

20 000 imprese e **400 000**
persone hanno partecipato alla missione Apollo 11.

195 ore, 18 minuti, 35 secondi
è durata la missione, dal lancio del razzo fino all'ammarraggio della
navicella.

1 764 401 km è la distanza complessiva percorsa
da Apollo 11.

4 sandwich al formaggio disidratati sono stati portati a bordo
durante la missione.

2.1 milioni di kg di propellente sono stati consumati
nel giro di **2.8 minuti** nella prima fase di lancio di Saturno V.

Neil Armstrong e Buzz Aldrin sulla Luna hanno bevuto il Nescafé Gold
svizzero.

La tuta spaziale è stata sviluppata dal reparto industriale della Playtex,
azienda produttrice di intimo. La sua esperienza in materiali e cuciture
speciali è stata fondamentale.

Colophon

SATW Technoscope 2/19 | maggio 2019
www.satw.ch/technoscope
Idea: Béatrice Miller | Beatrice Huber
Redazione: Günseli Ünlü
Collaboratori di redazione: Christine D'Anna-Huber |
Alexandra Rosakis
Consulenza scientifica: Lukas Viglietti
Grafica: Andy Braun
Foto: NASA | focusTerra | Flickr | Fotolia
Foto di copertina: NASA
Traduzione: Ars Linguae
Stampa: Egger AG

Abbonamento gratuito e ordini supplementari

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zurigo
technoscope@satw.ch | Tel +41 44 226 50 11
Technoscope 3/19 uscirà a settembre 2019 sul tema
«Il mondo digitale e il cambiamento climatico».

satw it's all about
technology

TechnoScope

by satw 2/19

TeCHnica sulla Luna

www.satw.ch/technoscope

Il fascino della Luna

La corsa allo spazio che si innescò negli anni Cinquanta tra le due superpotenze, Stati Uniti e Unione Sovietica, toccò l'apice con la missione Apollo 11: per la prima volta l'uomo posava i piedi sulla Luna e rientrava sulla Terra. Fino ad allora erano già state più di 70 le missioni con destinazione Luna, la maggior parte delle quali fallimentari, a cui ne sarebbero seguite oltre 30. Eppure, l'argomento Luna non è ancora definitivamente archiviato: sia gli USA che la Cina e altri Paesi stanno progettando altre missioni.

Ca. **30 miliardi** di dollari era il budget stanziato per l'intero programma Apollo. Che corrispondono a **150 miliardi** di dollari di oggi.

Chi è stato il primo?

Lunik 2, la sonda lanciata dall'Unione Sovietica, fu la prima nel 1959 a impattare il suolo lunare. Nel 1966 la sonda sovietica Lunik 9 riuscì a compiere il primo atterraggio morbido sulla Luna. Con la missione americana Apollo 8 per la prima volta l'uomo riuscì ad orbitare attorno alla Luna e a vedere con i propri occhi il lato nascosto del satellite. Apollo 11 portò i primi uomini sulla Luna, eclissando tutte le altre missioni con un evento mediatico di portata mondiale destinato a rimanere impresso per sempre nella nostra memoria collettiva.

A che scopo sulla Luna?

A prescindere dalle motivazioni prettamente politiche, che videro le due superpotenze contendersi la supremazia nello spazio con la conquista della Luna come obiettivo, le missioni naturalmente avevano anche finalità di ricerca. Come è fatta la Luna, come è nata, se ci sia vita lassù e altri quesiti hanno tenuto impegnata la mente degli scienziati per secoli. Ecco perché durante le diverse missioni sono stati raccolti campioni di roccia, esplorato il campo magnetico, confermata l'esistenza del vento solare, indotte scosse lunari e misurato l'irraggiamento sulla superficie lunare.

Verso l'infinito... e oltre?

Il motto di Buzz Lightyear in «Toy Story» forse è un po' esagerato ma l'uomo desidera comunque andare oltre. Stati Uniti e Russia stanno lavorando al progetto di una stazione spaziale nell'orbita lunare, l'ESA parla di un villaggio lunare e anche la Cina e altre aziende private stanno pianificando missioni con equipaggio umano sulla Luna. L'obiettivo a lungo termine è penetrare di più nello spazio partendo dalla Luna, ad esempio per raggiungere Marte. Nel mirino anche l'abbattimento dei consumi di materie prime.



66 secondi dopo il lancio Saturno V aveva raggiunto Mach 1 (la velocità del suono).

Il 16 luglio 1969, alle 0:32 ora locale, il razzo Saturno V decolla dal Kennedy Space Center in Florida. Con un frastuono assordante si libra verso lo spazio il più potente vettore che gli USA abbiano mai costruito, dando così ufficialmente il via alla missione Apollo 11.

Per vincere la forza di gravità e non precipitare sulla Terra, Saturno V deve raggiungere una velocità di circa 28 000 km orari. Per riuscirci il vettore è formato da tre imponenti propulsori e dai rispettivi serbatoi. Uno dopo l'altro, i tre cosiddetti «stadi» vengono accesi e sganciati non appena esaurito il combustibile. La vera e propria navicella Apollo si trova davanti, in cima al razzo.

12 minuti dopo il decollo, Apollo 11 raggiunge l'orbita ed effettua una circumnavigazione e mezza della Terra. Da questa cosiddetta «orbita di parcheggio» l'equipaggio spaziale controlla per un'ultima volta tutti i sistemi finché dalla torre di controllo arriva il faticoso «go!». A quel punto il propulsore accende il terzo stadio del razzo e l'Apollo schizza fuori dall'orbita terrestre a una velocità di 40 000 km/h nella sua rotta verso la Luna. Ora Apollo 11 sta viaggiando su una «traiettoria circlunare»: anche in caso di avaria ai propulsori, dopo aver virato dalla Luna la navicella spaziale verrebbe nuovamente attratta dalla forza di gravità terrestre e potrebbe rientrare sul nostro pianeta.

L'Aquila è atterrata ...

Il viaggio verso la Luna (76 ore di volo per una distanza di circa 380 000 km) si svolge senza intoppi. Quando gli astronauti decidono di atterrare accendono il razzo deceleratore. La navicella spaziale perde velocità ed entra nell'orbita lunare, catturata dal campo gravitazionale della Luna. Il modulo di atterraggio si stacca dalla navicella madre e plana sulla superficie lunare.

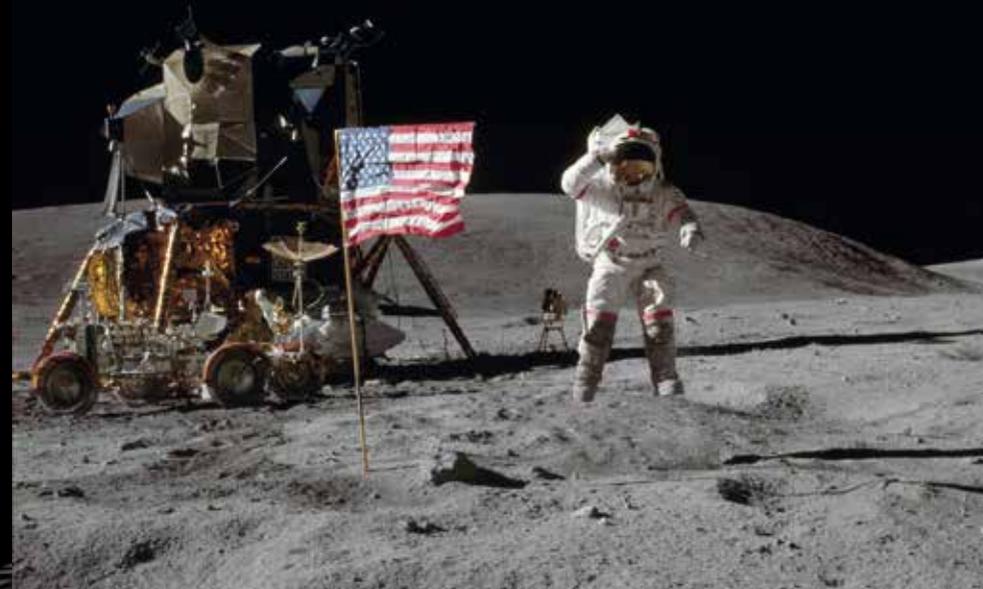


528 milioni di persone seguirono in diretta TV tutte le fasi dello sbarco sulla Luna

E subito sugli schermi televisivi della Terra cominciano a sfarfallare le prime immagini dell'alunaggio. Immagini talmente sensazionali che ancora oggi alcuni faticano a credere a quanto hanno assistito.



Prima ancora di issare la bandiera statunitense, Armstrong e Aldrin conficcarono sul suolo lunare il collettore di vento solare di Berna. Ciò che all'epoca non sembrò così spettacolare era un esperimento scientifico – l'unico non americano in quella missione – in cui su una pellicola rivestita di alluminio venivano catturate le particelle cariche di elettricità scaraventate continuamente nello spazio dal Sole. Proprio perché era facile da maneggiare, pesava solo due etti e occupava pochissimo spazio, la NASA non solo accettò di portare sulla Luna l'esperimento dell'Università di Berna, ma acconsentì anche a piantare come primo oggetto sul suolo lunare il collettore di vento solare per poter raccogliere e riportare sulla Terra da analizzare quanta più materia solare possibile. Perché in queste particelle – le stesse responsabili del fenomeno dell'aurora boreale a contatto con il campo magnetico terrestre – si nasconde una preziosa miniera di informazioni sull'intero sistema solare.



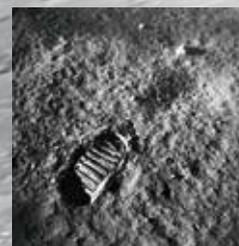
Perché gli astronauti, come ad esempio in questa immagine John Young, comandante della missione Apollo 16, non saltano più in alto?

Ancora più in alto? Dato che la Luna ha una massa decisamente inferiore alla Terra, e quindi è più «leggera», anche la sua forza d'attrazione è inferiore di circa sei volte. Lo si capisce bene dalla foto: il mezzo metro di salto che compie un astronauta di circa 80 kg, con addosso una massiccia tuta spaziale e con circa 80 kg di attrezzatura sulla schiena, sulla Terra non riuscirebbe mai a farlo.

Perché la bandiera americana sventola sulla Luna, dove praticamente non esiste atmosfera, quindi non c'è né aria né vento?

Non sventola affatto. Il tessuto è fissato in alto, a un palo trasversale apribile, altrimenti nello spazio privo d'aria si affloscerebbe. Dato che il palo è rimasto bloccato e non si è potuto estrarre in tutta la sua lunghezza, il tessuto che vedete risulta piegheggiato, ma non si muove.

2 ore e 31 minuti
è il tempo trascorso da Neil Armstrong e Buzz Aldrin sulla superficie della Luna



Immutabile per l'eternità

Esattamente come la vediamo in questa foto, l'impronta di Buzz Aldrin, il secondo uomo a posare il piede sulla Luna, resterà così per l'eternità. O per almeno due milioni di anni. Infatti la Luna, a causa delle sue dimensioni ridotte, non può legare a sé nessuna atmosfera. La sua forza d'attrazione è troppo debole. Ecco perché sulla sua superficie non c'è né vento né tempo meteorologico. Nient'altro riuscirebbe a cancellare questa impronta nella polvere lunare – a meno che un meteorite non precipiti proprio su quel punto.

Solo ca. **3 km** separavano la posizione rilevata con la strumentazione dal punto effettivo di ammaraggio del modulo di comando.

Dopo 2 ore e 31 minuti, con un collettore di vento solare integro e 23 kg di roccia lunare, Armstrong e Aldrin terminano la loro passeggiata lunare. Una parte del modulo serve ai due astronauti come rampa di lancio e rimane sulla Luna, il resto si aggancia di nuovo al modulo di comando nell'orbita lunare. Solo la punta del modulo di comando ritorna verso la Terra, tutte le altre parti vengono lasciate nello spazio. Poco prima di rientrare nell'atmosfera terrestre, il modulo viene ruotato di 180 gradi. Il suo lato smussato funge da scudo termico contro il gigantesco calore della resistenza dell'aria. Anche l'angolo di ingresso deve venire calcolato con la massima precisione. Se troppo piatto la navicella spaziale potrebbe rimbalzare contro l'atmosfera, se troppo acuto rischia di disintegrarsi.



Dopo il rientro nell'atmosfera, si aprono una serie di paracadute di frenata per decelerare ulteriormente la corsa del modulo.



Il 24 luglio, dopo circa 1,5 milioni di km di volo, il modulo tocca le acque del Pacifico. Prima di essere trasportati da un elicottero a bordo della portaerei U.S.S. Hornet, gli astronauti devono indossare le speciali tute di isolamento biologico. La quarantena dei tre eroi spaziali dura 17 giorni. Infatti nessuno ancora è in grado di stabilire se dalla Luna hanno trasportato agenti patogeni sconosciuti sulla Terra. A Honolulu infine possono di nuovo posare il piede sul suolo americano. Nella dichiarazione presentata al controllo doganale, Buzz Aldrin scrive che il suo bagaglio contiene «roccia lunare e polvere lunare».

Le spedizioni sulla Luna: cosa hanno significato per l'umanità?

Per l'umanità le spedizioni sulla Luna hanno comportato una miriade di conseguenze che vanno ben oltre la sfera tecnica.

Logistica

Organizzare e attuare un progetto di quest'ordine di grandezza ha significato un'enorme sfida logistica che ha coinvolto centinaia di migliaia di persone a cui sono state affidate le più svariate mansioni. Da pianificare, coordinare e seguire. Non bastava una semplice lista delle cose da fare. Il progetto Apollo ha portato la gestione di progetti a una nuova dimensione.

Blue Marble scattata nel 1972 (Harrison Schmitt, Apollo 17).



Il Sorgere della Terra scattata nel 1968 (William Anders, Apollo 8).



Una nuova consapevolezza

Sebbene esistessero già foto satellitari del globo terrestre, sono soprattutto due le immagini, scattate qualche anno più tardi da altri astronauti, che sono entrate nell'Olimpo della fotografia. La foto della Terra vista dallo spazio, in tutto il suo splendore, ma allo stesso tempo in tutta la sua fragilità, ha cambiato per sempre la percezione dell'uomo nei confronti della sua «casa».

Entrambe le foto sono diventate le immagini simbolo dei movimenti ecologisti e forse sono perfino riuscite a smuovere la nostra coscienza ecologica.

Fonte di ispirazione per i posteri

Naturalmente per gli Stati Uniti come nazione lo sbarco sulla Luna fu un enorme successo. Tuttavia, la missione Apollo non ha solo rafforzato l'orgoglio nazionale degli americani, ma ha anche dimostrato che i grandi progetti, per quanto audaci e rischiosi, si possono realizzare, spronando le successive generazioni di ricercatori e imprenditori ad altri ambiziosi sviluppi, fino ad arrivare alle conquiste tecnologiche e alle imprese high-tech del XXI secolo. Un successo planetario a cui hanno contribuito molto anche gli europei. Ma soprattutto gli svizzeri.

Un pizzico di cosmonautica anche nella vita quotidiana

Sul sito web della NASA è riportato l'elenco sterminato di brevetti e spin-off delle tecnologie sviluppate nell'ambito della ricerca spaziale. Un pizzico di cosmonautica sembra esserci in qualunque settore della nostra vita quotidiana. Dobbiamo al programma Apollo in particolare lo sviluppo di invenzioni da cui hanno avuto origine calzature sportive, dispositivi di respirazione, metodi di dialisi, tecniche diagnostiche per immagini, come la tomografia computerizzata e la tomografia a risonanza magnetica, strumenti operatori senza cavo, ecc.

Eventi in Svizzera



Berna festeggia i 50 anni dello sbarco sulla Luna

In occasione del 50° anniversario dello sbarco sulla Luna, dal 27 al 30 giugno 2019 Berna ha in programma un festival delle scienze. Perché nel primo allunaggio con equipaggio umano nel 1969 c'era anche l'Università di Berna con il suo famoso collettore di vento solare. Un legame indissolubile che rende particolarmente significativo questo anniversario per la città federale. In calendario una ricca serie di iniziative in tema di cosmonautica e ricerca spaziale.

<https://www.bern.com/de/aktuelles-events/veranstaltungen/detail/50-jahre-mondlandung>



Starmus: il festival delle scienze a Zurigo

Allo Starmus-Wissenschaftsfestival, il festival dedicato alle scienze che si terrà dal 24 al 29 giugno 2019, sono attesi 3000 ricercatrici e ricercatori da tutto il mondo. Sei giorni con un eccezionale programma di eventi, una piattaforma per dibattiti e scambi di opinioni tra astronauti, premi Nobel e artisti. Riflettori puntati sull'oratore principale, l'astronauta Michael Collins, e sui membri dell'equipaggio di altre sette missioni Apollo. Inoltre ci saranno Bill Nye, autentica leggenda del mondo scientifico, e le rockstar Brian May e Rick Wakeman.

<https://www.starmus.com/>

Esposizione al Museo di Storia Naturale di San Gallo

Dal 22 giugno all'11 agosto 2019 il Museo di Storia Naturale di San Gallo ospiterà «First Men on the Moon – 50 anni dallo sbarco sulla Luna» per celebrare la storica ricorrenza. Interverrà Men J. Schmidt, Spacescience, a illustrare la storia del primo allunaggio con l'ausilio di vari modelli e oggetti. Saranno presentate le riproduzioni esatte dei vettori e delle navicelle spaziali, una tuta spaziale e la dieta degli astronauti, le sequenze dei filmati del lancio e dell'atterraggio e le foto in formato gigante della missione Apollo 11. Il programma quadro offre contributi importanti sulla storia della navigazione spaziale nei Paesi occidentali e nel blocco dell'Est, sull'allunaggio e sul futuro della cosmonautica mondiale.

<http://www.spacescience.ch/ausstellungen/ausstellungen-besuchen/>



© focusTerra; illustrazione: Studio Nippoldt; Foto: NASA, F. Neyer (modif.)

Iniziativa focusTerra

focusTerra, il centro informativo e di ricerca del Politecnico di Zurigo, invita a partecipare a un viaggio di scoperta dell'universo che durerà fino al 16 giugno. L'iniziativa, a cura delle scienziate e degli scienziati del Politecnico e dell'Università di Zurigo, spiega in un divertente racconto a fumetti come e perché sono sempre in viaggio nel cosmo, cosa li affascina, come riescono a guardare dentro alle origini del nostro sistema solare e ad ascoltare i segnali dell'inizio del tempo. Entusiasmanti esperimenti, animazioni, una caccia all'omino extraterrestre in realtà aumentata, visite guidate e workshop completano la mostra.

<http://www.focusterra.ethz.ch/sonderausstellungen/aktuell.html>

Esposizione «Liftoff to Space» a Dübendorf

L'esposizione «Liftoff to Space» promossa dall'associazione «Swiss Space Museum» aprirà i battenti in primavera presso l'Air Force Center di Dübendorf. Saranno sei mesi ricchi di spunti affascinanti sulla cosmonautica e la ricerca spaziale. Un'esperienza imperdibile per chi desidera vivere in prima persona le emozioni dell'avventura spaziale grazie agli oggetti originali esposti e alla magia della realtà virtuale.

<https://www.liftofftospace.ch/>

Per saperne ancora di più

educamint.ch

Troverete attività interessanti per il tempo libero di bambini, ragazzi e adulti! Arricchite e vivacizzate le vostre lezioni di matematica, informatica, scienze naturali e tecnica (MINT)! I consigli, il newsletter MINT e l'elenco delle offerte educamint vi aiutano.

www.educamint.ch



SimplyScience

E se ancora non ti basta, visita il sito SimplyScience. Qui troverai anche l'ispirazione per la tua scelta professionale o di studio.

www.simplyscience.ch

Science Guide App

Vivi l'esperienza scientifica in Svizzera! Disponibile su [google play](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.scienceguide) o [app store](https://apps.apple.com/it/app/science-guide/id1441111111).

La Svizzera tra i protagonisti della ricerca spaziale

Cosa ti viene in mente se pensi a Berna? Il Palazzo Federale, il parco degli orsi, il mercato delle cipolle ... di certo non la ricerca spaziale. E invece furono proprio gli scienziati dell'Università di Berna a fornire l'unico esperimento non americano della missione Apollo 11: il collettore di vento solare, piantato sul suolo lunare perfino prima della bandiera americana, con lo scopo di catturare le particelle che dal Sole fluiscono nell'universo. Particelle che più tardi sarebbero state analizzate in laboratorio e avrebbero fornito preziose informazioni sulla composizione del vento solare.

Ma a bordo dell'Apollo 11 non c'era solo una «rappresentanza» di Berna. Infatti la ditta Kern di Aarau, produttrice di strumenti ottici di precisione, fornì gli obiettivi per la telecamera DAC da 16 mm utilizzata nel programma spaziale Apollo, costruiti appositamente per soddisfare i particolari requisiti dei viaggi spaziali. La Kern fornì anche i teodoliti utilizzati per posizionare con precisione il razzo Saturno V per il lancio. Anche il ricongiungimento perfetto dei singoli stadi del razzo fu possibile grazie a questi teodoliti.

Sempre svizzeri – della casa orologiera Omega di Bienne – erano gli orologi indossati dagli astronauti dell'Apollo 11. Orologi che avevano superato tutti gli stress test e che rimasero al loro polso per l'intera durata della missione, come backup nel caso andasse in tilt gli altri strumenti.

Un'altra impresa di Bienne, la RMB, fornì i cuscinetti a sfere del sistema di supporto vitale che gli astronauti portavano nello zaino e che tra l'altro li riforniva di ossigeno.

Anche l'Araldite, un altro prodotto svizzero, è arrivata sulla Luna. Nello scudo termico del modulo di atterraggio, che aveva il compito di proteggere la navicella dall'eccessivo calore che si forma al rientro nell'atmosfera terrestre, le resine epossidiche della Ciba di Basilea fungevano da materiali di costruzione e riempimento.

Le invenzioni «spaziali» svizzere fanno parte della nostra vita quotidiana: le chiusure con il velcro erano e continuano a essere un metodo ingegnoso per fissare gli oggetti alla navicella e per impedirne il galleggiamento. Il velcro fu inventato dall'ingegnere svizzero Georges de Mestral. La versione ottimizzata per i viaggi nello spazio venne prodotta negli USA.

Scelta degli studi e del lavoro

Mi affascina l'idea che l'essere umano viaggi nello spazio per andare sulla Luna, raggiungere Marte, altri pianeti o galassie. Mi piacerebbe dare un contributo a queste sfide, ma non mi convincono gli studi in fisica e in astronomi (Mira, 18)



Matteo Crivelli, psicologo orientatore scolastico e professionale, Ufficio dell'orientamento, Breganzona

Cara Mira,

spesso nella storia dell'umanità le imprese più incredibili sono nate dalla mente di una persona visionaria, ma poi sono state rese possibili da un collettivo di specialiste e specialisti di ambiti differenti e all'apparenza distanti fra loro. Per questo è importante chiederti quale punto di vista vorresti adottare sulla questione spaziale.

Evocando lo sbarco sulla Luna o i voli spaziali del magnate e filantropo britannico Richard Branson, il pensiero va subito alla tecnologia creata dalle discipline tecniche e scientifiche. Le conseguenze della ricerca spaziale hanno un impatto sulla vita di tutti i giorni: oggi abbiamo computer in grado di risolvere calcoli complessi, comunichiamo attraverso il pianeta trasmettendo informazioni via satellite, indossiamo vestiti fatti di tessuti sempre più leggeri e resistenti, beneficiamo di tecnologie e conoscenze mediche sviluppate grazie agli esperimenti svolti sulle stazioni spaziali in assenza di gravità. Questi sono alcuni esempi dell'apporto di numerose discipline: matematica, informatica, ingegneria meccanica, robotica, elettronica,

scienze dei materiali, nano scienze, biotecnologie. Da un altro punto di vista i viaggi nello spazio aprono interrogativi riguardo al cambiamento climatico sulla Terra e all'ambiente necessario alla nostra sopravvivenza fuori da essa, alla limitatezza delle risorse naturali e al possibile sfruttamento di materie prime e fonti di energia extraterrestri; questioni su cui si chinano le scienze ambientali, la geologia, la biologia e la fisica.

Infine, l'espansione spaziale della razza umana solleva questioni di tipo etico, politico, filosofico. È giusto trasformare un altro pianeta rendendolo simile alla Terra? È sicura la via nucleare per lo sviluppo di nuove forme di propulsione necessarie a raggiungere lo spazio profondo? La ricerca spaziale internazionale può essere un modello di collaborazione pacifista? La razza umana è destinata a scomparire sulla Terra o troverà nuovi pianeti da colonizzare? Scienze politiche, antropologia, filosofia, diritto ed economia cercano delle risposte a questi interrogativi. Come avrai capito, un percorso di studi migliore non esiste: sta a te crearlo compiendo delle scelte che rispecchiano lo sguardo che vuoi portare sul mondo e sullo spazio.

Link utili

Sulla homepage dell'Agenzia Spaziale Europea ESA <https://www.esa.int/ESA> trovi tutte le informazioni e le opportunità di carriera presso l'ESA.

Claude Nicollier, l'unico astronauta svizzero, insegna al Politecnico di Losanna <https://people.epfl.ch/claude.nicollier>. Magari ti interesserebbe contattarlo?

Per gli indirizzi di studio e gli sbocchi professionali: www.orientamento.ch

