

GRAVITAS

Cultura e scienza nei secoli tra
grandi scoperte e grandi enigmi





1. Introduzione

La gravità è di gran lunga il tema scientifico che ha maggiormente stuzzicato la curiosità di scienziati e filosofi nel corso dei secoli. Da Aristotele ai giorni nostri, domande come “come è fatto l’universo?”, “perché gli oggetti cadono?” hanno scandito le tappe del pensiero scientifico e portato, di volta in volta, a nuove concezioni del mondo intorno a noi. La ricerca di opportune risposte scientifiche a tali quesiti ha rivoluzionato la storia del pensiero scientifico portando alla definizione e alla conseguente messa in discussione di vari paradigmi (nel senso proposto da Kuhn) e, contemporaneamente, offre oggi lo scenario più ricco di scoperte e sorprese che mettono ancora una volta in discussione le nostre certezze.

Approcciarsi ai problemi sopra menzionati, significa scontrarsi inevitabilmente con lo studio dei fenomeni gravitazionali. Lo studio della gravità ha da sempre comportato uno sforzo creativo di doppia natura: da un lato, i fisici hanno cercato di comprendere la manifestazione dei fenomeni attraverso la loro osservazione e la scrittura di modelli matematici che potessero mettere in luce le leggi di natura. Dall’altro, i filosofi si sono occupati di leggere e interpretare gli studi fisici mettendo in luce concetti, visioni e conseguenze delle leggi di natura formulate dalla fisica.

Il contatto tra il mondo fisico e il mondo filosofico è stretto. La storia ci insegna che da sempre la figura dello scienziato ha coinciso con quella del pensatore-filosofo. L’analisi dei fenomeni naturali e la costruzione di un sistema di leggi per descrivere la natura porta con sé un’intrinseca necessità interpretativa figlia di un disegno concettuale proprio dello scienziato e del tempo in cui quest’ultimo ha operato. Il determinismo newtoniano ne è un esempio, con il quale la meccanica quantistica si è dovuta scontrare creando un intenso e proliferato dibattito che è andato oltre i meri termini scientifici e fisici della questione. Dal confronto tra scienza e pensiero filosofico emergono nuovi impianti descrittivi e interpretativi della natura, nuove idee creative e immaginarie, che portano con sé una carica rivoluzionaria pronta a cambiare le leggi del gioco fisico-matematico teatro del mondo in cui viviamo.

C’è stato un momento in cui i due mondi si sono separati. Dalla rivoluzione relativistica di Einstein e il successivo avvento della meccanica quantistica, fisici e filosofi hanno intrapreso strade diverse, entrambi rapiti dalle difficoltà intrinseche degli apparati concettuali e matematici oggetto dei loro studi. Da un lato si sviluppa il sapere scientifico, regno della tecnica, dall’altro nasce il sapere umanistico, regno della mente. Ci si pone una domanda: è possibile restituire una visione unitaria del sapere, superando la dicotomia scientifico-umanistica che è andata a stabilirsi nel tempo? La risposta non è di certo banale, ma è sicuramente possibile introdurre opportune strategie per raggiungere questo ambizioso obiettivo.

Per esempio, si può ripartire dalla scuola, teatro della formazione di studenti e studentesse e luogo ideale per sperimentare una visione del sapere unificato. Da questa esigenza, nasce “**Gravitas**”, un progetto di **divulgazione scientifica al confine tra fisica, filosofia e storia della scienza** rivolto a studenti e studentesse di terza, quarta e quinta superiore delle scuole italiane. “Gravitas” è il racconto della storia delle teorie gravitazionali e di tutti i fenomeni correlati alla gravità, ma non solo. È anche il racconto di chi, nel corso dei secoli, si è occupato di studiare e analizzare i fenomeni gravitazionali, sia da un punto di vista fisico che filosofico. “Gravitas” è dunque narrazione della storia di uomini e donne che con le loro idee hanno cambiato la concezione del nostro universo.

Oltre ai risultati fisici degli studi inerenti alla fisica della gravitazione, “Gravitas” ospiterà riflessioni e racconti su tutti i temi più cari alla filosofia della scienza e alla storia della scienza,

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare codice fiscale 84001850589	INFN Sezione di Cagliari – Complesso Universitario di Cagliari S.P. per Sestu km 1 – 09042 Monserrato Tel. 070 6754985/6/7 – Email: prot@ca.infn.it PEC: cagliari@pec.infn.it
---	---	---

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare SEZIONE DI CAGLIARI	
---	--	--

ripercorrendo i sentieri intellettuali che attraverso i secoli hanno illuminato le varie concezioni del mondo, con particolare attenzione ai temi legati alla gravità, anche rivisitati alla luce delle più recenti scoperte e studi. Tra questi, citiamo i cambi di paradigma tra gravità di Newton e gravità di Einstein e il dibattito della Filosofia della Scienza sulle rivoluzioni scientifiche tra Popper, Lakatos e Feyerabend, i buchi neri, che da mito fantascientifico sono ormai diventati un'osservabile sperimentalmente in maniera diretta e indiretta. Citiamo anche la Materia Oscura e l'Energia Oscura emblemi del noto-ignoto e tra i problemi aperti nella moderna cosmologia.

Tra i temi di discussione, spazio anche alla logica da **Aristotele** ai paradossi (o apparenti tali) messi in luce dalla **relatività generale**, con le idee contro-intuitive di **tempo, spazio, la relazione tra effetti quantistici e la gravità, le onde gravitazionali, la materia e l'energia oscura**. Sarà anche discusso il ruolo sociale di questa scienza, sia per il suo impatto culturale sia per quello socioeconomico.

2. Il progetto

“Gravitas” è un progetto di divulgazione scientifica al confine tra scienza, filosofia e storia della scienza organizzato e promosso dall' **Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)** in collaborazione con Università, enti e infrastrutture di ricerca del territorio italiano ed estero. Il tema principale del progetto è la gravità e il racconto della storia delle scoperte in questo ambito e dei suoi protagonisti e delle sue protagoniste. È rivolto a studentesse e studenti di terza quarta e quinta superiore e propone un'innovativa **organizzazione “bottom-up”**. Dopo una prima fase formativa di carattere scientifico sulle tematiche del progetto, gli/le studenti/esse diventeranno i/le protagonisti/e di un evento finale che sarà organizzato sotto la forma di un **festival**. L'evento sarà interamente gestito e organizzato dalle nuove generazioni partecipanti al progetto, con l'idea che sia la loro esigenza di conoscenza e comunicazione della scienza a emergere come naturale espressione di un processo di scambio proficuo tra ricercatori e ricercatrici e la società. Durante il festival, studenti e studentesse propongono tematiche, organizzano e moderano laboratori e tavole rotonde, gestiscono la comunicazione dell'evento. Un comitato scientifico di esperti svolge il ruolo di guida e formatore in tutti gli aspetti del progetto.

Il progetto si svolge in più fasi: la prima fase corrisponde alla **registrazione** di studenti/esse e docenti al progetto. La seconda fase è di natura **formativa e informativa** e consiste in una serie di incontri online tra ricercatori e ricercatrici che dialogheranno con un/a moderatore/trice e il pubblico. Essa sarà aperta a **tutte le scuole del territorio nazionale** e si svolgerà **online**. A seguire, in preparazione dell'evento finale (il festival), ci sarà una terza fase **dedicata a 30 studenti/esse** che verranno formati/e alla moderazione degli incontri, allo storytelling e alla comunicazione della scienza e a tutti gli aspetti caratterizzanti del festival finale. La quarta e ultima fase è quella del **festival** vero e proprio, in cui gli/le studenti/esse selezionate nella fase precedente saranno i protagonisti veri e propri delle attività. Organizzeranno gli incontri con gli/le esperti/e, modereranno gli incontri, realizzeranno exhibit e laboratori sia fisici che filosofi. Quest'ultima fase si svolgerà in presenza, con incontri diffusi sul territorio ospitante l'evento e in un auditorium che possa

raccogliere studenti/esse di diverse scuole e il pubblico in generale.

I temi trattati durante il progetto sono quelli della **gravità e delle grandi scoperte scientifiche** che riguardano questo ambito: i sistemi copernicano e tolemaico, il metodo scientifico di Galileo, la legge di gravitazione universale di Newton, la relatività speciale e generale di Einstein, la nuova concezione dello spazio tempo, i buchi neri, le onde gravitazionali, il rapporto e il dibattito tra relatività generale e meccanica quantistica, la materia oscura e l'energia oscura, la gravità

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare codice fiscale 84001850589	INFN Sezione di Cagliari – Complesso Universitario di Cagliari S.P. per Sestu km 1 – 09042 Monserrato Tel. 070 6754985/6/7 – Email: prot@ca.infn.it PEC: cagliari@pec.infn.it
---	---	---

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare SEZIONE DI CAGLIARI	
---	--	--

quantistica ecc. Accanto alla narrazione fisica e di pari passo con essa, si affronteranno tutti le analisi filosofiche e storiche che si sono susseguite nei secoli a partire dalle prime scoperte di Aristarco ad oggi, con particolare attenzione al carattere rivoluzionario di alcune di esse. L'innovazione apportata dal progetto in termini di contenuti sarà quella di offrire agli studenti e alle studentesse le varie sfaccettature che una domanda di ricerca in campo fisico porta con sé, dagli aspetti strettamente fisici a quelli più squisitamente storico e filosofici. Questo è un punto fondamentale per provare ad **eliminare il gap concettuale** che si è creato nel corso del Novecento tra pensiero scientifico e pensiero umanistico. Spazio anche ai temi della parità di genere nella scienza, delle ricadute sociologiche e socioeconomiche della ricerca nella società.

Vi sarà una organizzazione centrale dotata di un **comitato scientifico** autorevole che possa guidare l'organizzazione dell'evento nel modo più efficace possibile. Saranno fortemente coinvolti nella fase preparatoria di ogni edizione gli/le **insegnanti di fisica, scienze, storia e filosofia** dei trienni delle scuole superiori. Ad affiancare il ruolo del comitato scientifico ci sarà anche un **gruppo di giovani divulgatori e divulgatrici scientifiche** che operano nell'ambito della comunicazione (anche attraverso i social network) e in riferimento ai temi rilevanti del progetto. A loro il compito di dialogare con esperti e studenti e studentesse.

Il **festival sarà itinerante**. Ogni anno si sposterà in una città italiana differente, coinvolgendo un numero sempre più crescente di studenti e studentesse anche negli aspetti organizzativi delle attività di divulgazione scientifica previste nel progetto. La **prima edizione** si svolgerà in **Sardegna**, a Cagliari, anche per la rilevanza strategica che l'isola sta assumendo nel campo della fisica gravitazionale. Si pensi, per esempio, al **Sardinian Radio Telescope (SRT)** per gli studi in campo astrofisico e astronomico, all'esperimento **ARIA** nel Sulcis-Iglesiente per la ricerca della **materia oscura** e ai lavori di caratterizzazione del territorio della Barbagia di Lula, Bitti e Onanì per **Einstein Telescope**, l'interferometro gravitazionale per la misura delle **onde gravitazionali**.

3. Obiettivi

Gli obiettivi del progetto "Gravitas" sono molteplici. La pluralità delle tematiche affrontate permetterà di **allargare la base di interesse per le tematiche scientifiche**, sinora principalmente limitata agli/alle studenti/esse con propensione già innata alla scienza e alla tecnologia, anche a coloro che per loro natura sono più interessati a tematiche umanistiche.

Dall'altro lato, vista la natura variegata della platea a cui il progetto è rivolto (studenti/esse e

pubblico più in generale), ci si pone come obiettivo anche quello di favorire **l'aumento della consapevolezza e della sensibilità del pubblico** sui temi afferenti al settore tematico proposto.

I benefici culturali derivanti dalla fruizione di "Gravitas" riguardano la riflessione sul senso dell'attività di ricerca, anche in funzione dell'epoca storica attuale, mediante la connessione con la riflessione filosofica sulla costruzione delle metafisiche e visioni del mondo connesse al progredire della conoscenza scientifica.

L'aumento della consapevolezza sui temi scientifici proposti durante il progetto sarà inoltre affiancato a un'altrettanta **consapevolezza sui benefici culturali e socioeconomici della ricerca di base**. A titolo d'esempio, nel caso della ricerca in campo gravitazionale, possiamo menzionare le ricadute scientifiche riguardanti le misure di precisione, l'osservazione di buchi neri, la rivelazione delle onde gravitazionali, la ricerca di materia ed energia oscura, sia quelle tecnologiche riguardanti gli investimenti diretti sul territorio e lo sviluppo di start-up.

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare codice fiscale 84001850589	INFN Sezione di Cagliari – Complesso Universitario di Cagliari S.P. per Sestu km 1 – 09042 Monserrato Tel. 070 6754985/6/7 – Email: prot@ca.infn.it PEC: cagliari@pec.infn.it
---	---	---

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare SEZIONE DI CAGLIARI	
---	--	--

Infine, il festival permetterà a tutti i suoi fruitori di venire a conoscenza degli enti di ricerca che si occupano dello studio delle tematiche proposte, come ad esempio **l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN)** con le sue infrastrutture, i suoi progetti e la sua comunità, come anche **l'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF)**, **l'Osservatorio Astronomico di Cagliari (OAC)**, **Sardegna Ricerche**, **il Centro di Ricerca Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna (CRS4)**, **il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR)**, **le Università italiane**, **le Istituzioni** e **le Associazioni** aderenti al progetto.

4. Le fasi operative in dettaglio

Il progetto si compone di quattro fasi

Prima fase: iscrizione e registrazione studenti (Nov-Dic '21)

Durante la prima fase gli studenti e le studentesse che intendono partecipare al progetto potranno iscriversi al link di seguito compilando l'apposito form.

Ogni scuola dovrà avere un/a docente referente.

Form registrazione studenti/esse: <https://forms.office.com/r/zeRiQad37F>

Form registrazione docenti: <https://forms.office.com/r/6NwbXPF2Ha>

Seconda fase: fase formativa

La fase formativa del progetto è divisa in due parti

a) Prima parte (Dic '21 - Mar '21)

Ogni settimana (circa) si terrà un seminario sui temi di fisica e filosofia della fisica che ripercorrono lo sviluppo storico delle idee in campo gravitazionale. I seminari saranno tenuti da esperti/e del settore e moderati da comunicatori e divulgatori/divulgatrici scientifici/che. Ci sarà ampio spazio anche per le curiosità degli/le studenti/esse e del pubblico.

I seminari saranno online e della durata di massimo un'ora divisi tra l'intervento degli esperti (30-

40 minuti) e le domande del pubblico (20 minuti). Verranno trasmessi su un apposito canale Youtube e la programmazione potrebbe essere estesa fino al periodo del festival, previa disponibilità degli/le esperti/e.

Non si esclude la possibilità di organizzare i seminari in presenza nelle scuole che aderiscono all'iniziativa. Ciascuna di queste attività verrà organizzata tra le scuole e un/a referente universitario o INFN della città.

Il calendario delle attività online verrà reso disponibile al pubblico e ai docenti referenti e agli/le studenti/esse partecipanti entro l'inizio delle attività stesse.

Durante tutta la fase formativa, il lavoro del comitato scientifico sarà anche a stretto contatto con i/le docenti delle scuole secondarie di secondo grado di fisica, storia e filosofia aderenti all'iniziativa.

Agli studenti e alle studentesse partecipanti al progetto e che seguiranno i seminari verrà richiesto di produrre del materiale adatto alla condivisione sui canali social e sul sito del progetto. Tale materiale sarà sotto forma di post (immagine e didascalia) e verrà utilizzato nelle fasi che precedono il festival. La realizzazione di tale materiale sarà fondamentale per poter acquisire le ore di PCTO

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare codice fiscale 84001850589	INFN Sezione di Cagliari – Complesso Universitario di Cagliari S.P. per Sestu km 1 – 09042 Monserrato Tel. 070 6754985/6/7 – Email: prot@ca.infn.it PEC: cagliari@pec.infn.it
---	---	---

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare SEZIONE DI CAGLIARI	
---	--	--

previste dal progetto (vedi sezione 5). Tutte le indicazioni sulla realizzazione di tale materiale verranno fornite in seguito ai/le referenti scolastici/he e agli/le studenti/esse.

b) Seconda parte (Feb - Mar '22)

È rivolta a un gruppo ristretto di studenti selezionati (max 30) che parteciperanno attivamente nelle fasi organizzative del festival. Si svolgeranno attività formative su

- Come moderare interventi scientifici
- Come intervistare scienziati, con particolare attenzione verso le richieste, i bisogni e le curiosità degli studenti e delle studentesse
- Scelta delle attività e laboratori per il pubblico sui temi del festival e organizzazione calendario eventi
- La comunicazione scientifica ai tempi dei social network
- Storytelling

Terza fase: fase realizzativa (Mar – Apr '22)

Creazione delle pagine social e del sito del festival. La gestione di questi strumenti sarà in capo agli studenti e alle studentesse. Durante la fase formativa e la fase realizzativa, i partecipanti al progetto dovranno produrre del materiale di carattere divulgativo sui temi del festival che verrà poi utilizzato per arricchire le pagine social e il sito del festival. I contenuti verranno supervisionati e filtrati dai formatori e dal comitato scientifico

In questa fase, gli studenti e le studentesse verranno formati anche alla realizzazione di laboratori, exhibit e/o mostre scientifiche, nonché alla moderazione degli interventi con gli esperti e

all'organizzazione dei dibattiti con il pubblico.

Quarta fase: il Festival (Apr '22)

Il festival sarà in presenza e nel rispetto delle norme anti-Covid in vigore al momento della realizzazione dell'attività. Le attività verranno organizzate in maniera diffusa nella città ospitante. Si terranno incontri e dibattiti nei bar, pub, locali della città e uno o più eventi serali in un auditorium consono alle esigenze del programma del festival. Quest'ultimo verrà stabilito dalla direzione artistica e scientifica del festival in collaborazione con gli studenti e le studentesse che parteciperanno alla fase realizzativa, nonché degli/le insegnanti delle scuole coinvolte nel progetto.

Gli incontri verteranno sui temi del progetto con esperti/e nel campo della gravitazione, filosofia della scienza, storia della scienza, sociologia e economia. Tutti gli incontri saranno gestiti e moderati dagli studenti e dalle studentesse partecipanti.

5. Alternanza Scuola Lavoro (PCTO)

Tutte le ore di attività svolte dagli studenti, sia durante la fase formativa che durante quella realizzativa e del festival, potranno essere conteggiate come alternanza Scuola-Lavoro (Legge 107/2015) seguendo le normative dell'accordo stipulato tra la scuola e la Sezione locale dell'INFN o Università italiana aderente al progetto.

Secondo una stima preliminare, il progetto impegnerà gli/le studenti/esse per un totale di circa 60 ore a seconda delle attività che ogni scuola e ogni studente/essa deciderà di svolgere. La ripartizione delle ore di PCTO è la seguente:

- Fase formativa (parte 1): 30 ore
- Fase formativa (parte 2): 10 ore

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare codice fiscale 84001850589	INFN Sezione di Cagliari – Complesso Universitario di Cagliari S.P. per Sestu km 1 – 09042 Monserrato Tel. 070 6754985/6/7 – Email: prot@ca.infn.it PEC: cagliari@pec.infn.it
---	---	---

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare SEZIONE DI CAGLIARI	
---	--	--

- Fase realizzativa (parte 3): 10 ore
- Festival: 10 ore

Per poter ricevere gli attestati del PCTO, gli/le studenti/esse dovranno compilare un apposito questionario in fase di registrazione, caricare almeno un elaborato in un'apposita piattaforma (o inviato come da indicazioni che verranno fornite ai/le referenti scolastici/he e agli/le studenti/esse) come specificato nella sezione 4).

Sarà cura dei/le docenti referenti annotare il monte ore totalizzato dai/le propri/e studenti/esse e comunicarlo al referente istituzionale per l'invio degli attestati.

6. Ideatori del progetto, direzione artistica e comitato scientifico

Il progetto "Gravitas" nasce all'interno delle attività di divulgazione scientifica promosse dal gruppo di fisica delle astroparticelle dell'INFN e che vanno sotto il nome della sigla "DARK". Gli ideatori sono Walter Bonivento (INFN Cagliari) e Matteo Tuveri (INFN Cagliari). La direzione artistica del

progetto e del Festival è in capo a Matteo Tuveri e Walter Bonivento, i quali coordinano anche le attività del comitato scientifico. All'interno di quest'ultimo sono coinvolti ricercatori e ricercatrici italiani operanti nel territorio italiano ed europeo e che svolgono le loro attività di ricerca sia nel campo della fisica e sia nel campo della filosofia, della storia della scienza e della sociologia. Oltre al coinvolgimento dell'INFN, il comitato scientifico vede la partecipazione di esperti/e provenienti dall'Università di Cagliari, Napoli, Bologna, Roma, Pisa, Genova, Bologna, Salerno, Princeton, Montpellier, Monaco, dagli enti di ricerca INAF e OAC, CRS4, CNR e Sardegna Ricerche, dalle collaborazioni Event Horizon Telescope, Einstein Telescope, Dark Side, Euclid, Virgo, dall'istituto GSSI, dalla Fondazione ARIA, MechaneLAB, dalle associazioni culturali IDEAS e Laboratorio Scienza.

7. Il ruolo dell'INFN

L'I.N.F.N. è il promotore del progetto "Gravitas". Sono coinvolte le sezioni di Cagliari, Frascati, Genova, Napoli, Perugia, Pisa, Padova, Roma I, Salerno. Alle sezioni spetta il compito di coordinare le attività locali inerenti al progetto.

L'INFN metterà a disposizione le sue competenze scientifiche, i suoi laboratori e il materiale di divulgazione scientifica per garantire uno svolgimento ottimale del progetto e darà il supporto necessario per coinvolgere i musei interessati e le varie istituzioni locali e nazionali.

	Istituto Nazionale di Fisica Nucleare codice fiscale 84001850589	INFN Sezione di Cagliari – Complesso Universitario di Cagliari S.P. per Sestu km 1 – 09042 Monserrato Tel. 070 6754985/6/7 – Email: prot@ca.infn.it PEC: cagliari@pec.infn.it
---	---	---