



DAL CUORE DELLO STATO

Il Governatorato si racconta

Anno 3 Città del Vaticano Numero 1

TRIMESTRALE GENNAIO-MARZO 2026

Pubblicato dal Governatorato dello Stato della Città del Vaticano

Comunicazione Istituzionale
00120 Città del Vaticano
(Stato della Città del Vaticano)

Email: comunicazione@scv.va
Sito internet: www.vaticanstate.va

X (Twitter): [Governatorato_SCV](#)
Instagram: [Governatorato_SCV](#)

Responsabile editoriale: Nicola Gori
Grafica e layout: Antonio Coretti

Editore: Governatorato dello Stato della Città del Vaticano



DAL CUORE DELLO STATO

Il Governatorato si racconta

LA SPECOLA VATICANA:
SCIENZA E FEDE IN DIALOGO

NICOLA GORI

PAG. 4

NON SOLO SCIENZA,
MA ANCHE CULTURA ED EDUCAZIONE

SUOR RAFFAELLA PETRINI

PAG. 5

UN OSSERVATORIO ASTRONOMICO IN
TRANSIZIONE

P. RICHARD D'SOUZA, SJ

PAG. 6

ALLE ORIGINI DELL'UNIVERSO:
LA SPECOLA VATICANA
AL CONFINE DELLA FISICA

P. GABRIELE GIONTI, SJ

PAG. 8

IL VATT: TRENT'ANNI DI
ECCELLENZA ASTRONOMICA VATICANA

P. CHRIS CORBALLY, SJ

PAG. 10

LA COLLEZIONI DI METEORITI
DEL VATICANO

FR. BOB MACKE, SJ

PAG. 12

IL DIALOGO TRA SCIENZA E FEDE:
EREDITÀ E NUOVE SFIDE

P. JOSÉ GABRIEL FUNES, SJ

PAG. 14

FARE METEOROLOGIA
ALLA SPECOLA VATICANA

P. BAYU RISANTO, SJ

PAG. 16

SPECOLA VATICANA:
UN MESE CON I GIOVANI ASTRONOMI
DEL FUTURO

P. DAVID BROWN, SJ

PAG. 18

DISCORSO DEL SANTO PADRE LEONE XIV
AI PARTECIPANTI ALLA SCUOLA ESTIVA DI
ASTROFISICA DELLA SPECOLA VATICANA

SUA SANTITÀ PAPA LEONE XIV

PAG. 20

ACCOGLIENZA ALLA SPECOLA

P. JACEK OLCZYK, SJ

PAG. 21

ESOPIANETI:
SIAMO SOLI NELL'UNIVERSO?

P. RICHARD D'SOUZA, SJ

PAG. 23

INDICE

LA SPECOLA VATICANA: SCIENZA E FEDE IN DIALOGO

Dedicare un numero della newsletter alla Specola Vaticana è un modo per invitare alla scoperta di una realtà che spesso è poco conosciuta. Si tratta di un organismo scientifico legato al Governatorato che offre le sue potenzialità al servizio del Papa. Le sue origini si fanno risalire al 1578, quando Papa Gregorio XIII fece erigere in Vaticano la Torre dei Venti e invitò i Gesuiti astronomi e matematici del Collegio Romano a preparare la riforma del calendario promulgata poi nel 1582.

È, senza dubbio, uno degli osservatori astronomici più antichi al mondo. Fondata ufficialmente nel 1891 da Leone XIII, la Specola Vaticana rappresenta la volontà dei Pontefici di promuovere la ricerca scientifica e il dialogo tra fede e scienza.

In effetti, nel corso dei secoli, il desiderio di sviluppare un organismo scientifico per l'osservazione del cielo e approfondire la conoscenza dell'Universo portò all'installazione di vari strumenti scientifici nei palazzi vaticani.

Con l'espandersi dell'urbanizzazione di Roma e dell'illuminazione della città, nel 1935 la Specola Vaticana fu trasferita nelle Ville Pontificie a Castel Gandolfo, dove c'erano le condizioni migliori per condurre l'osservazione del cielo. Con l'accrescere dell'inquinamento luminoso, venne avvertita la necessità di un luogo ancora più adatto e nel 1981 venne aperto un secondo centro di ricerca, il "Vatican Observatory Research Group" (VORG), a Tucson

in Arizona, negli Stati Uniti d'America. Nel 1993 in collaborazione con l'Osservatorio Steward, venne terminata la costruzione del Telescopio Vaticano a Tecnologia Avanzata (VATT), collocandolo sul Monte Graham (Arizona), il migliore sito astronomico del continente nordamericano.

La Specola Vaticana è affidata alla cura della Compagnia di Gesù, che mette a disposizione astronomi provenienti da diversi Paesi del mondo. Si dedicano alla ricerca e allo studio delle galassie e delle stelle, ma anche alla cosmologia e alla composizione dei meteoriti. Oltre la ricerca scientifica, la Specola svolge anche un importante ruolo educativo e culturale, organizzando conferenze, scuole estive e programmi di collaborazione con università e centri di ricerca internazionali.

Per questo, la Specola Vaticana non è un semplice osservatorio, ma un ponte tra due dimensioni: la ricerca scientifica e la riflessione spirituale. Gli astronomi della Specola, infatti, non solo studiano l'Universo da un punto di vista scientifico, ma si interrogano anche sul ruolo dell'umanità nel cosmo.

In questo senso, la Specola Vaticana rappresenta una tradizione secolare: quella di una Chiesa che, mentre custodisce la fede, guarda con rispetto alle scoperte della scienza.

Nicola Gori
La Redazione

NON SOLO SCIENZA MA ANCHE CULTURA ED EDUCAZIONE

Il ruolo della Specola Vaticana nel panorama scientifico e culturale contemporaneo va oltre la semplice attività di osservazione astronomica. Rappresenta un luogo di incontro tra scienza e fede. In un'epoca in cui le scoperte e il progresso scientifico proseguono a ritmi sempre più rapidi, la presenza della Specola Vaticana testimonia la volontà della Chiesa di partecipare al dialogo con il sapere moderno.

D'altronde, la ricerca astronomica è sempre stata vincolata per sua natura agli interrogativi che l'umanità si pone da sempre: l'origine dell'Universo, la sua struttura, il destino delle stelle e delle galassie. Davanti all'immensità della volta celeste, la riflessione scientifica, da una parte, e quella filosofica o teologica, dall'altra, non si escludono a vicenda, ma possono trovare complemento reciproco.

In questo senso, la Specola Vaticana non intende offrire risposte teologiche a problemi scientifici, né utilizzare la scienza per dimostrare verità di fede. Suo scopo è, soprattutto, promuovere un atteggiamento di apertura, di ricerca e di obiettività intellettuale.

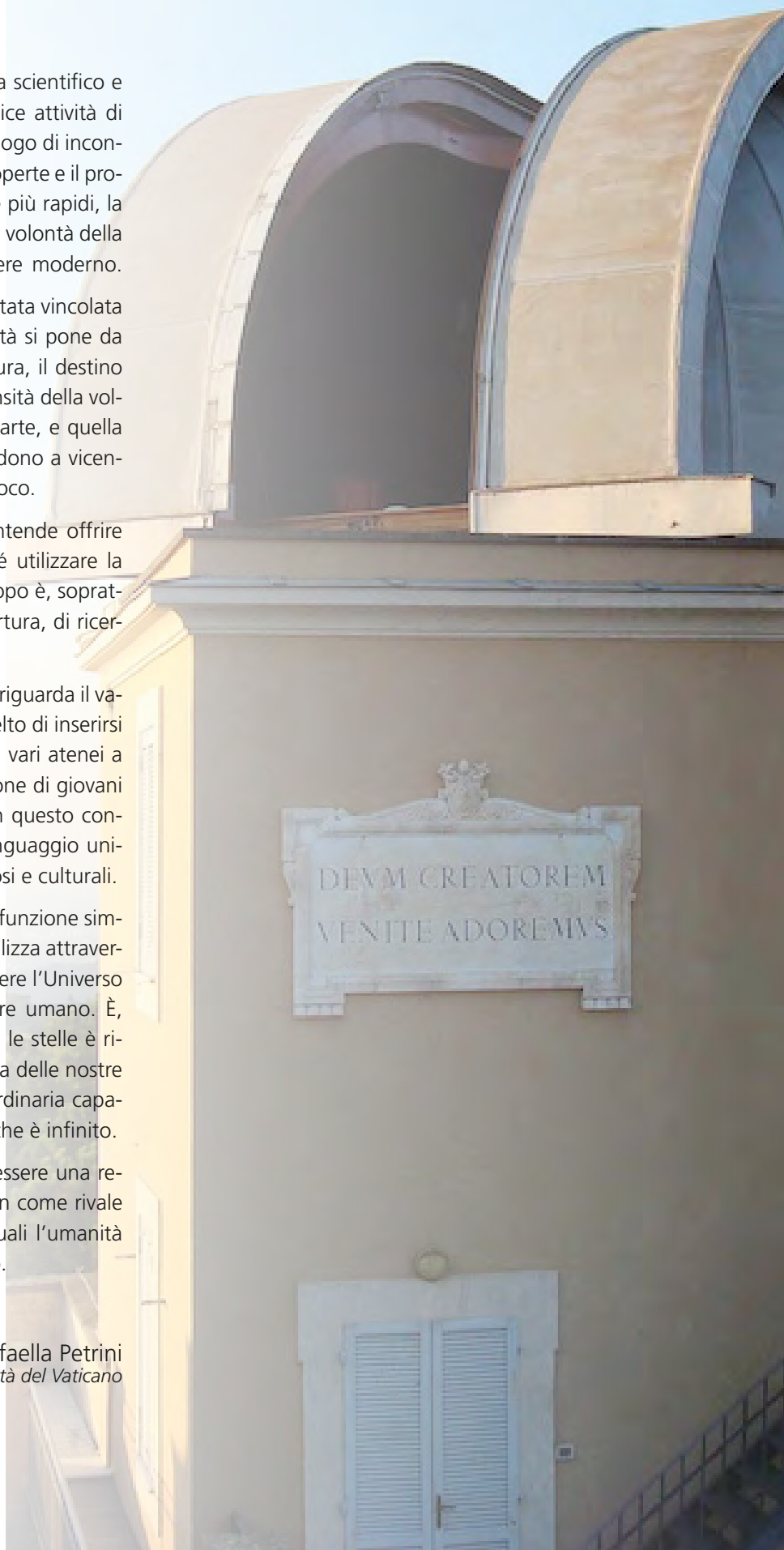
Un altro aspetto fondamentale del suo ruolo riguarda il valore culturale ed educativo. La Specola ha scelto di inserirsi nel panorama accademico collaborando con vari atenei a livello mondiale, per promuovere la formazione di giovani studiosi e diffondere la cultura scientifica. In questo contesto, l'astronomia assume il valore di un linguaggio universale che supera i confini geografici, religiosi e culturali.

Infine, la Specola Vaticana svolge anche una funzione simbolica. Ricorda che la ricerca della verità si realizza attraverso varie forme e che il desiderio di comprendere l'Universo fa parte della vocazione profonda dell'essere umano. È, quindi, opportuno considerare che guardare le stelle è riconoscere la vastità del cosmo e la limitatezza delle nostre conoscenze, ma anche testimoniare la straordinaria capacità dell'intelligenza umana di esplorare ciò che è infinito.

Per questo, la Specola Vaticana continua a essere una realtà in cui si possa considerare la scienza non come rivale della fede, ma come una delle vie per le quali l'umanità cerca di comprendere il mistero dell'Universo.

Suor Raffaella Petrini

Presidente del Governatorato dello Stato della Città del Vaticano



UN OSSERVATORIO ASTRONOMICO IN TRANSIZIONE



P. Richard D'Souza, SJ
Direttore della Specola Vaticana

L'attività astronomica della Santa Sede non rappresenta un'eccezione storica, ma il vertice di una tradizione plurisecolare che affonda le radici nella riforma gregoriana del calendario. Quando Papa Leone XIII rifondò la Specola Vaticana nel 1891 con il motu proprio *"Ut mysticam"*, il suo intento principale era mostrare *"che sia a tutti chiaro che la Chiesa e i suoi Pastori non si oppongono alla vera e solida scienza, sia umana sia divina, ma che l'abbracciano, l'incoraggiano e la promuovono con tutto l'impegno possibile"*. Dal perfezionamento del calendario ecclesiastico per preservare l'Unità della Chiesa, la missione della Specola si è oggi trasformata: mostrare al mondo che scienza e fede procedono insieme – facendo buona scienza.

Il percorso della Specola è stato segnato dalla necessità di preservare l'integrità delle osservazioni scientifiche. Inizialmente ospitato all'interno delle mura vaticane, fu trasferito da Papa Pio XI a Castel Gandolfo per sfuggire alle luci sempre più intense di Roma. Nel 1935 la nuova sede, dotata di due telescopi posti sulle cupole e di un moderno laboratorio spettrochimico nel seminterrato, fu inaugurata da Papa Pio XI. Altri telescopi furono costruiti negli anni Quaranta e Sessanta all'interno dei Giardini Vaticani, nei pressi della Villa Barberini. Negli anni Settanta divenne evidente che l'inquinamento luminoso di Roma e dei Castelli Romani rendeva le osservazioni al telescopio sempre più difficili. Nel 1981, sotto la guida dell'allora direttore Padre George Coyne, la Specola stabilì una seconda sede a Tucson, in Arizona, e costruì un telescopio nella stessa area, più precisamente sul Monte Graham. Nel 2009 la Specola Vaticana si è trasferita nell'ex convento delle Suore Basiliane, al confine dei Giardini Vaticani, vicino alla piazza principale di Albano Laziale. Oggi, dalla nuova sede, gli astronomi possono raccogliere ed elaborare non solo i dati provenienti dal telescopio di Tucson, ma anche quelli provenienti da telescopi situati in altri siti remoti e bui del mondo.

L'attuale struttura operativa della Specola, sotto l'amministrazione del Governatorato, si articola in quattro ambiti fondamentali: A) **Ricerca Pura**: Analisi dei dati, pubblicazioni peer-reviewed e partecipazione ai simposi internazionali. B) **Dialogo Interdisciplinare**: Promozione del

confronto tra pensiero teologico e scoperte astrofisiche. C)

Cooperazione Internazionale: Sostegno all'astronomia nei Paesi in via di sviluppo tramite la celebre scuola estiva biennale e la borsa di studio McCarthy-Stoeger. D) **Divulgazione e Alta Formazione**: Organizzazione di conferenze scientifiche presso le strutture di Castel Gandolfo.

La gestione del personale, dal 1930, è affidata alla **Compagnia di Gesù**, che garantisce un connubio tra rigore accademico e missione pastorale. Il corpo dei ricercatori, composto da quattordici gesuiti sacerdoti e fratelli, è diviso tra Castel Gandolfo e Tucson, copre uno spettro vastissimo di competenze. È innegabile che vi sia un certo fascino nell'osservatorio gestito da una comunità di sacerdoti scienziati ed è proprio questo che distingue l'Osservatorio Vaticano dalle altre organizzazioni scientifiche.

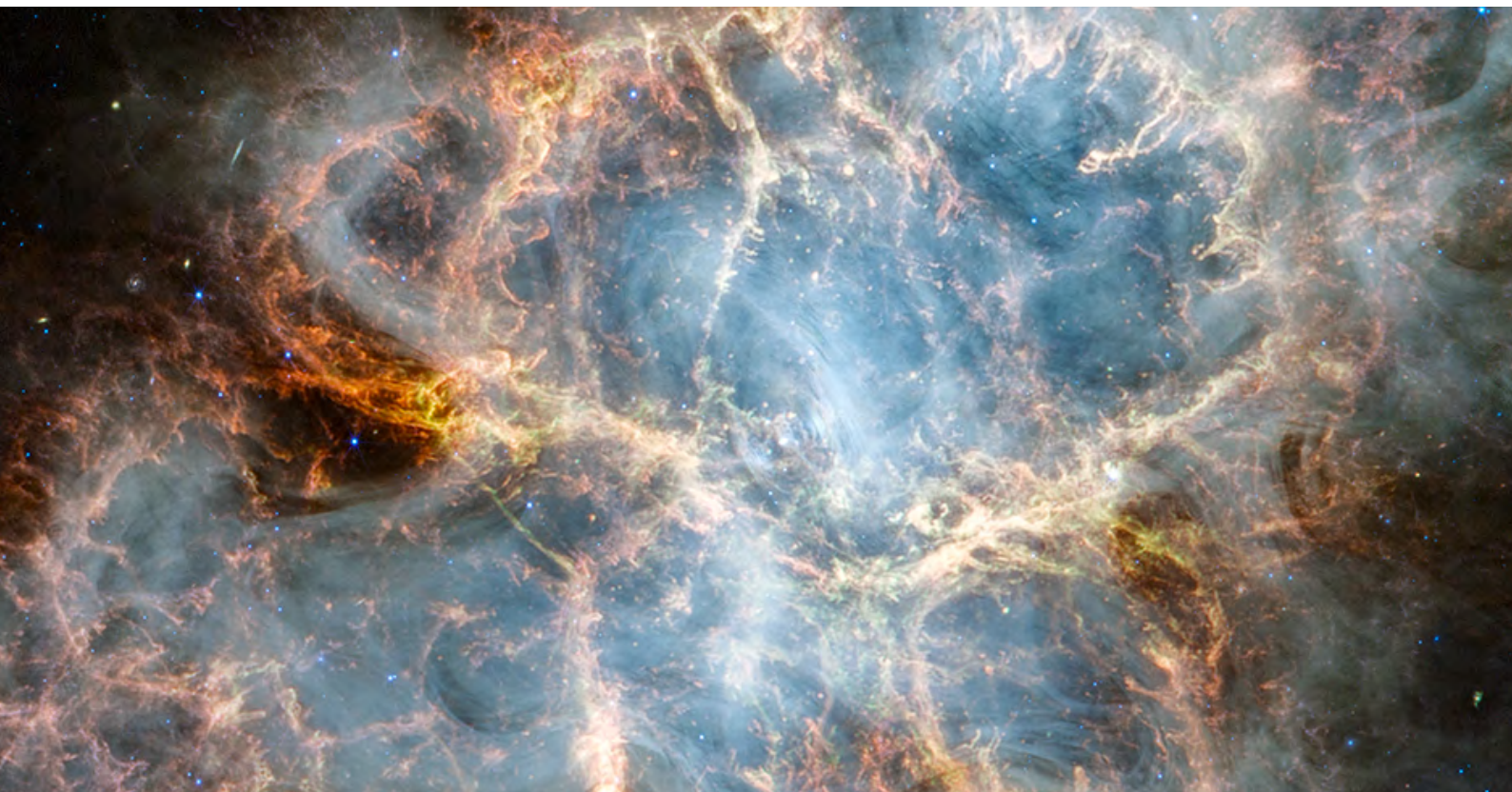
È superfluo dire che la ricerca scientifica costituisce la base e il fondamento di tutto ciò che facciamo. Essa ci dà l'autorevolezza necessaria per dialogare con astronomi e scienziati. Su cosa lavora attualmente la Specola? A partire dagli anni Ottanta, i ricercatori della Specola hanno iniziato a diversificare i propri campi di ricerca, diventando ciascuno esperto in un settore differente e massimizzando così la presenza dei gesuiti astronomi in tutti i rami dell'astronomia. Padre Gabriele Gionti SJ e Don Matteo Galaverni lavorano sulla fisica teorica e studiano le primissime fasi dell'Universo – i primi istanti dopo il Big Bang e come sia possibile individuare tracce di quello che è accaduto nei dati osservativi. Don Alessandro Omizzolo studia gli ammassi di galassie, insieme ai colleghi di Padova. Io stesso studio la storia e l'evoluzione delle galassie vicine, simili per dimensioni alla Via Lattea. Padre Richard Boyle SJ, all'età di 83 anni, continua a effettuare osservazioni con il nostro telescopio in Arizona; insieme a Padre Robert Janusz SJ, studia gli ammassi aperti, ossia insieme di giovani stelle nate insieme nella nostra galassia, con la collaborazione di un team dell'Università di Vilnius. Padre Boyle, inoltre, con il suo collaboratore, è un grande scopritore di nuovi asteroidi. Padre Chris Corbally SJ è un esperto di spettri stellari e della loro classificazione, in continuità con l'eredità lasciata da Padre Angelo Secchi. Padre David Brown SJ lavora con

i colleghi di Potsdam allo studio degli spettri stellari ad alta risoluzione. Fratel Guy Consolmagno SJ e Fratel Bob Macke SJ studiano le proprietà fisiche delle meteoriti, rocce provenienti dallo spazio. Le loro misure aiutano a comprendere i processi di formazione del nostro Sistema Solare. Fratel Macke ha partecipato alla missione NASA OSIRIS-Rex, che ha visitato un asteroide distante milioni di chilometri e ne ha riportato campioni sulla Terra, che egli ha contribuito ad analizzare in laboratorio. Padre Jean-Baptiste Kikwaya SJ studia, invece, le proprietà fisiche delle meteore (o stelle cadenti) e degli asteroidi in orbita vicino alla Terra. Padre Paul Gabor SJ è esperto di storia dell'astronomia. Infine, Padre Bayu Risanto ha recentemente avviato la Specola nel campo della meteorologia e nello studio e previsione dei modelli meteorologici.

Perché è importante che il Vaticano continui ad avere un osservatorio? Grazie all'ampiezza dei campi coperti, la Specola Vaticana gode di un'alta reputazione internazionale, non solo per la qualità della ricerca, ma anche per il contributo che offre alla comunità astronomica e scientifica. Il nostro impegno nell'Unione Astronomica Internazionale è molto apprezzato. Inoltre, nonostante le dimensioni ridotte e il budget limitato, la Specola continua a portare molta buona pubblicità al Vaticano: le scoperte astronomiche affascinano sempre il grande pubblico e portano rapidamente con sé una buona stampa. Il fatto che il Vaticano possieda un osservatorio di primo livello e mantenga un telescopio in uno dei migliori siti osservativi del mondo parla chiaramente dell'impegno della Chiesa

verso le scienze. In ultima analisi, il mantenimento di un osservatorio di eccellenza non è solo una scelta culturale, ma un potente strumento di soft power. Esso comunica l'impegno costante della Chiesa nel progresso della conoscenza umana, riaffermando che la ricerca delle leggi che governano l'Universo è un percorso complementare, e mai antitetico, alla ricerca del divino.

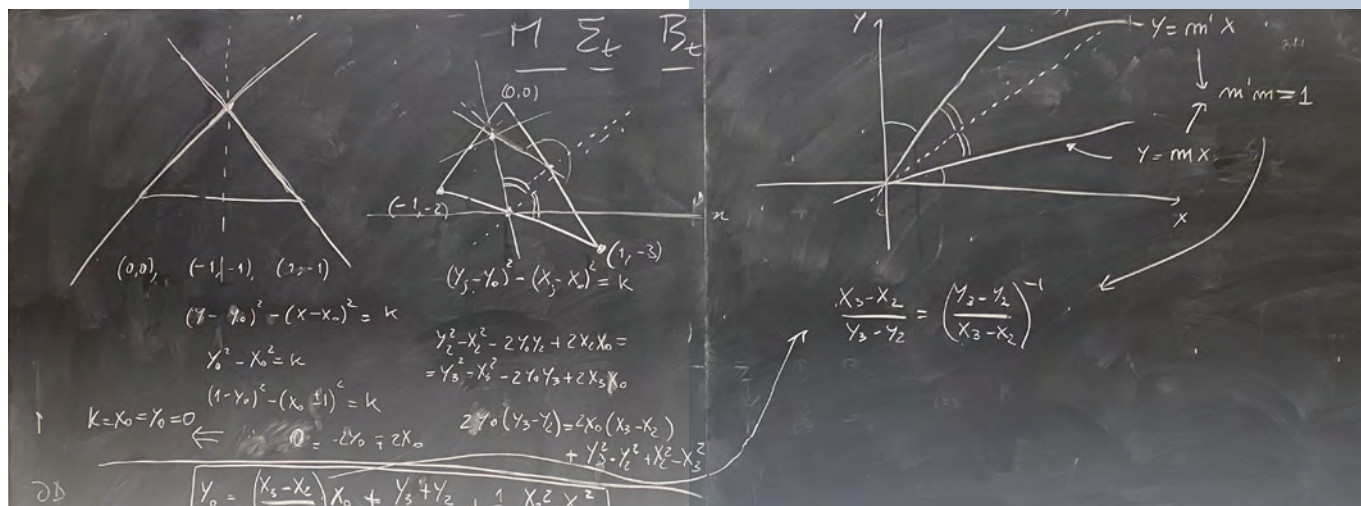
Oggi, la Specola è in transizione. Dopo dieci anni alla guida, Fratel Guy Consolmagno SJ ha lasciato il posto di Direttore. Continuerà, però, come Presidente della *Vatican Observatory Foundation* negli Stati Uniti, incaricata di raccogliere fondi per il mantenimento del nostro telescopio in Arizona. Stiamo formando la prossima generazione di astronomi gesuiti che lavoreranno alla Specola, oltre ad apportare cambiamenti strategici per adeguarci ai grandi mutamenti in atto nella comunità astronomica, dove sempre più esperimenti astronomici vengono condotti nell'ambito di grandi collaborazioni e indagini e i dati vengono offerti gratuitamente alla comunità accademica. Questi cambiamenti comportano molte sfide, ma anche opportunità. Vivere in prima linea nella ricerca scientifica significa evolversi ogni giorno, imparare nuovi compiti e metodi e spingere la conoscenza umana ai suoi limiti. In questo modo, speriamo che attraverso la nostra vita dedicata alla ricerca, possiamo continuare a essere fedeli alla missione affidataci da Papa Leone XIII, ovvero mostrare al mondo e alla Chiesa che fede e scienza possono coesistere.



ALLE ORIGINI DELL'UNIVERSO: LA SPECOLA VATICANA AL CONFINE DELLA FISICA



P. Gabriele Gionti, SJ
Vice-Direttore della Specola Vaticana



C'è qualcosa nella teoria del Big Bang che la scienza moderna non riesce ancora a descrivere: l'istante iniziale, un evento che è collocato sotto la "soglia di Planck", un intervallo di tempo piccolissimo che è tra 0 e 10^{-44} secondi, cioè 0 virgola quarantaquattro zeri prima di una cifra non nulla. Immagina un universo compresso in un punto infinitamente piccolo, denso e caldo come un atomo (come pensava Mons. Lemaître) oppure il nucleo di una stella al massimo della sua esplosione – così estremo che le leggi della fisica che usiamo ogni giorno (come la gravità di Newton o la relatività di Einstein) semplicemente smettono di funzionare. È un "silenzio matematico", un buco nero di conoscenza. È proprio in quel punto che punta il gruppo di fisici teorici della Specola Vaticana, l'osservatorio del Vaticano.

1. Riscrivere le regole base dell'universo

Guidato da padre Gabriele Gionti, S.J., il team lavora sulla "gravità quantistica" – il sogno di unire la meccanica quantistica (che spiega il mondo microscopico, come gli atomi) con la relatività generale (che governa stelle e galassie). Usano un approccio chiamato "gravità discreta": lo spazio-tempo non è una tela liscia e continua, ma un mosaico di pezzettini discreti, come i pixel di uno schermo o i mattoncini Lego di un castello.

L'idea originale risale agli anni '60, grazie al fisico italiano Tullio Regge. Oggi, la sviluppano con matematica avanzata e computer superpotenti. Il cuore del problema è l'"inte-

grale dei cammini" di Richard Feynman, un Nobel della fisica. Per prevedere come si muove una particella quantistica, devi sommare *tutte* le traiettorie possibili che potrebbe aver preso – non solo la retta, ma anche quelle curve e assurde. Ogni traiettoria ha un "peso" matematico (che si chiama misura quantistica), come un voto da 1 a 10. Per la gravità, questo peso (tecnicamente il "determinante di Faddeev-Popov") non si riusciva a derivarlo, nella comunità scientifica aveva generato un dibattito che non si era concluso. I risultati delle simulazioni numeriche fornivano dati non chiari.

La svolta arriva dal metodo "simpliciale con coordinate", creato dal professor Alessandro D'Adda, deceduto nel 2023, (che fu relatore della mia tesi di dottorato). È come organizzare un puzzle caotico: suddividi l'universo in triangolini (simplessi). Assegna, in maniera arbitraria ad ogni vertice delle coordinate che individuano un sistema di riferimento in ogni triangolo. Questa prima parte è l'idea di D'Adda e per adesso siamo a livello di fisica classica. Ho pensato di implementare questa idea al mondo quantistico. Per il peso dell'integrale di Feynmann decidi di scegliere solo una "classe" di riferimenti in ogni triangolo il "gauge-fixing" (un trucco per scegliere la prospettiva giusta, come girare una mappa), e calcoli il peso preciso. Risultato? Si può simulare l'istante zero del Big Bang rispettando le regole quantistiche e trovando dei risultati, adesso, che

non sono contraddittori ma hanno una coerenza interna. Esempio: pensa a prevedere il tempo – invece di una nuvola confusa, ottieni una previsione nitida.

2. Ripristinare il tempo vero

Un altro enigma: per semplificare, molti fisici trattano il tempo come una quarta dimensione spaziale, usando la “metrica euclidea” dove tutto è positivo, come le distanze su una mappa. Funziona per i calcoli, ma non è la realtà. Einstein ci ha insegnato che spazio e tempo sono diversi: nella “segnatura di Minkowski”, le distanze spazio-temporali (spaziali e temporali insieme) possono essere “negative” rispetto a quelle spaziali, mentre nello spazio euclideo sono sempre positive perché il tempo viene trattato come una dimensione spaziale.

Voglio rifare l'intera teoria della gravità discreta partendo da questa fisica reale, senza espedienti come la “rotazione di Wick” (un salto matematico che alla fine serve per “correggere” la “segnatura di Minkowski”). Così, le distanze nello spazio-tempo tornano giuste: “time-like” (di tipo tempo, muoversi a velocità inferiori a quelle della luce), “space-like” (di tipo spazio, sono distanze che hanno senso solo in matematica ma non in fisica perché prevederebbero velocità superiori a quella della luce) o “light-like”, (distanze di tipo luce, quando ci si muove alla velocità della luce). È come passare da una foto appiattita a un modello 3D interattivo: più complesso da costruire, ma identico all'originale. Nella comunità scientifica, costruire una teoria di gravità discreta con il “tempo vero” è il “Santo Graal” – risolverlo cambierebbe tutto, come scoprire la ricetta perfetta del pane cosmico.

3. Indagare al contrario, verso teorie nascoste

Insieme al giovane studente bolognese di master di fisica teorica, Alberto Gavioli, a don Matteo Galaverni e ai professori come Alexander Kamenshchik e Sergio Cacciatori, usiamo un metodo “da detective”: il ragionamento inverso. Invece di partire da una teoria e testarla (come “se ho questa ricetta, che torta esce?”), partono dalla “torta già cotta” – le equazioni che spiegano l'universo osservato – e risalgono alle possibili ricette originali.

Domanda esplosiva: le leggi della gravità di Einstein sono le uniche, o ne esistono altre che danno gli stessi risultati visibili ma prevedono sorprese? Non è astratto: il 95% dell'universo è “oscuro” – materia ed energia che sentiamo (fanno accelerare le galassie) ma non vediamo. Esempio: immagina una torta che lievita in modo strano – forse non è causato da un lievito nascosto, ma la ricetta di base è sbagliata. La materia oscura e l'energia oscura potrebbero essere il segnale che la gravità, così come la conosciamo e la descriviamo, va corretta.

4. Cambiare punto di vista cambia la fisica

La collaborazione con don Galaverni, Sergio Cacciatori e Federico Scali (Università di Como) ha scosso un assunto base sull’“inflazione cosmica” – una fase di espansione rapidissima subito dopo il Big Bang iniziale, come un palloncino gonfiato in un istante. I fisici passano dal “frame di Jordan” (variabili complicate) a quello di “Einstein” (più semplici), pensando che il risultato fisico sia invariato, come tradurre un libro senza cambiarne il senso.

Hanno dimostrato che non è sempre vero: in certi casi, il cambio altera la fisica stessa! È un terremoto: come scoprire che ruotare una mappa non è neutro, ma ti fa vedere strade nuove. Ora puntano ai buchi neri – mostri cosmici che ingoiano tutto. Questa “non equivalenza” potrebbe spiegare l'entropia (il “disordine” che misura come l'informazione, originariamente ordinata, a causa dei processi fisici che avvengono vicino ad un buco nero, subisce una degradazione e comincia a essere disordinata) e come l'universo nasconde segreti dalle origini, tipo un caveau con codici multipli.

Una scienza che contempla

Dalla Specola Vaticana emerge non solo scienza all'avanguardia, ma una visione profonda: lo studio delle equazioni dell'inizio del tutto è contemplazione. Lì, dove spazio e tempo si fondono, si sfiora il mistero ultimo. Per scienziati che sono anche sacerdoti, ogni equazione svelata non allontana da Dio, ma illumina l'ordine razionale del creato – come decifrare una sinfonia divina. Ragione e fede, ancora una volta, procedono mano nella mano.



IL VATT: TRENT'ANNI DI ECCELLENZA ASTRONOMICA VATICANA

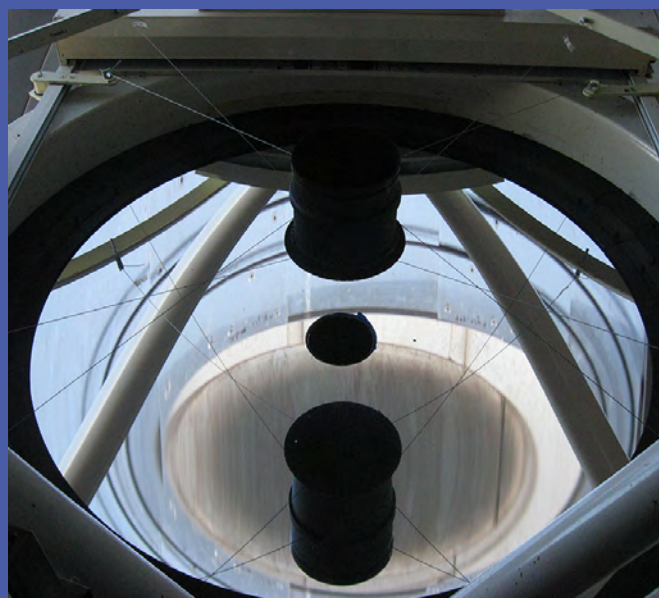


P. Chris Corbally, SJ
Specola Vaticana

Innovazioni astronomiche strumenti d'avanguardia e ricerca scientifica sul Monte Graham

Il Vatican Advanced Technology Telescope (VATT) è stato lo strumento principale della Specola Vaticana negli ultimi 30 anni. Si trova a un'altitudine di 3200 metri sul Monte Graham, nel Sud dell'Arizona, a 110 km dalla città di Tucson. Il VATT è un progetto congiunto tra la Specola Vaticana (75%) e lo Steward Observatory dell'Università dell'Arizona (25%). Lo specchio da 1,8 metri del VATT è stato fabbricato presso il Richard F. Carris Mirror Laboratory dell'Università dell'Arizona ed è stato il primo specchio realizzato utilizzando tecnologie rivoluzionarie come il forno rotante e una struttura interna a nido d'ape per rigidità. Questi metodi sono ora usati di routine per realizzare specchi più grandi da 8-10 metri. Grazie al clima secco del deserto intorno a Tucson, all'alta quota del Monte Graham e all'impegno costante nel mantenere cieli scuri in questa parte del mondo, il VATT si trova in una delle migliori location di osservazione dell'emisfero nord. Il VATT condivide il Monte Graham con altri due telescopi, il Large Binocular Telescope (2 specchi da 8 metri) e il telescopio Submillimetrico. Inoltre, le montagne intorno a Tucson ospitano la più grande concentrazione di telescopi negli Stati Uniti continentali, offrendo all'osservatorio e al VATT un ambiente e un'infrastruttura di straordinaria ricchezza entro cui operare.

Come ha fatto la Specola Vaticana a ritrovarsi con un telescopio in Arizona? A causa dell'aumento dell'inquinamento luminoso intorno a Castel Gandolfo, gli astronomi vaticani cercavano una nuova posizione per il loro telescopio. Negli anni Ottanta, il direttore appena nominato, padre George Coyne, inviò un gruppo di astronomi a formare un piccolo team presso l'Università dell'Arizona, dove avrebbero avuto un facile accesso ad alcuni dei migliori telescopi del mondo, pagando un modesto canone annuale. Nel frattempo, il professor Roger Angel inventò un nuovo metodo per costruire specchi per telescopi e testò un prototipo di specchio con un diametro di 1,8 metri, offrendolo alla Specola Vaticana. Padre George Coyne fu abbastanza coraggioso da accettare l'offerta, a condizione che lo Steward Observatory continuasse a essere coinvolto. Le successive e



intense campagne di raccolta fondi, sostenute da vecchi e nuovi amici generosi, portarono ad attribuire i nomi di due principali donatori alle nuove strutture: il Telescopio Alice P. Lennon e il Centro di Astrofisica Thomas J. Bannan. Inoltre, numerose donazioni e campagne di raccolta fondi ben organizzate hanno contribuito a migliorare e aggiornare il telescopio. Oggi, il telescopio è finanziato grazie agli sforzi di raccolta fondi della Vatican Observatory Foundation e a un generoso sostegno del Governatorato. Anche per le sue dimensioni modeste, il VATT costa quasi mezzo milione di dollari all'anno per essere mantenuto: il costo principale è il personale qualificato, l'infrastruttura e le utenze per gestire un telescopio in un ambiente così estremo.

Pur avendo 30 anni, il VATT è in continuo cambiamento. Un telescopio è come un essere vivente; ha costantemente bisogno di aggiustamenti e aggiornamenti. Questo per varie ragioni. La prima è che l'elettronica e la meccanica hanno una vita limitata, soprattutto ad alte quote come il VATT, e devono essere sostituite e aggiornate a intervalli regolari. In secondo luogo, i cambiamenti tecnologici rendono obsoleti molti sistemi più vecchi, ma introducono anche tecnologie più nuove che consentono un migliore utilizzo delle risorse e delle strutture. Inoltre, l'utilità di un telescopio dipende molto dai suoi strumenti. Nel corso degli anni, il telescopio ha accolto diversi strumenti temporanei. Oggi possiede una propria camera CCD 4k e uno

spettrografo ottico (per dividere la luce nei suoi colori costituenti). Con l'invecchiamento di questi strumenti, sono previste nuove installazioni, che permetteranno agli astronomi di condurre esperimenti più innovativi e creativi. Gli astronomi dell'Osservatorio hanno lavorato duramente per automatizzare e robotizzare il VATT, rendendolo completamente automatico. Questo permetterà un utilizzo più efficiente del telescopio: per esempio, sarà possibile eseguire ogni notte diversi programmi di monitoraggio a lungo termine di oggetti astronomici, cosa finora impraticabile. Una generosa donazione del Thomas Lord Charitable Fund, insieme a un contributo personale dalla sua presidente, la signora Judy Alstadt, ha reso tutto ciò possibile. Da inizio anno 2025, il VATT è completamente automatizzato e il 29 settembre 2025 la prima sessione completamente remota del VATT è stata testata con successo. Con questo aggiornamento, il VATT inizia la sua seconda vita.

Ma rimane una domanda fondamentale: qual è l'utilità del VATT nell'era dei telescopi spaziali e dei telescopi di classe 8 metri? L'ambito scientifico del VATT è sempre stato quello del monitoraggio e del sondaggio a lungo termine degli oggetti astronomici, soprattutto nell'emisfero nord. Dato il costo elevato e la limitata disponibilità del tempo di osservazione, è molto difficile ottenere più di tre giorni su telescopi più grandi o spaziali. Il monitoraggio a lungo termine di stelle peculiari o grandi buchi neri può essere effettuato regolarmente con il VATT. In combinazione con uno spettrografo ad alta risoluzione, il VATT eccelle nell'ottenere spettri di qualità di stelle luminose e quasar. Negli anni, tuttavia, si è distinto soprattutto nella scoperta e caratterizzazione degli asteroidi, oggetti near-Earth e corpi trans-nettuniani. Collaborazioni con numerose istituzioni astronomiche hanno anche dimostrato che telescopi come il VATT sono spesso ideali per testare nuove idee e strumentazioni prima di trasferirle a strumenti più grandi. Da ciò derivano due osservazioni: a) l'utilità del VATT cresce notevolmente se aperto a una comunità astronomica più ampia; b) il telescopio diventa molto più produttivo con strumenti più recenti e una gamma più estesa.

Il VATT è stato anche un eccellente telescopio per gli ultimi 30 anni, utilizzato dai giovani astronomi delle università dell'Arizona per la loro formazione. Grazie alla generosa donazione della signora Kim Bepler, quest'anno l'osservatorio ha avviato un programma pilota che offre il 20% del suo tempo agli studenti di alcune università gesuite del Nord America che non dispongono delle risorse o dell'accesso a un telescopio per le loro ricerche. La nostra speranza è che un giorno il VATT possa essere a disposizione delle università di tutto il mondo, in particolare dei paesi in via di sviluppo, per formare la prossima generazione di astronomi.

Come unico telescopio di ricerca attivo del Vaticano, il VATT ha servito e continua a servire come simbolo potente dell'impegno della Chiesa verso l'astronomia e le scienze. Il fatto che la Chiesa gestisca uno dei telescopi più grandi al mondo contribuisce in modo più significativo ai dialoghi tra scienza e religione di quanto possano fare decine di articoli filosofici o accademici sull'argomento. Oltre ai numerosi risultati scientifici prodotti, il VATT si erge come un faro simbolico su una cima di montagna, promuovendo la missione dell'Osservatorio di "dimostrare al mondo che fede e scienza possono andare insieme".



LA COLLEZIONE DI METEORITI DEL VATICANO



Fr. Bob Macke, SJ
Curatore della collezione di meteoriti della Specola Vaticana

Le meteoriti sono capsule del tempo che conservano informazioni sulla storia e le origini del nostro sistema solare che hanno un enorme valore storico e scientifico.

Sebbene gli astronomi dipendano in gran parte dallo studio della luce (radiazione elettromagnetica) proveniente da oggetti molto lontani, le scienze planetarie offrono alcune opportunità per avvicinarsi al materiale vero e proprio. Sonde spaziali hanno visitato pianeti e lune in tutto il sistema solare e, in pochissimi casi, sono state in grado di recuperare materiale direttamente da questi oggetti e riportarlo sulla Terra per studiarlo. Ad esempio, la missione OSIRIS-REx ha recuperato materiale dall'asteroide (101266) Bennu e lo ha riportato sulla Terra per essere studiato da una collaborazione di numerose istituzioni in tutto il mondo, inclusi i membri della Specola Vaticana. Tuttavia, queste missioni sono estremamente costose e restituiscono solo una piccola quantità di materiale. D'altra parte, abbiamo anche i meteoriti. Queste rocce, cadute sulla Terra dallo spazio, forniscono un'abbondante fonte di materiale extraterrestre da studiare.

La Specola Vaticana ospita una collezione di 1226 campioni di 543 meteoriti diversi. Le origini della collezione risalgono ad Adrien-Charles Marquis de Mauroy (1848-1927),

un appassionato naturalista e collezionista di meteoriti e campioni minerali. Ai suoi tempi, possedeva la più grande collezione privata di meteoriti al mondo. Era anche un fervente cattolico e, durante la sua vita, donò circa 200 campioni alla Specola Vaticana per scopi di studio. Dopo la sua scomparsa, la vedova consorte donò il resto della collezione. In totale, circa 1000 dei nostri campioni facevano originariamente parte della collezione del Marchese. L'ulteriore crescita della collezione è stata in gran parte dovuta alle generose donazioni di altri collezionisti di meteoriti negli ultimi 100 anni.

Poiché il Marchese collezionava in gran parte meteoriti osservati in caduta – l'identificazione e la raccolta di meteoriti rimasti sulla Terra per lungo tempo era ancora agli albori – la collezione comprende diversi meteoriti di importanza storica. Tra questi, Ensisheim, caduto nel 1492, è stata la prima meteorite caduta in Europa ben documentata; e L'Aigle, caduto nel 1803 e documentato e studiato da membri dell'Accademia Francese delle Scienze, che hanno dimostrato che i meteoriti provenivano dallo spazio (non dai vulcani come alcuni pensavano). La collezione include alcuni esemplari molto rari, come Chassigny, uno dei soli tre membri della sottoclasse di meteoriti marziani noti come chassigniti. E contiene anche alcuni oggetti di





inestimabile valore, come una roccia lunare della missione Apollo XVII, donata al Vaticano nel 1972 dal governo degli Stati Uniti.

Questi meteoriti sono capsule del tempo che conservano informazioni sulla storia e le origini del nostro sistema solare. Hanno un enorme valore storico, scientifico e, sì, anche economico, basti pensare che i più rari hanno un valore di mercato di oltre 1000 euro al grammo.

La Specola Vaticana dispone di un laboratorio in cui si analizzano le meteoriti e il valore scientifico di questi campioni. Sebbene non disponiamo di budget per le macchine multimilionarie necessarie per le analisi chimiche e isotopiche, abbiamo trovato una nicchia nella misurazione delle proprietà fisiche, in particolare densità e porosità. Il laboratorio si è evoluto dal laboratorio astrofisico della Specola, dove negli anni '30 e '40 si sviluppò il campo dell'analisi spettroscopica di metalli e minerali (la rivista *Spectrochimica Acta* fu fondata presso la Specola Vaticana). Oggi la vecchia strumentazione spettroscopica è stata sostituita da strumenti desktop per la misurazione del volume e della densità dei meteoriti. La collezione è inoltre messa a disposizione di altri ricercatori in tutto il mondo che necessitano di campioni per i propri studi scientifici. In genere prestiamo circa dieci campioni all'anno per ricerche presso altre istituzioni.

Di recente, nel tentativo di documentare meglio la preziosa collezione di meteoriti, ci siamo dedicati alla scansione 3D. Abbiamo acquisito uno scanner a luce strutturata (SLS) che utilizza la fotogrammetria per creare un modello 3D a colori di ciascun campione al computer. Una volta completata, avremo una registrazione tridimensionale di ogni esemplare che non solo fungerà da prezioso riferimento per altri, ma contribuirà anche a prevenire perdite e a documentare eventuali danni che potrebbero verificarsi durante i prestiti di meteoriti. Inoltre, le scansioni agevolano la ricerca poiché possiamo calcolare volumi e densità dai modelli computerizzati.

La collezione di meteoriti è una risorsa preziosa affidata alla Specola Vaticana, che ha curato e lentamente accresciuto negli ultimi 100 anni. Il suo valore scientifico è stato dimostrato da numerosi articoli e pubblicazioni derivanti dalla ricerca condotta su queste rare pietre. I visitatori della nostra sede centrale spesso arrivano con l'intenzione specifica di vedere la collezione. Continuiamo a trovare modi per migliorare la documentazione di questo tesoro, che speriamo di rendere accessibile a ricercatori e colleghi. Guardando al futuro, la collezione continuerà a crescere in dimensioni e importanza.

IL DIALOGO TRA SCIENZA E FEDE: EREDITÀ E NUOVE SFIDE



P. José Gabriel Funes, SJ
Specola Vaticana

Viviamo in un pianeta accelerato, dentro un universo accelerato, e spesso non ce ne rendiamo conto. L'universo si espande in modo accelerato a causa dell'energia oscura; la Terra, nella sua orbita attorno al Sole, sperimenta l'accelerazione della forza gravitazionale. Ma forse la cosa peggiore che ci possa accadere è non essere consapevoli di vivere in una cultura soggetta a cambiamenti accelerati.

Oggi sentiamo spesso ripetere che «il cambiamento è tutto o niente». Mi sembra che questa espressione rifletta un'ideologia che cerca di trasformare la società e le persone con violenza, senza rispettare i tempi dei processi sociali e personali. Infatti, l'accelerazionismo è una corrente di pensiero che sostiene che i processi tecnologici e sociali non vadano frenati ma intensificati per precipitare una trasformazione radicale del sistema. Certamente dobbiamo cambiare, convertirci spiritualmente ora che siamo in Quaresima, ma facendo attenzione che le idee non distruggano le persone più vulnerabili, deteriorando ulteriormente le relazioni sociali tra i diversi attori che compongono il tessuto sociale.

Confesso che negli ultimi tempi tal volta mi sembra di far parte di un episodio di *Black Mirror* oppure di uno dei film della serie di *Matrix*. Facciamo fatica a distinguere la realtà virtuale e quella aumentata dai portali di notizie che si pretendono seri e obiettivi, dalle reti sociali e dai meme che raccontano una storia epica di battaglie di supereroi contro mulini a vento, le quali consumano enormi risorse umane ed economiche mentre, lungo il cammino, restano abbandonati tanti nostri fratelli e sorelle che il sistema espelle.

Papa Leone ha trattato l'argomento dell'intelligenza artificiale e le sue sfide nel Messaggio per la Giornata mondiale delle comunicazioni sociali. Come fa notare il Papa, la questione antropologica è la sfida principale. Questa è l'antica domanda che l'umanità si poneva e che è sempre di grande attualità: «Che cosa è mai l'uomo perché di lui ti ricordi, il figlio dell'uomo, perché te ne curi?» (Sal 8,5). Un dialogo rinnovato tra scienza e fede deve mettere al centro l'essere umano e il suo rapporto con la natura e la tecnologia.

Nei miei ultimi anni di studio sono giunto a questo quesito antropologico attraverso due percorsi intrecciati. In primo luogo, la ricerca di vita extraterrestre intelligente richiede di indagare chi sia l'*Homo sapiens*, poiché siamo, in qualche modo, interessati a comunicare con un *alter ego* cosmico. In secondo luogo, il progresso dell'intelligenza artificiale ci porta, a mio avviso ingiustificatamente, a paragonarla all'intelligenza umana. L'emergere dell'intelligenza nell'universo, dall'evoluzione biologica fino ai sistemi artificiali, rappresenta uno dei misteri più profondi con cui si confrontano oggi la scienza contemporanea, la filosofia e la religione. Entrambi i cammini — la ricerca di intelligenze cosmiche e la creazione di intelligenze artificiali — ci riportano alla stessa domanda fondamentale: chi siamo noi?

Fino a questo punto, potremmo pensare che la questione di cosa significhi essere umani sia una discussione puramente accademica. Ciononostante, ognuno di noi ha una prospettiva antropologica che plasma le nostre decisioni quotidiane, che definiscono anche il nostro percorso come società.



La Specola Vaticana ha svolto un ruolo significativo nel promuovere il dialogo tra scienza e fede, particolarmente durante il pontificato di San Giovanni Paolo II. La lettera del 1988 al Direttore della Specola, P. George Coyne SJ, in occasione del terzo centenario dei *Principia* di Newton, rimane un documento fondamentale. Le *Study Weeks* organizzate dalla Specola su temi come cosmologia, evoluzione biologica e neuroscienze hanno creato spazi di incontro tra scienziati, filosofi e teologi. Con le parole di Papa Leone XIV possiamo dire che la Specola può «offrire “diaconia della cultura”, meno cattedre e più tavole dove sedersi insieme, senza gerarchie inutili, per toccare le ferite della storia e cercare, nello Spirito, sapienze che nascono dalla vita dei popoli» (*Disegnare nuove mappe di speranza*, 9.3).

Da decenni assistiamo a un divorzio tra scienza e umanesimo. Oggi il dialogo si trova di fronte a questioni inedite. L'intelligenza artificiale pone interrogativi sul significato dell'intelligenza, della coscienza e della dignità umana. L'astrobiologia, con la ricerca di vita extraterrestre, solleva questioni teologiche sull'unicità della creazione e dell'incarnazione. Il cambiamento climatico esige una riflessione etica sulla responsabilità dell'uomo verso il creato. Queste sfide mettono in rilievo l'attualità della questione antropologica e della cosmovisione che essa comporta. Più che mai il dialogo richiede interdisciplinarietà. Occorre un lavoro comune dove scienziati, filosofi e teologi si ascoltino e si lascino interrogare reciprocamente. La Specola ha la credibilità per convocare esperti sugli argomenti sopra menzionati.

Proprio per questo, la Specola Vaticana, fedele alla sua tradizione di organizzare settimane di studio interdisciplinari che riuniscono studiosi di primo piano per affrontare questioni fondamentali sulla natura della realtà e sul posto dell'umanità al suo interno, propone una *Study Week* per Maggio del 2028 con il titolo *An Intelligent Universe* dedicato all'esplorazione dell'intelligenza nelle sue molteplici manifestazioni — da quella biologica a quella artificiale — all'interno di un spazio che integri le prospettive scientifica, filosofica e religiosa. Gli obiettivi sono ambiziosi ma necessari: riunire scienziati, filosofi e teologi per esaminare l'intelligenza come fenomeno cosmico; promuovere un dialogo interdisciplinare autentico che sviluppi quadri concettuali per comprendere le diverse forme di intelligenza e il loro significato per l'autocomprensione umana; affrontare le implicazioni etiche dello sviluppo dell'intelligenza artificiale e dell'esplorazione spaziale; e produrre pubblicazioni accademiche che facciano avanzare il dialogo tra scienza, filosofia e religione su queste questioni fondamentali.

In tempi accelerati, il cristiano è sfidato a non cedere né alla paura né alla fretta. La domanda del salmista risuona ancora, non come reliquia del passato, ma come bussola per il futuro. La nostra sfida è abitare questo tempo con lucidità e speranza, sapendo che la verità sull'uomo si radica in quell'orizzonte di senso che ci dona il Signore della Storia cosmica ed umana.



FARE METEOROLOGIA ALLA SPECOLA VATICANA



P. Bayu Risanto, SJ
Specola Vaticana

La meteorologia, il suo legame storico con la Specola Vaticana e il contributo alla sensibilizzazione sul tema dei cambiamenti climatici

Le previsioni meteorologiche sono indispensabili nel mondo odierno. Dalla gestione delle attività personali quotidiane, al trasporto di merci attraverso l'oceano, alla pianificazione di una rotta per un volo commerciale, fino alla gestione di una compagnia assicurativa, le persone consultano le previsioni del tempo. La storia in sé risale al 1800, ma la tecnica e il metodo moderni delle previsioni meteorologiche, così come li conosciamo oggi, hanno avuto inizio durante la Seconda Guerra Mondiale. Da allora, le previsioni meteorologiche si sono basate sulle equazioni della fluidodinamica. Sfortunatamente, la natura dell'atmosfera è caotica e quindi ci vorrebbero giorni, se non settimane, per risolverle. Con l'avvento dei computer moderni negli anni '50, i modelli meteorologici furono il primo insieme di equazioni matematiche che sfruttavano la capacità di calcolo veloce dei computer, ad esempio l'Electronic Discrete Variable Automatic Calculator (EDVAC) dell'Università della Pennsylvania.

Intorno agli anni '60, la capacità dei modelli fu ampliata dalla previsione del tempo giornaliero alla proiezione del clima. Oggi il rapporto del Gruppo intergovernativo di esperti sul cambiamento climatico (IPCC) discute i risultati dei modelli climatici impostati con diversi possibili scenari, dai modelli che prevedono l'impatto di zero emissioni di carbonio nei prossimi decenni ai modelli che prevedono l'impatto di un aumento delle emissioni di carbonio ogni decennio. Questi modelli sono molto utili non solo per informare i decisori politici (governo) su cosa fare con l'ambiente, ma anche per sensibilizzare l'opinione pubblica sul fatto che il cambiamento climatico antropogenico (causato dall'uomo) è una questione seria. Per questo duro lavoro, l'IPCC ha ricevuto il Premio Nobel per la Pace nel 2007; Syukuro Manabe della Princeton University e Klaus Hasselmann del Max Planck Institute for Meteorology hanno ricevuto il Premio Nobel per la Fisica nel 2021 per aver aperto la strada alla modellizzazione fisica del clima terrestre, quantificandone la variabilità e prevedendo in modo affidabile il riscaldamento globale.

Dov'è la Chiesa in tutto questo? Nella 35ª Congregazione Generale del 2008, i Gesuiti hanno sollevato le loro



preoccupazioni sui cambiamenti climatici e sul degrado ambientale. Hanno chiesto a tutte le loro case e opere di avviare una sensibilizzazione e di intraprendere le azioni necessarie per combattere questi problemi ambientali. Più recentemente, nel 2015, Papa Francesco ha pubblicato l'enciclica *Laudato Si'* per affrontare sia le questioni ambientali che sociali del nostro tempo. Egli ricorda ad ogni essere umano che l'ingiustizia commessa contro la nostra casa è pari all'ingiustizia commessa contro i nostri fratelli e sorelle poveri ed emarginati. Egli invita non solo i cattolici, ma anche chiunque abbia buona volontà, a una *reformatio vitae*. Da allora, lo spirito della *Laudato Si'* si è diffuso a tutte le persone e a molte istituzioni.

La Specola Vaticana, che osserva e studia il cielo dal 1871, rivolge anche il suo sguardo alla Terra, la sua casa. Un atto concreto che la Specola Vaticana ha posto in essere negli ultimi anni è stato quello di sfruttare l'energia della nostra stella, il Sole, installando una serie di pannelli solari sul tetto della sede della Specola Vaticana a Tucson, in Arizona. L'energia per alimentare i nostri dispositivi elettronici, dalle lampade ai frigoriferi ai computer, ora proviene al 100% direttamente dalla nostra stella, visibile quasi tutto l'anno nel cielo terso del deserto dell'Arizona. Ciò riduce significativamente il nostro consumo energetico! Un altro atto verso l'attenzione della Specola Vaticana nei confronti dell'ambiente è stato cooptarmi come meteorologo (scienziato dell'atmosfera), per lavorare alla ricerca e alla modellizzazione meteorologica, e gradualmente alla ricerca sul clima.

Tuttavia, non sono stato l'unico meteorologo nella storia della Specola Vaticana, ci sono stati alcuni gesuiti e non che hanno lavorato nel campo della meteorologia. Angelo Secchi, S.J., noto come il padre dell'astrofisica, era uno di loro. Infatti, era un appassionato meteorologo del suo tempo. Costruì la prima macchina chiamata meteografo, che registrava quotidianamente dati meteorologici, dalle temperature alla direzione/velocità del vento, alla pressione atmosferica. Per il meteografo, Secchi ricevette la medaglia d'oro del Gran Premio all'Esposizione Universale di Parigi del 1867. La sua passione per la meteorologia era quella di comprendere la dinamica dell'atmosfera e, così facendo, sperava di poterne ricavare una previsione che, a sua volta, potesse aiutare ad informare le persone sulle condizioni meteorologiche future.

Oggi il campo della meteorologia e della climatologia utilizza ampiamente i supercomputer per analizzare petabyte di dati che ogni secondo fluiscono da satelliti e osservazioni terrestri e prevedere il tempo o il clima del futuro. La Specola Vaticana non ha bisogno di avere o allestire propri siti di osservazione. Un ricercatore ha solo bisogno di accedere a quei set di dati, risorse di calcolo e, soprattutto, creatività e collaborazione con altri scienziati dell'atmosfera in tutto il mondo, per contribuire alla comprensione dell'atmosfera e al miglioramento delle previsioni meteorologiche e delle proiezioni climatiche. Questo è il vero contributo all'umanità che la Specola Vaticana può dare oggi per conto della Chiesa.

Per realizzare questo contributo, continua la sua collaborazione con i colleghi negli Stati Uniti, in Messico, in Arabia Saudita e nei paesi del Sud America. Ora è per conto della Specola Vaticana. Il lavoro di ricerca spazia dall'assimilazione dei dati, al monitoraggio delle nuvole, alle previsioni meteorologiche estreme, fino alle proiezioni climatiche per l'intero Sud America. Per la prima volta, ho presentato la ricerca sull'assimilazione dei dati per conto della Specola



Vaticana all'assemblea annuale dell'European Geoscience Union a Vienna, nel 2025. È stata accolta con entusiasmo! Sebbene sia troppo tecnica e complicata da spiegare qui, i risultati danno qualche speranza di migliorare le previsioni di pioggia nelle regioni in cui i dati osservativi sono limitati o assenti. Per quanto riguarda le proiezioni climatiche, partecipa a un gruppo di lavoro che sta attualmente pianificando alcuni scenari modello con cambiamenti nei paesaggi delle foreste tropicali del Sud America. Siamo curiosi di sapere come questi cambiamenti influenzeranno il meteo in Sud America.

Con il recente sviluppo dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning (AI/ML), la comunità della modellistica atmosferica sta esplorando modi per applicare questa tecnologia alle previsioni meteorologiche. Grazie alla disponibilità di dati osservativi raccolti nel corso di molti decenni e di modelli di rianalisi, è oggi possibile addestrare i computer a riconoscere schemi e comportamenti dell'atmosfera, con la speranza che in futuro possano contribuire alla previsione del tempo. Una delle sfide attuali consiste nel verificare se i sistemi basati su AI/ML possano produrre previsioni meteorologiche a breve termine, ad esempio a 24 ore, con prestazioni comparabili o superiori a quelle dei modelli fisici tradizionali accoppiati con tecniche di assimilazione dati.

Alcune persone nella comunità della modellistica credono che non si possa fare affidamento al 100% sull'AI/ML per fare previsioni meteorologiche; i modelli fisici sono ancora necessari. Un modo per usarla è lasciare che gestisca alcuni calcoli non lineari nei modelli atmosferici. Questo farà sì che essi funzionino più velocemente e forse ridurrà le incertezze in alcune variabili.

Sebbene viviamo nell'atmosfera terrestre e respiriamo aria ogni secondo, non ne sappiamo ancora molto. Ci saranno quindi molte cose da fare in futuro nel campo della meteorologia e delle scienze atmosferiche, e la Specola Vaticana può dare il suo contributo.

SPECOLA VATICANA: UN MESE CON I GIOVANI ASTRONOMI DEL FUTURO



P. David Brown, SJ
Specola Vaticana

La Scuola Estiva biennale forma talenti internazionali puntando su inclusione, eccellenza scientifica e collaborazione globale nelle nuove frontiere dell'astronomia.

Uno degli eventi più importanti della Specola Vaticana è la Scuola Estiva della durata di un mese per studenti avanzati di astronomia, che si tiene presso la sede della Specola a Castel Gandolfo a cadenza biennale. Inizialmente proposta dal defunto Padre Martin McCarthy SJ, la Scuola Estiva della Specola Vaticana (VOSS) accoglie studenti che stanno completando la laurea triennale o che stanno iniziando un corso di specializzazione e che intendono intraprendere una carriera in astronomia. Avviata nel 1986, questa scuola accoglie 25 studenti da tutto il mondo, con un forte impegno nel supportare gli studenti provenienti dai Paesi in via di sviluppo. I docenti delle varie scuole provengono dalle migliori Università di tutto il mondo. Una delle caratteristiche distintive di questa scuola sono i legami che si creano tra gli studenti durante queste quattro settimane e che spesso durano tutta la vita. Queste scuole hanno permesso agli ex studenti della Scuola Estiva della Specola Vaticana di accedere a posizioni accademiche di rilievo nelle Università di tutto il mondo. Negli ultimi anni, un numero crescente di docenti della

scuola, è costituito da ex studenti di scuole precedenti. È sorprendente vedere la loro generosità nel donare alle nuove generazioni ciò che hanno ricevuto gratuitamente.

Il tema della Scuola Estiva tenutasi quest'anno alla Specola, dall'1 al 27 giugno 2025, è stato *"Esplorare l'Universo con il JWST: i primi tre anni"*. Il James Webb Space Telescope (JWST) è il nuovo telescopio spaziale, successore del telescopio spaziale Hubble; le immagini e i dati da esso ottenuti stanno approfondendo la comprensione del cosmo da parte dell'umanità. Quest'anno, la Scuola è stata guidata da me, che ho ricoperto il ruolo di Preside della Scuola Estiva, fungendo da collegamento tra docenti, studenti, personale, comunità gesuita e Direttore della Specola. I dottori Eiichi Egami, Almudena Alonso Herrero, Roberto Maiolino, Maria Drozdovskaya e Thomas Greene hanno fatto parte del corpo docente della Scuola, tutti esperti in vari aspetti del telescopio Webb. Tre dei docenti erano ex studenti della Scuola Estiva. I docenti guidano gli studenti attraverso lezioni e progetti di ricerca specifici. I 25 studenti stessi sono stati selezionati da un gruppo di candidati internazionali, con oltre il 50% di donne. Gli studenti selezionati hanno dimostrato non solo un'elevata preparazione accademica, ma anche un forte senso di comunità e il loro entusiasmo.



Le Scuole Estive sono molto intense, con quattro settimane di lezioni giornaliere, esercitazioni e ospiti relatori. Inoltre, la Specola Vaticana, si occupa dei pasti di studenti e docenti e organizza diversi eventi sociali serali nei fine settimana. Quest'anno sono state organizzate escursioni culturali per gli studenti in luoghi come Subiaco, Firenze e Ostia Antica. Per contribuire all'atmosfera internazionale della Scuola, la Specola ha invitato gli Ambasciatori presso la Santa Sede dei rispettivi Paesi di origine degli studenti a visitare la Specola per pranzare con i loro studenti. Diverse agenzie di stampa/giornalistiche, a volte provenienti dagli stessi Paesi di alcuni studenti, hanno visitato la Specola per realizzare servizi giornalistici sul lavoro della VOSS. Suor Raffaella Petrini e l'Avvocato Giuseppe Puglisi-Alibrandi hanno visitato e parlato con gli studenti della Scuola. Infine, il corpo docente e gli studenti della VOSS2025, così come l'intero staff della Specola, il 16 giugno 2025 hanno avuto il privilegio di essere ricevuti in Udienza privata da Papa Leone XIV.

La Scuola è stata resa possibile dal generoso sostegno della Vatican Observatory Foundation, con sede negli Stati Uniti d'America. Grazie alla generosità dei nostri benefattori, la Specola Vaticana può accogliere studenti da tutto il mondo, indipendentemente dalle loro condizioni economiche. Questo sostegno finanziario aiuta la Specola Vaticana a svolgere una funzione vitale ed essenziale: sostenere giovani astronomi provenienti da contesti meno privilegiati, soprattutto nei Paesi in cui l'astronomia non è ancora molto sviluppata.

Oltre alla Scuola Estiva, la Fondazione sostiene la borsa di studio McCarthy-Stoeger, che offre a un ex studente della Scuola Estiva. La borsa di studio McCarthy-Stoeger copre i primi due anni del dottorato di ricerca in astronomia presso l'Università dell'Arizona. Prende il nome dai defunti Padri Martin McCarthy, S.J. e William Stoeger, S.J., due membri di spicco dello staff della Specola Vaticana. La borsa di studio McCarthy-Stoeger della Specola Vaticana per il periodo 2026-2028 è stata assegnata allo studente cileno Hugo Cortés Muñoz. Cortés Muñoz ha partecipato alla Scuola Estiva del 2025. Attualmente è iscritto a un corso di laurea magistrale in astronomia presso l'Università del Cile, dove sta lavorando a una tesi in astronomia osservativa extragalattica, incentrata sullo studio dell'ambiente circostante le galassie utilizzando oggetti molto luminosi, come i quasar. Spera di laurearsi nei prossimi mesi e di iniziare un dottorato di ricerca entro il 2026.

Cortés Muñoz è nato nel 2000 a Santiago del Cile, dove è cresciuto. Il suo insegnante di fisica al liceo lo convinse che i nuovi telescopi costruiti nel nord del Cile offrivano grandi opportunità ai cileni di entrare a far parte della comunità scientifica internazionale. Cortés Muñoz si iscrisse al corso di laurea in ingegneria presso l'Università del Cile, per poi passare all'astronomia. È interessante notare che uno di quei nuovi telescopi in Cile ora porta il nome di una delle insegnanti della prima Scuola Estiva del 1986: Vera Rubin.

Tanti ex studenti sparsi nelle facoltà di astronomia di tutto il mondo, la Scuola Estiva della Specola Vaticana e la borsa di studio McCarthy-Stoeger portano grande notorietà alla Specola e al Vaticano in generale. Gli ex studenti amano tornare a visitare l'Osservatorio di Castel Gandolfo e questo è un segno dell'ampio rispetto e affetto di cui la Specola gode nel mondo dell'astronomia.



DISCORSO DEL SANTO PADRE LEONE XIV AI PARTECIPANTI ALLA SCUOLA ESTIVA DI ASTROFISICA PROMOSSA DALLA SPECOLA VATICANA

Sala del Concistoro, Lunedì, 16 giugno 2025



Sono lieto di avere questa opportunità di salutare tutti voi, studenti e studiosi di varie parti del mondo che partecipate alla Scuola estiva della Specola Vaticana. Offro i miei oranti buoni auspici perché questa esperienza di vivere e studiare insieme non sia solo un arricchimento accademico e personale, ma aiuti anche a sviluppare amicizie e forme di collaborazione che non possono che contribuire al progresso della scienza al servizio della nostra unica famiglia umana.

La Scuola estiva di quest'anno è dedicata — così mi dicono — al tema Esplorare l'universo con il telescopio spaziale di James Webb. Senz'altro questo deve essere un momento entusiasmante per essere astronomi! Grazie a quello strumento davvero notevole, per la prima volta siamo in grado di scrutare nel profondo nell'atmosfera degli esopianeti, dove potrebbe svilupparsi la vita, e studiare le nebulose, dove si formano i sistemi planetari stessi. Con il Webb possiamo perfino tracciare la luce antica di galassie lontane, che parla dell'inizio stesso del nostro universo.

Gli autori delle sacre Scritture, scrivendo così tanti secoli fa, non hanno potuto beneficiare di questo privilegio. Tuttavia, la loro immaginazione poetica e religiosa ha riflettuto su come poteva essere stato il momento della creazione, quando "Le stelle brillano dalle loro vedette e gioiscono; egli le chiama e rispondono: 'Eccoci!' e brillano di gioia per colui che le ha create" (Baruc 3, 34). Oggi le immagini del James Webb non ci riempiono forse di meraviglia e, di fatto, di una gioia misteriosa mentre contempliamo la loro sublime bellezza?

Il team scientifico del Telescopio Spaziale ha lavorato duramente per rendere queste immagini disponibili al pubblico, cosa per la quale tutti noi possiamo essere grati. In modo speciale, però, tutti voi che partecipate alla Scuola estiva avete ricevuto le competenze e la formazione che vi possono consentire di utilizzare questo straordinario strumento per allargare la nostra conoscenza del cosmo del quale siamo una parte minuscola ma significativa.

Naturalmente nessuno di voi è giunto da solo a questo punto. Ognuno di voi fa parte di una comunità molto più grande. Pensate a tutte le persone che negli ultimi trent'anni hanno lavorato per costruire il Telescopio Spaziale e i suoi strumenti e a coloro che hanno lavorato per elaborare le idee scientifiche per la cui verifica è stato ideato. Oltre al contributo dei vostri colleghi scienziati, ingegneri e matematici, è anche grazie al sostegno delle vostre famiglie e di tanti vostri amici che avete potuto apprezzare e prendere parte a questa straordinaria impresa, che ci ha permesso di vedere in modo nuovo il mondo che ci circonda.

Pertanto, non dimenticate mai che ciò che fate è volto a beneficiare tutti noi. Siate generosi nel condividere ciò che apprendete e ciò che sperimentate al meglio delle vostre capacità e in qualsiasi modo possiate farlo. Non esitate a condividere la gioia e lo stupore nati dalla vostra contemplazione dei "semi" che, con le parole di Sant'Agostino, Dio ha sparso nell'armonia dell'universo (cfr. De Genesis ad litteram, V, 23, 44-45). Più gioia dividerete più gioia creerete, e così, attraverso la vostra ricerca della conoscenza, ognuno di voi potrà contribuire alla costruzione di un mondo più pacifico e giusto.

Con queste riflessioni, amici miei, vi ringrazio nuovamente per la vostra visita e vi assicuro delle mie preghiere per voi, le vostre famiglie e il vostro lavoro e su tutti voi invoco volentieri le benedizioni di Dio della sapienza e della comprensione, della gioia e della pace.

Che Dio vi benedica.

ACCOGLIENZA ALLA SPECOLA



P. Jacek Olczyk, SJ
Assistente del Direttore della Specola Vaticana

Da quasi un secolo, la Specola Vaticana svolge un ruolo importante nella diffusione della conoscenza astronomica, ispirando visitatori e favorendo il dialogo tra studenti, ricercatori e pellegrini a livello globale. In collaborazione con i Musei Vaticani, organizza visite guidate e sessioni di osservazione astronomica, avvicinando il pubblico sia all'universo che al ricco patrimonio culturale vaticano.

Percorrendo la via Appia verso sud, già da lontano si distingue chiaramente il profilo del Palazzo Apostolico di Castel Gandolfo. Sui suoi tetti spiccano due cupole, immediatamente riconoscibili eppure così diverse da quelle che sovrastano le chiese: non custodiscono altari o reliquie, ma strumenti di osservazione che aprono finestre sugli angoli più remoti e sconosciuti del cielo. Sono le cupole astronomiche della Specola Vaticana, che da quasi un secolo permettono di rivelare l'universo agli esseri umani, guidandoli verso le profondità dello spazio. Si può ancora vedere il motto inciso da Papa Pio XI vicino alla cupola fotografica: *"Deum Creatorem, venite adoremus!"*, ispirato alle parole dei Magi: *"Abbiamo visto la sua stella e siamo venuti per adorarlo!"*. Un invito che ha accompagnato generazioni di astronomi nel loro lavoro notturno e continua a parlare ai visitatori di oggi.

Oggi i quattro telescopi sono aperti ai visitatori. Le Cupole del Palazzo Apostolico ospitano un telescopio visuale e un doppio astrografo, strumenti che permettono di osservare e fotografare il cielo con grande precisione. Qui i visitatori possono assistere a un breve filmato sulla storia della Specola e ammirare una selezione di strumenti astronomici che raccontano l'evoluzione della ricerca scientifica. Le Cupole Barberini, invece, custodiscono il telescopio Schmidt, il *Carte du Ciel* e un grande spazio museale. Oggi i quattro telescopi sono aperti ai visitatori e sono puramente di interesse storico in quanto, a causa dell'inquinamento luminoso divenuto sempre più evidente dagli anni Settanta, il telescopio utilizzato dalla Specola Vaticana per effettuare osservazioni e ricerca astronomica è il VATT (Vatican Advanced Technology) che fu costruito negli anni Ottanta a Tucson, in Arizona.

La Specola Vaticana non è solo un osservatorio scientifico, ma anche un luogo di formazione e un ponte tra storia, scienza e cultura. Quattordici gesuiti lavorano oggi alla



Specola. Nonostante l'esiguo numero e l'impegno nella ricerca, hanno accolto nell'ultimo anno i visitatori di ogni età e provenienza. Sono stati accolti studenti dei licei locali, docenti universitari, ricercatori internazionali, diplomatici presso la Santa Sede e numerosi gruppi religiosi – gesuiti, domenicane, salesiane, carmelitane e altri – offrendo occasioni di dialogo tra fede, scienza e contemplazione del creato.

Negli ultimi anni la Specola ha intrapreso un percorso di apertura sempre più ampio verso il pubblico, grazie alla collaborazione con la Direzione dei Musei Vaticani. Il 3 agosto 2023 è stato avviato il programma ufficiale di visite guidate alla Specola e all'Antiquarium, con partenza dal Palazzo Apostolico. Dal 2024 è possibile accedere anche senza guida ufficiale, purché accompagnati da personale accreditato o da un astronomo della Specola, rendendo l'esperienza più flessibile e personalizzata.

Sempre dal 2024 sono attive visite pubbliche ai telescopi Carte du Ciel e Schmidt nelle Cupole Barberini: gruppi fino a 25 persone, cinque giornate al mese, nei giorni attorno al Primo Quarto di Luna. Sono state introdotte anche osservazioni serali sotto le stelle, guidate da astronomi autorizzati, che hanno un riscosso un successo crescente.

Il 19 ottobre 2024 ha segnato un'altra tappa significativa: l'apertura al pubblico delle Cupole Astronomiche del Palazzo Apostolico. Nei primi mesi del 2025 si sono registrati oltre 7000 visitatori, che si sommano ai 1880 del 2024. Anche le visite dedicate esclusivamente alla Specola mostrano una crescita costante: dai 225 visitatori del 2023 ai 447 del 2024, fino ai 332 nei primi mesi del 2025.

Nell'ambito dell'anno giubilare, la Specola Vaticana, in collaborazione con la Johns Hopkins University e lo Space Telescope Science Institute (STScI), ha organizzato una mostra, *"Incantati dalla Meraviglia"*, presso le Cupole Barberini delle Ville Pontificie: essa celebra lo stupore suscitato dalle immagini del cosmo catturate dai telescopi spaziali Hubble e James Webb. Riprendendo le parole di Papa Leone XIV, l'esposizione unisce bellezza e conoscenza scientifica, mostrando pianeti, stelle nascenti, galassie lontane e fenomeni spettacolari che rivelano l'evoluzione dell'universo. Il percorso, arricchito dai contributi di scienziati della Johns Hopkins University e dello Space Telescope Science Institute, accompagna i visitatori in un viaggio attraverso le scoperte che questi strumenti straordinari hanno reso possibili. La mostra rappresenta un'ulteriore attrazione per l'esperienza dei visitatori a Castel Gandolfo.

Questo percorso di apertura e accoglienza è il risultato di un lavoro corale. La sinergia con la Direzione dei Musei Vaticani si è rivelata essenziale per rendere operativi e accessibili i percorsi di visita, garantendo al tempo stesso sicurezza, qualità e rigore scientifico.

Oggi la Specola Vaticana continua a essere non solo un osservatorio scientifico di rilievo internazionale, ma un luogo dove la conoscenza si intreccia con la formazione, la meraviglia e l'incontro tra persone e culture. Sotto le sue cupole il cielo continua a offrire a studenti, ricercatori, religiosi e pellegrini un'esperienza unica, in cui scienza, fede e bellezza si incontrano in modo armonioso e profondo.



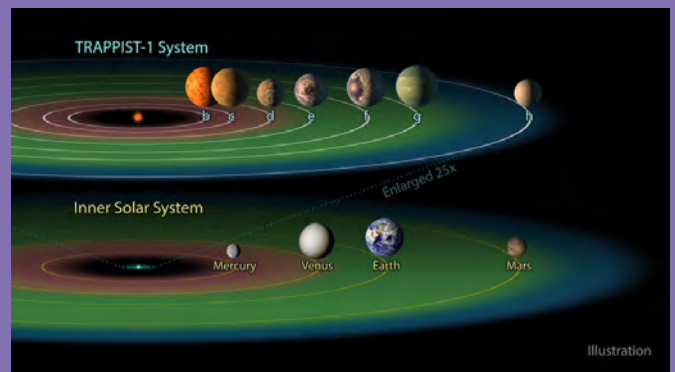
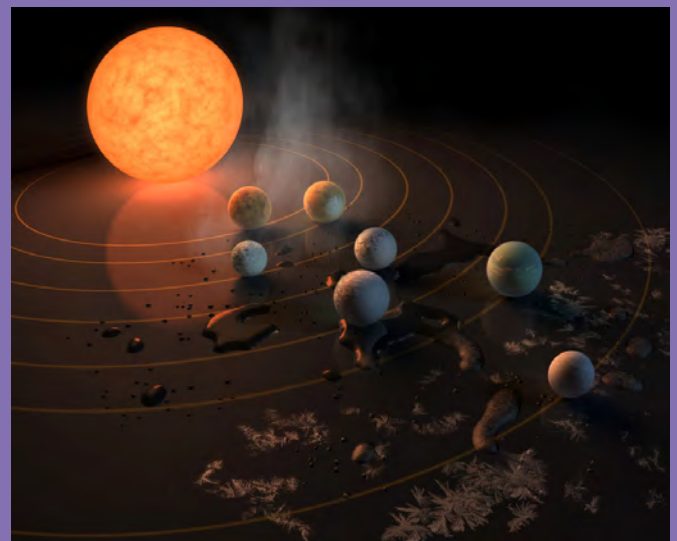
ESOPIANETI: SIAMO SOLI NELL'UNIVERSO?



P. Richard D'Souza, SJ
Direttore della Specola Vaticana

Gli esseri umani sono sempre stati ossessionati da tre domande fondamentali: **Da dove veniamo? Dove stiamo andando? Siamo soli nell'Universo?** Con lo sviluppo dell'astronomia moderna, quest'ultima domanda è evoluta da antica meraviglia a una delle ricerche più urgenti della scienza. Per la maggior parte della storia umana, i pianeti del nostro sistema solare erano gli unici mondi che conoscevamo, ma più li studiavamo con cura, più diventava chiaro che nessuno di essi era attualmente ospitale alla vita. La Ricerca per l'Intelligenza Extraterrestre (SETI in Inglese) da decenni scruta i cieli in cerca di segnali radio anomali che potrebbero tradire l'esistenza di una civiltà tecnologica altrove, finora senza successo. Nel frattempo, la questione se altre stelle ospitassero i propri pianeti rimaneva puramente filosofica — una questione di speculazione piuttosto che di scienza. Questo è cambiato drasticamente nel 1992, quando gli astronomi rilevarono i primi esopianeti confermati in orbita attorno a una pulsar, e di nuovo nel 1995, quando Michel Mayor e Didier Queloz scoprirono il primo pianeta in orbita attorno a una stella simile al Sole, 51 Pegasi b — un traguardo storico per il quale ricevettero il Premio Nobel per la Fisica nel 2019. Queloz è stato anche docente di una delle Scuole Estive della Specola Vaticana, un collegamento appropriato data la profondità delle domande riaperte dalla loro scoperta. Da allora, le dighe si sono rotte. Sappiamo ora che i pianeti non sono rari incidenti cosmici, ma piuttosto una caratteristica quasi universale delle stelle, gli scienziati stimano che nella nostra Galassia sola ci siano miliardi e miliardi di mondi in attesa di essere compresi.

Gli astronomi utilizzano diverse tecniche ingegnose per rilevare gli esopianeti, poiché questi mondi distanti sono troppo piccoli e deboli per essere visti direttamente attraverso un telescopio. Il metodo più efficace è il **metodo del transito**, in cui gli scienziati monitorano la luminosità di una stella nel tempo e cercano minuscole diminuzioni periodiche che si verificano quando un pianeta passa davanti ad essa — è così che le missioni NASA Kepler e TESS hanno scoperto migliaia di mondi. Un altro approccio potente è il **metodo della velocità radiale**, che rileva il sottile "dondolio" gravitazionale indotto da un pianeta nella sua stella ospite; mentre il pianeta orbita, tira la stella legger-



TRAPPIST-1 System							
	b	c	d	e	f	g	h
Orbital Period (days)	1.51	2.42	4.05	6.10	9.21	12.35	~20
Distance to Star (AU)	0.011	0.015	0.021	0.028	0.037	0.045	~0.06
Planet Radius (Earth radii)	1.09	1.06	0.77	0.92	1.04	1.13	0.76
Planet Mass (Earth masses)	0.85	1.38	0.41	0.62	0.68	1.34	—

Solar System (for reference)				
	Mercury	Venus	Earth	Mars
Orbital Period (days)	87.97	224.70	365.26	686.98
Distance to Star (AU)	0.387	0.723	1.000	1.524
Planet Radius (Earth radii)	0.38	0.95	1.00	0.53
Planet Mass (Earth masses)	0.06	0.82	1.00	0.11

mente verso e lontano dalla Terra, causando spostamenti misurabili nello spettro di luce della stella. La tecnica del **microlensing gravitazionale** osserva come la luce di una stella distante si illumina brevemente quando una stella che ospita un pianeta passa davanti ad essa, piegando e amplificando la luce come una lente. Infine, l'**osservazione diretta** — sebbene estremamente impegnativo — utilizza

telescopi potenti equipaggiati con coronografi per bloccare il bagliore di una stella e fotografare direttamente i pianeti in orbita, che funziona meglio per pianeti grandi e giovani lontani dalle loro stelle. Conosciamo ora più di 6000 esopianeti confermati, con migliaia di candidati in attesa di verifica, rivelando una sorprendente diversità tra loro.

La pura varietà degli esopianeti ha sovvertito le nostre assunzioni su come appaiono i sistemi planetari. Prima delle prime scoperte, gli astronomi si aspettavano che altri sistemi somigliassero al nostro — piccoli mondi rocciosi vicini alla loro stella, giganti gassosi più lontani, tutto ordinato e ben spaziato. La realtà si è rivelata molto più strana. Abbiamo trovato “hot Jupiters”, giganti gassosi che orbitano così vicini alle loro stelle che un anno dura solo pochi giorni e le temperature superficiali raggiungono migliaia di gradi. Abbiamo trovato “super-Terre”, mondi rocciosi più grandi del nostro ma più piccoli di Nettuno, una classe di pianeti che non esiste nemmeno nel nostro sistema solare. Abbiamo trovato pianeti che orbitano attorno a stelle binarie — Tatooine della vita reale con due soli che tramontano all’orizzonte.

La scoperta che più cattura l’immaginazione del pubblico è la possibilità di un pianeta simile alla Terra nella zona abitabile della sua stella. La zona abitabile di una stella è l’intervallo di distanze orbitali in cui un pianeta potrebbe teoricamente mantenere acqua liquida in superficie — non così caldo che l’acqua evapori, e non così freddo che congeli. Questa zona non è una distanza fissa ma varia a seconda delle dimensioni, della temperatura e della luminosità della stella ospite. Intorno a una piccola stella nana rossa fresca, la zona abitabile si trova molto vicina, a volte solo una frazione della distanza tra la Terra e il Sole, mentre intorno a una stella più grande e calda come una di tipo F, si estende molto più lontano. La zona abitabile del nostro Sole si estende approssimativamente da 0,95 a 1,67 volte la distanza Terra-Sole, posizionando la Terra comodamente al suo interno e Marte allettantemente vicino al suo bordo esterno. Sono stati identificati diversi candidati convincenti di esopianeti simili alla Terra nella zona abitabile. Il sistema TRAPPIST-1, a soli 40 anni luce di distanza, contiene sette pianeti di dimensioni approssimativamente terrestri, tre dei quali si trovano nella zona abitabile.

Tuttavia, gli scienziati sottolineano con cura che trovarsi nella zona abitabile è una condizione necessaria ma non sufficiente per la vita — un pianeta ha bisogno anche della composizione atmosferica giusta, attività geologica, campo magnetico e altri fattori per essere veramente ospitale. Proxima Centauri b, che orbita il nostro vicino stellare più prossimo, si trova nella zona abitabile della stella, anche se le violente eruzioni della stella ospite potrebbero rendere le condizioni ostili alla vita.

Trovare un pianeta della dimensione giusta, nell’orbita giusta, intorno al tipo giusto di stella è solo l’inizio. La sfida successiva è comprendere come sono realmente questi mondi — se hanno atmosfere, di cosa sono fatte quelle atmosfere e se le condizioni per la vita come la conosciamo potrebbero esistere lì. La sfida è enorme — le atmosfere degli esopianeti sono segnali incredibilmente deboli sepolti nella luce schiacciante delle loro stelle ospiti — ma gli osservatori e le missioni spaziali di nuova generazione stanno spingendo costantemente i confini di ciò che è rilevabile, mantenendo l’attraente possibilità di trovare vita oltre la Terra fermamente nel regno della scienza.

Negli ultimi anni, gli astronomi hanno sviluppato diverse strategie promettenti per cercare biosignature nell’atmosfera di un esopianeta. L’approccio principale consiste nell’analizzare la composizione atmosferica degli esopianeti attraverso una tecnica chiamata **spettroscopia di trasmissione**, in cui gli scienziati studiano come la luce di una stella filtri attraverso l’atmosfera di un pianeta durante un transito — diverse molecole assorbono la luce a lunghezze d’onda distinte, lasciando un’impronta chimica che telescopi potenti come il James Webb Space Telescope (JWST) possono decodificare. Gli scienziati cercano specificamente biosignature, che sono segni chimici fortemente associati a processi biologici, come ossigeno, ozono, metano e ossido nitroso; la presenza simultanea di ossigeno e metano è particolarmente eccitante, poiché questi gas reagiscono tra loro e scomparirebbero rapidamente senza una fonte biologica costante per replicarli. Oltre alla chimica atmosferica, i ricercatori cercano anche **biosignature superficiali**, come il “red edge” — un picco netto nella riflettanza infrarossa caratteristico della vegetazione fotosintetica sulla Terra e potenzialmente rilevabile su altri mondi.

Ad oggi, non sono state trovate biosignature confermate negli esopianeti. Ma i progressi nella tecnologia e la nuova generazione di telescopi spaziali in programma rendono molto probabile che entro pochi anni gli scienziati possano scoprire segni indiretti di vita su altri pianeti. È importante ribadire che non stiamo parlando di vita intelligente, ma dell’esistenza di forme basiche di vita — inclusi virus, batteri, funghi e altre forme di vita elementari. Tuttavia, le conseguenze di una tale scoperta sarebbero enormi.

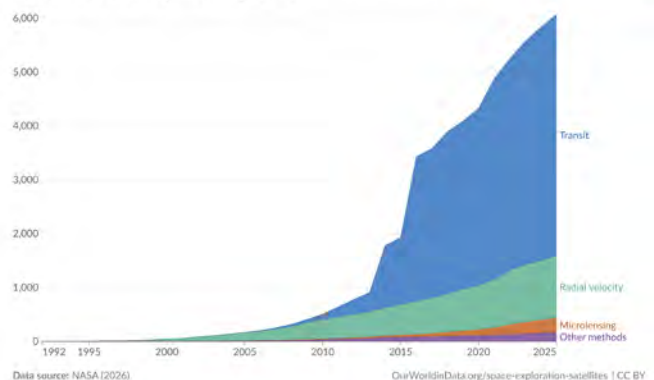
La scoperta di tali forme basiche di vita su un altro pianeta sarebbe probabilmente uno degli eventi teologici e filosofici più profondi della storia umana, costringendo ogni grande tradizione religiosa a confrontarsi con domande che i loro antichi testi e dottrine non hanno mai esplicitamente previsto. Per molti cristiani, in particolare quelli di tradizioni più letteraliste, la sfida sarebbe significativa — se l’umanità è creata a immagine di Dio e la Terra è

il palcoscenico divinamente designato per la storia della salvezza, dove si inserisce la vita extraterrestre in quella narrazione? Tuttavia, molti teologi cattolici hanno già iniziato a impegnarsi con questa possibilità, sostenendo che un cosmo vasto e pieno di vita magnificherebbe piuttosto che diminuire la gloria di un Dio creatore, riflettendo una creatività e generosità divina che si estende ben oltre il nostro piccolo angolo dell'universo. La Pontificia Accademia delle Scienze insieme alla Specola Vaticana ha organizzato uno dei suoi primi workshop sull'Astrobiologia già nel 2009 – confrontandosi con questi temi. In un'intervista con L'Osservatore Romano, più tardi nello stesso anno, P. Jose Funes SJ, direttore della Specola in quell'epoca, ha ribadito: *"Penso che non ci sia [una contraddizione]. Proprio come c'è una molteplicità di creature sulla Terra, così potrebbero esserci altri esseri, persino intelligenti, creati da Dio Questo non è in contraddizione con la nostra fede, perché non possiamo stabilire limiti alla libertà creativa di Dio. Per dirla con San Francesco, se possiamo considerare alcune creature terrestri come 'fratelli' o 'sorelle', perché non potremmo parlare di un 'fratello alieno? Anch'egli appartarrebbe alla creazione."* In definitiva, la scoperta di vita oltre la Terra non distruggerebbe necessariamente la religione, ma quasi certamente catalizzerebbe uno dei più grandi periodi di riesame teologico e reinterpretazione da quando Copernico spostò la Terra dal centro del cosmo, sfidando i credenti ovunque a espandere la loro concezione del sacro per abbracciare un universo molto più grandioso e meraviglioso di quanto le loro tradizioni avessero precedentemente immaginato.

Tuttavia, la scienza degli esopianeti sta già causando una rivoluzione più vicina a casa: ha riformulato la nostra comprensione della Terra stessa. Il nostro pianeta non è il risultato inevitabile di un qualche template cosmico — è uno dei risultati tra un intervallo quasi inimmaginabile di possibilità. Alcuni sistemi planetari sono antichi, i loro mondi hanno avuto miliardi di anni extra per evolvere rispetto al nostro. Altri orbitano in configurazioni così caotiche che orbite stabili, figuriamoci la vita, sembrano impossibili. Siamo solo a pochi decenni dall'era degli esopianeti e già l'universo appare molto più affollato — e molto più interessante — di quanto non fosse prima. La domanda non è più se esistano altri pianeti. La domanda, sempre più vicina a una risposta, è se qualcuno di essi sia casa di vita, e se questa vita ci stia guardando a sua volta.

Cumulative number of exoplanets discovered, by method

Cumulative number of planets discovered outside the Solar System, broken down by their first identification method: transit, radial velocity, microlensing, or other.



1. **Transit method** The transit method detects exoplanets by observing the dimming of a star as an orbiting planet passes between the star and the observer. This transit results in a periodic and slight dip in the star's brightness, which can be measured to infer the planet's presence, size, and orbit.
2. **Radial velocity method** Also known as Doppler spectroscopy, the radial velocity method measures changes in the star's spectrum due to the gravitational pull of an orbiting planet. As the planet orbits, it causes the star to move in a small orbit in response, which leads to slight shifts in the star's spectral lines due to the Doppler effect. These shifts can reveal the presence of a planet and provide information about its mass and orbit.
3. **Microlensing method** Gravitational microlensing occurs when the gravitational field of a star (and potentially its planet) acts as a lens, magnifying the light of a background star that happens to pass behind it from the observer's perspective. The presence of a planet can be detected through the specific characteristics of the light curve produced by this event.

