno se si vuole seguire per intero una lunazione.



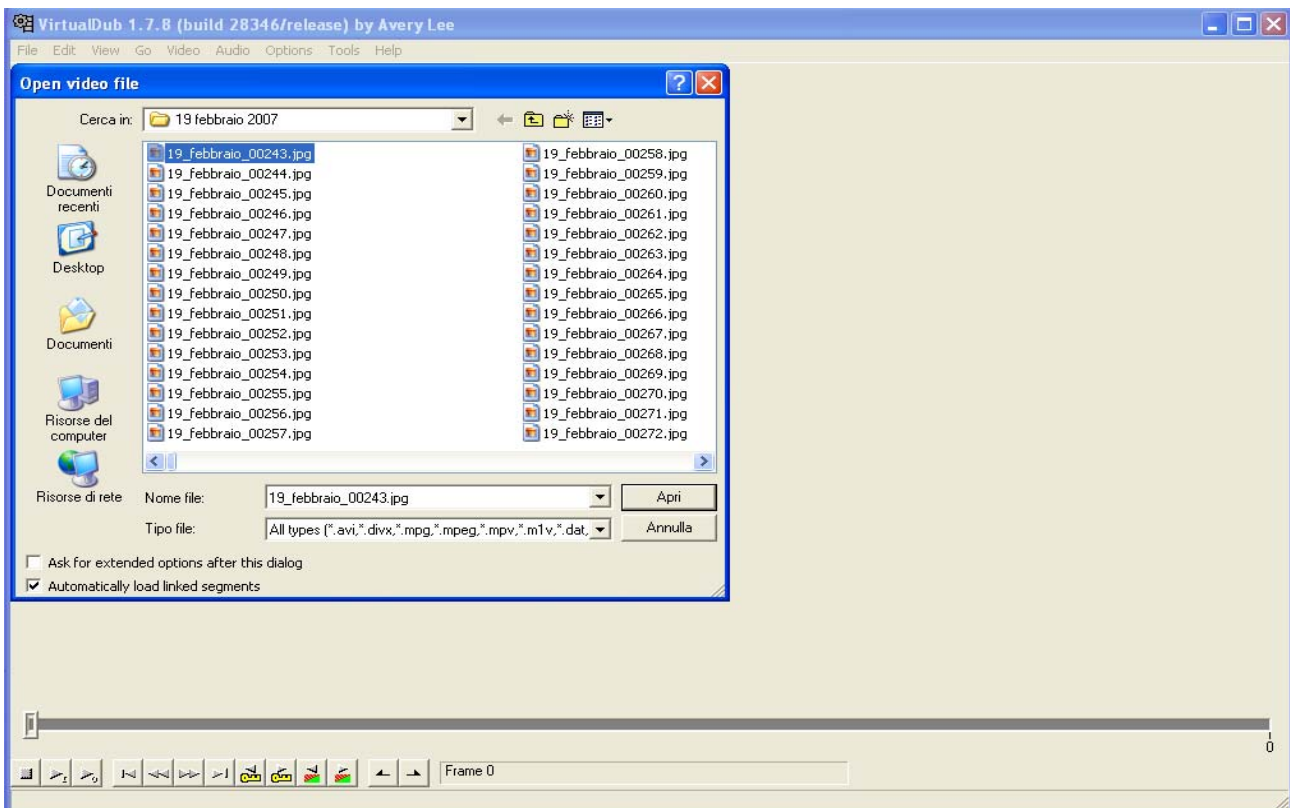
Per avere un filmato fluido occorre che l'oggetto, tra uno scatto e l'altro non cambi significativamente. Questa immagine dell'eclissi di luna del 3 marzo 2007 costituisce un esempio di corretto campionamento temporale.

Come costruire un filmato

La realizzazione di un buon filmato time-lapse deve prendere in considerazione alcune variabili importanti ed essere pianificata nei minimi dettagli perché un eventuale errore non potrà essere quasi mai corretto. E' richiesto un impegno temporale elevato e soprattutto costanza e assoluta padronanza e coscienza di come svolgere il lavoro, per questo, prima di affrontare qualsiasi progetto, è necessario programmare meticolosamente ogni dettaglio e variabile. La costruzione avviene per tappe, partendo dalla programmazione e arrivando fino al montaggio:

- **la scelta del soggetto:** Può essere banale ma non lo è: la scelta dell'evento da voler riprendere è una tappa fondamentale. Bisogna analizzare la sua durata totale, la velocità durante la quale si sviluppa, la scala spaziale, la sua luminosità, la possibilità di poterlo seguire per tutta la sua durata.
- **strumentazione necessaria:** una volta individuate tutte le caratteristiche dell'evento, si passa alla scelta della strumentazione: se si vuole ad esempio riprendere un'eclissi di luna completa sarà d'obbligo l'uso di un piccolo telescopio montato su una montatura equatoriale motorizzata al quale collegherete una digicam a colori o in alternativa una webcam. Se invece volete mettere in mostra la rotazione della sfera celeste attorno al polo nord vi servirà solo un treppiede ed una fotocamera munita di un comune obiettivo. La strumentazione da utilizzare dipende naturalmente dall'evento che si vuole riprendere. E' importante fare delle prove preliminari per regolare l'esposizione, eventuali filtri e la messa a fuoco, nonché la risoluzione alla quale scattare. Chi utilizza le digicam troverà superfluo scattare alla massima risoluzione poiché costruire un filmato da 8 ed oltre milioni di pixel è impossibile. Molto più realistico è un valore da 1 a 2.5 MP (alcuni standard video attualmente in commercio sono 1280x720 per l'HD, cioè high definition e 1920x1080 per il Full HD; queste sono le risoluzioni massime consigliate). Se non si hanno problemi di spazio si possono catturare immagini a piena risoluzione da scalare successivamente, ma è sempre consigliato, anche per risparmiare del tempo, scattare con la risoluzione prossima a quella del filmato finale. Per trovare il giusto campionamento temporale occorre riferirsi sempre alla risoluzione prevista per il filmato.
- **Programmazione degli scatti:** Programmare accuratamente la cadenza degli scatti è il punto veramente fondamentale per la riuscita di qualsiasi filmato time-lapse. La durata delle esposizioni e il loro intervallo devono essere gli stessi per ogni scatto in modo che risultino qualitativamente il più simili possibile; il bilanciamento del colore rigorosamente bloccato, così come zoom, diaframma e sensibilità. Utilizzate un software specifico impostando l'intervallo di tempo tra gli scatti e l'opzione di salvataggio automatico; se avete la funzione time-lapse sulla digicam impostatela correttamente e calcolate quanto spazio vi serve sulla scheda di memoria (e lo stato delle batterie!). Una volta iniziata la sessione non interrompetela se non per interventi strettamente necessari, e non muovete mai il supporto. Se siete con l'inseguimento equatoriale potreste trovare utile l'autoguida su uno strumento in parallelo, che comunque non è sufficiente se riprendete in alta risoluzione. In questo caso procederete all'allineamento dei frames nella fase di elaborazione.
- **Elaborazione delle immagini:** Come ogni immagine astronomica anche quelle che andranno a comporre un filmato devono essere elaborate, naturalmente tutte allo stesso modo per conservare una qualità identica. Eventuali stretch, regolazione livelli e colore devono essere gli stessi per ognuna; anche in questo caso potrete automatizzare il processo costruendo delle semplici macro che provvedono a fare tutto il lavoro più noioso.
- **Allineamento:** Se si utilizza una montatura equatoriale le immagini dovranno essere allineate poiché nessun inseguimento è perfetto. L'allineamento va fatto allo stesso modo di qualsiasi set di riprese fotografiche, solo che non dovrete sommare le immagini. Una volta eseguita anche questa eventuale fase, salvate tutti i file in formato jpg, con la minima compressione.

- **Montaggio del filmato:** Questo è il punto nuovo rispetto alla normale fotografia astronomica. Una volta che avete una serie di immagini qualitativamente identiche e allineate, dovrete montare il filmato. Anche questo procedimento è automatico e facile, utilizzando VirtualDub, programma leggero e gratuito: prendete le vostre immagini, mettetele in ordine di acquisizione e rinominatele secondo una nomenclatura del tipo: NomeImmagine_0001.jpg . Ci sono dei semplicissimi (e gratuiti) programmi che permettono di fare ciò, come ad esempio file renamer. Una volta rinominati, aprite VirtualDub, cliccate su Open→video file, e selezionate la prima immagine jpg della lista; il programma riconoscerà automaticamente tutta la sequenza e la monterà come se fosse un filmato! Niente di più facile e veloce! Ora potrete fare qualche regolazione e poi comprimerlo utilizzando il diffusissimo codec Divx e salvarlo come file avi: in 5 minuti avrete il vostro filmato time-lapse: semplice ma altamente spettacolare.



Una schermata di VirtualDub, programma gratuito per assemblare in modo velocissimo un filmato a partire da una sequenza ordinata di immagini.

Un esempio pratico

Ecco uno schema di come dovrebbe essere programmata la creazione di un time-lapse:

Fenomeno: Rotazione della sfera celeste

Durata: Tutta la notte, circa 12 ore se siamo in inverno

Strumentazione scelta: Camera CCD e obiettivo da 25 mm f0.85 + filtro infrarosso, posta su un treppiede, non in equatoriale.

Campionamento temporale minimo: lo spostamento massimo in due immagini successive deve essere compreso tra i 2 e 3 pixel. Da alcune prove si è trovato 1 immagine ogni 20 secondi + tempo di esposizione di 15 secondi → 1 immagine ogni 35 secondi.

Durata totale con tale campionamento e framerate i 30 fps: 41 secondi (= durata evento/(campionamento*framerate video) ; tutto in secondi)

Fattore di compressione temporale: circa 1100 (= durata reale/durata filmato)

Campionamento scelto: circa 2 volte minore di quello minimo: 1 immagine ogni 5 secondi + tempo di esposizione di 10 secondi → 1 immagine ogni 15 secondi. Frame totali circa 3000; durata stimata circa 100 secondi.

Software da utilizzare: Maxim Dl per gestione scatti, elaborazione ed equalizzazione.

Riduzione dei dati: Correzione con dark frame, equalizzazione dei livelli, salvataggio delle immagini. Rinominazione delle immagini in sequenza.

Montaggio video: VirtualDub, a piena risoluzione (765x512). Compressione con codec divx

Qualche link utile

Programmi time-lapse per fotocamere digitali (non gratuiti): GBTimelapse; controlla quasi tutti i modelli canon, dalle compatte alle reflex digitali:
http://www.granitebaysoftware.com/Product_gbt.aspx .

Programmi time-lapse per webcam: TinCam (shareware) è il programma più affidabile finora provato: <http://www.topshareware.com/TinCam-transfer-7829.htm> riesce a controllare qualsiasi webcam e permette di salvare singole immagini. Purtroppo non consente di catturare video ogni tot secondi da elaborare per ricavare singole immagini. Queste tecnica deve essere fatta manualmente

Programmi per rinominare i files: file renamer basic, http://www.download.com/File-Renamer-Basic/3000-2248_4-10306538.html (Gratuito)

Editing video: VirtualDub: <http://virtualdub.sourceforge.net/> (Gratuito)

Time-lapse astronomici in rete: <http://www.cosmotions.com> : spettacolari scene dalle quali prendere spunto, <http://www.astrosurf.com/cidadao/animations.htm> : il pioniere dei filmati time-lapse, anche se non tutti tecnicamente perfetti.
http://www.danielegasparri.com/Italiano/time_lapse_index.htm : la pagina web del mio sito internet dedicato a questa tecnica. Oltre a quelli astronomici ne trovate alcuni riguardanti le nuvole, un'ottima scuola per imparare la tecnica da applicare poi ai fenomeni celesti.

Conclusione

Le basi tecniche sono piuttosto semplici da apprendere e una volta fatta la dovuta esperienza e trovata la giusta scelta dei software necessari (che variano in base alla propria strumentazione e gusto) troverete molto semplice e divertente la loro costruzione. Abbiamo parlato poco delle applicazioni, ma questo va lasciato allo spirito del lettore: l'Universo brulica di oggetti e scene in movimento e sta all'astrofilo mettere, come nella fotografia astronomica, quel pizzico di senso estetico che permette alle persone di rimanere a bocca aperta.