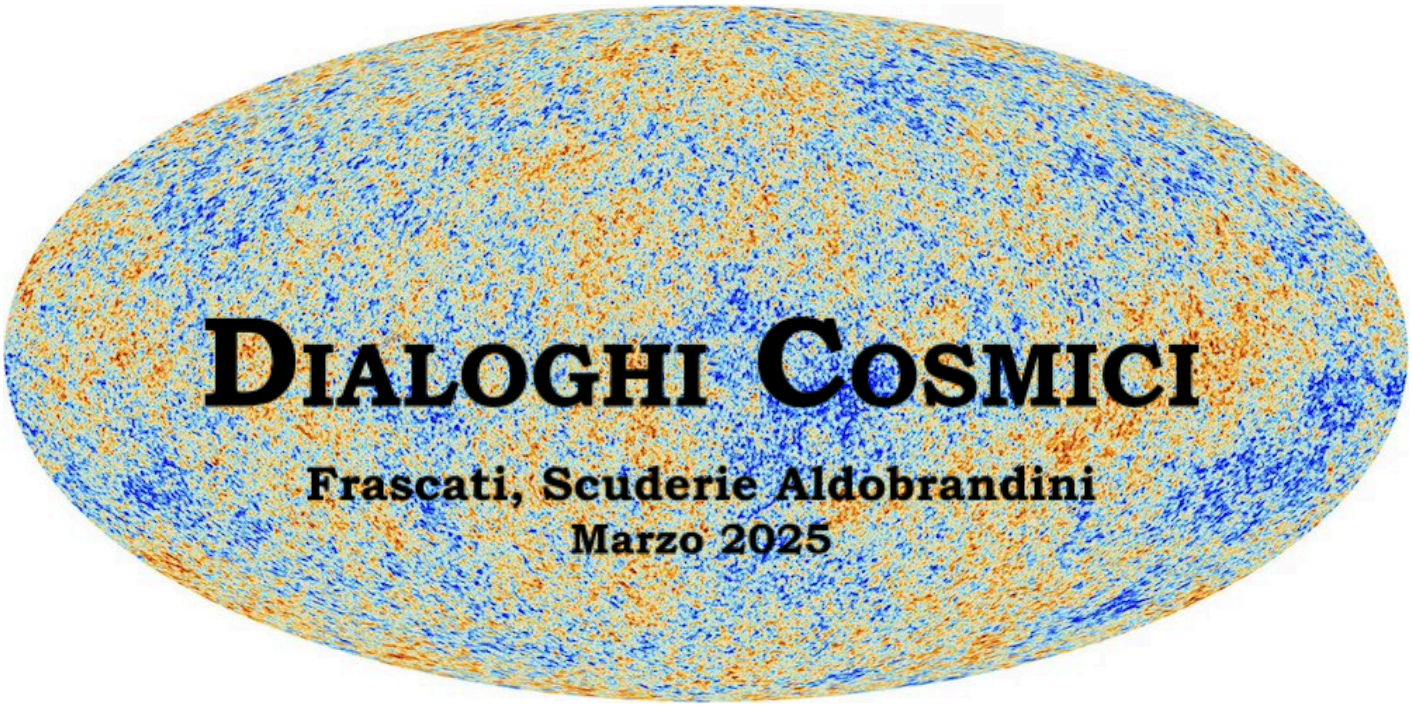


DIALOGHI COSMICI

Frascati, Scuderie Aldobrandini

Marzo 2025

Tutto quello che avreste voluto sapere sul Cosmo e che ora potete chiedere.

Dialoghi con il Prof. Paolo De Bernardis

organizzati dall'Associazione Tuscolana di Astronomia e dell'Associazione Eta Carinae

Il contesto

"Dialoghi Cosmici" si inquadra in un percorso scientifico-culturale che si svolge ormai da oltre venti anni in particolare nell'area tuscolana della Provincia Sud di Roma, iniziato con le associazioni Eta Carinae (nata nel 1991 per ricordare la figura del prof. Livio Gratton, illustre astrofisico italiano vissuto e cresciuto professionalmente nell'area di ricerca di Frascati), proseguita dall'ATA (costituitasi nel 1995).

L'ATA è riuscita a ideare e sviluppare un format di successo di divulgazione scientifica proposto nella città di Frascati e perfezionatosi nel tempo. Di seguito la successione degli eventi proposti:

- 2002: "Tutti gli Universi possibili";
- 2003: "L'Astronomia dell'Invisibile";
- 2004: "La Connessione Cosmica";
- 2005: "Spazio ...alla fantasia!";
- 2006: "L'Anteprima di Frascati Scienza";
- 2007: "Supermacchine della Scienza";
- 2008: "La Scienza & Le Origini";
- 2009: "Visioni Cosmiche 2009";
- 2010: "Finestre sull'Universo";
- 2012: "I multiversi infiniti";
- 2013: "Storie di Terra e Cielo"; 2
- 2014: "Incontri di Scienza – Tra ieri e domani";
- 2015: "Incontri di Scienza – Luce sulla Notte Europea dei Ricercatori 2015";
- 2016: "Incontri di Scienza – Alle frontiere della conoscenza".

Dopo alcuni anni di pausa, si desidera riproporre nel 2025 un ciclo di conferenze-dialoghi che, coinvolgendo tutta la popolazione e soprattutto gli Istituti scolastici del territorio tuscolano, vedrà come "centro" della manifestazione il Comune di Frascati.

Finalità ed obiettivi

La manifestazione, che si concentrerà nei mesi di Marzo e Aprile 2025, si pone quale obiettivo generale la crescita culturale e la maggiore consapevolezza di cittadini informati su ciò che li circonda, obiettivo che ogni Scienza, soprattutto le scienze che per loro natura hanno una forte attrattiva verso i non specialisti come è in primis l'astronomia e l'astrofisica, si dovrebbe porre, affrontando tuttavia i vari temi il più possibile in modo trasversale - e questo è il principale carattere innovativo - rispetto a settori della conoscenza e della cultura apparentemente lontani.

Si confermano quali obiettivi culturali specifici i seguenti:

- creare consenso pubblico intorno alla cultura scientifica, avvicinando alla stessa persone che normalmente la "sentono" come distante e/o difficile da comprendere
- in conseguenza di quanto sopra, proporre, approfondire e consolidare una connessione tra la cultura scientifica e le altre manifestazioni del sapere, anche legate alle peculiarità del territorio
- incentivare i giovani alla formazione e ad una professione nei settori scientifici e tecnologici
- contrastare il diffondersi delle pseudo-scienze e degli atteggiamenti acritici
- sistematizzare e capitalizzare l'incredibile esperienza delle ormai ricorrenti manifestazioni di divulgazione scientifica realizzate sul territorio tuscolano e renderle itineranti, "contaminando" un'area vasta
- contribuire al consolidamento di un "programma permanente di diffusione della cultura scientifica" nell'area tuscolana, basato su volontariato, inclusione, coinvolgimento della e "delle" comunità.
- coinvolgere gli studenti del territorio, stimolando l'approfondimento scientifico attraverso un collegamento diretto con la ricerca scientifica

Il programma

"Dialoghi Cosmici" sarà articolato in:

- **Cinque incontri pubblici** da effettuarsi nel mese di marzo 2025 nei sabati pomeriggio con cadenza settimanale, con il Prof. **Paolo De Bernardis**, Professore Ordinario di Astrofisica all'Università di Roma "La Sapienza", (si allega il Curriculum Vitae alla presente proposta).

- **Incontri preventivi presso le scuole del territorio o telematici** per illustrare i temi dei vari incontri e stimolare la formulazione di domande specifiche durante gli incontri pubblici direttamente da parte degli studenti.

- **Un evento finale di Star Party pubblico** da organizzarsi nei giardini di Villa Torlonia, sede naturale già frequentemente utilizzata in tante altre occasioni negli scorsi anni.

Gli incontri pubblici

Gli incontri pubblici con il Prof. De Bernardis si svolgeranno dalle ore 18:00 alle ore 20:00 presso le Scuderie Aldobrandini di Frascati.
Di seguito il programma dei sei incontri pubblici in dettaglio:

1) L'Universo omogeneo e isotropo e la sua espansione
Sabato 1 marzo, ore 18.00

Lo studio moderno dell'universo nella sua globalità (la cosmologia moderna) inizia poco più di cento anni fa, con la scoperta delle galassie, grandi agglomerati di stelle separati da enormi volumi apparentemente vuoti. Grazie allo sviluppo di potentissimi telescopi (di cui descriveremo lo sviluppo) si è capito che le galassie sono presenti ovunque nello spazio, fino alle più remote distanze che i telescopi possono sondare. Grazie all'utilizzo di precisi spettrometri (di cui daremo la descrizione) si scopre poi che la luce proveniente dalle galassie più lontane ha lunghezze d'onda tanto più allungate quanto più le galassie sono distanti: è il fenomeno del redshift cosmologico. Ovunque si puntino i telescopi, si trova sostanzialmente la stessa distribuzione statistica delle posizioni e velocità delle galassie. Questo porta all'idea che l'universo a grandi scale sia omogeneo ed isotropo: statisticamente uguale in tutte le posizioni e in tutte le direzioni. Questa idea è stata confermata sempre meglio negli ultimi decenni, con la scoperta e lo studio dettagliato dei fondi cosmici di radiazione. Possiamo quindi schematizzare l'universo a grandi scale semplificando moltissimo il problema, come quando si studia un gas e a livello macroscopico si considera la sua temperatura media e la sua pressione media, senza bisogno di studiare singolarmente i movimenti delle singole molecole. La semplificazione permette di studiare in modo quantitativo, usando una teoria basata su fisica relativamente semplice, il comportamento dell'universo a grandi scale, spiegando il sorprendente fenomeno dell'espansione dell'universo. Non ci permette invece di studiare il fenomeno della formazione e dei moti delle variegate sottostrutture che costituiscono l'universo. Ma di questo ci occuperemo in un successivo dialogo.

2) L'interpretazione fisica dell'espansione dell'Universo
Sabato 8 marzo, ore 18.00

Perché l'universo si espande? Perché lo fa con velocità proporzionale alla distanza? Perché non collassa su se stesso? Per rispondere a queste domande i cosmologi usano la fisica. Prima di tutto si chiedono quali sono le forze e le energie presenti nell'universo a grandi scale. Fanno quindi un censimento del contenuto dell'universo, oggi noto con abbondanza di dati, grazie a moltissimi e diversificati telescopi che ricevono luce, radiazioni e particelle dal cosmo. Poi utilizzano le leggi fisiche che spiegano la dinamica, cioè il movimento, a partire dalle sue cause (le forze, o le energie da cui le forze derivano). Risulta che la forza più importante alle grandissime scale che ci interessano è la gravitazione, e che la teoria che si deve utilizzare per descriverne l'azione è la relatività generale di Albert Einstein, capace di collegare l'evoluzione dello

spazio alla gravitazione generata da tutte le forme di massa ed energia presenti. Si scopre così che, per spiegare le moltissime misure effettuate sull'universo a grande scala, si deve considerare non solo l'effetto delle masse ben visibili in forma di stelle, gas e polveri nelle galassie, ma anche l'effetto di altra massa non osservabile elettromagneticamente (la cosiddetta materia oscura), e anche l'effetto di una misteriosa forma di energia detta energia oscura. Senza queste due componenti, esotiche rispetto alla fisica consolidata, non si riuscirebbero a spiegare moltissimi fenomeni che avvengono nell'universo. In questo caso, dall'osservazione dell'universo arrivano indicazioni che richiedono un miglioramento della fisica consolidata. Questo è avvenuto molte volte in passato, e avverrà in futuro, tutte le volte che nuove e più precise osservazioni e misure evidenzieranno fenomeni mai visti prima.

3) La storia dell'Universo
Sabato 15 marzo, ore 18.00

L' universo si espande e quindi si raffredda. Questo ci fa pensare che sia stato più denso e caldo nel passato. La velocità enorme ma finita della luce e delle onde elettromagnetiche permette di osservare direttamente il passato dell'universo, e tali osservazioni dimostrano che effettivamente c'è stata una espansione e un raffreddamento. Le misure ci fanno anche pensare che forse esiste un momento davvero primordiale, con densità e temperatura infinite, che chiamiamo big bang: il momento in cui l'espansione e il raffreddamento sono iniziati. Le misure, combinate con la teoria cosmologica, permettono di stabilire con una certa approssimazione quanto tempo fa è avvenuto il big bang, e com'era fatto l'universo intorno a quell'epoca primordiale. Le condizioni fisiche erano così estreme che non possono essere replicate nemmeno nei nostri laboratori più avanzati, e quindi, se scopriamo come utilizzarlo, l'universo primordiale rappresenta un laboratorio unico per la fisica più estrema. Non meno interessanti sono le successive fasi evolutive che l'universo ha attraversato prima di arrivare alla situazione attuale. Col raffreddamento diventa possibile l'aggregazione di strutture dapprima microscopiche (prima i barioni, poi i nuclei atomici, poi gli atomi, poi le molecole) e poi macroscopiche (pianeti, stelle, galassie, ammassi di galassie). Per descrivere fisicamente la formazione delle entità microscopiche si devono usare la fisica nucleare e la fisica atomica. Il confronto delle previsioni della fisica con quanto vediamo esistere nell'universo attuale permette di capire meglio sia l'universo che la fisica stessa.

4) Le strutture cosmiche
Sabato 22 marzo, ore 18.00

Grazie a numerosi e diversificati telescopi, che scrutano l'universo non solo in tutte le bande elettromagnetiche, ma anche raccogliendo particelle e onde gravitazionali, conosciamo con grande ricchezza di dettagli ciò che è presente nell'universo. E sappiamo che localmente è tutt'altro che isotropo e omogeno. Le sonde elettromagnetiche più recenti, come il satellite Planck, il satellite Euclid, il James Web Space telescope, ci hanno regalato una conoscenza dettagliatissima di come era distribuita la materia nell'universo primordiale e di come sono distribuite le strutture nell'universo formato. L'universo primordiale era estremamente omogeneo, con debolissime fluttuazioni di densità e temperatura al variare della posizione nell'universo, oggi mappate con grandissima precisione dall'esperimento Planck. Quello odierno contiene invece una gerarchia di strutture (pianeti, stelle, galassie, ammassi di galassie, superammassi) separate da enormi spazi vuoti. Il contrasto è stridente. Come si forma la gerarchia di strutture che vediamo oggi, a partire da un mezzo sostanzialmente identico dappertutto, all'inizio? La chiave è la gravitazione, che, lenta ma inesorabile, aggrega le masse presenti nell'universo. Lo fa molto lentamente, in quanto l'espansione dell'universo contrasta l'aggregazione. Le grandi simulazioni della formazione delle strutture cosmiche dimostrano che se davvero si vuole che dalla situazione iniziale quasi perfettamente omogenea descritta dalle mappe dell'universo primordiale si possa arrivare oggi, 13.7 miliardi di anni dopo, ad un universo molto strutturato, come meravigliosamente mappato dal satellite Euclid, si deve assumere che nell'universo ci sia abbondanza di materia oscura, che riesce ad aggregarsi in strutture prima della materia normale. Ma si riesce anche a spiegare l'esistenza delle prime galassie ben strutturate, evidenti nelle recenti immagini di JWST solo 500 milioni di anni dopo il big bang ? Il dibattito e gli studi sono in corso: si descriverà la situazione. Non si dimenticherà di ragionare su come queste conoscenze sono possibili grazie a strumenti di misura avanzatissimi (come i satelliti Planck, Euclid, JWST) che hanno richiesto notevolissime innovazioni strumentali, aprendo la strada ad applicazioni importanti per la nostra vita di tutti i giorni.

5) Origine e struttura dell'Universo
Sabato 29 marzo, ore 18.00

Abbiamo forti indicazioni che 13.7 miliardi di anni fa ci sia stato il big bang, l'inizio dell'espansione e dell'evoluzione dell'universo che conosciamo, e che per i primi 380000 anni l'universo sia stato completamente opaco, oltre che incandescente, come l'interno di una stella. Ne segue che, dalla nostra posizione, possiamo osservare sono una piccola parte dell'universo. D'altra parte, per quanto ne sappiamo, l'universo potrebbe essere infinitamente esteso. Abbiamo quindi accesso conoscitivo ad un volume limitato (vedremo quanto) e a un intervallo di tempo finito (come visto). La nostra incontentabile sete di capire ci spinge a chiederci: com'era l'universo prima del big bang? Che cosa c'è oltre l'orizzonte che limita la porzione di universo da noi osservabile? Ci sono e/o ci sono stati altri universi? Sono le domande più difficili, e anche le più interessanti. Nel tentativo di rispondere è stata scritta moltissima letteratura scientifica, spesso restando nel campo delle ipotesi. Tra le ipotesi più solide, qui analizziamo quella della inflazione cosmica, che offre previsioni verificabili sperimentalmente, e che in parte sono state già verificate, sia per l'origine dell'universo, sia per l'origine delle sue strutture. D'altra parte, ci sono ancora alcune osservazioni che sembrano essere in contrasto con la maggioranza delle altre. Ad esempio, il fatto che la stima della attuale velocità di espansione dell'universo risulta diversa a seconda che si osservi l'universo vicino o quello lontano (Hubble constant tension). Oppure la presenza di una grande zona di cielo con brillanza del fondo cosmico di microonde troppo bassa rispetto alle fluttuazioni presenti nel resto del cielo (CMB cold spot), e il deficit di strutture nel fondo cosmico di microonde alle scale più grandi (low CMB quadrupole). Analizzando in dettaglio questi esempi, sia per quanto riguarda i dati sia per quanto riguarda le interpretazioni, capiremo che, come tutte le discipline scientifiche, anche la cosmologia si rimette continuamente in discussione, grazie a un salutare meccanismo che permette di perfezionare e consolidare continuamente le teorie migliori, rigettando quelle che non soddisfano anche una sola misura (che ovviamente deve essere ben fatta!).

Il progetto didattico

È ormai ampiamente sperimentata l'efficacia di affiancare ad eventi divulgativi, in grado di attrarre l'interesse del pubblico vasto, anche un progetto didattico, capace di coinvolgere attivamente studenti ed insegnanti. In questo modo si ottiene un duplice effetto: avvicinare la Scuola in modo stimolante al mondo della Ricerca ed avvicinare tra loro studenti e genitori, proponendo un unico percorso di riflessione e contribuendo così a facilitare un dialogo genitori-figli su argomenti scientifici. Verranno principalmente coinvolti gli Istituti superiori di secondo grado dei Castelli Romani.

Il progetto verrà quindi rivolto direttamente agli Istituti superiori di secondo grado dei Castelli Romani: eventualmente nell'ambito del sistema PCTO, potranno partecipare massimo 20 studenti per ogni Istituto che saranno coinvolti attivamente nel progetto. Nella settimana che precede gli incontri pubblici alle Scuderie Aldobrandini, verranno organizzati degli **incontri** telematici o presso gli Istituti di seguito elencati, per indirizzare il lavoro degli studenti.

In particolare, gli studenti avranno il compito di prepararsi preliminarmente ai temi degli incontri, coordinati dai volontari dell'Associazione, elaborando delle brevi relazioni sugli argomenti e preparando una serie di domande da sottoporre al Prof. De Bernardis nei giorni delle conferenze. In questo modo gli incontri divulgativi, dopo una necessaria introduzione, partiranno proprio dai quesiti proposti dagli studenti.

Questa struttura degli incontri non solo assicura un coinvolgimento completo degli studenti ma permette di costruire la conferenza basandosi sulla curiosità e sui quesiti di un pubblico giovanile, utilizzando un taglio divulgativo.

Verranno svolte 20 ore di attività progettuali, 2 ore di preparazione con un socio volontario ATA e 2 ore di conferenza con il Prof. De Bernardis per ogni incontro pubblico. Le attività di preparazione verranno svolte in orario pomeridiano in un giorno da fissare in base alla disponibilità degli studenti partecipanti.

Gli Istituti superiori di secondo grado coinvolti saranno i seguenti:

- Liceo Classico Linguistico Scienze Umane Cicerone di Frascati
- Istituto Tecnico Tecnologico Fermi di Frascati
- Istituto Tecnico Commerciale e per Geometri Michelangelo Buonarroti

- Istituto Professionale per i Servizi Commerciali e Turistici Maffeo Pantaleoni
- Istituto Salesiano Villa Sora

Saranno anche coinvolti i licei limitrofi all'area di Frascati:
- Liceo Scientifico Statale Touschek di Grottaferrata
- Liceo Scientifico Statale Vailati di Genzano di Roma
- Liceo Scientifico Statale Vito Volterra di Ciampino.

Gli studenti coinvolti nel progetto avranno l'opportunità di:

- Sviluppare il pensiero critico e le competenze scientifiche, approfondendo tematiche di cosmologia attraverso un approccio interattivo e basato sul metodo scientifico.

- Migliorare le capacità di comunicazione e sintesi, elaborando domande e brevi relazioni sugli argomenti trattati, che saranno discusse direttamente con il Prof. De Bernardis.

- Vivere un'esperienza formativa unica, entrando in contatto con un ricercatore di fama internazionale e partecipando a un evento di divulgazione scientifica strutturato su più livelli.

- Accumulare ore PCTO certificate, spendibili nel proprio percorso scolastico, con attività che combinano preparazione teorica, interazione diretta con esperti e partecipazione attiva agli eventi pubblici.

I docenti potranno segnalare gli studenti interessati e facilitare l'organizzazione degli incontri preparatori a scuola o online. Il loro coinvolgimento è libero, ma potranno partecipare agli eventi e utilizzare i temi trattati come spunto per attività didattiche.

Star Party pubblico a Villa Torlonia

L'osservazione pubblica dei fenomeni astronomici è sicuramente, sulla base della quasi ventennale esperienza di attività divulgative dell'ATA, tra gli **eventi pubblici** che riscuotono maggiore interesse: osservare il cielo, i pianeti, le costellazioni, anche attraverso telescopi che consentono di scoprirne dettagli altrimenti invisibili, con la guida di esperti astrofili e astronomi, è una opportunità che suscita sempre grande successo ed entusiasmo del pubblico e degli studenti.

Lo Star Party concluderà la manifestazione il **sabato 5 aprile 2025**, dalle ore 20.00 alle ore 01.00 e si svolgerà presso la "classica" location di **Villa Torlonia a Frascati**.
Sarà possibile osservare, tra l'altro, la Luna quasi piena, e i pianeti Giove e Marte che daranno spettacolo.

Info e contatti

Per ulteriori informazioni è possibile contattare la segreteria ATA (segreteria@ataonweb.it) oppure il Consigliere Badoni Federico (federico.badoni@ataonweb.it).