

FRAMMENTI DI CIELO²

BAGLIORI
SPAZIALI



ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA

ILLUSTRAZIONI DI
MATITAELETTRICA

INAF Press



INAF

ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA



SFOGLIA LO SPAZIO
INSIEME A NOI!



FRAMMENTI DI CIELO² BAGLIORI SPAZIALI

Francesca Brunetti
Martina Cardillo
Daria Guidetti
Adamantia Paizis
Simona Righini
(Istituto Nazionale di Astrofisica - INAF)

Illustrazioni di matitaelettrica

INAF Press

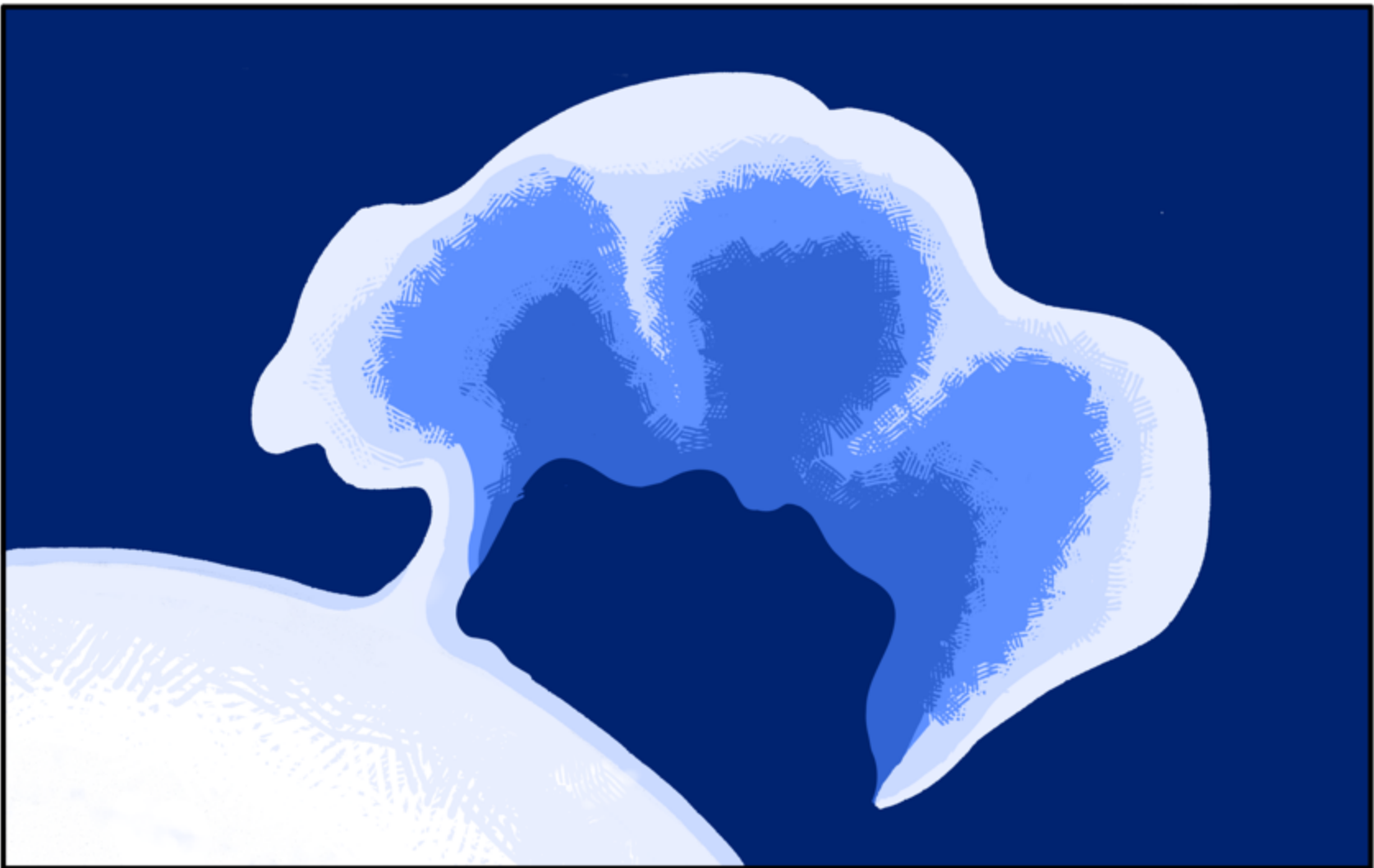
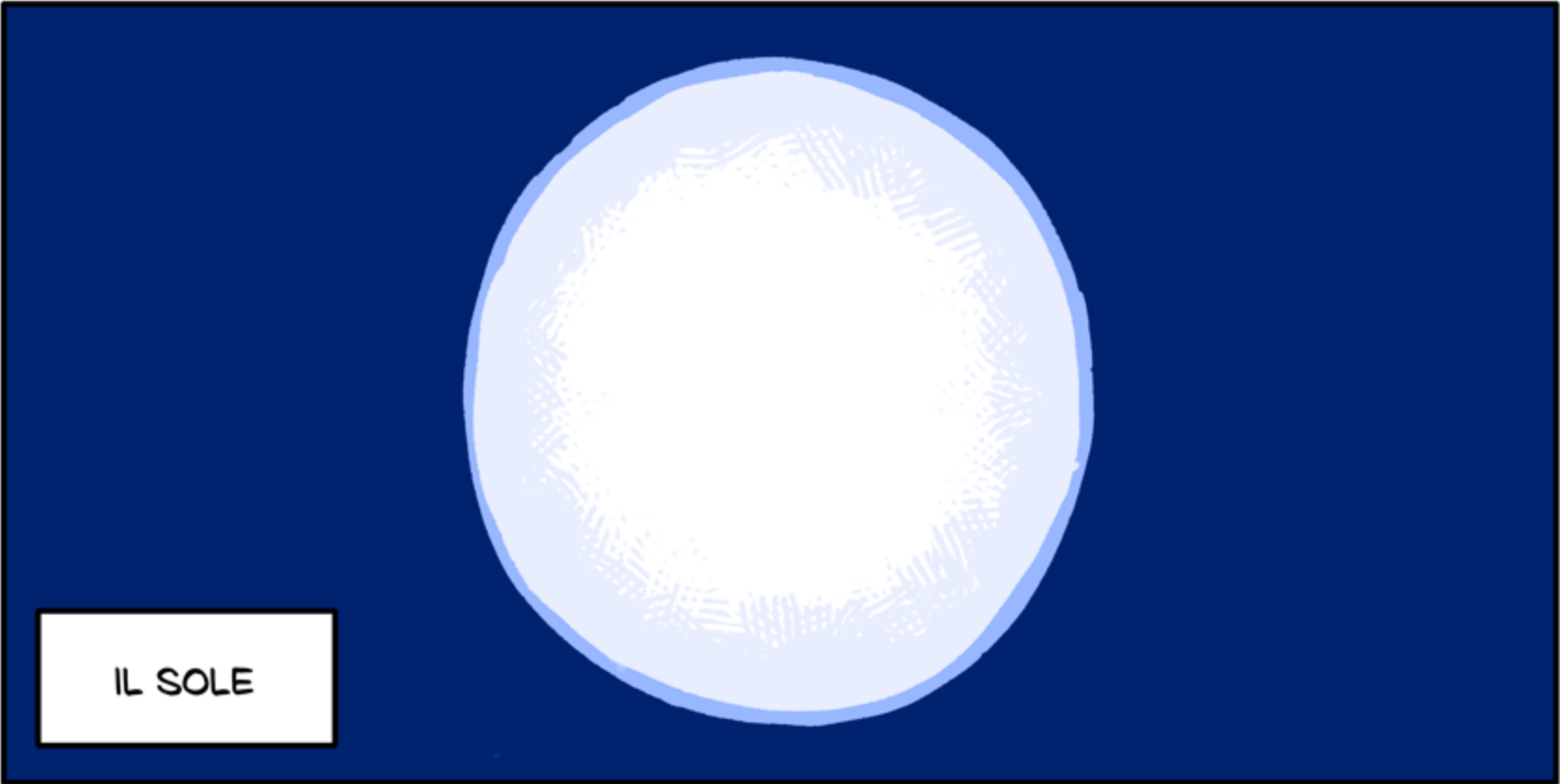
Progetto realizzato dal
Gruppo Storie dell'Istituto Nazionale di Astrofisica
con il contributo di *Sorvegliati Spaziali* - conoscere
lo Spazio per proteggere il Pianeta

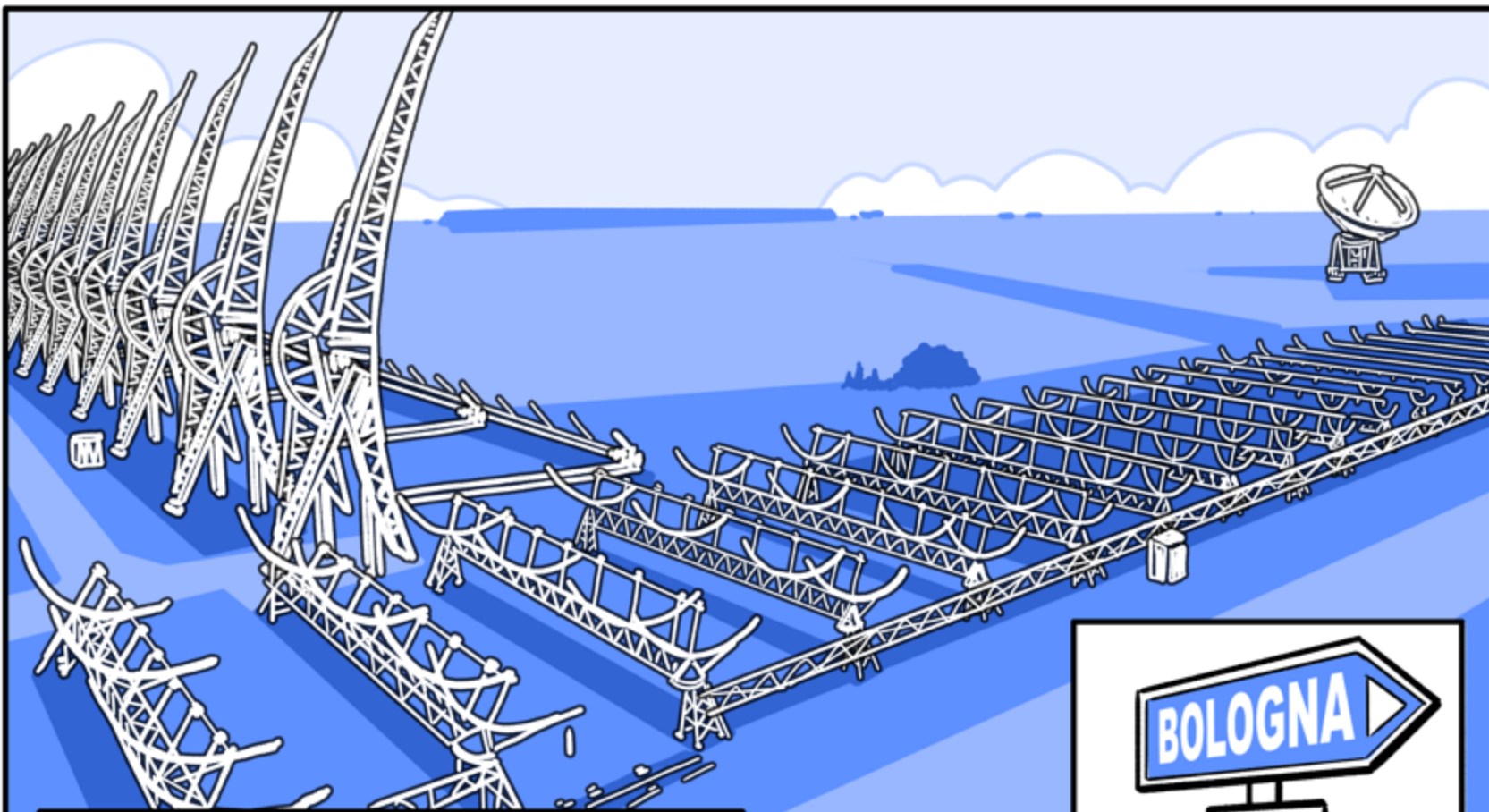
Grafica e impaginazione di *matitaelettrica*

Si ringraziano Lidia Contarino, Mauro Messerotti,
Laura Paganini, Paolo Romano dell'Istituto Nazionale di Astrofisica

Roma
© INAF Press 2025
ISBN 9788898985098







STAZIONE RADIOASTRONOMICA DI
MEDICINA DELL'ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA (INAF).

BOLOGNA

30 km

CENTRO
VISITE

... E DA QUI CONTROLLIAMO
COSA FA IL SOLE!



E CHE PUÒ FARE?
STA LÌ!

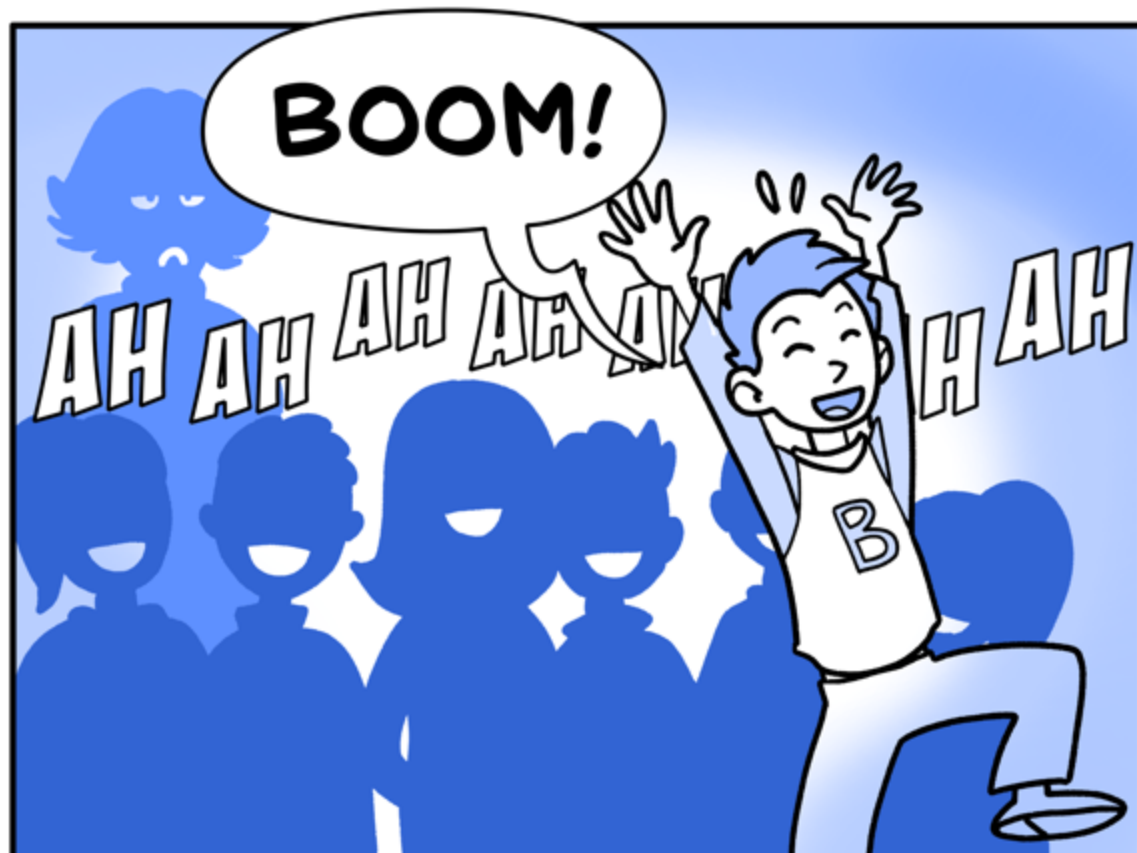
AH AH AH

AH AH AH

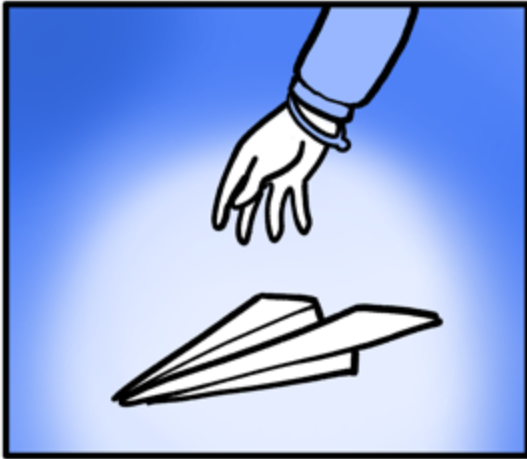
AH

AH

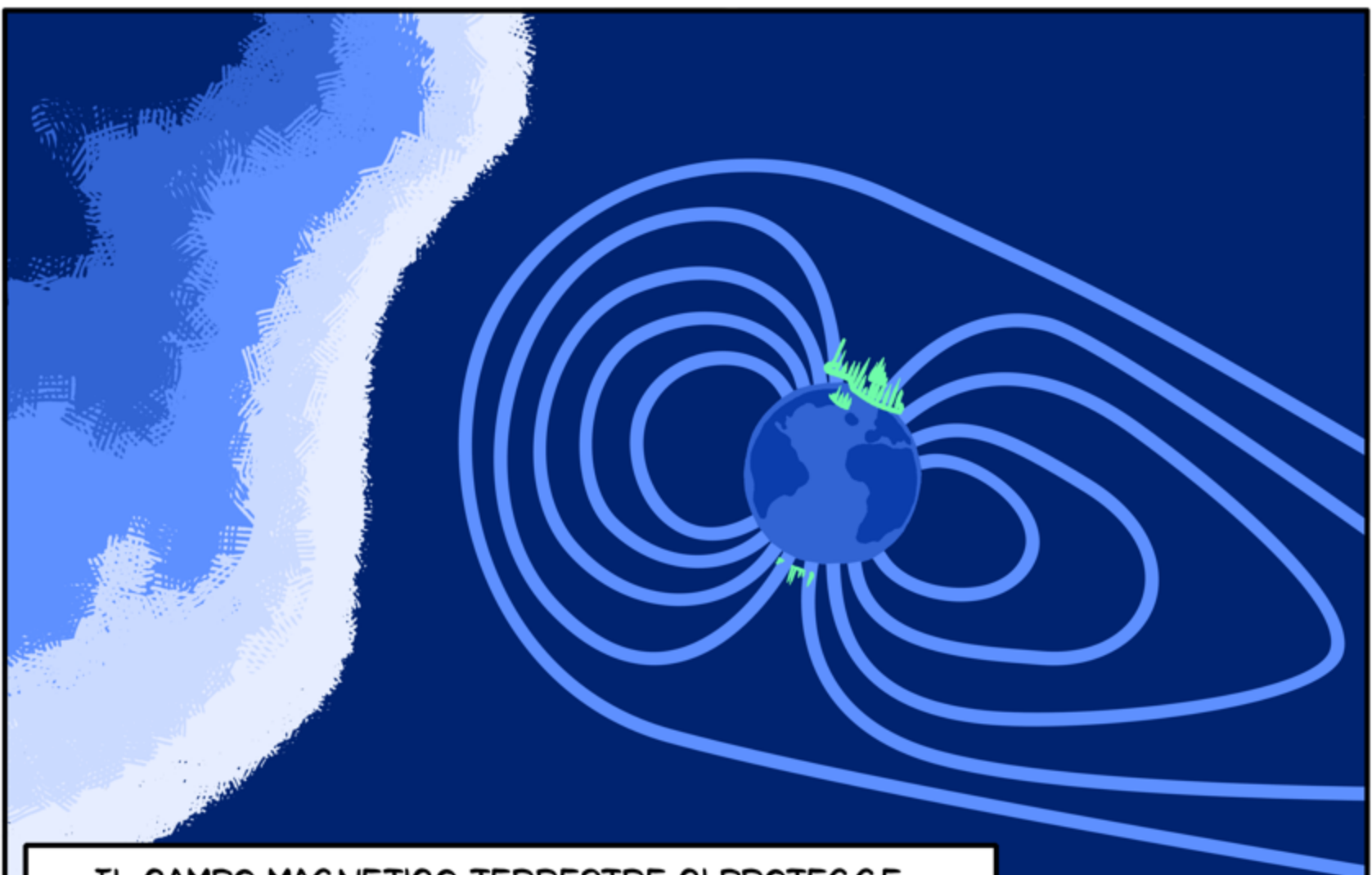
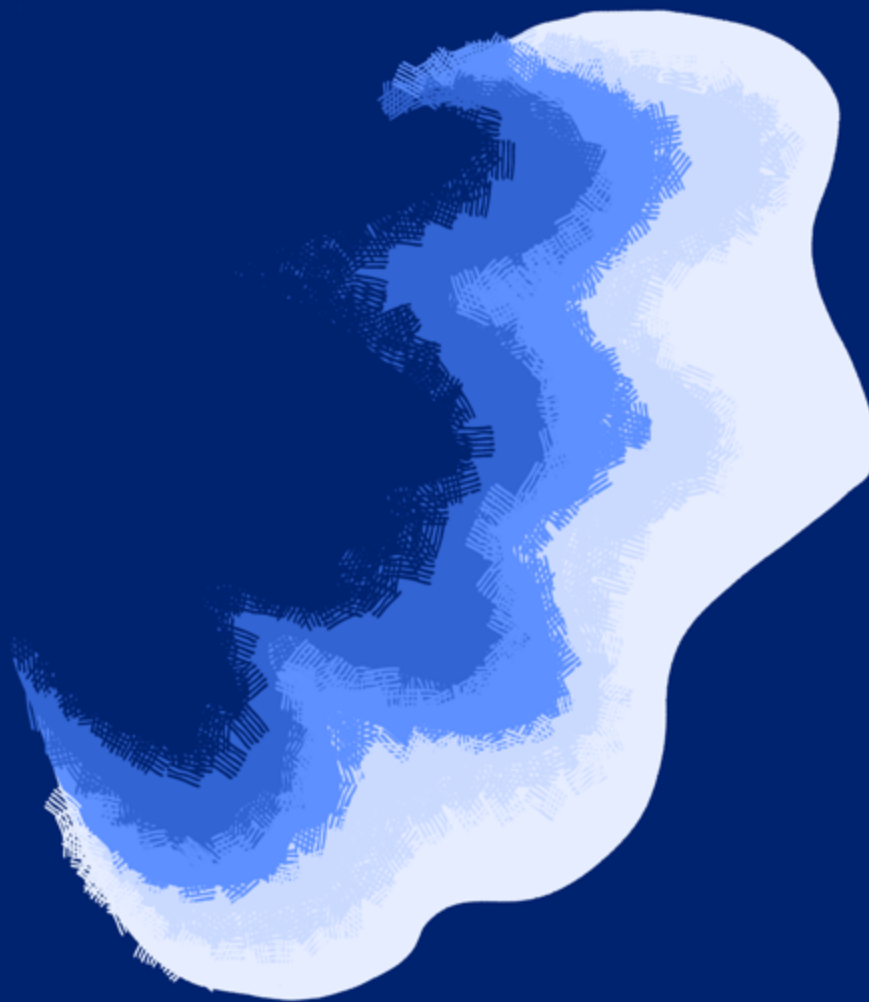




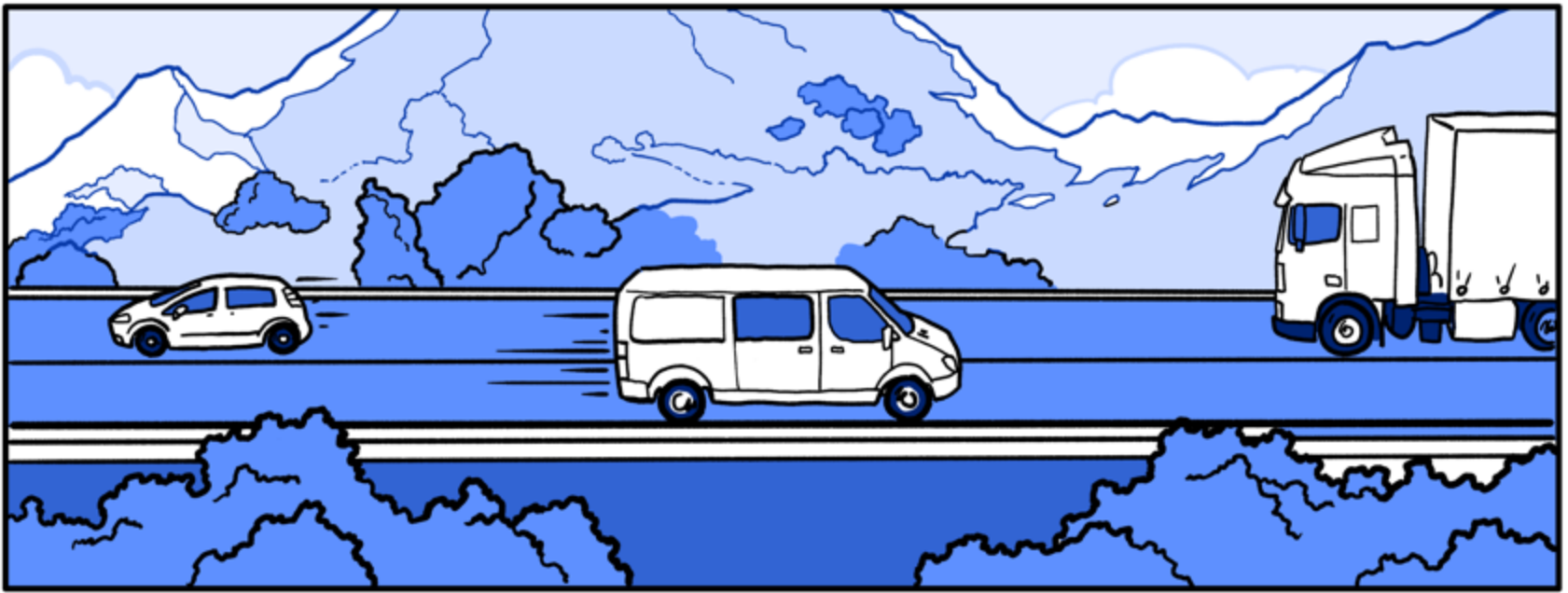


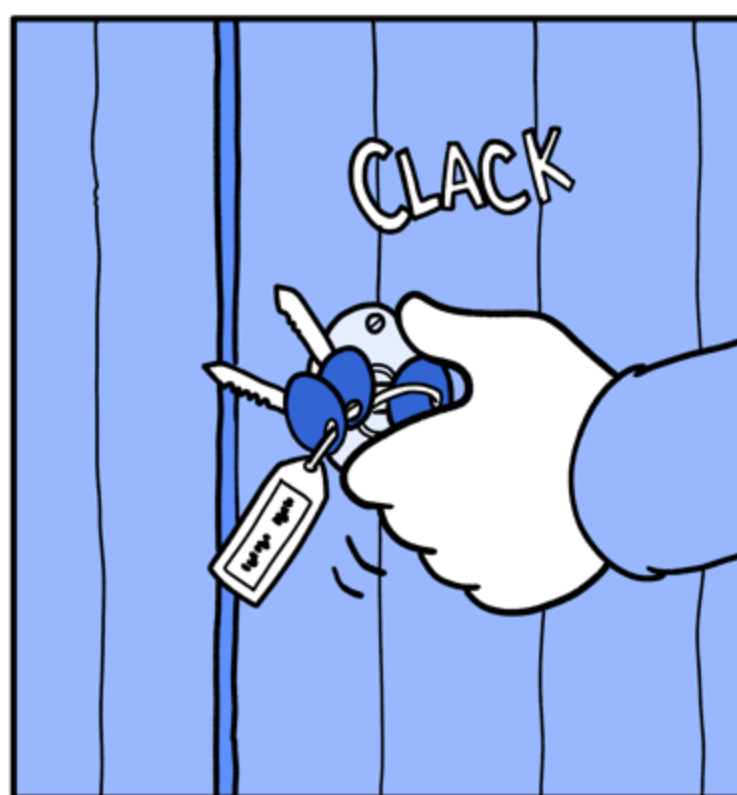
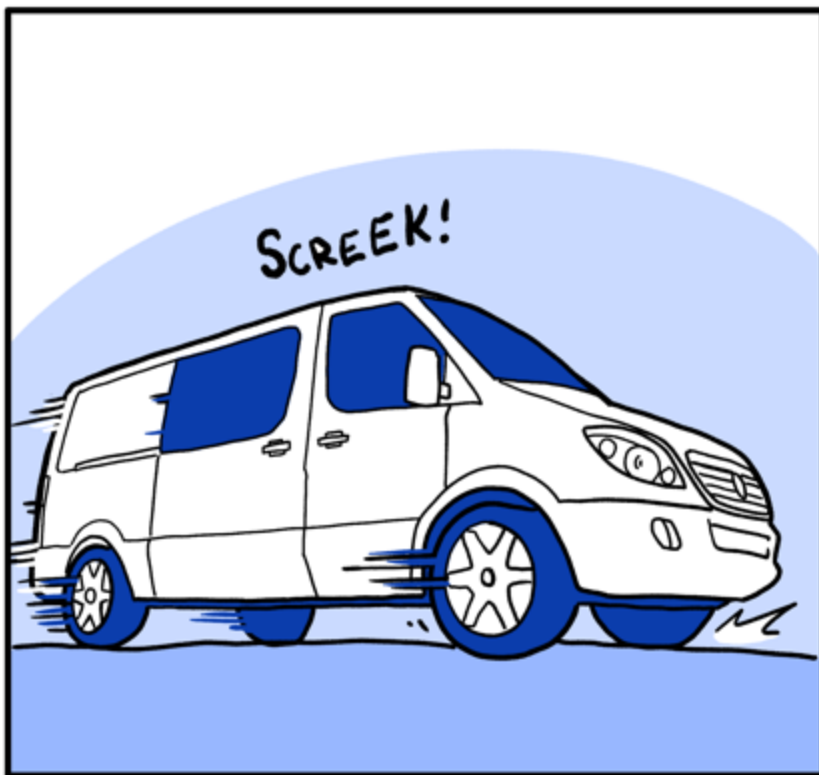


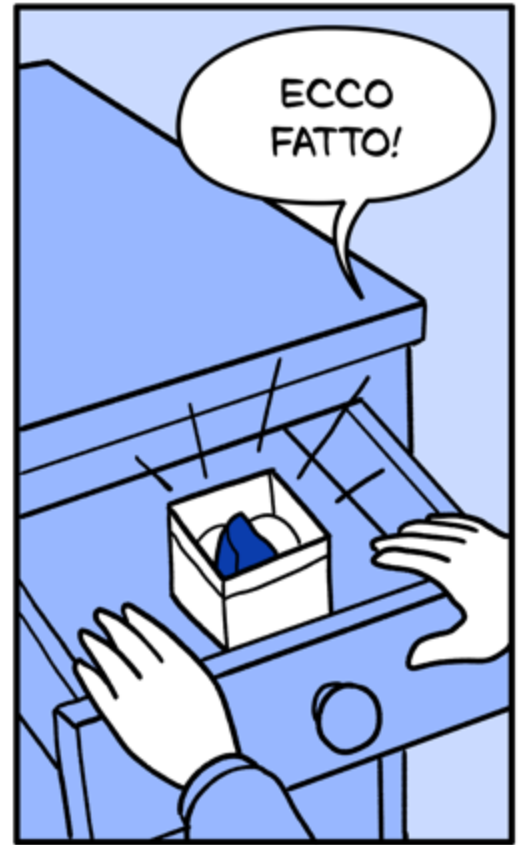
DUE GIORNI DOPO.



IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE CI PROTEGGE DALLE PARTICELLE PROVENIENTI DAL SOLE. QUI LO VEDI RAPPRESENTATO CON DELLE LINEE INTORNO ALLA TERRA, MA IN REALTÀ È INVISIBILE.









AVEVAMO DETTO PIZZA
MA CHI NE HA LA FORZA...



CI HO PENSATO IO!

HO FATTO SCORTA
QUANDO CI SIAMO FERMATI
ALL'AUTOGRILL!



PAPÀ SEI IL
MIGLIORE!



ECCO DOVERI
SPARITO!

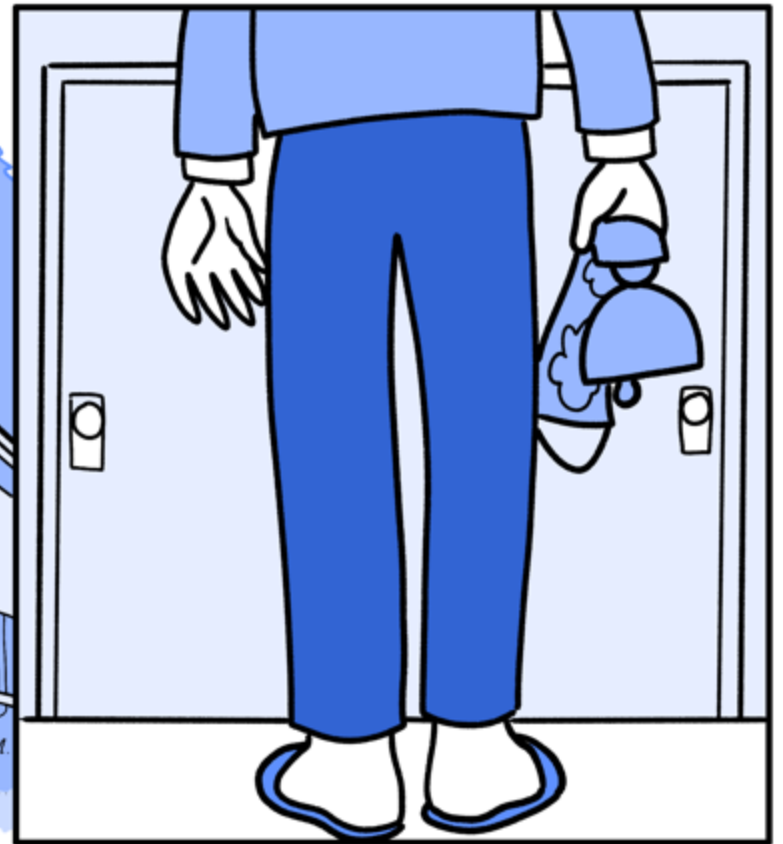
CARLOTTA,
CHE FAI?

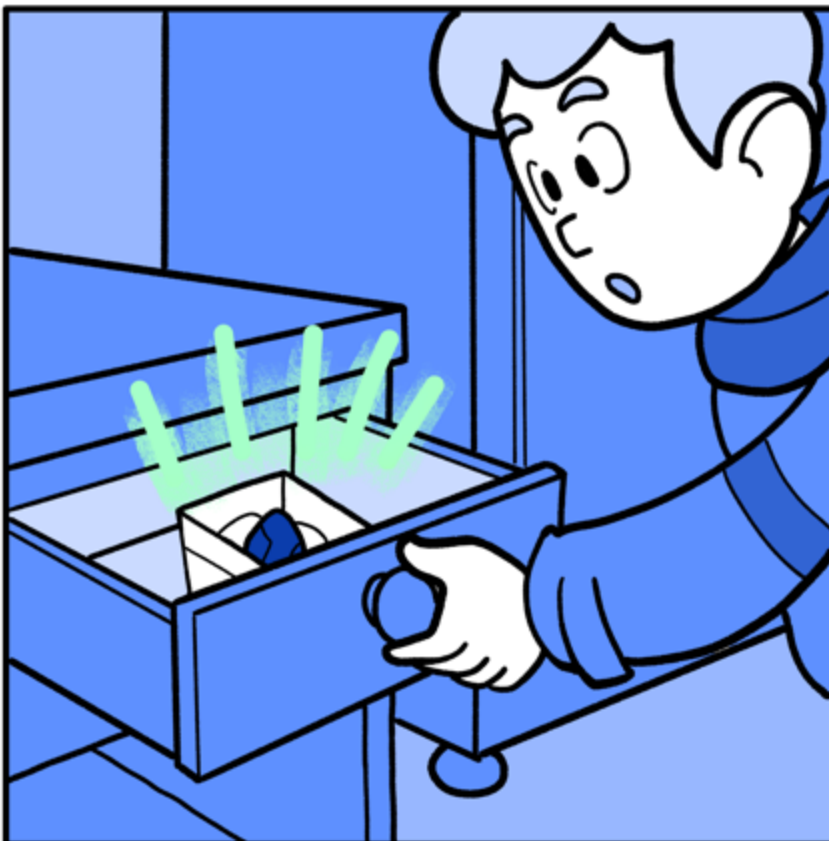
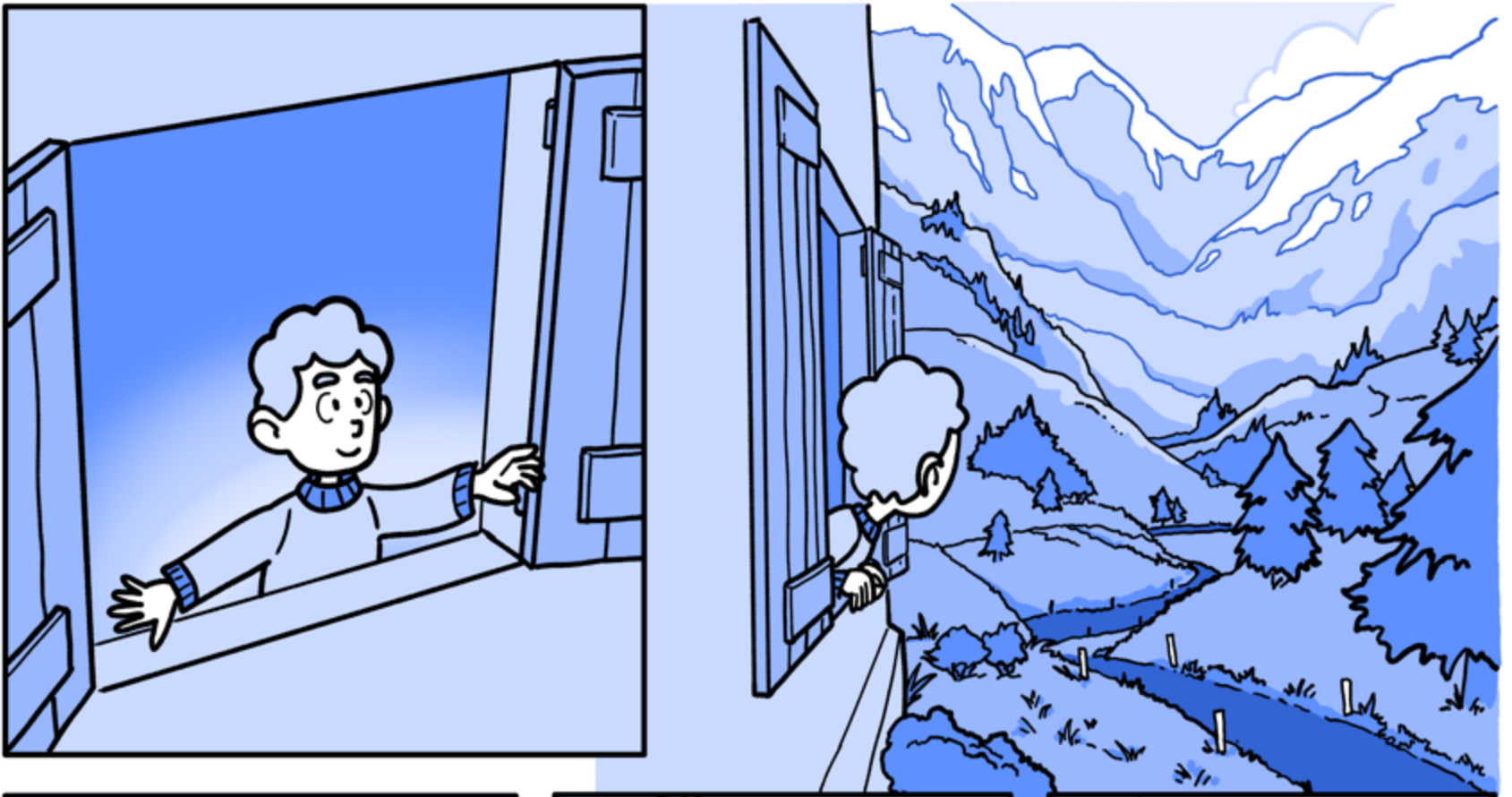


PERCHÉ NON AVERE
L'ATMOSFERA GIUSTA
GIÀ STASERA?

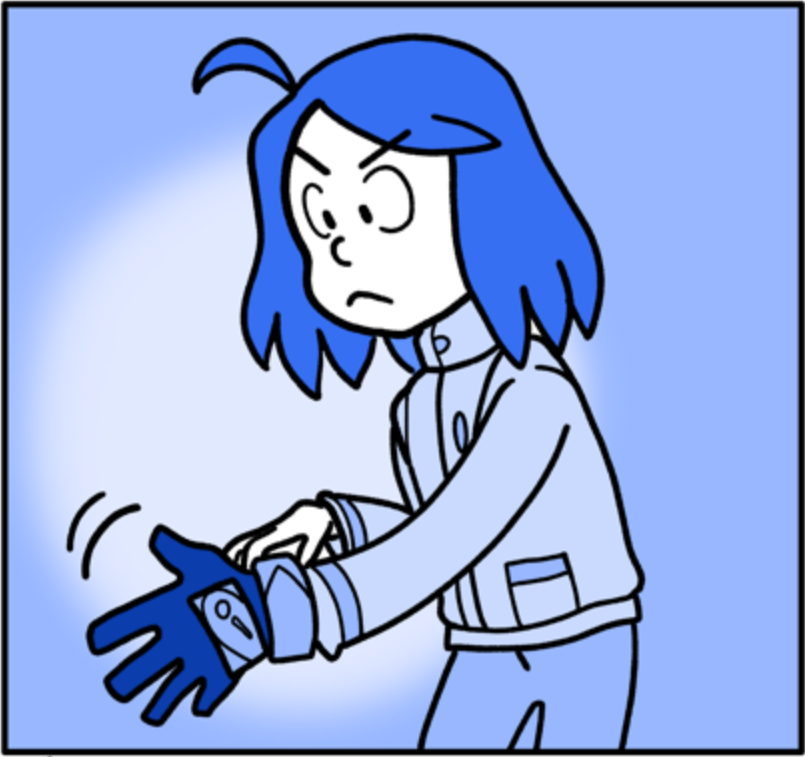


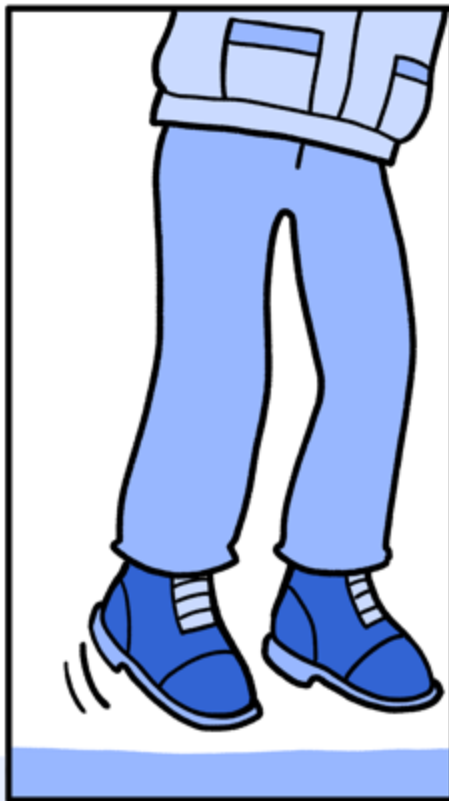
YEAAAAH!

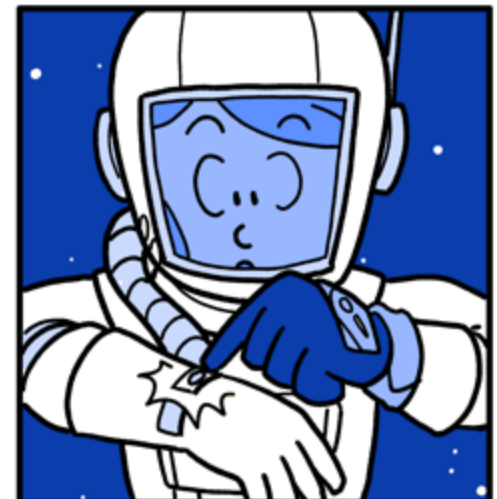
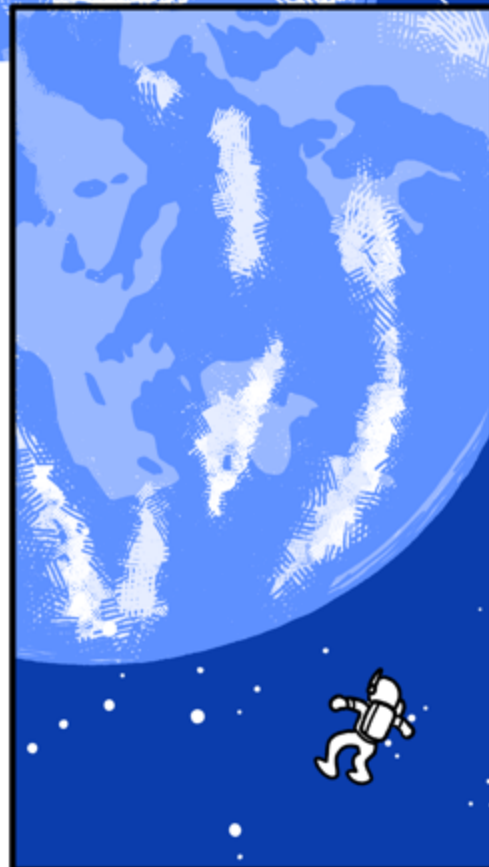
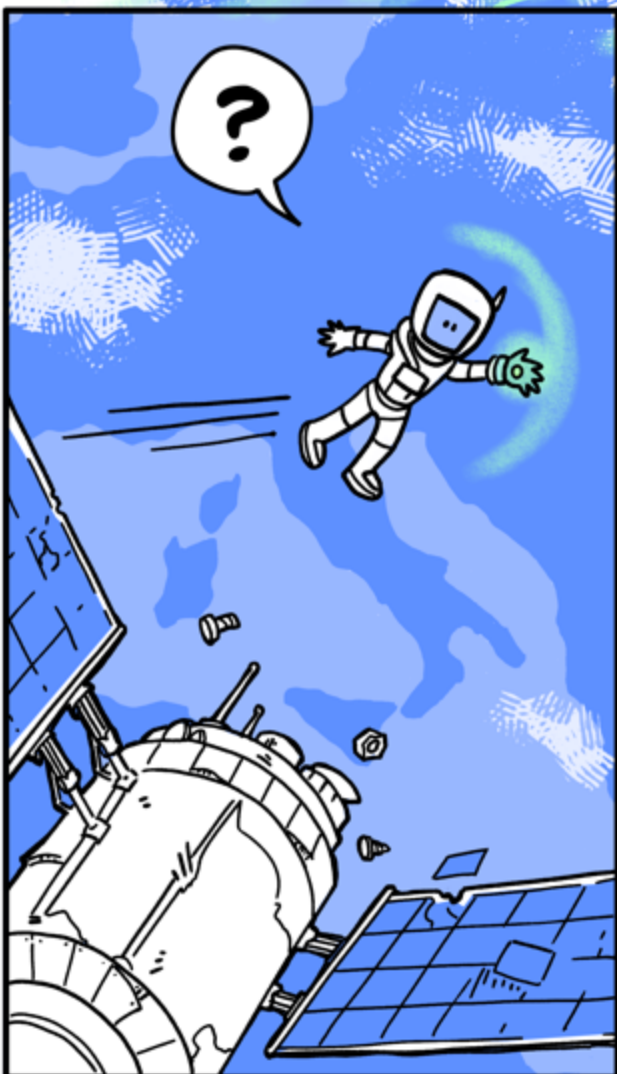
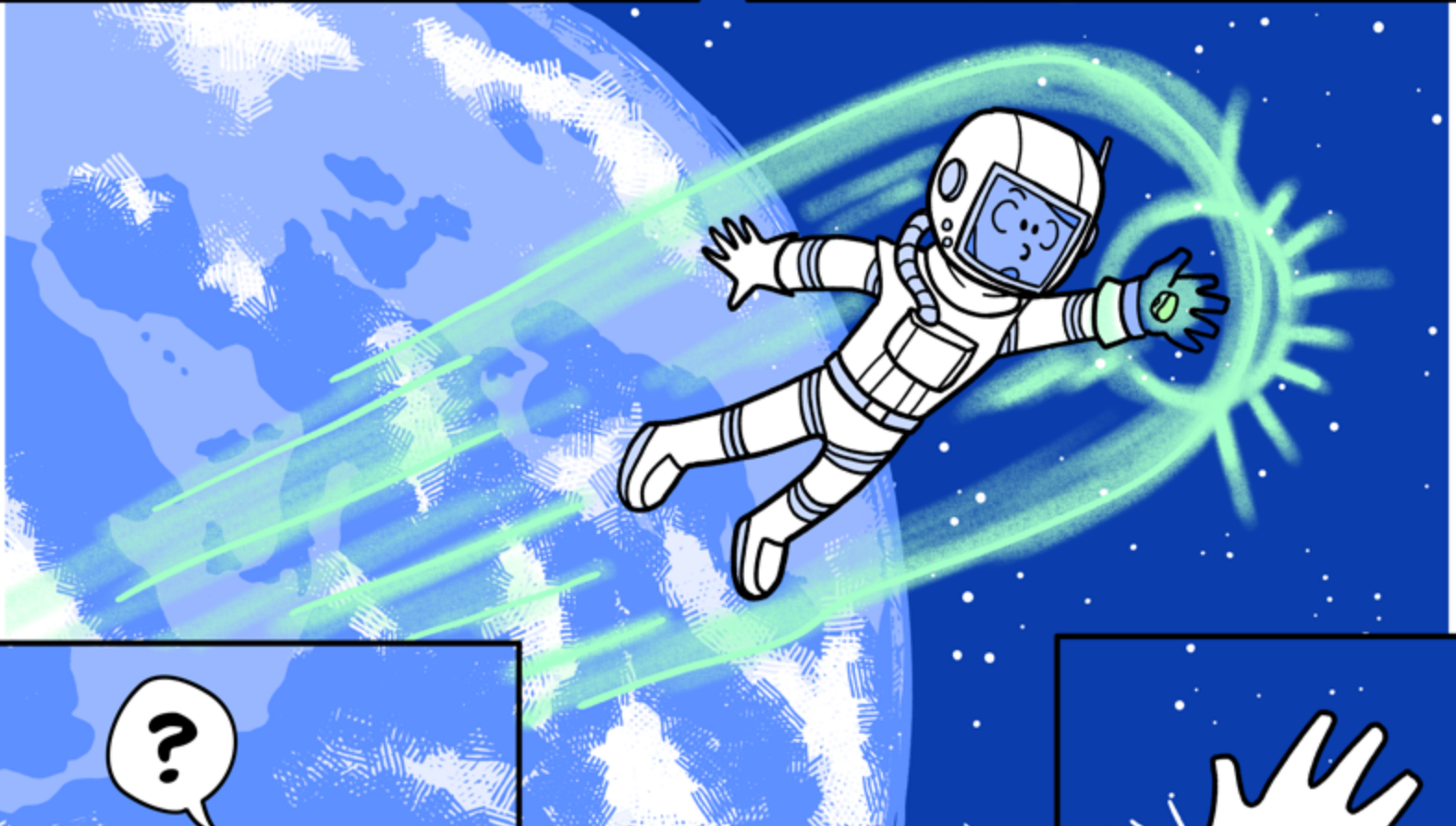


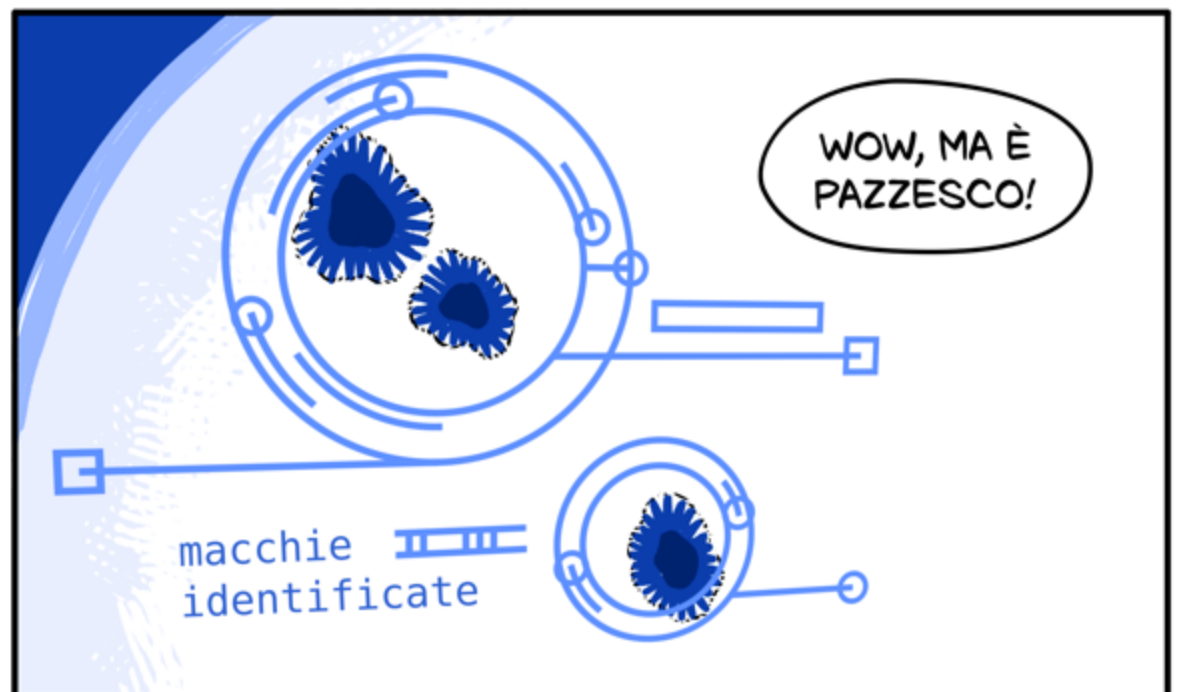
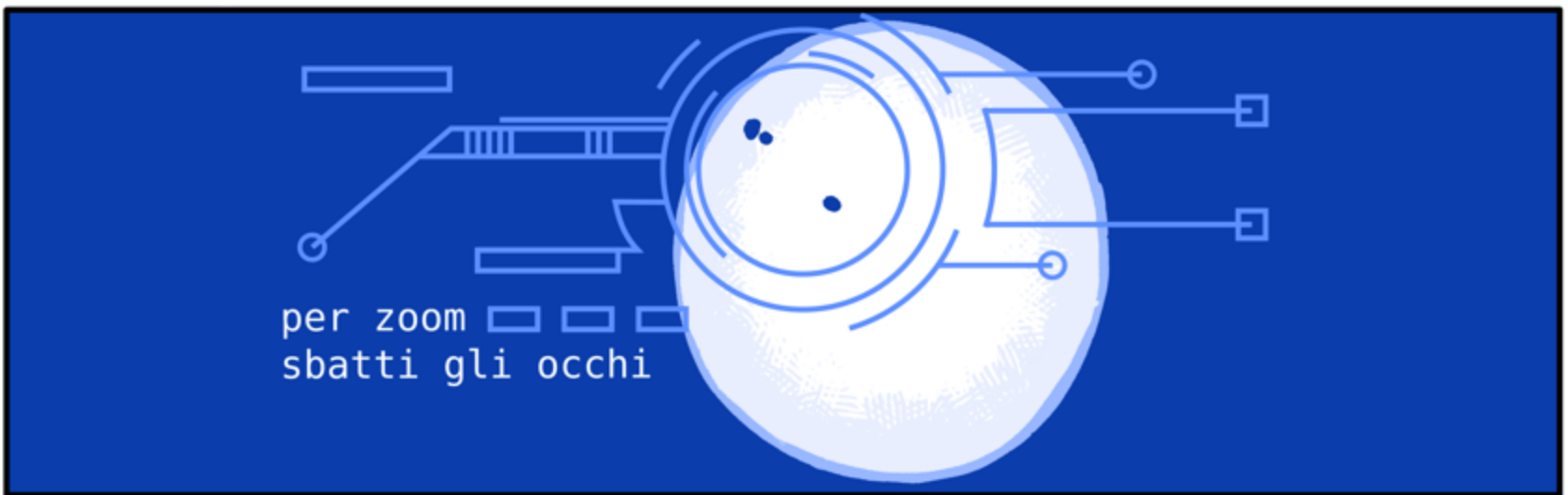
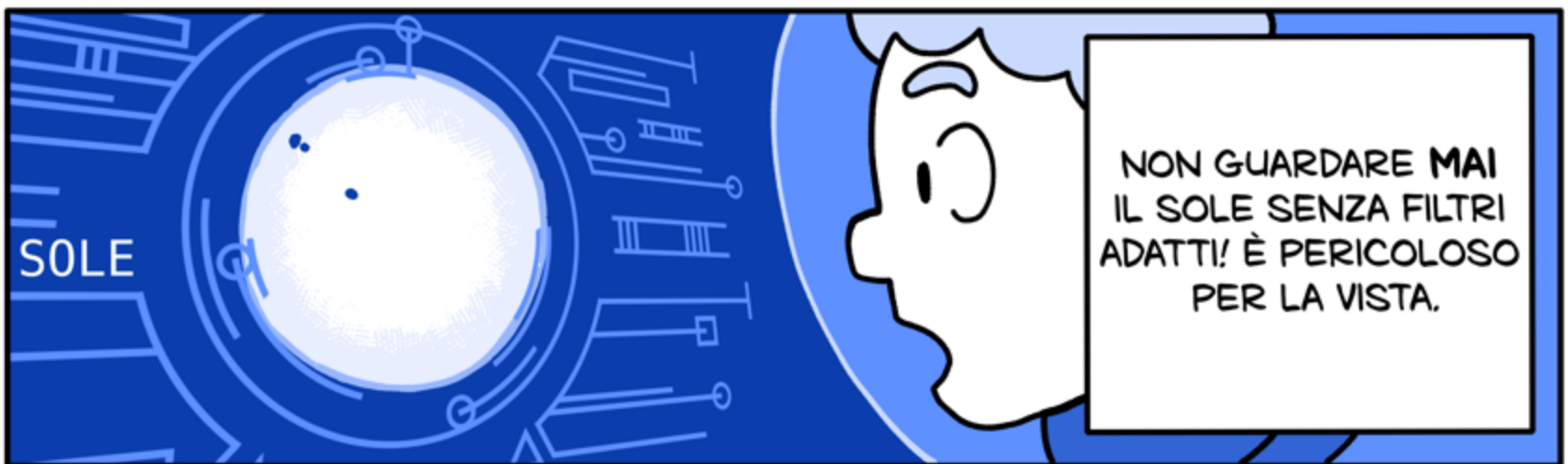
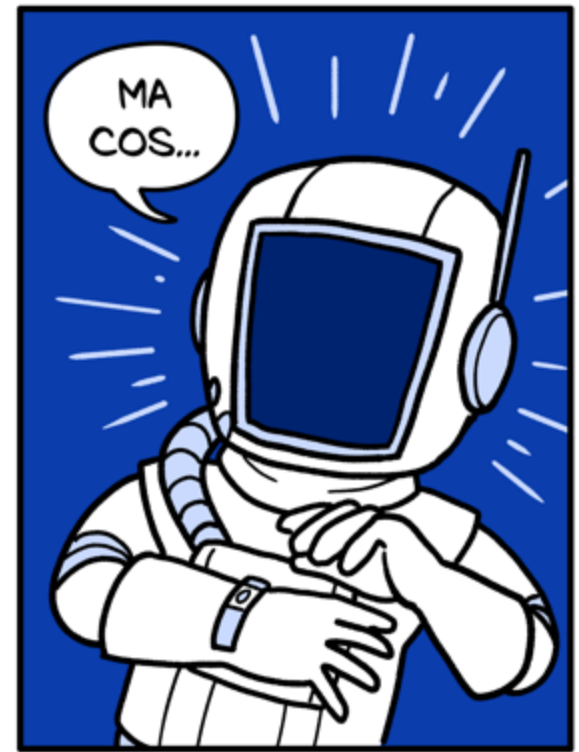


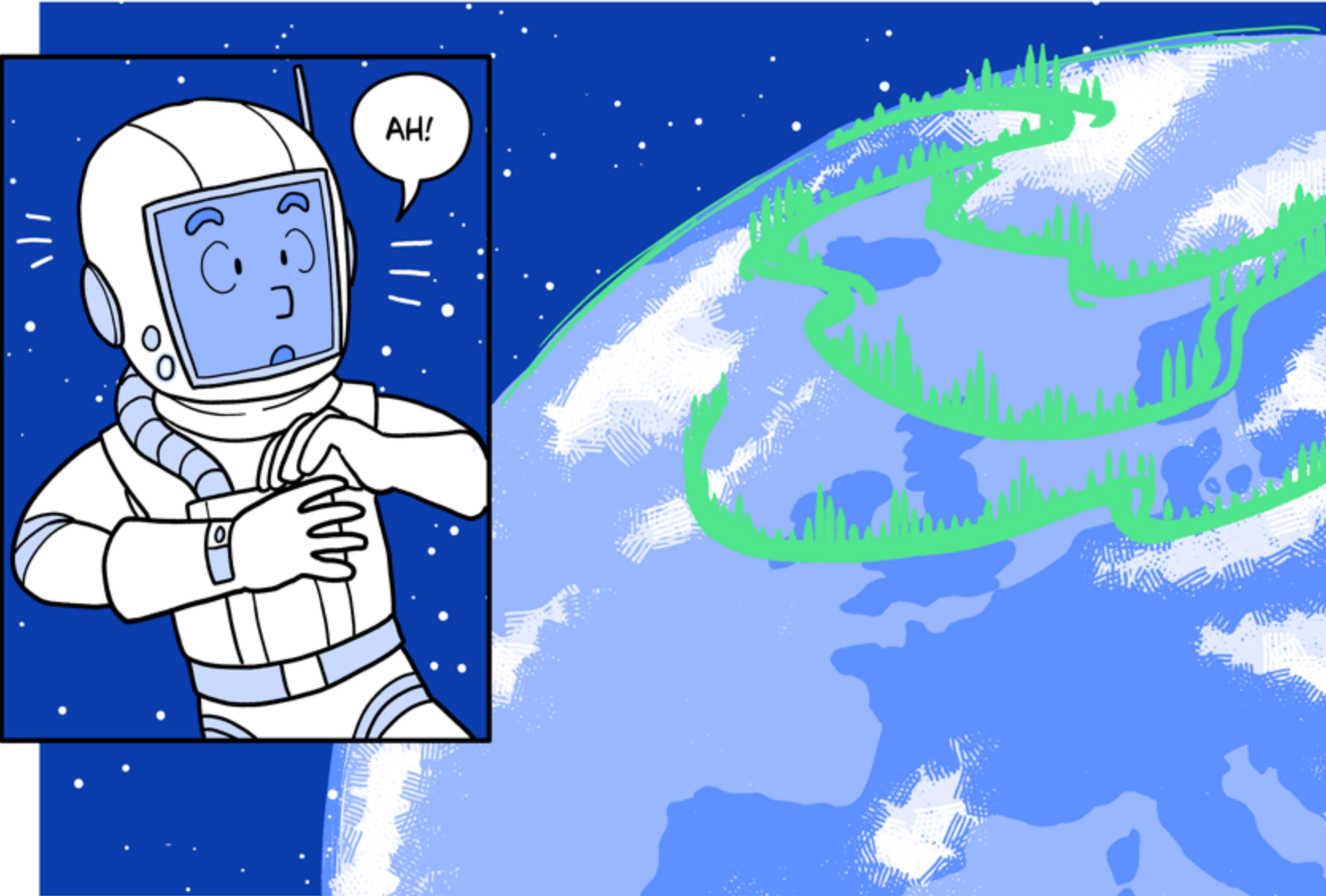
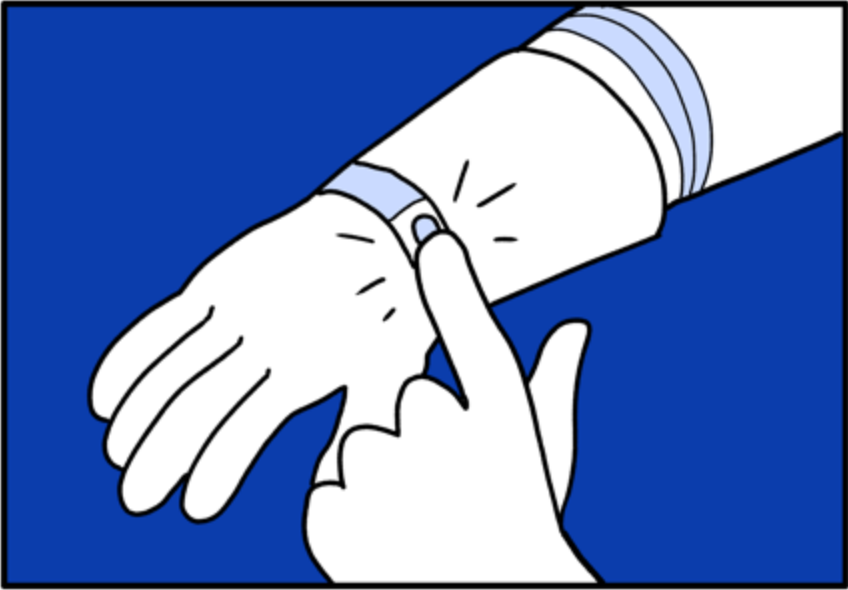
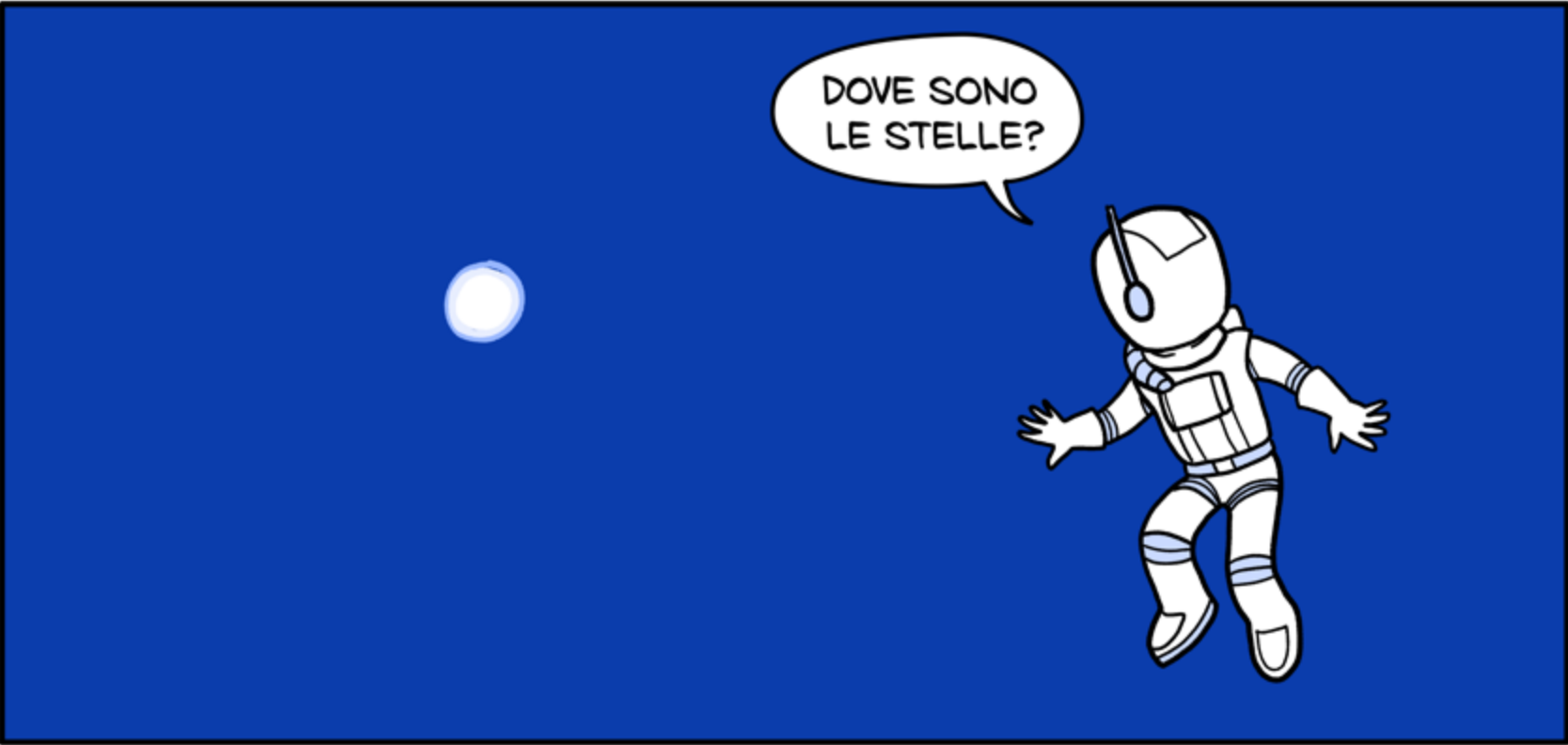


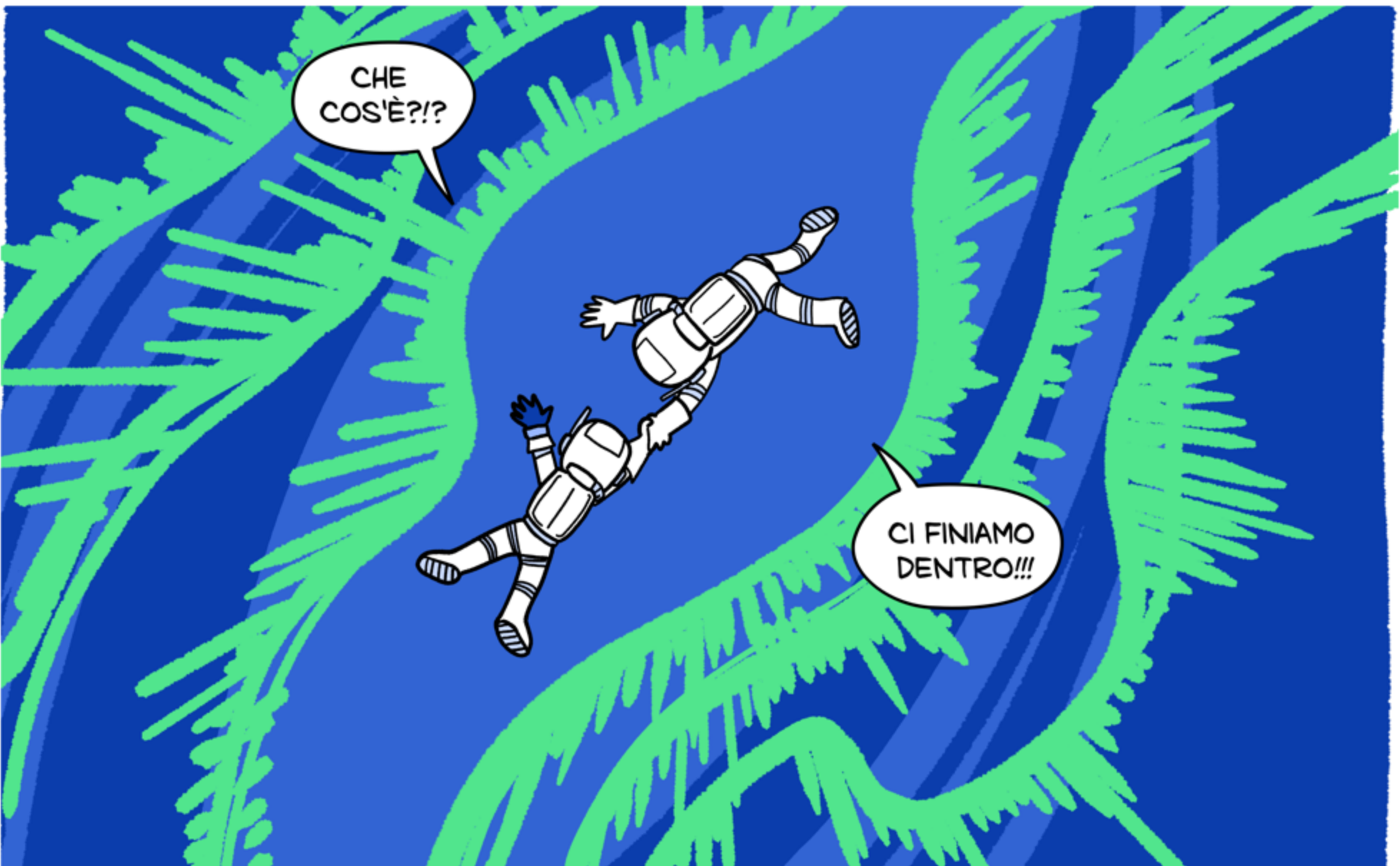
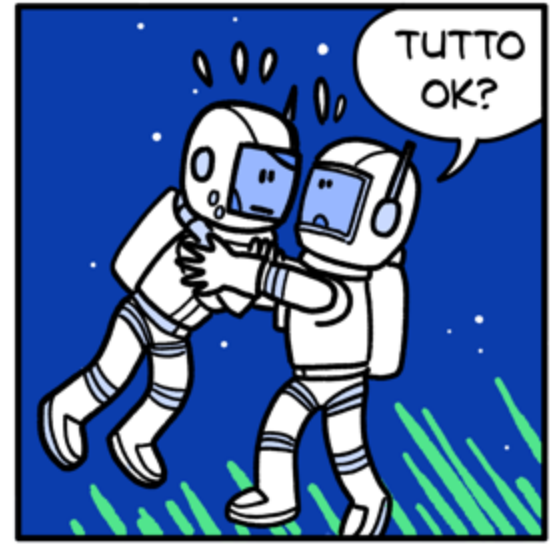
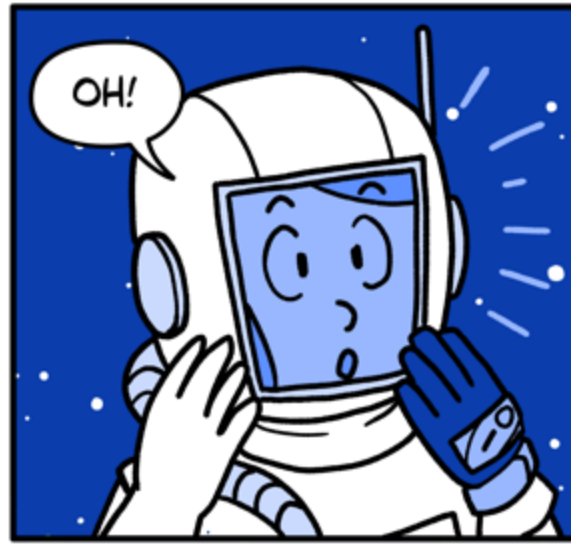
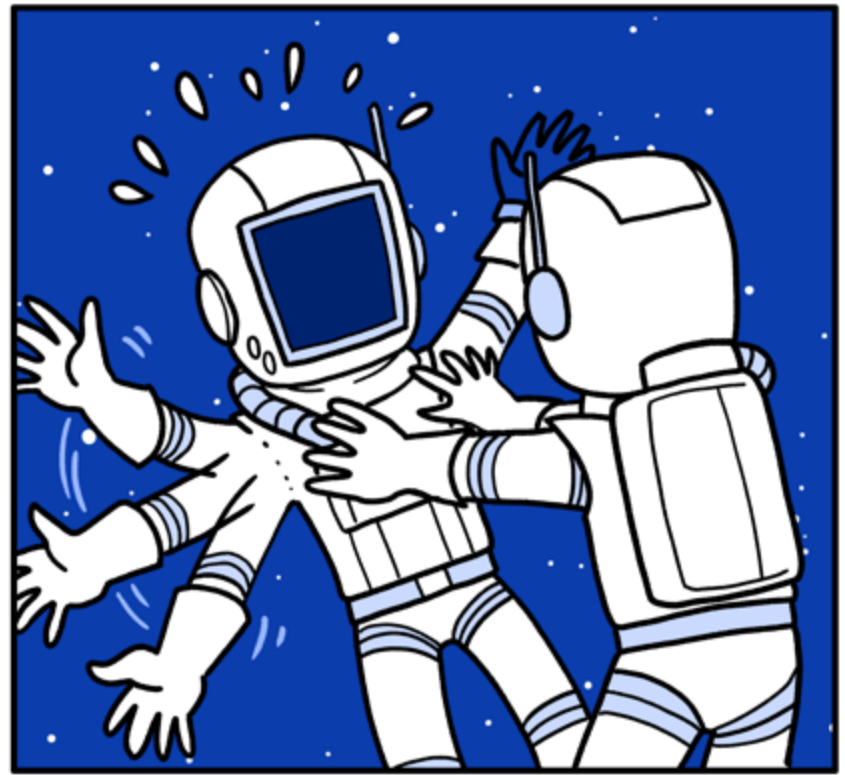


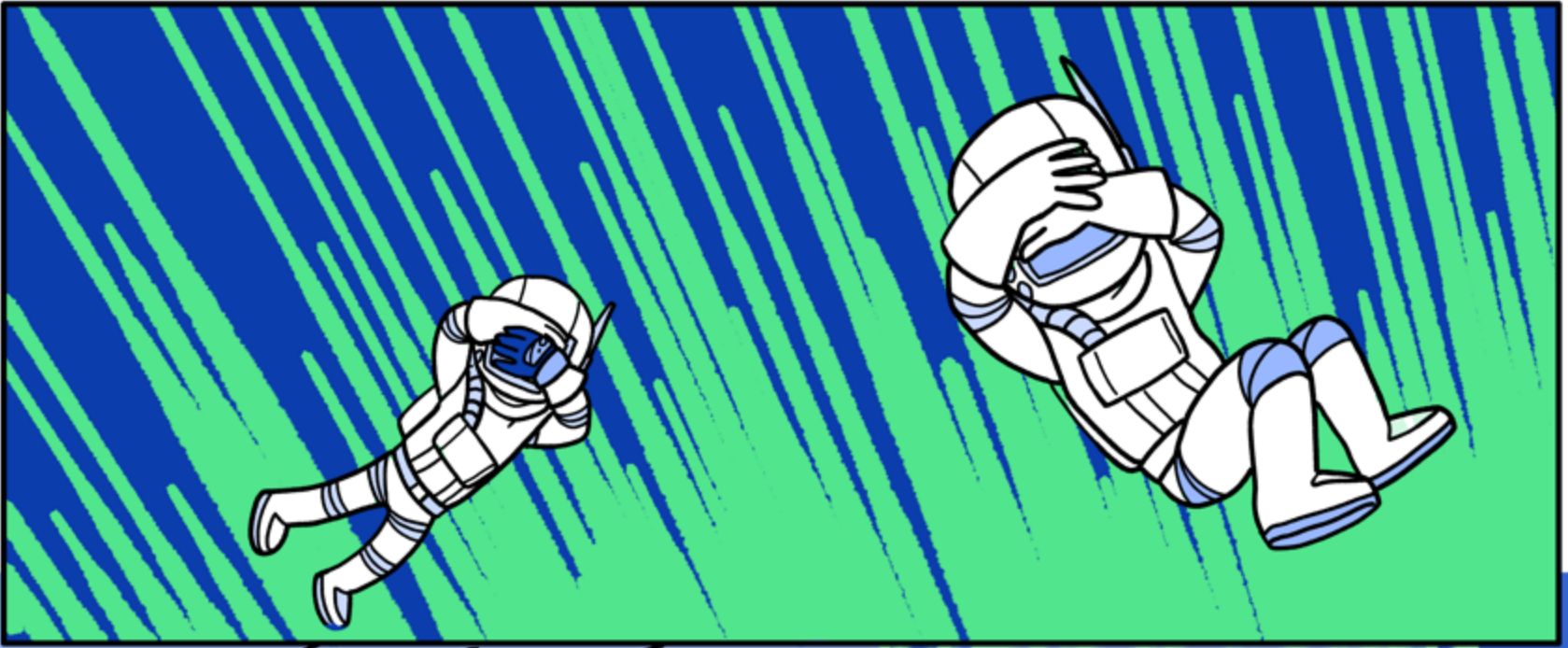


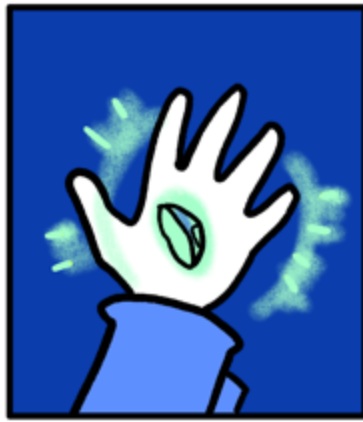


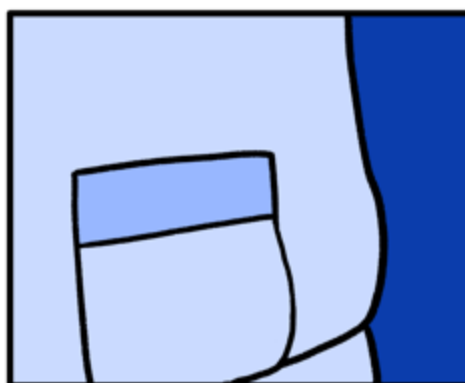


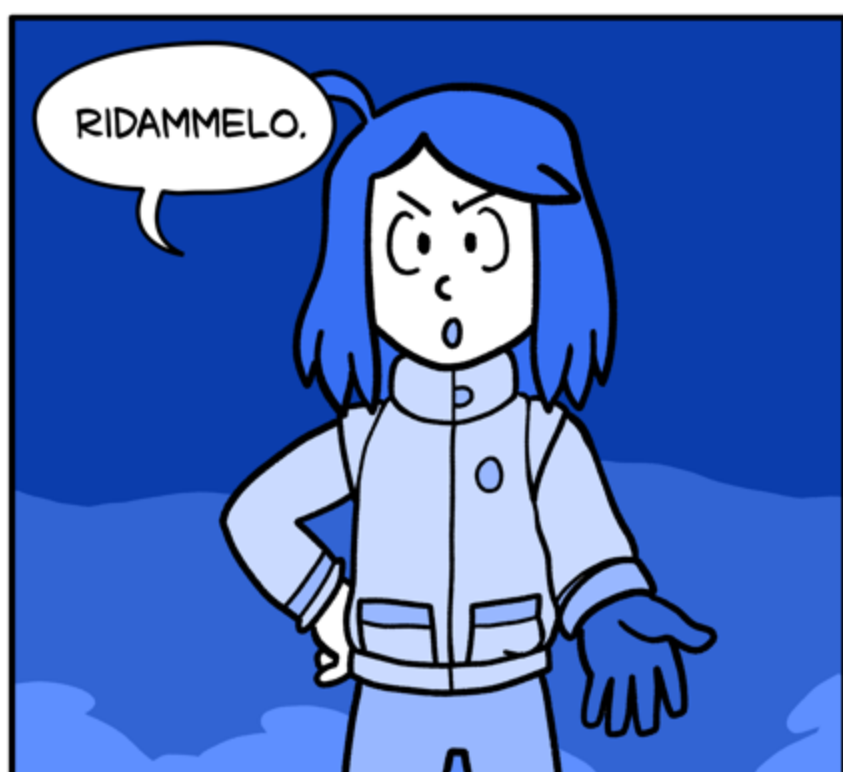












IL MIO FRAMMENTO LO HAI
ROTTO E NE HAI PRESO LA METÀ!!!



NON È VERO! SI È
SPEZZATO DA SOLO!

E NON URLARE CHE
DI LÀ C'È UN BESTIONE CHE
HO QUASI SVEGLIATO!



BUGIARDO.



NON SONO UN BUGIARDO
E COMUNQUE MI SERVE PER
TORNARE INDIETRO!



OK, TIENILO, MA
NON FINISCE QUI!



VEDIAMO SE
FUNZIONANO?



ALLORA?
CI SEI?



ECCIÙ

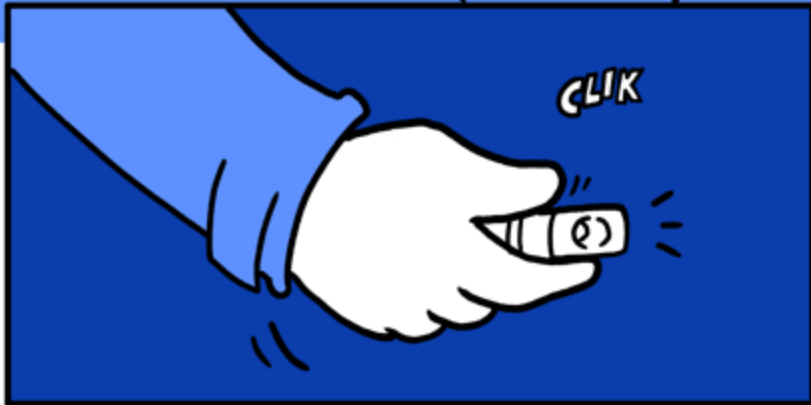


NON MI SENTO PIÙ I PIEDI....

ANDIAMO VERSO LA LUCE?



HVER ER THAR?

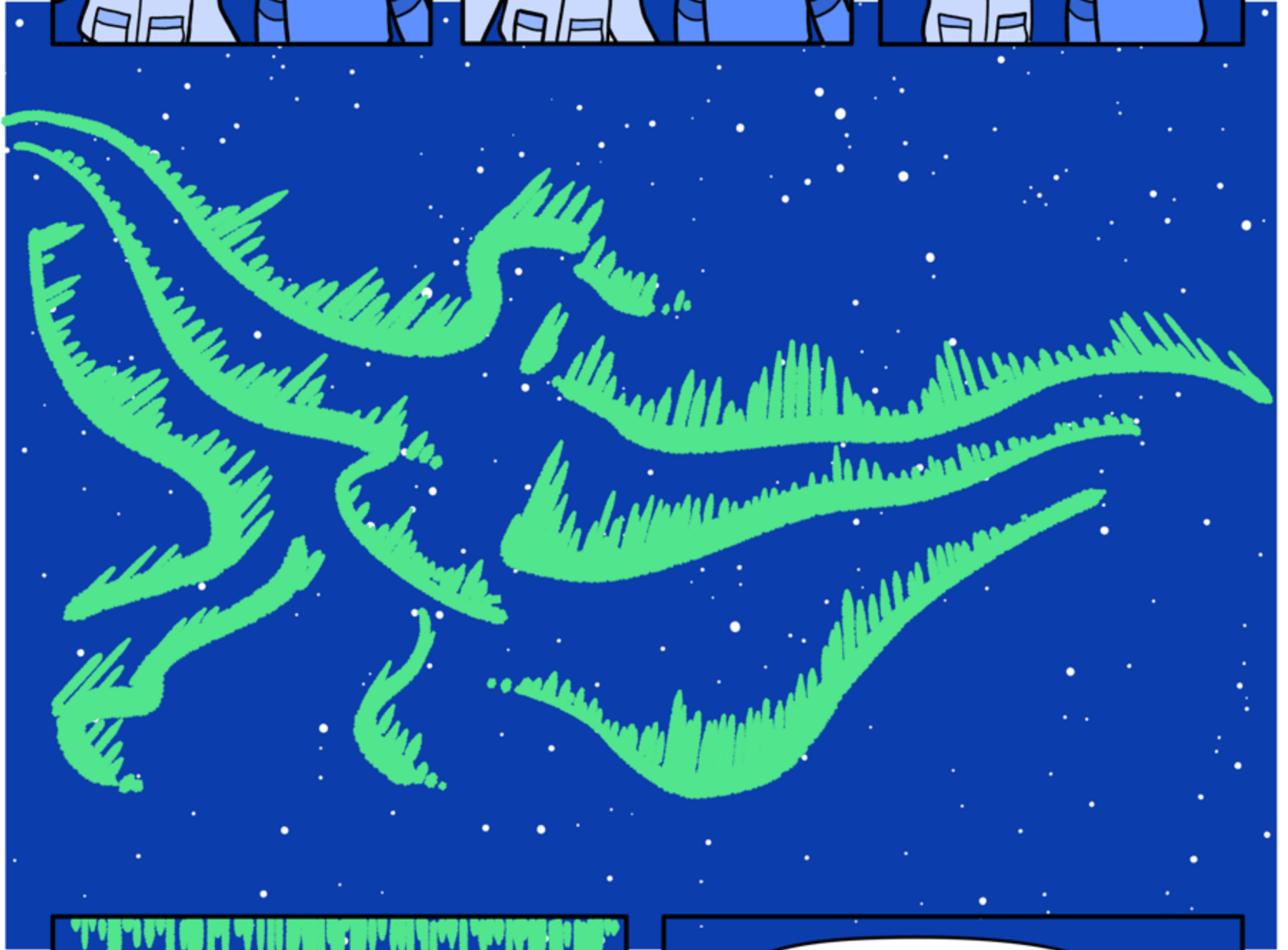


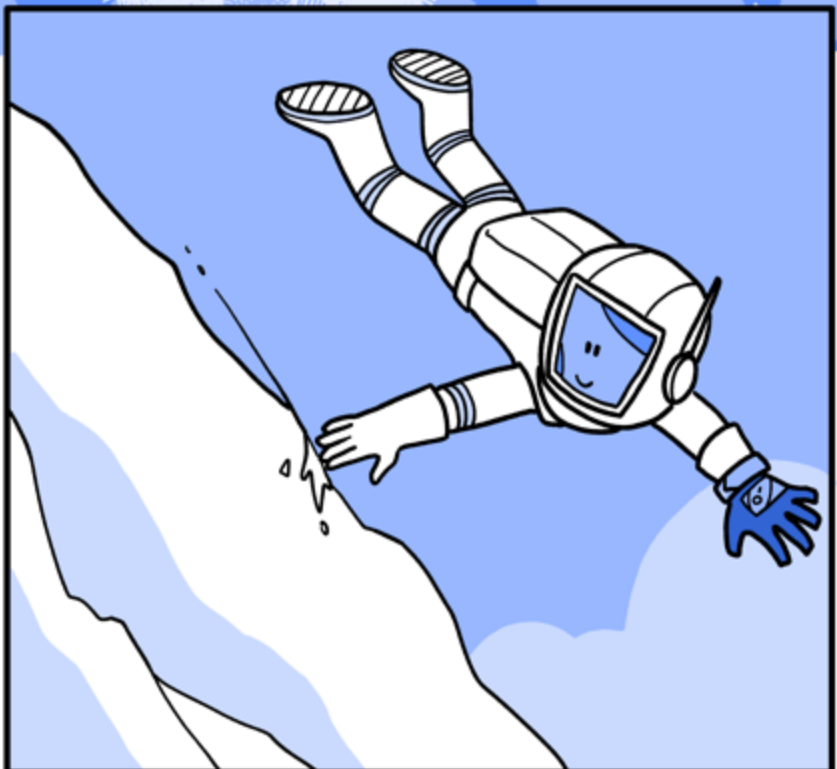
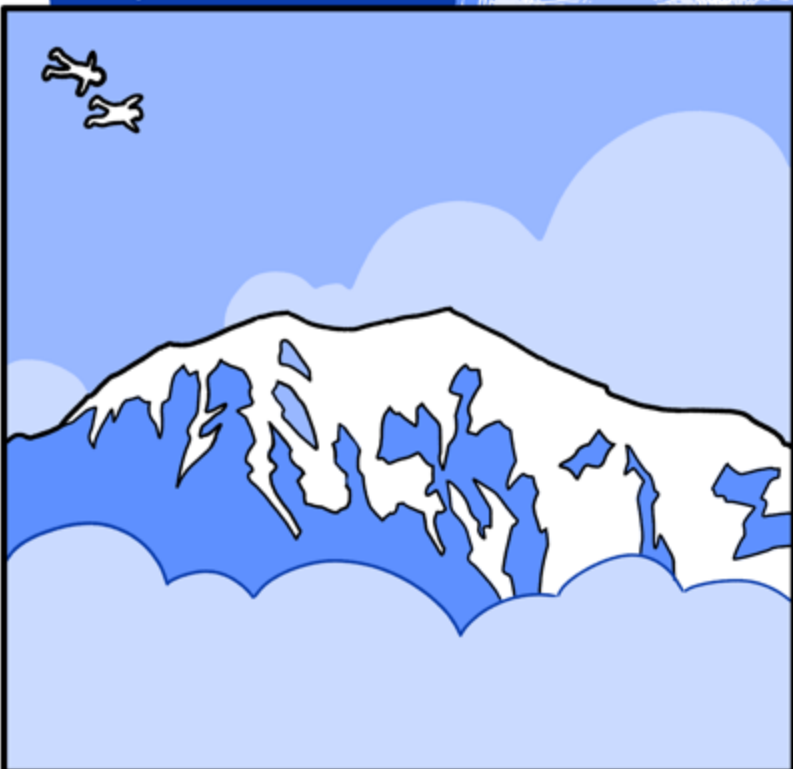
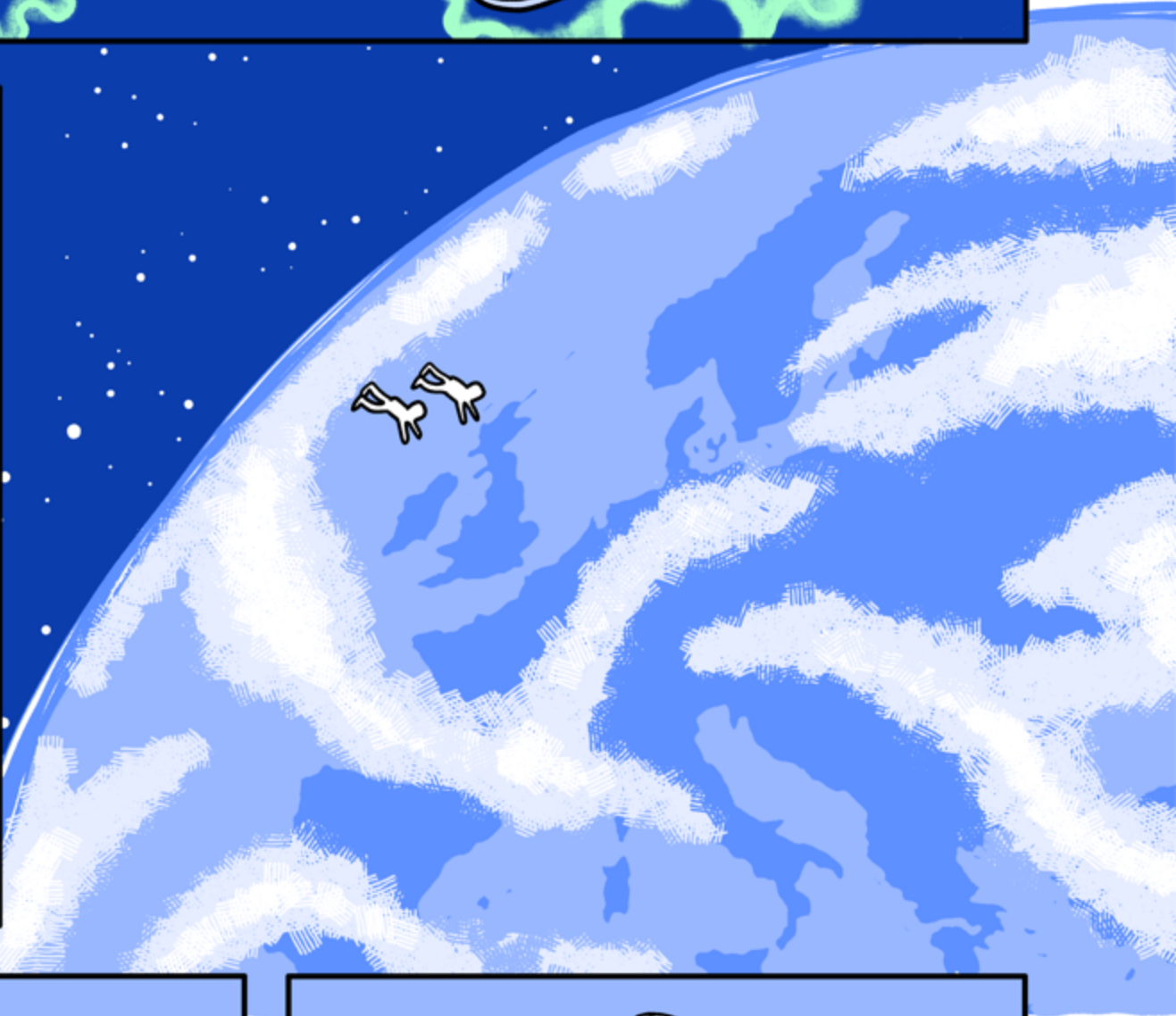
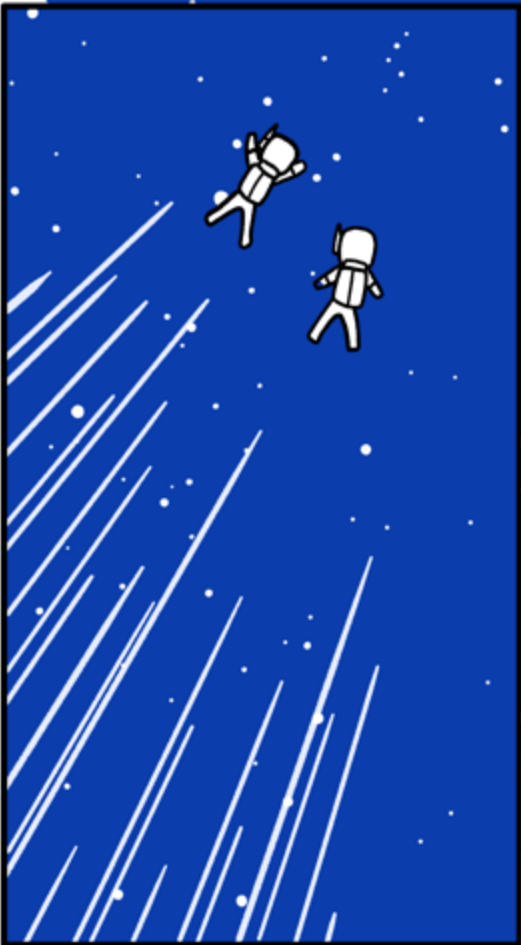
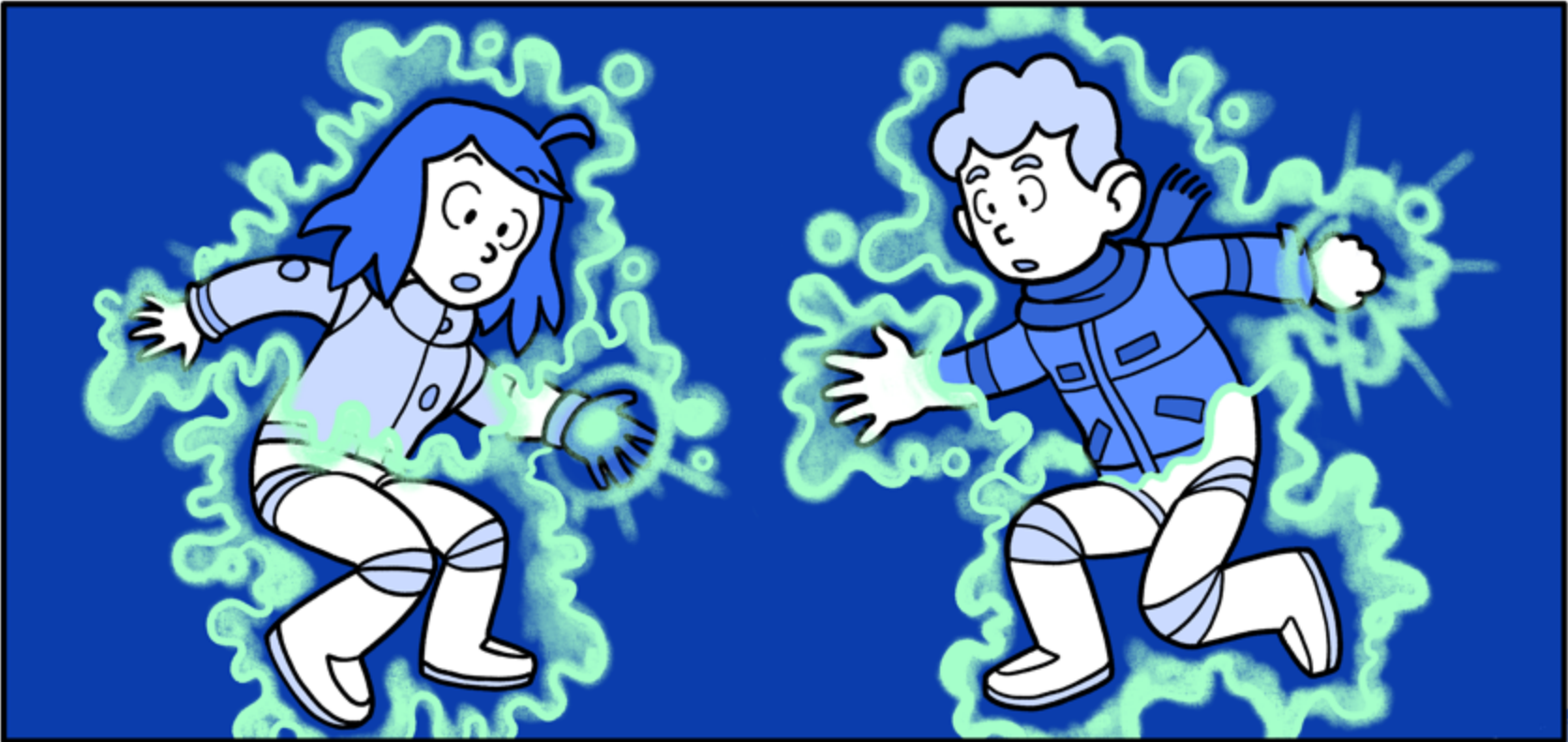
È SALTATA LA LUCE...



ER EINHVER THARNA?

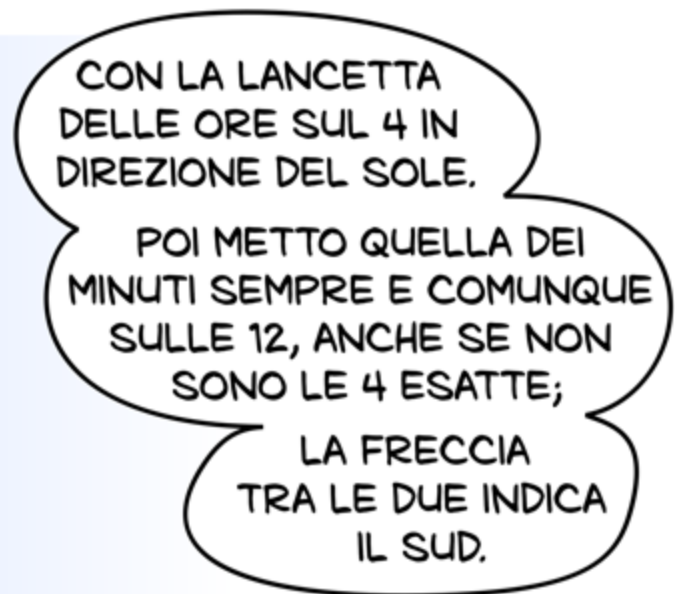
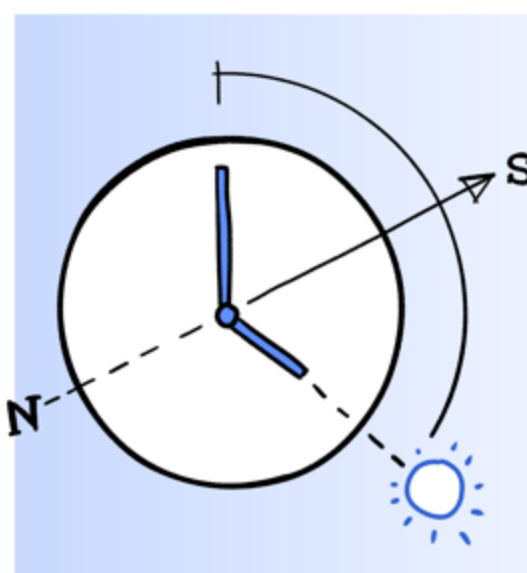
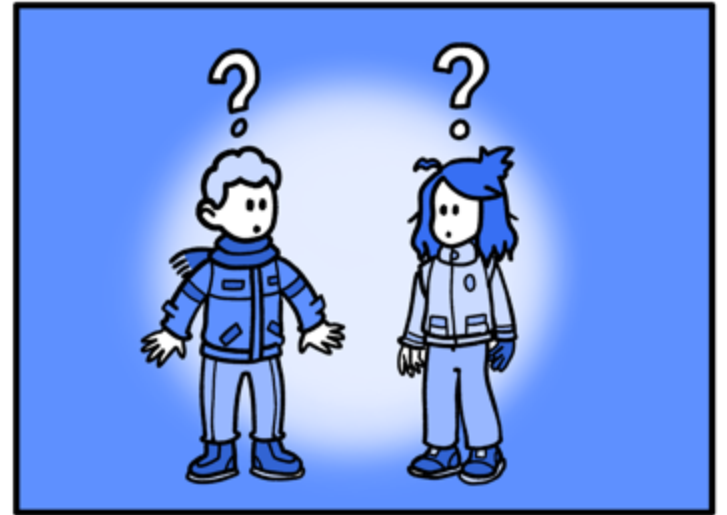










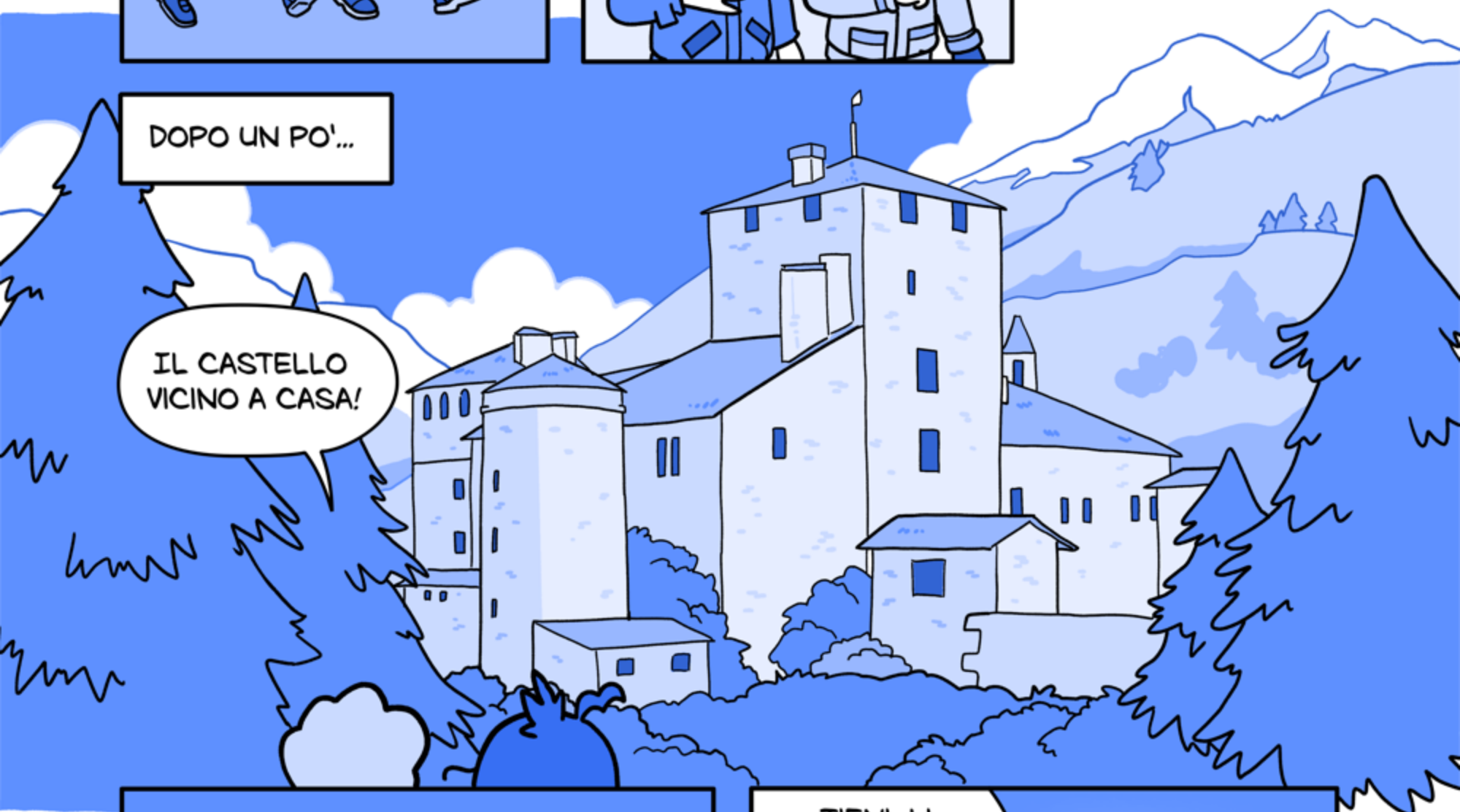


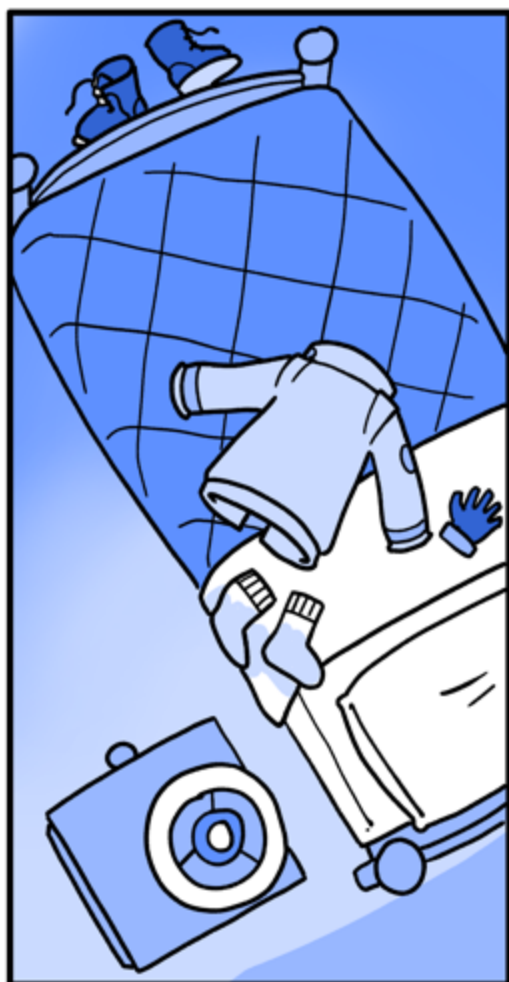


IL SOLE NE
FARÀ ANCHE
DI TUTTI I
COLORI MA
PER ORIEN-
TARSI È UNA
CERTEZZA.

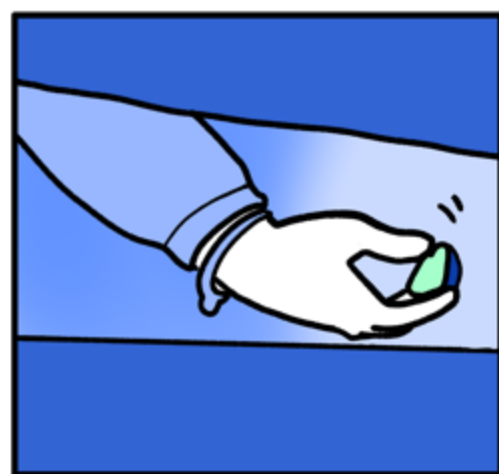
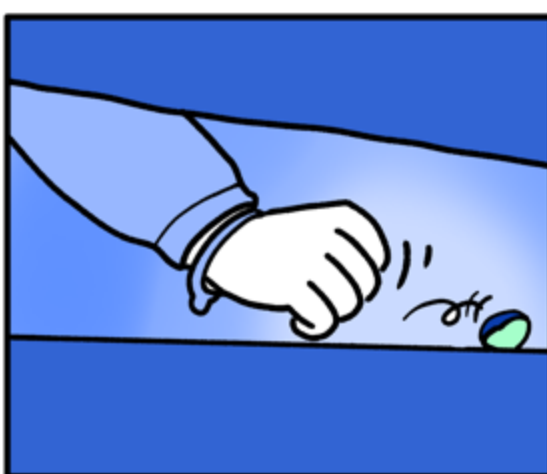
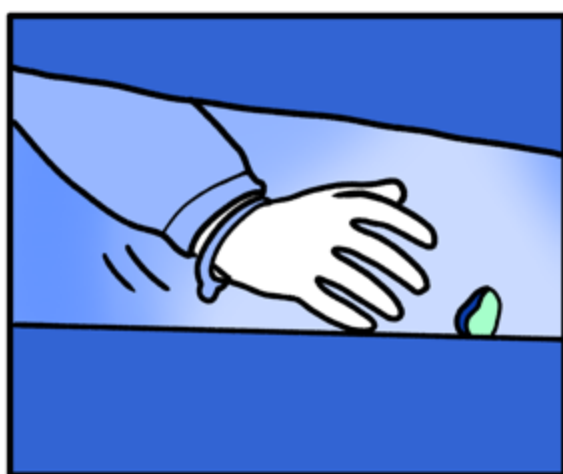


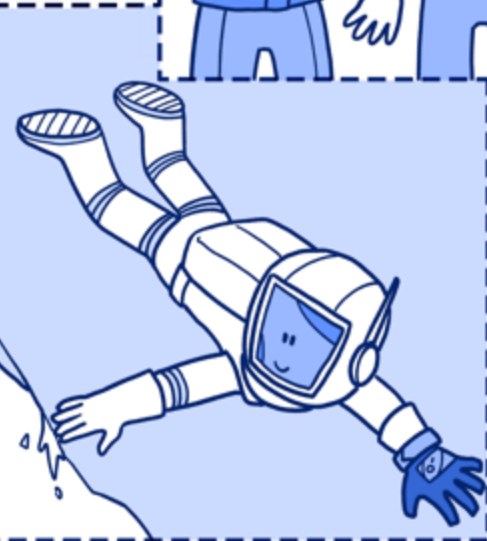
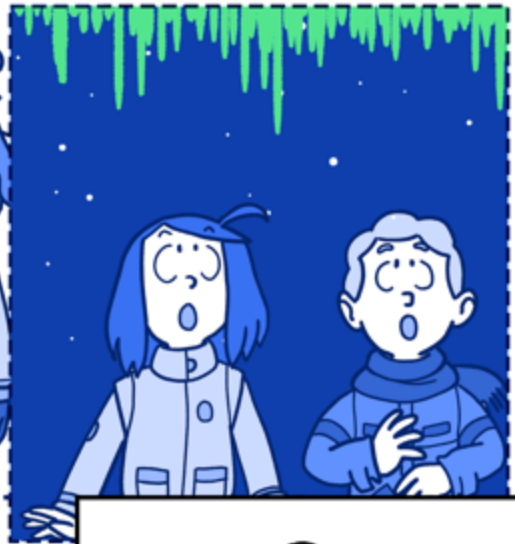
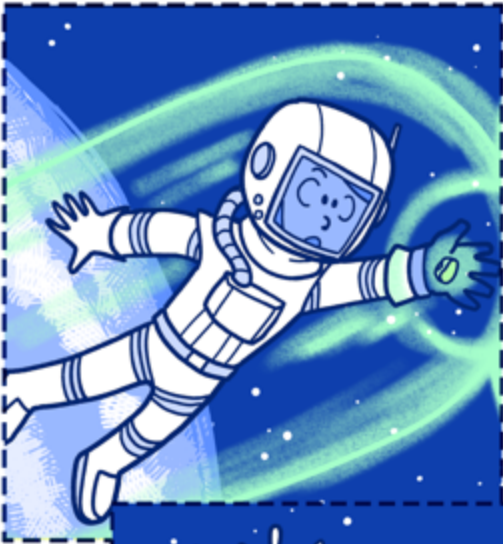
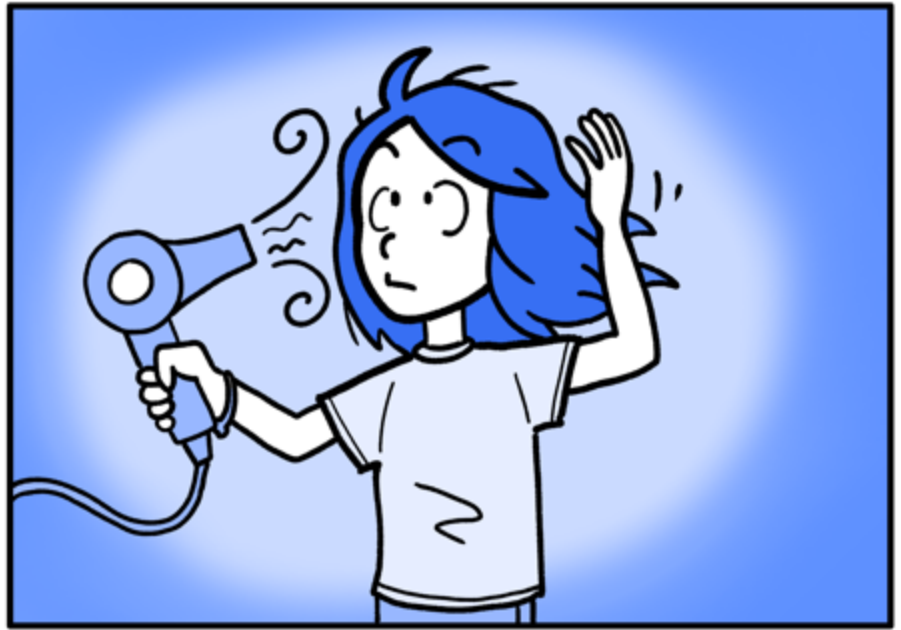
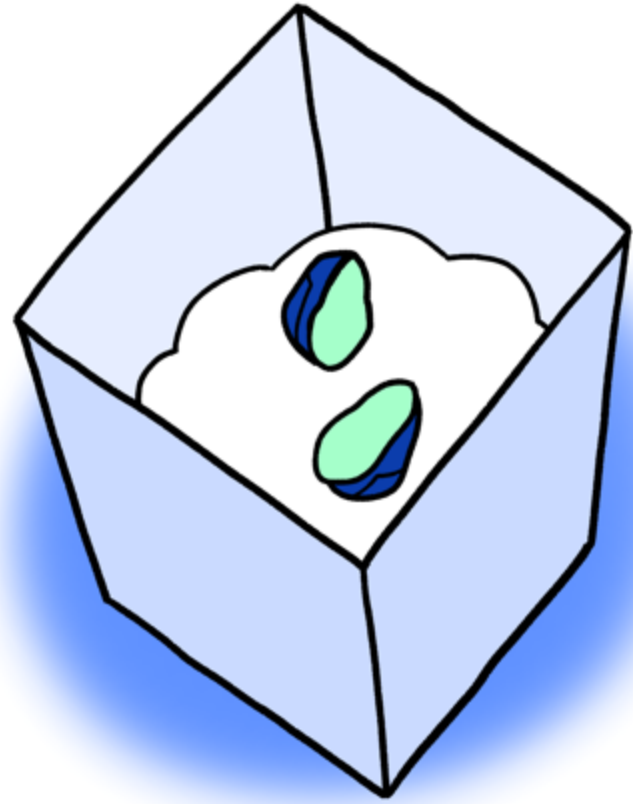
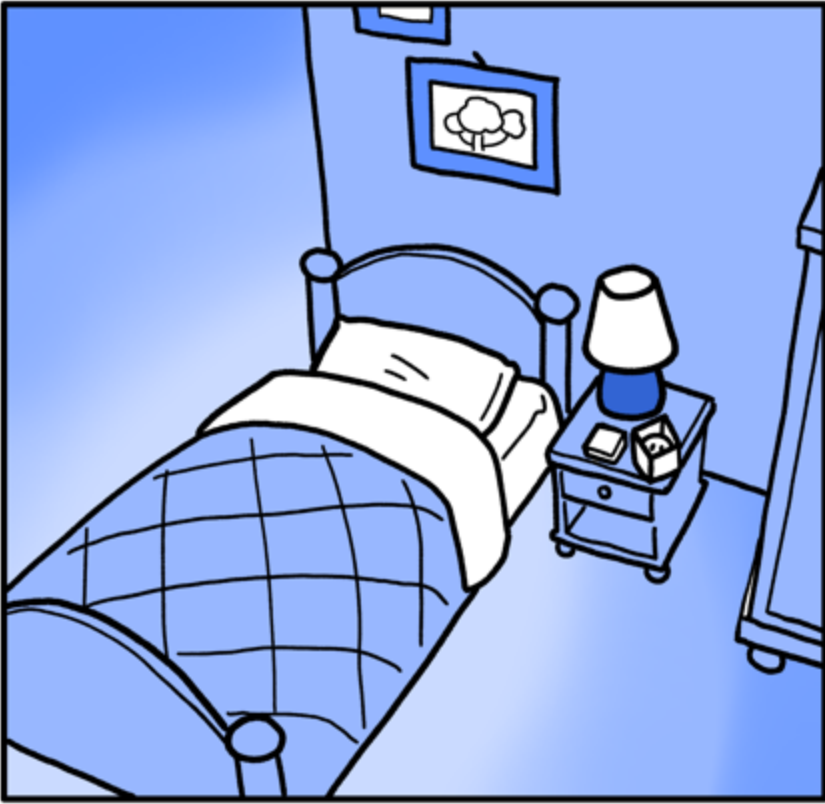


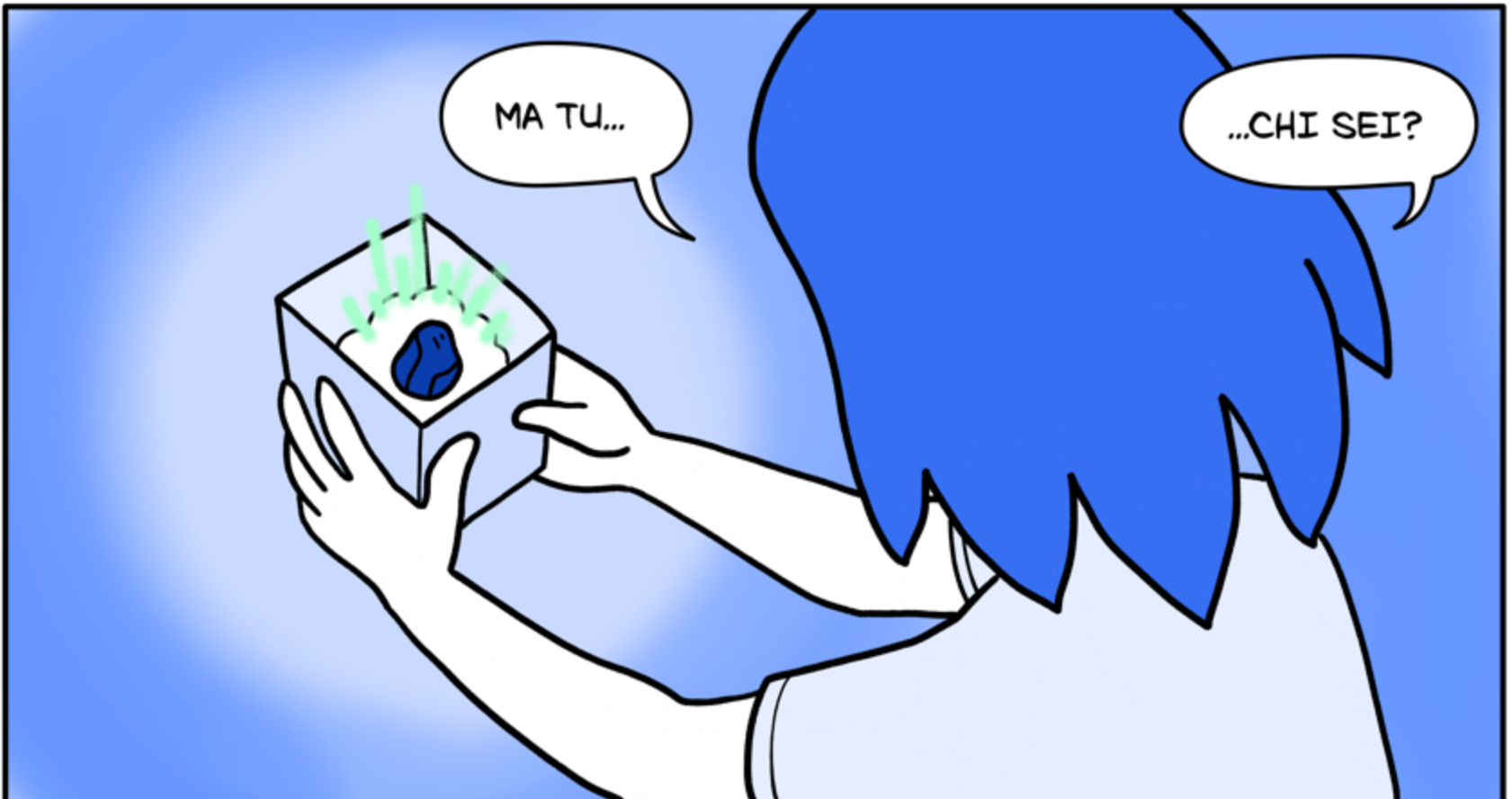
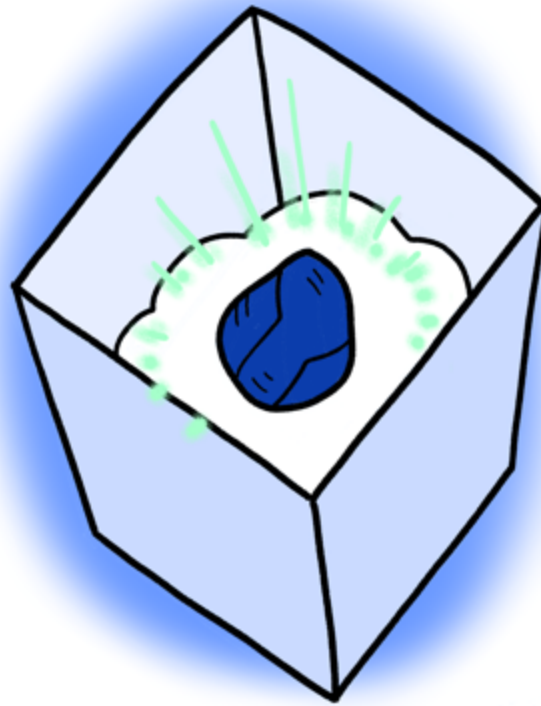


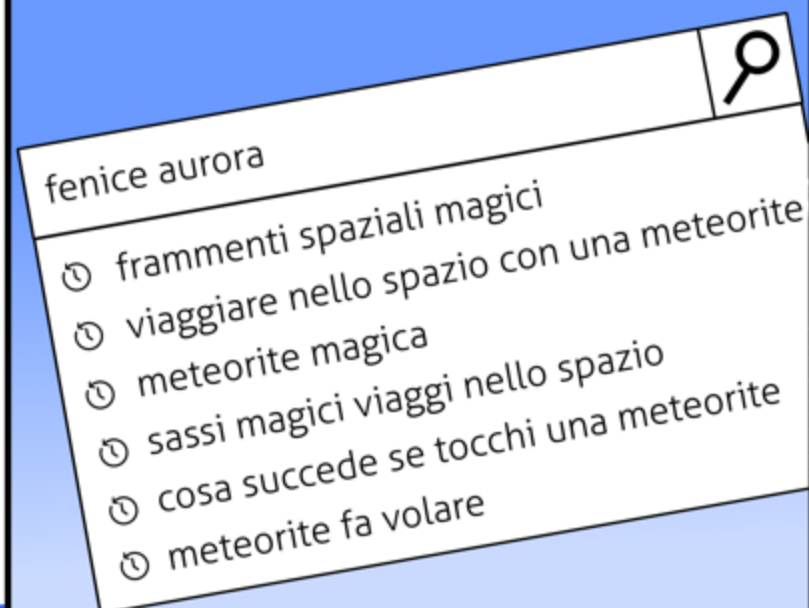












sorvegliatispaziali.inaf.it/fenice-islanda

Sorvegliati Spaziali - Ultim'ora

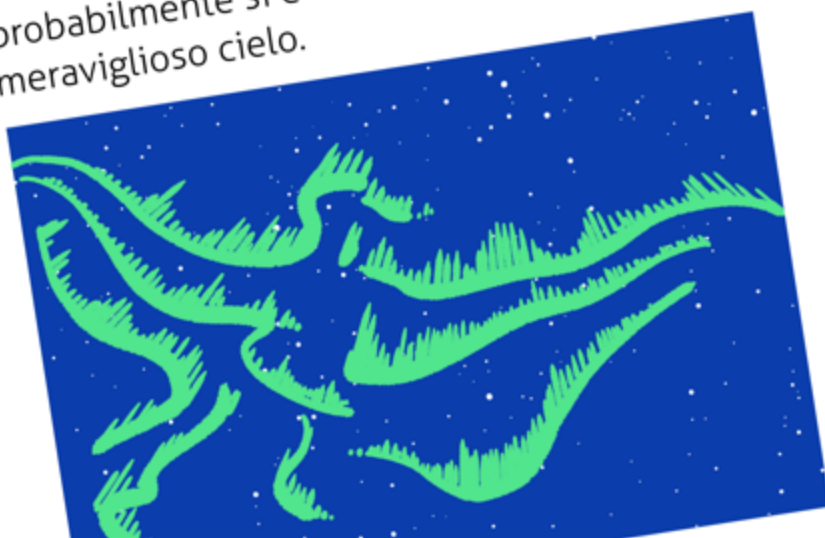
Una "fenice" sopra l'Islanda

Oggi in Islanda, prima dell'alba invernale, un'inaspettata esplosione di particelle spaziali ha illuminato l'atmosfera terrestre.

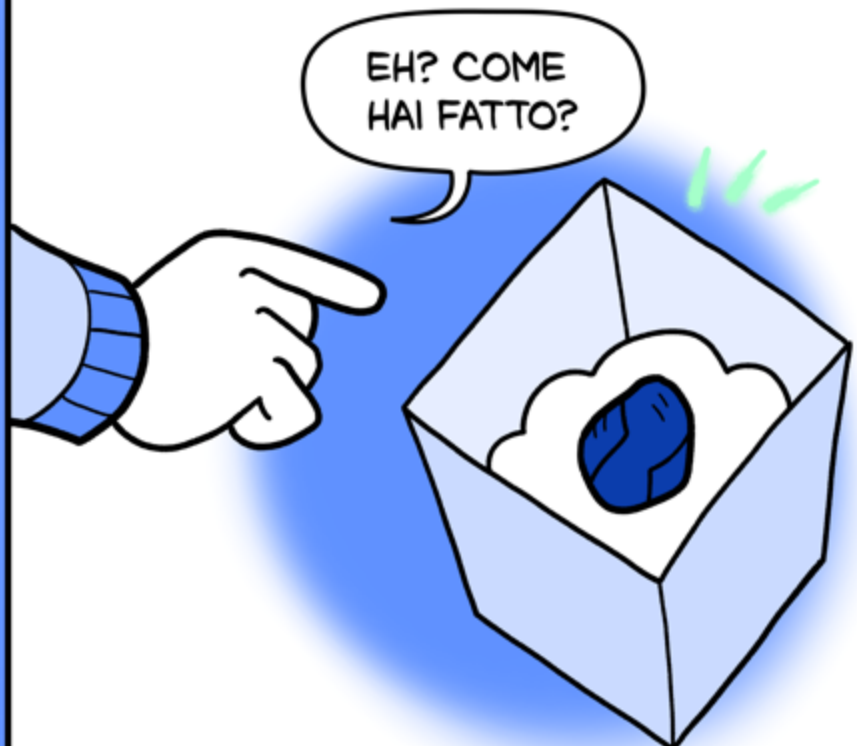
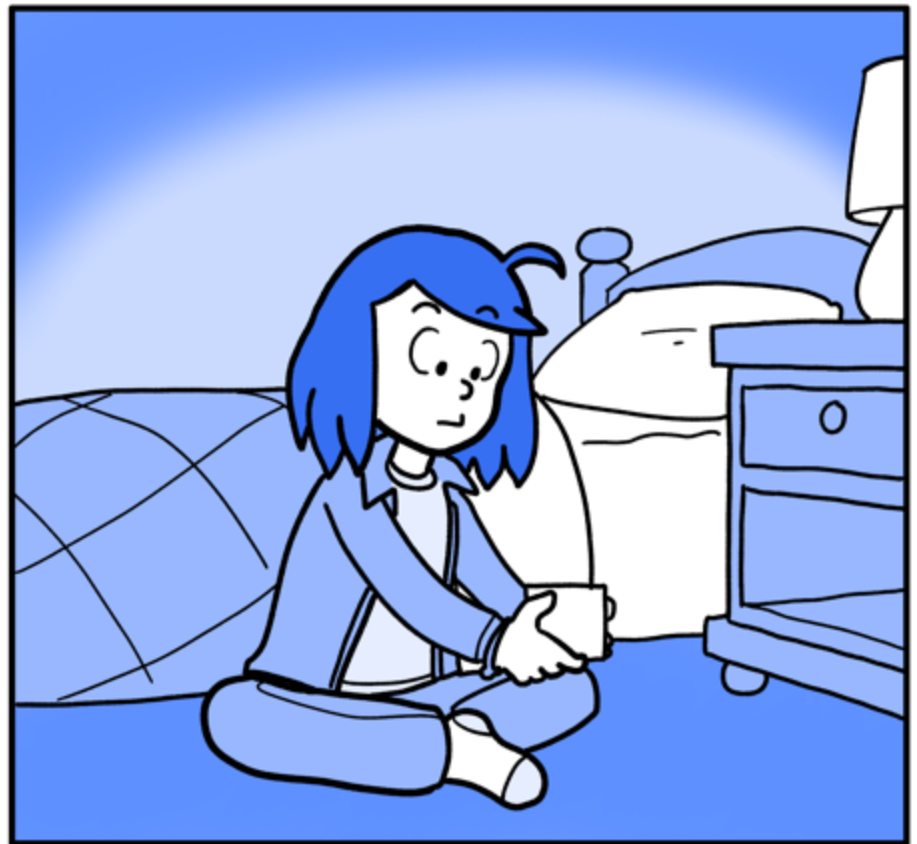
In modo sorprendente, l'aurora ha assunto la forma di una **gigantesca fenice**, creando un'immagine suggestiva nel cielo islandese.

Con l'attrezzatura fotografica pronta, Hallgrímur P. Helgason ha scattato rapidamente tre immagini del cielo, che hanno immortalato la fenice luminosa sopra la montagna Helgafell e il fiume Kaldá, a circa 30 chilometri a nord di Reykjavík.

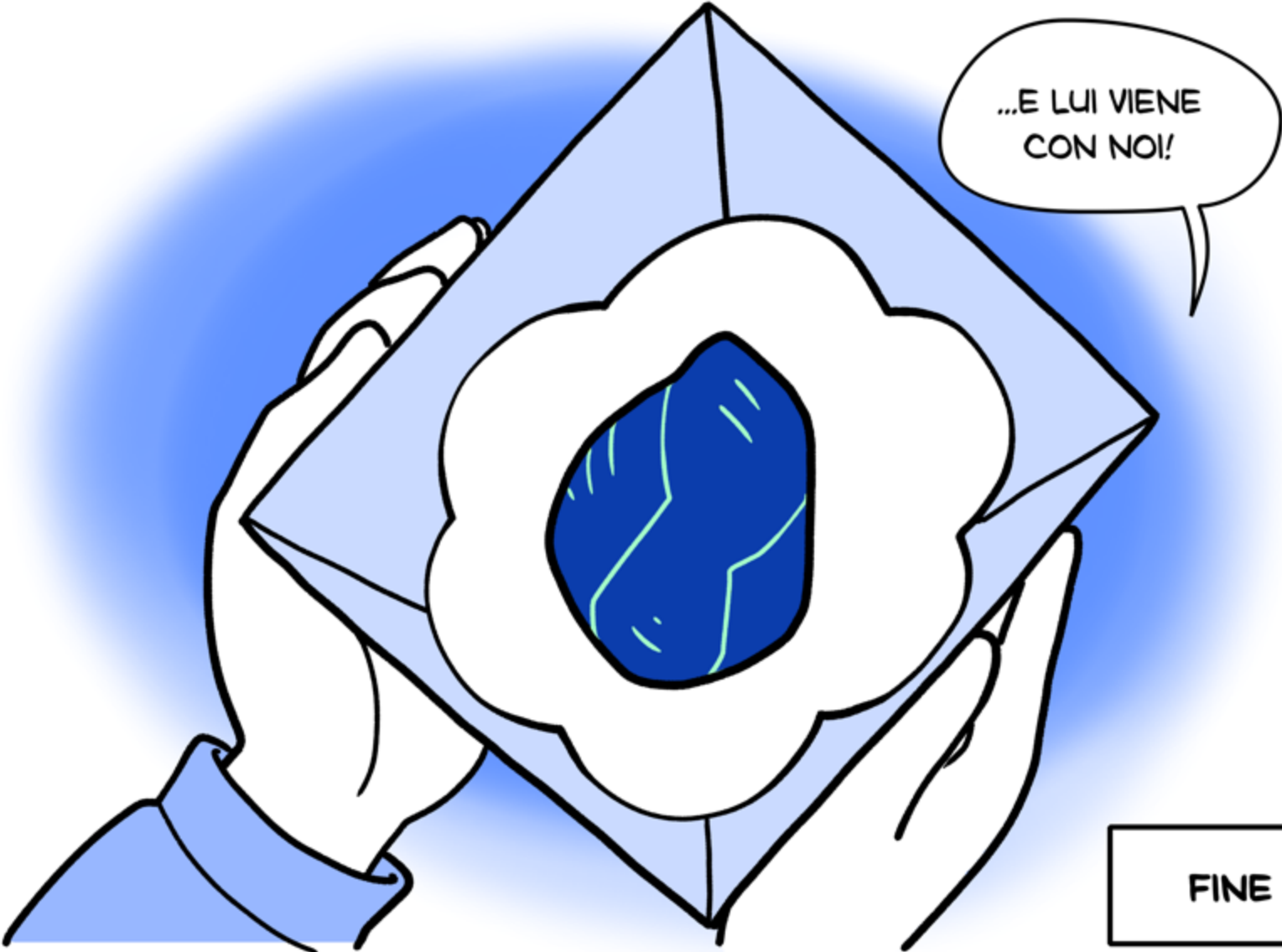
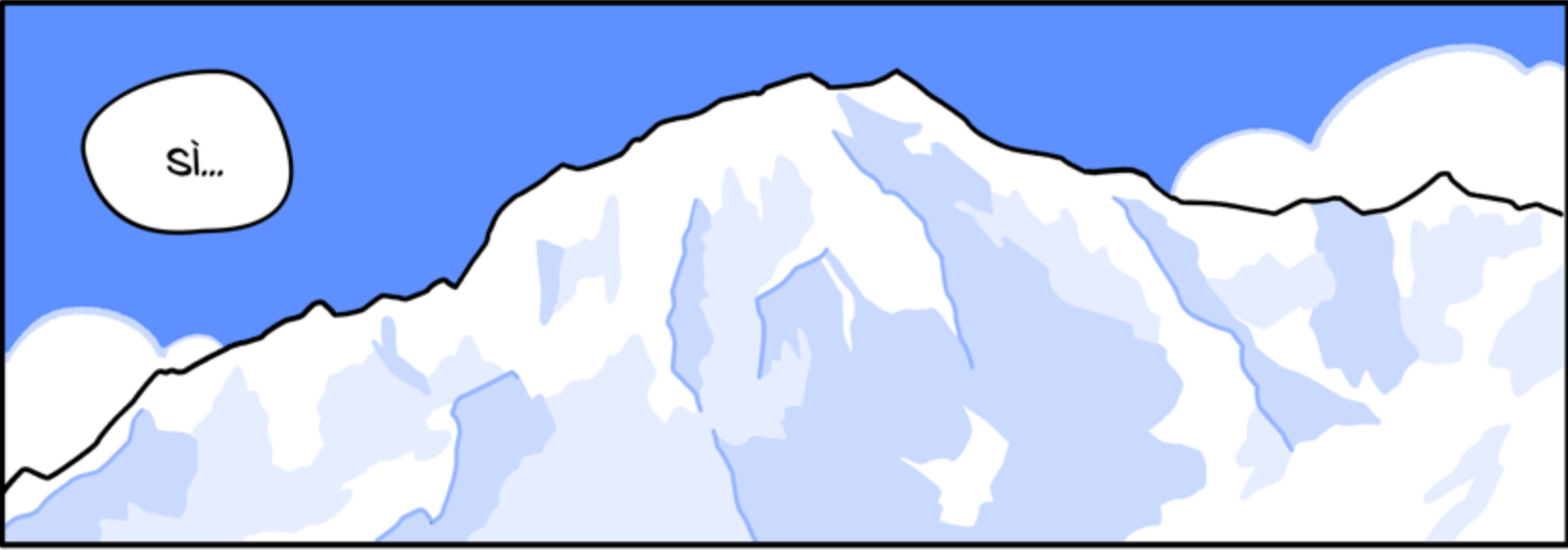
Il fotografo riporta anche un improvviso **black-out** poco prima della comparsa della fenice e afferma di aver visto **due figure umane volare dietro l'immagine luminosa**, ma probabilmente si è trattato di un gioco di colori del meraviglioso cielo.



"SORVEGLIATI SPAZIALI" È UN PROGETTO DELL'INAF. FORNISCE NOTIZIE E APPROFONDIMENTI SULLE AURORE E ALTRI FENOMENI CELESTI CHE HANNO EFFETTI SULLA TERRA.







FINE





Aurora e Leonardo si sono imbattuti in fenomeni particolari: aurore, black-out, satelliti e GPS che smettono di funzionare.

Chi si nasconde dietro questi fenomeni? Il Sole.

Infatti la nostra stella è la protagonista nascosta della storia. Da lontano sembra pacifica ma in realtà non lo è. Scopriamo le sue caratteristiche e quali effetti ha sulla Terra.

Il Sole

CARTA DI IDENTITÀ



Nome: Sole

Categoria: stella (nana gialla)

Età: circa 4,6 miliardi di anni

Luogo di nascita: Sistema Solare

Diametro: oltre 109 volte quello terrestre

Massa: più di 333.000 volte la massa terrestre

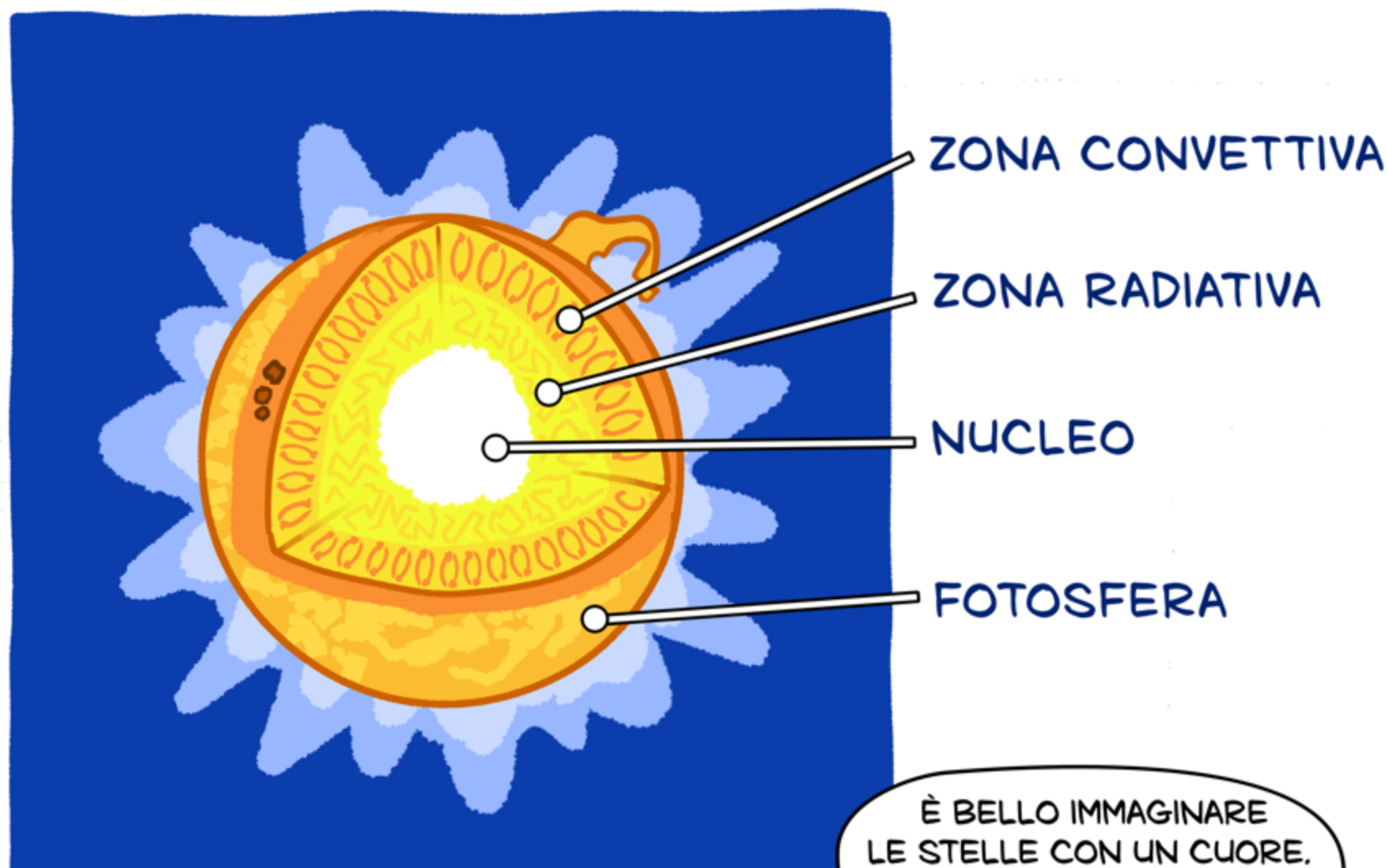
Distanza dalla Terra: 12.000 volte il diametro terrestre

Luminosità: milioni di miliardi di miliardi di lampadine

Segni particolari: umore variabile

FIRMA Sole

Gli strati del Sole



Il Sole è un po' come una cipolla: è formato da tanti strati di gas caldissimo.

Al centro c'è il **nucleo**, che possiamo considerare il suo cuore: ha un raggio di circa 175.000 km, più o meno 27 volte il raggio della Terra! È qui, nel nucleo, che il Sole fonde il suo carburante, l'idrogeno, trasformandolo in un altro elemento, l'elio, grazie a un processo che si chiama "fusione nucleare".

È per questo motivo che il Sole brilla: le enormi quantità di calore e luce partono dal suo centro e si diffondono fino alla sua parte più esterna, l'atmosfera, e poi in tutto il Sistema Solare e oltre.

È BELLO IMMAGINARE
LE STELLE CON UN CUORE.
È DA LÌ CHE VIENE LA
LORO ENERGIA.



QUINDI
NIENTE FUSIONE...
NIENTE LUCE
SOLARE?



Senza queste fusioni nel nucleo, il nostro Sole verrebbe schiacciato dalla sua stessa forza di gravità che attirerebbe tutti i suoi strati verso il centro.

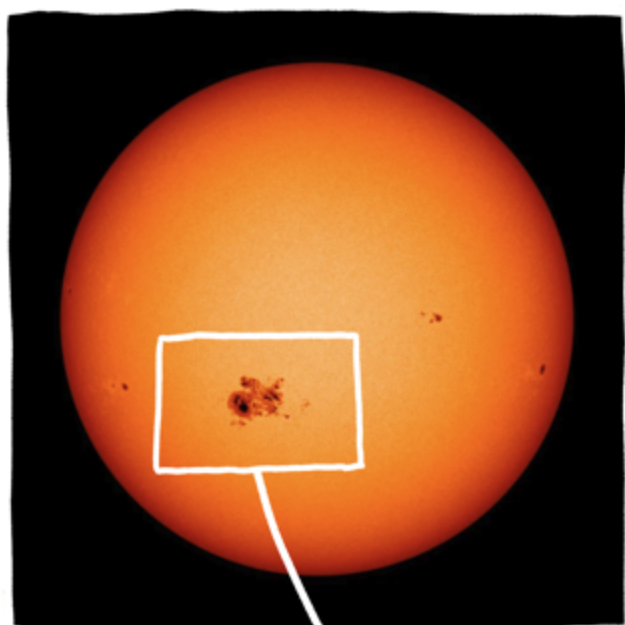
Intorno al nucleo c'è uno strato che si chiama **zona radiativa**, spesso poco più di 300.000 km. Qui il Sole è così denso che la luce prodotta nel nucleo non può uscire dritta verso l'esterno: è come se rimbalzasse in un fitto labirinto di particelle, per questo può impiegare fino a un milione di anni a uscire.

Più vicino alla superficie c'è la **zona convettiva**, spessa 200.000 km, dove ci sono diversi scombussolamenti: bolle di gas che salgono e scendono continuamente.

Immagina di guardare una pentola d'acqua bollente: vedi tante piccole bolle che salgono in superficie, giusto? Nella zona convettiva del Sole succede qualcosa di simile ma, invece di bolle di vapore, ci sono bolle di gas molto caldo. Queste bolle salgono verso la superficie, si raffreddano, diventano più dense e poi affondano di nuovo nel Sole, per riscaldarsi e ripetere il percorso da capo. Il tutto in circa 10-20 giorni.

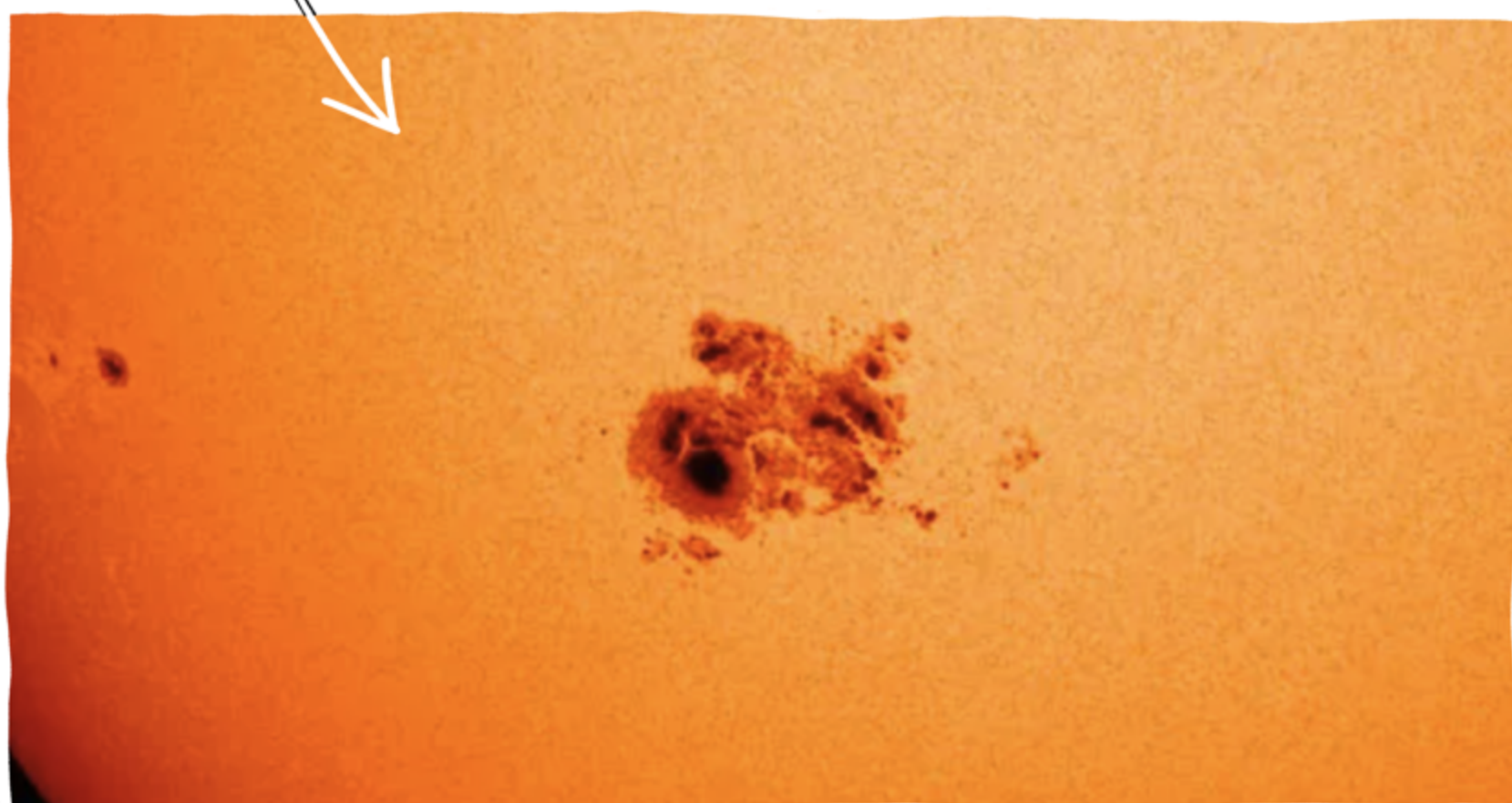


La **superficie del Sole** si chiama **fotosfera** (dal greco "sfera di luce"). Rispetto alle altre zone del Sole è molto sottile perché è spessa solo 400 km. La fotosfera emette vari tipi di luce, fra cui quella che vedi con i tuoi occhi e che conosci bene perché illumina le tue giornate; poi c'è la luce infrarossa, che percepiamo come calore, e quella ultravioletta, dalla quale dobbiamo proteggerci usando le creme solari.



Sulla fotosfera a volte si vedono delle macchie scure, come se fossero dei nei sul volto del Sole. Si chiamano **macchie solari** e appaiono più scure rispetto al resto della sua superficie perché sono un po' più fredde.

La loro temperatura va da 3.000 a 4.500 °C... sempre roventi, ma comunque più basse dei circa 5.500 °C della fotosfera, per questo appaiono più scure. Possono durare settimane prima di scomparire e a volte diventano enormi, anche più grandi della Terra.



Galileo Galilei e le macchie solari



Più di quattrocento anni fa, Galileo Galilei (1564-1642) riuscì a vedere le macchie solari con il suo cannocchiale.

Si accorse che le macchie si spostavano e capì che il Sole ruota su se stesso.

Queste osservazioni dimostrarono che la nostra stella cambia, non resta sempre uguale, come molti pensavano allora.

Come saprai, non bisogna **mai osservare direttamente il Sole**, tanto meno attraverso un telescopio: è accecante. Per non correre rischi, Galileo utilizzò un metodo suggerito da un allievo: proiettò l'immagine del Sole su un foglio di carta per poi studiarla in tutta sicurezza.

IO, GRAZIE
ALLA MIA VISIERA
SPECIALE, HO POTUTO
GUARDARE IL SOLE
SENZA IL RISCHIO DI
ACCECARMÍ!



L'atmosfera

Il primo strato dell'atmosfera solare si chiama **cromosfera**. È spesso 10.000 km ed emette una luce rossa che possiamo vedere solo durante un'eclissi totale di Sole oppure con filtri speciali inseriti nei telescopi. Qui avvengono fenomeni spettacolari come la formazione di enormi anelli di gas incandescente, chiamati **protuberanze**.

Il secondo strato dell'atmosfera solare, più esterno, si chiama **corona** e si estende nello Spazio per milioni di chilometri. Durante un'eclissi totale di Sole, la corona diventa visibile come un alone luminoso attorno al disco solare oscurato dalla Luna. Contiene gas poco denso e molto caldo: raggiunge la temperatura di 1 milione di gradi!



Curiosità: il nucleo è la parte più calda del Sole con i suoi 15 milioni di °C, poi la temperatura scende a 5500 °C andando verso la superficie e poi si alza di nuovo fino a 1 milione di gradi nella corona. Un comportamento davvero strano che dobbiamo ancora capire.

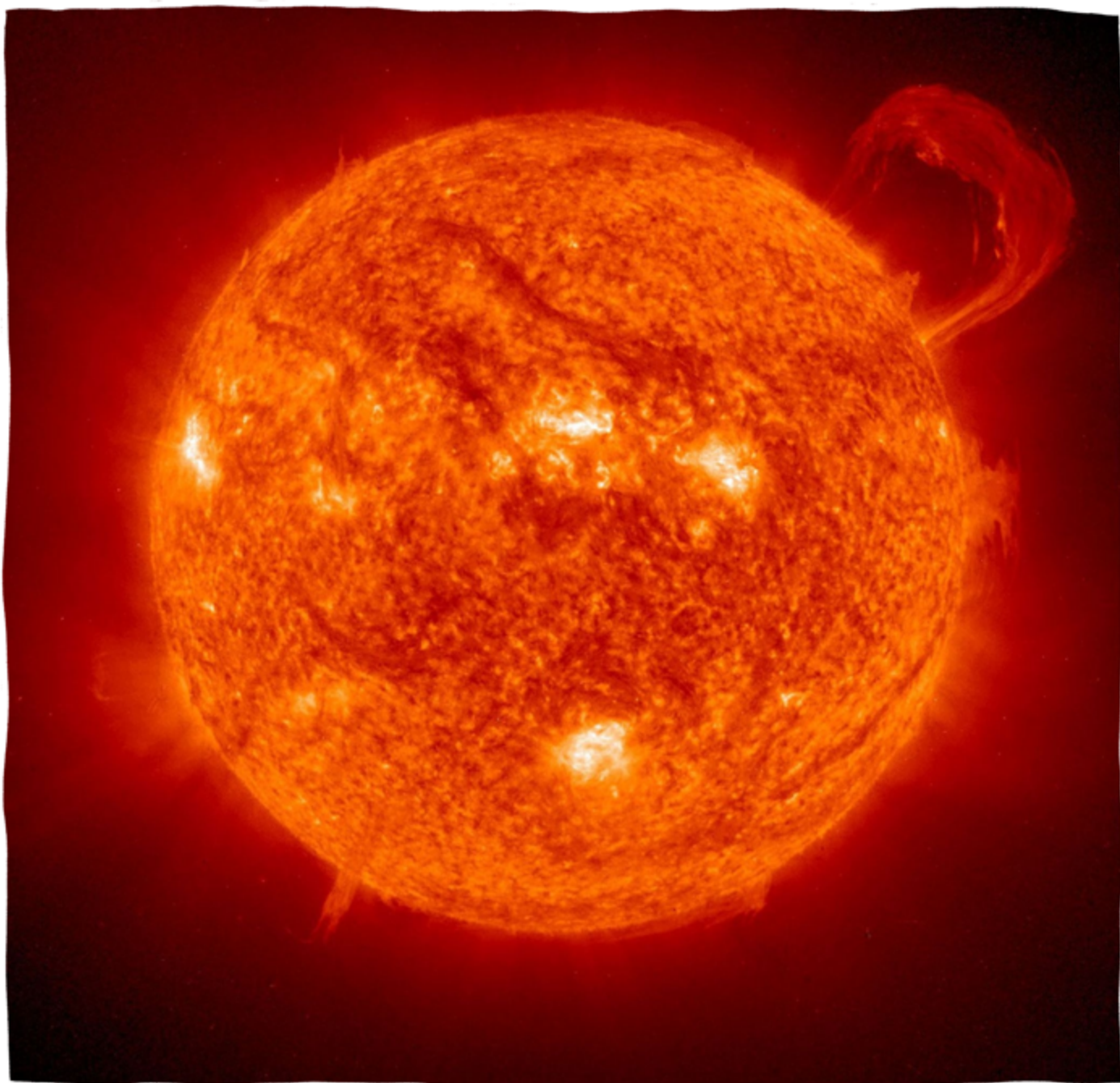
Angelo Secchi fotografa il Sole

Una delle prime fotografie delle protuberanze solari si deve a un astronomo italiano: Angelo Secchi (1818-1878).

Riuscì a fotografarle durante l'eclissi totale di Sole del 1860 dalla Stazione astronomica al Desierto de Las Palmas, in Spagna. Questa sua fotografia mostra anche la corona solare.



Le protuberanze solari possono diventare gigantesche. Nel 1999 una di queste si è estesa per oltre 100.000 km sopra la superficie del Sole: quasi otto volte il diametro della Terra! A fotografarla è stato l'osservatorio spaziale SOHO (Solar and Heliospheric Observatory).



Il Sole perde pezzi!

Il Sole non finisce con la sua atmosfera: getti di gas, particelle e campi magnetici (come quelli delle calamite) lasciano infatti la nostra stella per viaggiare nello Spazio.

Prima di tutto, il Sole sprigiona in continuazione una grande quantità di **vento solare**: particelle cariche, cioè protoni ed elettroni, che viaggiano a centinaia di chilometri al secondo. Questo vento va in tutte le direzioni fino a raggiungere i confini del Sistema Solare ed è così potente che il Sole perde milioni di tonnellate di gas ogni secondo: in pratica perde una massa di gas uguale a quella della Terra ogni 150 milioni di anni.

NONOSTANTE IL SOLE PERDA TONNELLATE DI GAS OGNI SECONDO...

...PER LUI SONO SOLO BRICIOLE RISPETTO ALLA SUA MASSA GIGANTESCA, PER CUI RIMANE BELLO E LUMINOSO NEL CIELO!



Inoltre, nei pressi delle macchie solari possono verificarsi fenomeni energetici, come i **brillamenti**: esplosioni gigantesche che lanciano nello Spazio luce (soprattutto ultravioletta e raggi X) insieme a gas molto caldo e particelle cariche.

A seguito di un brillamento, anche se non sempre, il Sole può lanciare nello Spazio una gigantesca nuvola magnetizzata di particelle anche molto più grande della Terra. In questi casi si parla di **espulsione coronale di massa (CME)** per gli amici, dalle iniziali di Coronal Mass Ejection, in inglese).

Alti e bassi: il ciclo del Sole

Se da un lato il Sole 'soffia' il suo vento senza sosta, dall'altro brillamenti, macchie solari ed espulsioni coronali di massa non avvengono ogni giorno: ci sono periodi in cui il Sole è più agitato e altri in cui è più calmo, secondo un ciclo di **11 anni**, il cosiddetto **ciclo del Sole**.

Durante i periodi di massima attività si osservano molte macchie solari (anche 200 nello stesso momento!), brillamenti potenti e più CME, mentre durante i minimi le macchie sono poche o assenti e anche i brillamenti e le CME si fanno più rari.

Il tutto è influenzato dal fatto che la nostra stella è come un'immensa calamita che si ribalta ogni 11 anni circa.

BEH, DOPO ESSERSI TANTO AGITATO, ANCHE IL SOLE MERITA UN PO' DI RELAX, NO?



Gli effetti del Sole sulla Terra

Quanto tempo impiegano “i pezzi” del Sole a raggiungerci?

Il **vento solare** viene emesso in tutte le direzioni e raggiunge sempre la Terra, ma in tempi variabili a seconda della sua velocità: può arrivare a destinazione in poco più di un giorno o impiegare fino a una settimana.

La luce di un **brillamento** è velocissima: ci raggiunge in appena 8 minuti (del resto viaggia alla velocità della luce!). Le **espulsioni coronali di massa** ci colpiscono soltanto se sono dirette verso la Terra, e sono molto più lente: di solito ci mettono due o tre giorni per arrivare.

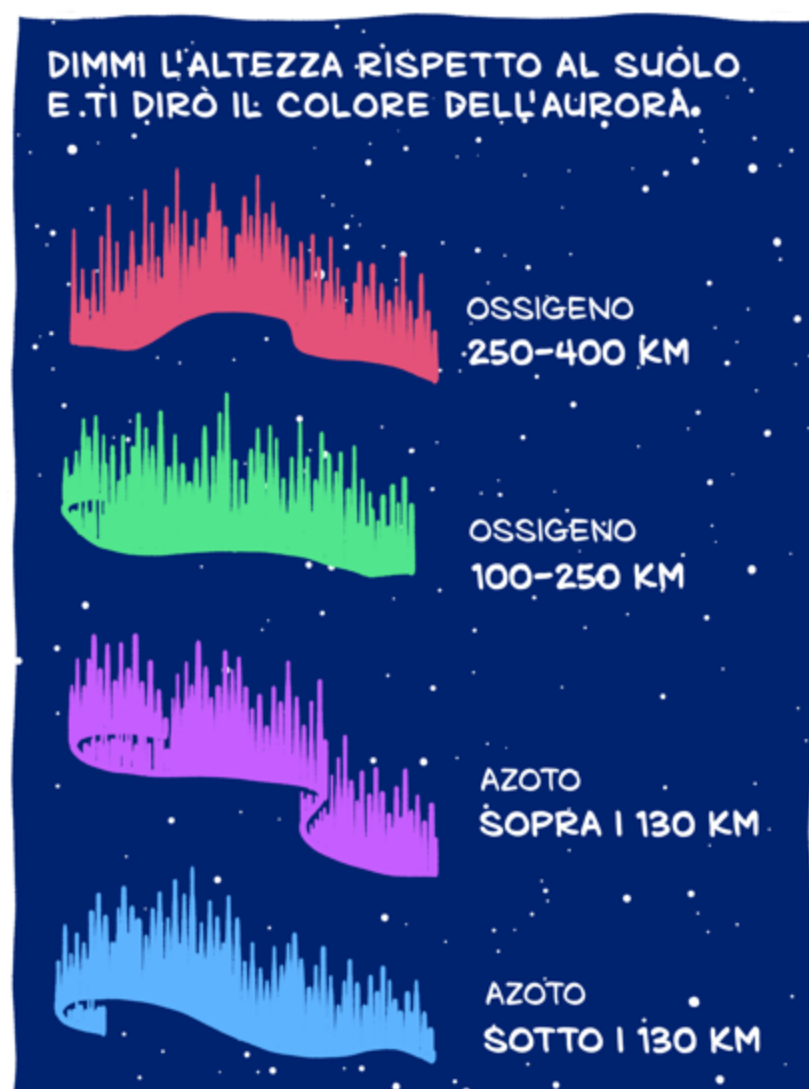
La Terra ha uno scudo invisibile che la protegge dal materiale proveniente dal Sole: è il **campo magnetico terrestre**. Questo scudo avvolge completamente la Terra e si estende ben oltre la sua atmosfera.

Anche se questo scudo fa un ottimo lavoro, ha dei punti deboli: infatti, alcune particelle solari riescono ad attraversarlo vicino ai poli della Terra e a penetrare nell'atmosfera.

Inoltre, a volte il campo magnetico terrestre può essere scombussolato da un vento solare molto forte o dall'arrivo di una CME. In questi casi nasce una **tempesta geomagnetica**: una vera e propria tempesta nel campo magnetico della Terra.

Quando questi “pezzi” di Sole e radiazioni investono la Terra, generano diversi effetti, alcuni di straordinaria bellezza, altri meno piacevoli.

Gli effetti affascinanti: le aurore



Quando le particelle del Sole riescono a entrare nel campo magnetico terrestre e nell'atmosfera sopra i poli, colpiscono l'aria che si trova tra 100 e 400 km di quota, facendola brillare di luci colorate: così nasce l'aurora!

I **colori dell'aurora** dipendono dall'energia delle particelle in arrivo dal Sole e dal tipo di gas che incontrano nell'atmosfera terrestre (ossigeno, azoto ecc). Più le particelle solari sono energetiche e più riescono a scendere in profondità nell'atmosfera.

Partendo dall'alto, si forma il rosso, prodotto dall'ossigeno; a quote intermedie appare il verde, sempre dovuto all'ossigeno, più in basso, invece, si forma il blu/viola, legato all'azoto.



A seconda dell'emisfero in cui viene osservata, l'aurora prende il nome di **aurora boreale** (emisfero Nord) o **australe** (emisfero Sud).

In occasione di tempeste geomagnetiche molto forti, causate da vento solare potente o emissioni coronali di massa gigantesche, l'aurora può spingersi dalle regioni polari della Terra fino all'Europa centrale o addirittura, come è successo in varie occasioni tra il 2023 e il 2026, fino all'Italia.

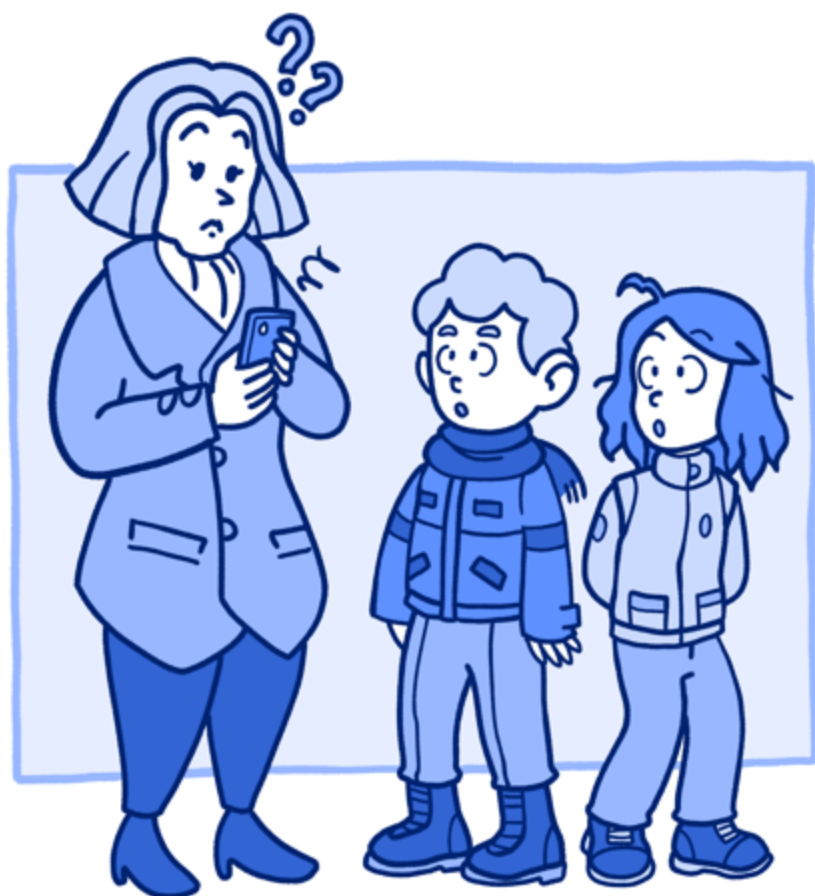
Il fenomeno dell'aurora non avviene solo sulla Terra: può verificarsi anche su altri pianeti dotati di atmosfera e campo magnetico, come Giove, Saturno e Urano, dove è stata fotografata più volte.



Gli effetti meno piacevoli...

...sulle tecnologie

La luce rilasciata dalle esplosioni dei brillamenti può creare problemi alle **comunicazioni radio**, mentre le tempeste geomagnetiche possono danneggiare gli **strumenti a bordo** dei satelliti. Per esempio potrebbero danneggiare quelli della rete del Sistema di Posizionamento Globale (**GPS**), cioè quelli che usiamo con i navigatori satellitari per sapere dove ci troviamo e quale strada prendere.



In questi casi, i navigatori satellitari possono smettere di funzionare, come hanno sperimentato Aurora e Leonardo nella loro avventura.

In caso di tempeste geomagnetiche molto forti, anche le apparecchiature elettriche a terra possono subire danni. In certi casi ci sono stati **black-out** in intere regioni.

Inoltre, le particelle che arrivano dalle espulsioni coronali di massa sono pericolose anche per gli astronauti che si trovano a bordo della **Stazione Spaziale Internazionale**.

Per questo motivo, sulla Stazione esiste una zona sicura, con pareti più schermate, dove l'equipaggio può rifugiarsi in caso di necessità.

...sugli animali

L'attività solare intensa può anche **confondere l'orientamento** dei grandi mammiferi marini e degli uccelli migratori che utilizzano il campo magnetico terrestre come bussola per viaggiare: se questo campo cambia, possono sbagliare rotta o non riuscire a migrare.

Il mistero dei piccioni scomparsi

Nel 2021, decine di migliaia di piccioni viaggiatori sono scomparsi nel nulla nel corso di un volo di 250.000 esemplari impegnati in una gara in tutto il Regno Unito (sì, hai capito bene, una gara di piccioni!). Il loro volo di andata e ritorno copriva una distanza che i piccioni viaggiatori solitamente affrontano facilmente, ma **qualcosa è andato storto**: molti di loro non sono tornati indietro. Inoltre, ci sono state segnalazioni simili di gravi perdite anche in Portogallo e in Belgio.

Si pensa che il senso dell'orientamento dei piccioni scomparsi abbia avuto problemi a causa di una tempesta geomagnetica, visto che non sono state trovate altre cause evidenti. Ma la loro scomparsa rimane ancora un mistero.

Eventi come questo fanno dispiacere, ma ci ricordano che molti animali - anche quelli che vediamo tutti i giorni - hanno delle risorse che noi non abbiamo, come una bussola interna che percepisce il campo magnetico terrestre.



Balene grigie disorientate

Le balene grigie sono i mammiferi che fanno i viaggi più lunghi. Ogni anno percorrono più di 16.000 km lungo la costa ovest del Nord America. In estate nuotano verso nord fino in Alaska. In inverno si dirigono a sud, dove fanno nascere i loro piccoli vicino alle coste del Messico. Durante queste immense traversate, passano la maggior parte del tempo sott'acqua e **per orientarsi usano anche il campo magnetico** terrestre.



Alcuni studi recenti suggeriscono che le balene grigie si arenano più spesso nei giorni in cui il Sole ha molte macchie solari.

Non si conosce ancora il motivo, e probabilmente ce n'è più di uno, ma sembra che il "sesto senso" geomagnetico delle balene possa andare in tilt quando il Sole è molto attivo.

Tempeste magnetiche famose

Le tempeste geomagnetiche esistono da sempre sulla Terra: scopriamo insieme alcune tra le più sorprendenti di cui abbiamo una documentazione storica.

L'evento di Carrington

L'evento di Carrington prende il nome dallo scienziato inglese Richard Christopher Carrington. Il primo settembre del **1859**, Carrington stava osservando le macchie solari quando notò alcuni bagliori molto intensi (oggi sappiamo che erano brillamenti). Capì subito che stava accadendo **qualcosa di straordinario** e cercò qualcuno che potesse confermare la sua scoperta. Ma quando tornò al suo telescopio, quelle luci erano già diminuite.



Il giorno dopo, in molte parti del mondo - dalla Giamaica all'Australia fino all'Europa (anche a Roma) - le persone videro **aurore estremamente luminose**.

I brillamenti solari osservati in diretta da Carrington avevano provocato una tempesta geomagnetica talmente potente da **danneggiare i telegrafi** in Europa e in America. In particolare, nel Connecticut, i fili si surriscaldarono così tanto che gli apparecchi presero fuoco!

Ancora oggi l'evento di Carrington è ricordato come la più grande tempesta geomagnetica mai osservata.

La tempesta del Québec

Il 13 marzo **1989** ci fu la tempesta geomagnetica denominata "del Québec", dal nome della regione del Canada dove ebbe maggior impatto.

Le linee elettriche del Québec smisero di funzionare, lasciando **6 milioni di persone senza elettricità** per molte ore e, in alcuni casi, anche per giorni. Le comunicazioni radio si interruppero in diverse zone del pianeta e anche nello Spazio ci furono problemi: una sonda (senza equipaggio) della NASA chiamata SMM (Solar Maximum Mission), progettata per lo studio dei brillamenti solari, perse improvvisamente quota all'inizio della tempesta e finì fuori controllo.

La sonda rientrò in atmosfera alcuni mesi più tardi, distruggendosi.



2024: cronaca di una tempesta annunciata

Anche in tempi recentissimi ci sono state tempeste notevoli, per esempio nel 2024. Ripercorriamo le tappe di questo evento:

- ➔ Primi giorni di **maggio**: una regione del Sole estesa 16 volte il diametro della Terra, con tante macchie, genera brillamenti e alcune espulsioni coronali di massa, anche dirette verso di noi.
- ➔ **7 e 8 maggio**: si forma una grossa espulsione coronale di massa. Si prevede che colpirà la Terra la sera del 10 maggio.
- ➔ **9 maggio**: il National Oceanic and Atmospheric Administration in America invia un messaggio di allerta: c'è la possibilità di una tempesta geomagnetica molto forte (livello 4 su 5).
- ➔ **10 maggio**: inizia la tempesta, ancora più potente del previsto. Raggiunge il livello massimo, 5 su 5.

Per alcune ore si osservano le aurore boreali anche dall'Italia. Uno spettacolo raro, bellissimo, che emoziona quando avviene. Come il **24 ottobre 1870**: a quel tempo la fotografia scientifica era solo agli inizi e quindi ...si dipingeva!



Dal pennello allo smartphone: confronta l'aurora boreale vista in Sicilia nel 1870, dipinta in un acquerello, con quella fotografata vicino a Bologna il 10 maggio 2024. Due modi diversi per raccontare, a distanza di oltre 150 anni, la stessa bellezza del cielo!

Come affrontare i capricci del Sole

Come hai visto, l'attività solare può disturbare le tante tecnologie che usiamo ogni giorno. Pensa per esempio ai navigatori satellitari: non servono solo a chi guida l'automobile, ma anche alle navi e agli aerei. Immagina cosa potrebbe succedere se un navigatore desse indicazioni sbagliate... proprio come accade ad Aurora e Leonardo nel fumetto, quando viene suggerito loro di andare a prendere la nave a Genova per tornare in montagna, in Val d'Aosta!

Per questo è importante tener d'occhio il Sole: quello che combina può infatti creare disagi, con conseguenze pratiche sulla nostra quotidianità. Ecco perché è nata la **meteorologia spaziale**, una disciplina scientifica che cerca di prevedere i comportamenti del Sole e i suoi effetti. Conoscerli in anticipo e in dettaglio ci aiuterà a evitare alcune delle difficoltà che ti abbiamo raccontato, usando al meglio le tecnologie sviluppate per affrontare le tempeste geomagnetiche.



Anche in Italia si fa meteorologia spaziale. All'**Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)**, per esempio, osserviamo il Sole e i suoi fenomeni, cerchiamo di svelarne i misteri e contribuiamo a fare previsioni sul suo comportamento.

Sorvegliati Spaziali

Sorvegliati Spaziali – conoscere lo Spazio per proteggere il Pianeta è un progetto di divulgazione dell'Istituto Nazionale di Astrofisica dedicato alla Difesa Planetaria.

Niente paura: non parliamo di invasioni aliene! (Quelle te le puoi godere comodamente nei libri e nei film).

La Difesa Planetaria studia i fenomeni celesti che possono avere effetti sull'ambiente terrestre e su tutti i suoi abitanti: essere umani, animali, piante... insomma tutto quello che ti circonda e che ami. Tra i fenomeni da tenere d'occhio ci sono, per esempio, il passaggio ravvicinato di asteroidi e comete, la caduta di loro frammenti (che puoi esplorare nel primo volume di 'Frammenti di cielo'), i rifiuti spaziali e - sorpresa! - il Sole.



Conoscere lo Spazio che ci circonda è importante: la Terra è un pianeta e lo Spazio è casa nostra. E di certo anche tu ti senti più a tuo agio conoscendo meglio casa tua, giusto?

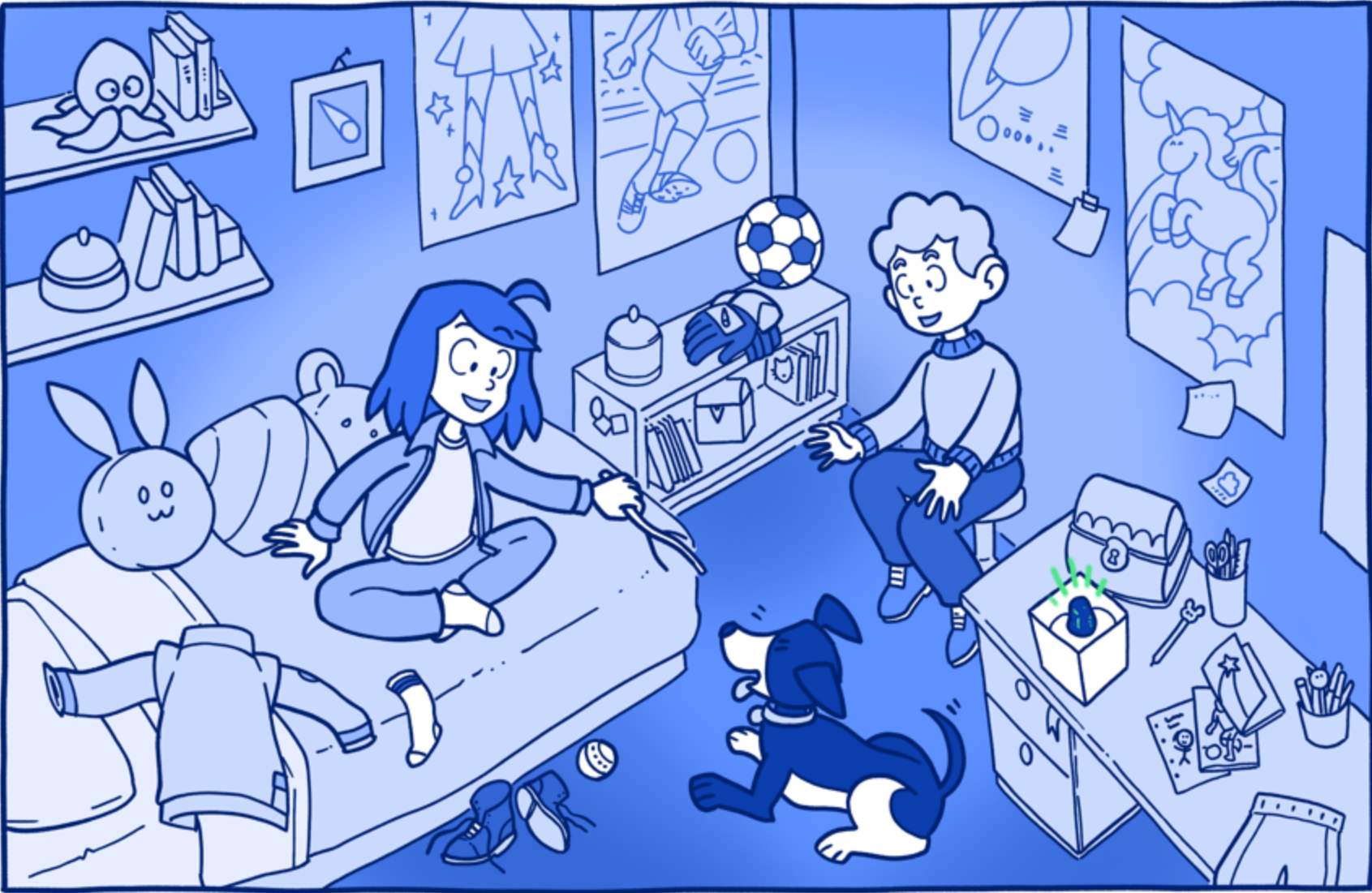
Il cuore del progetto è il sito **sorvegliatispaziali.inaf.it**: una vera miniera di contenuti che variano tra notizie, video, immagini e persino una *app* in realtà aumentata che ti permette, per esempio, di far comparire un'aurora nella tua stanza e una mappa per vedere in tempo reale i satelliti che passano nel cielo.

E se ti piace il Sole, nel sito trovi di tutto: bollettini con il numero di macchie e brillamenti, video con gli eventi solari più importanti e dirette YouTube dedicate agli effetti del Sole sulla Terra.

Ma non è finita: sul sito puoi anche verificare l'attività del vento solare grazie a speciali tachimetri colorati. Insomma, su Sorvegliati puoi vedere il Sole come non lo hai mai visto.



Vieni a scoprire chi sono i Sorvegliati Spaziali!



Dedicato a Pimpa. 

Scarica gratuitamente i volumi di Frammenti di cielo:



<https://storie.inaf.it/progetti/fumetto>

Scopri le fonti delle immagini

1. p. 46: Disco del Sole e dettaglio di un gruppo di macchie solari (ritaglio della stessa immagine) osservati nell'ottobre 2014 dalla sonda spaziale Solar Dynamics Observatory. Crediti: NASA
2. p. 47: Galileo Galilei, Istoria e dimostrazioni intorno alle macchie solari.... Roma, appresso Giacomo Mascardi, 1613. Crediti: Roma, INAF - Osservatorio Astronomico di Roma, Biblioteca antica
3. p. 47: Eclissi totale di Sole, 2 luglio 2019. Crediti: ESA/CESAR/Wouter van Reeve Licenza CC BY-SA 3.0 IGO
4. p. 48: Angelo Secchi, Eclisse totale di Sole del 18 luglio 1860, carta salata, 280x220 mm. Crediti: Roma, INAF - Osservatorio Astronomico di Roma, Archivio storico
5. p. 48: Protuberanza solare osservata il 14 settembre 1999 dalla sonda spaziale Solar and Heliospheric Observatory. Crediti: NASA/ESA
6. p. 51: Aurora multicolore. Crediti: Vincent Guth/Licenza Unsplash
7. p. 55: G. Montemagno, Acquerello raffigurante una fase dell'aurora boreale osservata a Caltagirone nelle notti del 24 e 25 ottobre 1870 (tav. III), Caltagirone, 1870, acquerello, Crediti: INAF - Osservatorio Astronomico di Palermo, Archivio storico, proprietà Università degli Studi di Palermo
8. p. 55: Aurora sopra le colline della Val di Zena (BO), 10 maggio 2024. Crediti: Daria Guidetti/INAF

L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) è l'Ente Pubblico di Ricerca italiano per lo studio dell'Universo.
Il tuo occhio sul Cosmo.

Il **Gruppo Storie dell'INAF** è nato nel marzo del 2020 con l'idea di raccontare, e far raccontare, la scienza e le sue voci attraverso le storie.
L'Universo è fatto di Storie non di atomi. (M. Rukeyser)

Sorvegliati Spaziali è un progetto INAF. Racconta gli eventi celesti e le attività umane nello Spazio che possono avere effetti sull'ambiente terrestre: passaggi ravvicinati di asteroidi e comete, rifiuti spaziali, meteore, meteoriti ed eventi di meteorologia spaziale.
Vuoi conoscere lo Spazio, per proteggere il Pianeta?

matitaelettrica, nome d'arte di Francesca Poppi, è illustratrice, graphic designer e web designer.
È appassionata di astronomia. Come darle torto.

Insieme hanno creato questo fumetto.

Finito di stampare in Italia nel settembre 2026 per conto di INAF Press

**AURORA TORNA NELLO
SPAZIO, CON UN IMPREVISTO
DI NOME LEONARDO**

ISBN 9788898985098