

# When physics meets philosophy again: the “Gravitas” project

**Matteo Tuveri**

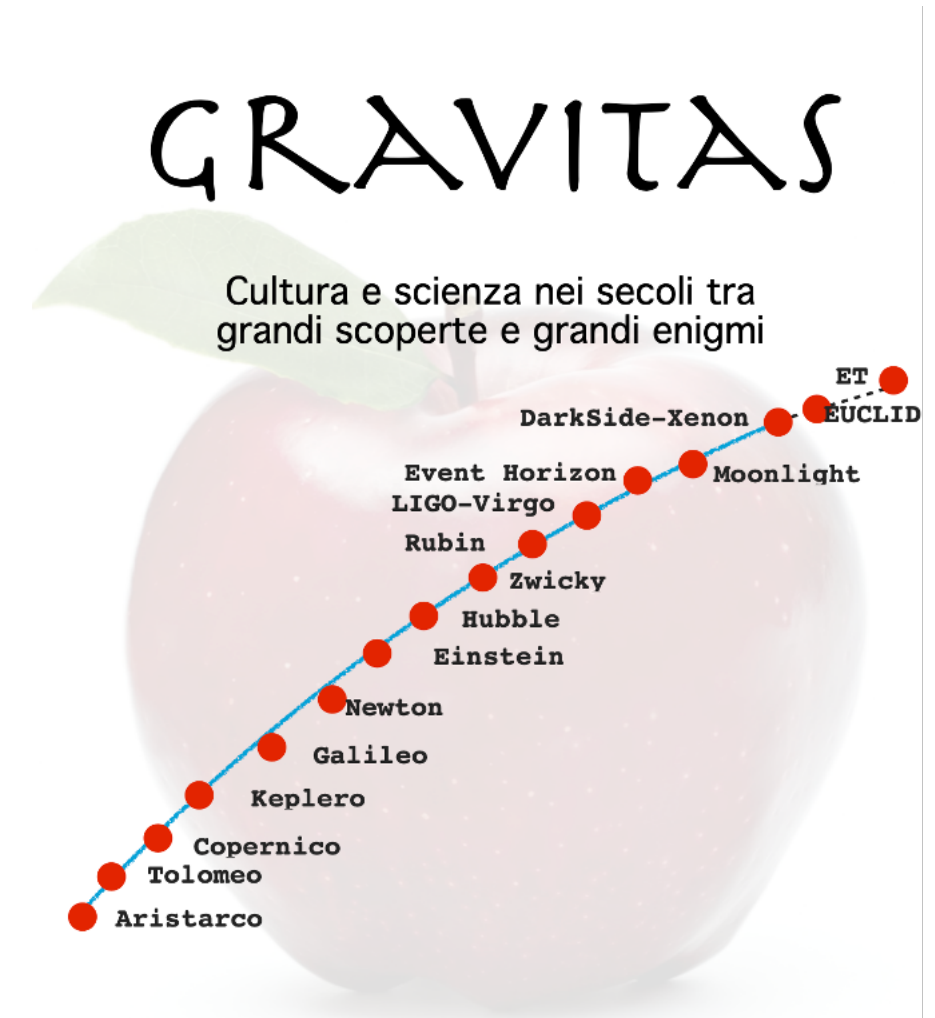
University of Cagliari and INFN Cagliari

ICHEP, Bologna, July, 8th 2022

*on behalf of the «Gravitas» scientific committee,  
Walter Bonivento (INFN Cagliari), Viviana Fanti (Unica and INFN Cagliari), Daniela Fadda (Unica)*

# Contents

- Conceptual framework
- The «Gravitas» project
- «Nuovi Dialoghi sui massimi sistemi»
- A preliminary study from a physics education research (PER) point of view
- Conclusions

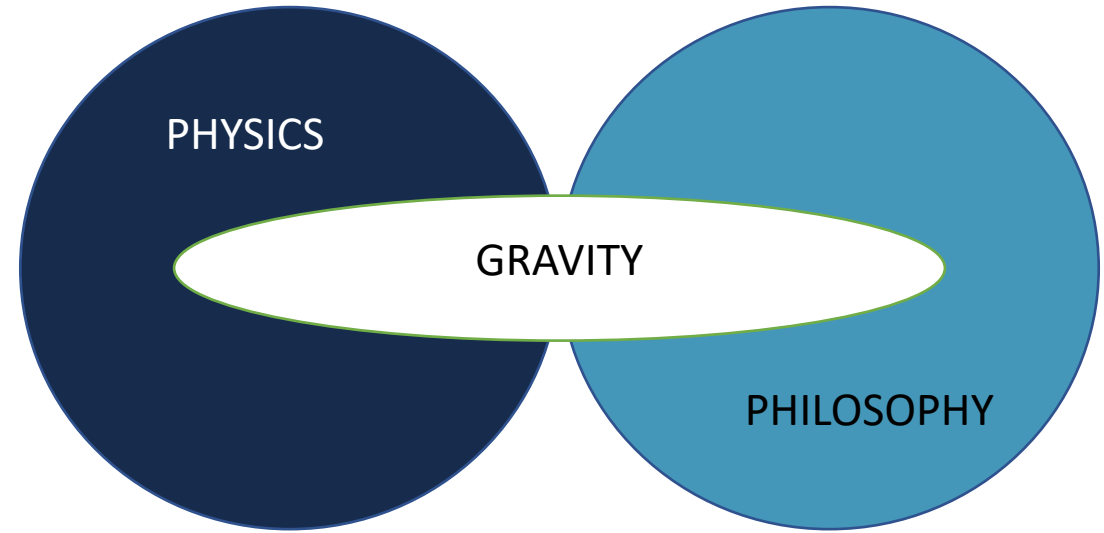
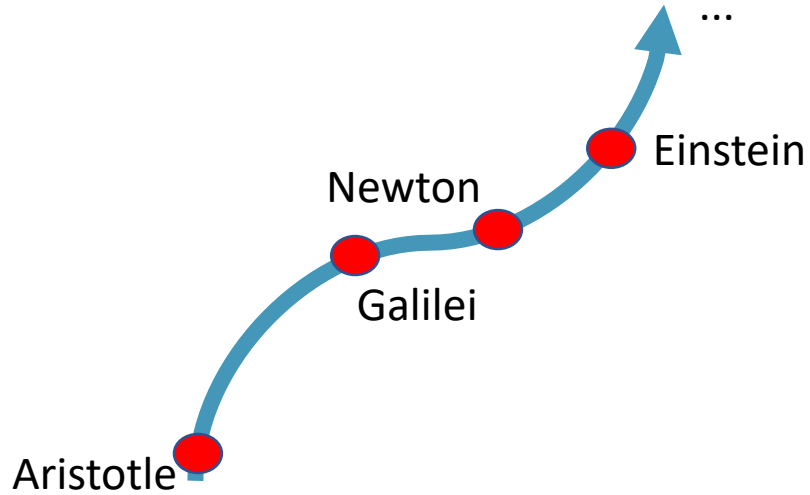


# Conceptual framework

Physical and philosophical (conceptual) questions drive human investigations of nature across the centuries

- why and how do things move?
- how is the universe made of?

The answer is a matter of ... **GRAVITY**



After 20th century scientific revolutions (general relativity and quantum mechanics) physics and philosophy have taken different paths. Is it possible to restore a **unitary scientific vision**?

**Let us start from schools!**

# The «Gravitas» project

“Gravitas” is a **multidisciplinary outreach and educational program** devoted to high school students (17-19 years old) that mixes contemporary physics and the philosophy of science

**Coordination:** INFN Cagliari (DARK)

**Scientific committee:** more than 50 physicists and philosophers of Italian and European Universities and Institutions

**Themes:** 20<sup>th</sup> century physics and philosophy of science, history of science, science communication, logics

**Goal:** recombining the conceptual and practical nature of physics offering a multidisciplinary (contemporary) vision of science and knowledge

## Organization

1<sup>st</sup> part (December '21 – April '22): online due to pandemic

*“Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi” – “New Dialogues Concerning the (Two Chief) World Systems»*

2<sup>nd</sup> part (April '22 – September '22)

*“Gravitas» festival*

- first edition in Cagliari, 24 and 25 of September 2022
- bottom-up organization: themes, formats, speakers chosen together with students who attended the first part of the project



# Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi

Online seminars format (live on INFN Cagliari Youtube channel):

- two researchers from two different fields meet a moderator and **informally** discuss about Gravitas' themes (fig 1)
- The public chats and indirectly interacts during the YouTube live or using Mentimeter (via moderator's mediation)

**16 seminars** (next slide) and **32 scientists** from European Universities and Institutions involved

Students created **posts aimed for the socials** (such as Facebook and Instagram) inspired by the seminars

**Participants:** 236 students (m=128, f=108) from 16 high schools in Sardinia subscribed to the project (n=43 were 19 yo; n=130, 18 yo; n=63, 17 yo)

127 students (m=72, f=55; 111 from scientific, 9 from «humanities», 7 from artistic high schools) wrote the posts and completely ended the project.

The average number of visualizations per Youtube video is around 270 (80 students on average during the live sessions)

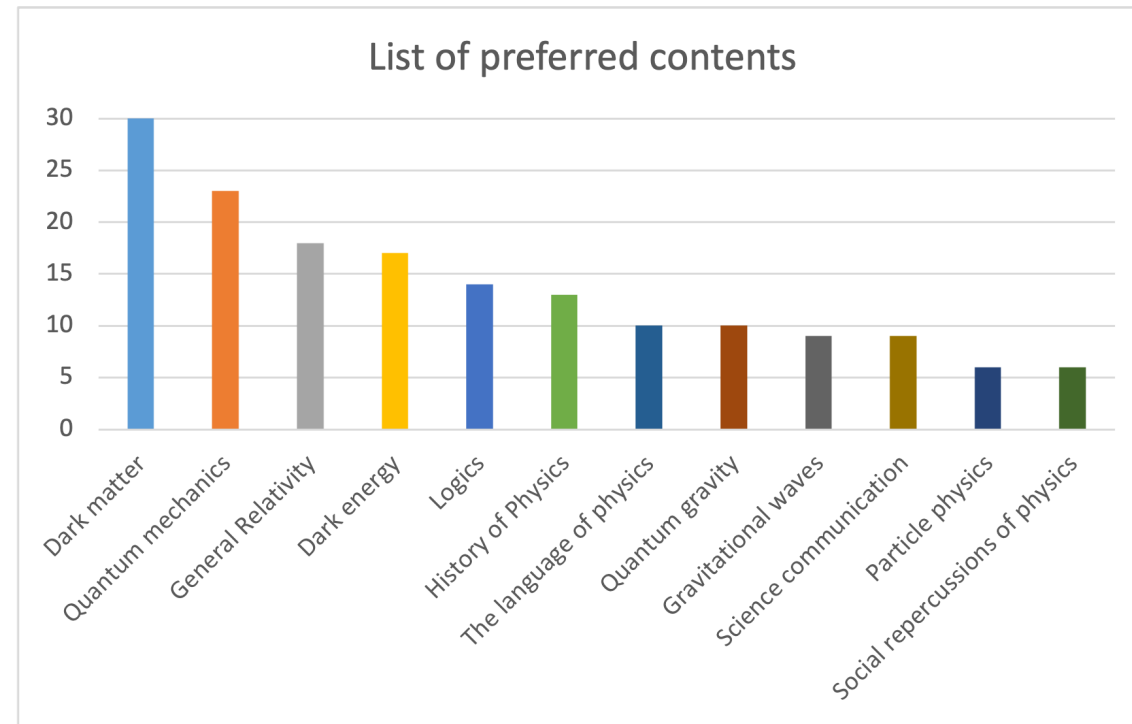


Fig. 1 List of arguments discussed during the online seminars with experts. The panel shows the number of preferences for each content.



# NUOVI DIALOGHI SUI MASSIMI SISTEMI

# NUOVI DIALOGHI SUI MASSIMI SISTEMI

## NUOVI DIALOGHI SUI MASSIMI SISTEMI



### ANTEPRIMA CHIACCHIERATE FISICO-FILOSOFICHE

### CALENDARIO CHIACCHIERATE FISICO-FILOSOFICHE DEL LUNEDÌ

### CALENDARIO CHIACCHIERATE FISICO-FILOSOFICHE DEL LUNEDÌ

**10 DICEMBRE 2021**  
**GRAVITAS, TRA FISICA, FILOSOFIA E  
 STORIA DELLA SCIENZA**  
 WALTER BONIVENTO (FISICO) E  
 MATTEO TUVERI (FISICO E DIVULGATORE)

**17 DICEMBRE 2021**  
**TRA ATOMI E SPAZIO-TEMPO: LA FISICA  
 DEL '900**  
 FRANCESCO VISSANI (FISICO) E  
 ADELE LA RANA (STORICA DELLA SCIENZA)

<p><b>10 GENNAIO 2022</b>            FILOSOFISICA DELLO SPAZIO E DEL TEMPO            DANIELE ORITI (FISICO) E            MAURO DORATO (FILOSOFO)</p> <p><b>17 GENNAIO 2022</b>            LE RIVOLUZIONI CONCETTUALI DEL '900            MARIANO CADONI (FISICO) E            MATTEO MORGANTI (FILOSOFO)</p> <p><b>24 GENNAIO 2022</b>            FISICA, CHE SCIENZA SEI?            DAVIDE DE BIASIO (FISICO E DIVULGATORE) E            GAIA CONTU (FILOSOFA E DIVULGATRICE)</p> <p><b>31 GENNAIO 2022</b>            QUESTIONE DI METODO            CHIACCHIERATA MAGISTRALIS CON            MICHELE CAMEROTA (STORICO DELLA SCIENZA)</p>	<p><b>7 FEBBRAIO 2022</b>            GIOCARE CON I QUANTI            PAOLA VERRUCCHI (FISICA) E            ROSSELLA LUPACCHINI (FILOSOFA)</p> <p><b>14 FEBBRAIO 2022</b>            DE COMMUNICATIONIBUS (NON) DISPUTANDUM EST            ELISABETTA GOLA (FILOSOFA) E            MATTEO SERRA (FISICO E COMUNICATORE)</p> <p><b>21 FEBBRAIO 2022</b>            SULLA CRESTA DELL'ONDA GRAVITAZIONALE            MICHELE PUNTURO (FISICO) E            PAOLO PANI (FISICO)</p> <p><b>28 FEBBRAIO 2022</b>            IL LINGUAGGIO DELLA FISICA            FRANCESCA ERVAS (FILOSOFA) E            SILVIA CASU (FISICA E DIVULGATRICE)</p>
--	---


<p><b>7 MARZO 2022</b>            LA MATERIA CREATRICE, TRA LOCKE, NEWTON E            IL BOSONE DI HIGGS            ROBERTO EVANGELISTA (FILOSOFO) E            PIERLUIGI PAOLUCCI (FISICO)</p> <p><b>14 MARZO 2022</b>            L'IMPATTO SOCIALE DELLA SCIENZA            MARIA CHIARA DI GUARDO (ECONOMISTA) E            EMILIANO ILARDI (SOCIOLOGO)</p> <p><b>21 MARZO 2022</b>            IL LATO OSCURO DELLA MATERIA            CRISTIAN GALBIATI (FISICO) E            GIOVANNI COVONE (FISICO)</p> <p><b>28 MARZO 2022</b>            LOGICA-MENTE FISICA            GIUSEPPE SERGIOLI (MATEMATICO) E            FEDERICO LAUDISA (FILOSOFO)</p>	<p><b>4 APRILE 2022</b>            IL LATO OSCURO DELL'UNIVERSO            RICCARDO MURGIA (FISICO) E            LUCA PORCELLI (FISICO)</p> <p><b>11 APRILE 2022</b>            QUALE FUTURO PER LA GRAVITÀ?            TAVOLA ROTONDA</p> <p>&amp;</p> <p><b>PRESENTAZIONE FESTIVAL "GRAVITAS"</b>            MODERANO MATTEO TUVERI E WALTER BONIVENTO</p>
---	--

MODERANO MATTEO TUVERI (FISICO E DIVULGATORE) E WALTER BONIVENTO (FISICO)  
 TUTTI GLI INCONTRI SONO TRASMESSI ALLE ORE 16:00 SUL CANALE YOUTUBE E  
 SULLA PAGINA FACEBOOK INFN CAGLIARI

MODERANO MATTEO TUVERI (FISICO E DIVULGATORE) E WALTER BONIVENTO (FISICO)  
 TUTTI GLI INCONTRI SONO TRASMESSI ALLE ORE 16:00 SUL CANALE YOUTUBE E  
 SULLA PAGINA FACEBOOK INFN CAGLIARI

TUTTI GLI INCONTRI SONO TRASMESSI ALLE ORE 16:00 SUL CANALE YOUTUBE E  
 SULLA PAGINA FACEBOOK INFN CAGLIARI

Fig. 2 Examples of posters



NUOVI DIALOGHI SUI MASSIMI SISTEMI

RIPRODUCI TUTTI

## DARK - Gravit s: Nuovi Dialoghi Sui Massimi Sistemi

16 video • 643 visualizzazioni • Ultimo aggiornamento in data 18 mag 2022


Pubblica

↻ ↗ ...

Al via la nuova rubrica dei "Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi", le chiacchierate fisico-filosofiche del luned  a cura della Sezione di Cagliari dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare in collaborazione con Universit  ed Enti di Ricerca Nazionali ed Europei.

Durante gli incontri, due ricercatori/trici di ambiti differenti chiacchierano su


ORDINA



56:51

### Nuovi Dialoghi Sui Massimi Sistemi - Questione di Metodo


INFN Cagliari



1:15:34

### Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi - Fisica, che scienza sei?


INFN Cagliari



1:08:43

### Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi - Le rivoluzioni concettuali nella fisica del '900


INFN Cagliari



1:15:11

### Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi - Filosofica dello spazio e del tempo


INFN Cagliari



1:02:06

### Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi - Tra Atomi e Spazio-tempo: La fisica del '900

INFN Cagliari



45:54

### Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi: la "Gravit s"

INFN Cagliari

Fig. 3 Gravit s' online seminars playlist on INFN Cagliari Youtube Channel

# The posts

Students wrote 1 post for each month (4 post in total on 4 different arguments)

They could work in group

## Structure of the post

- name, surname, school and class
- image
- text
- references (for text and images)
- hashtags

Posts will be used in the Gravitas Festival for an art-like exhibition



more info? ... follow «**Festival Gravitas**»  
**social media** (FB & IG), come to Cagliari and  
participate to the Festival!

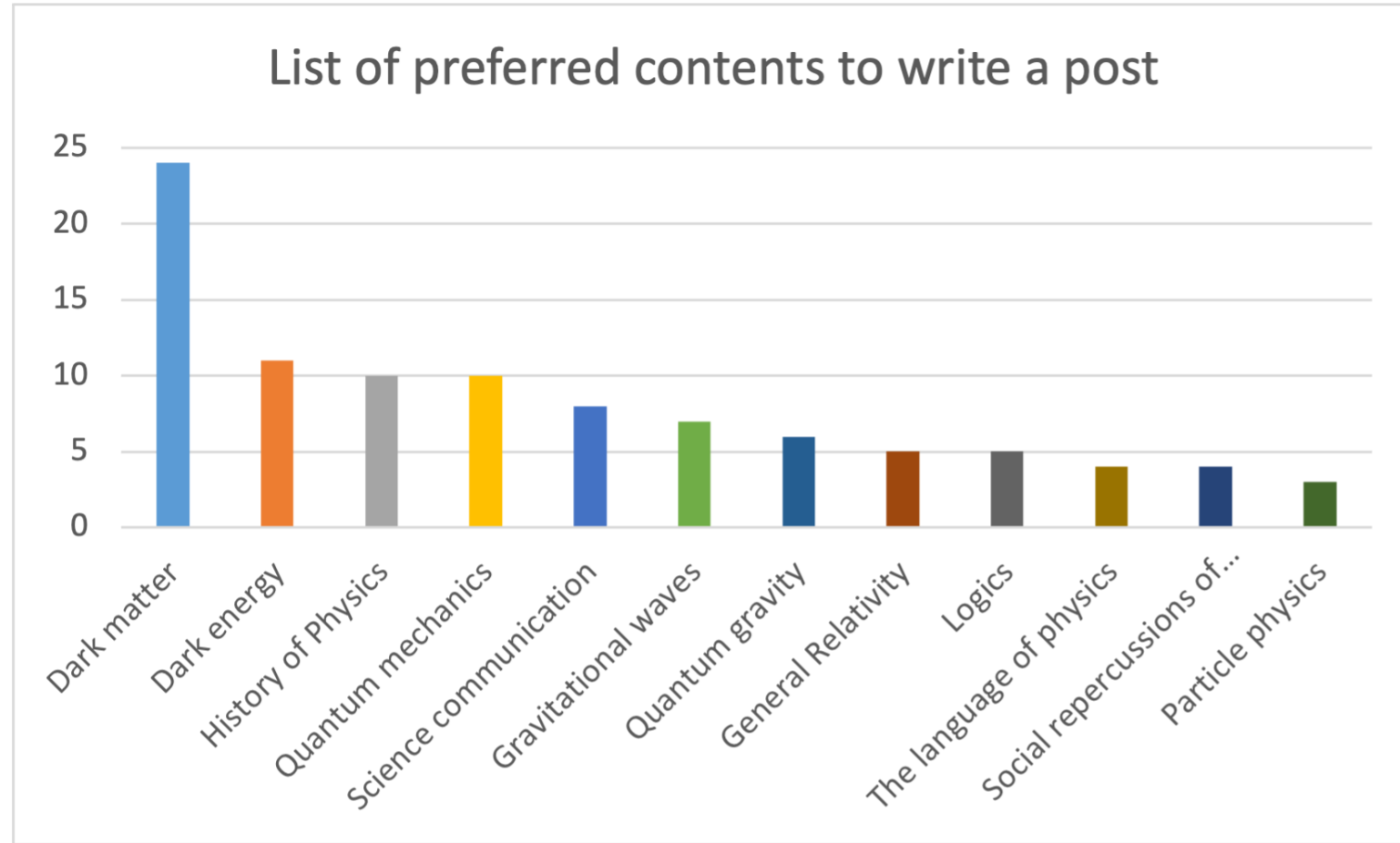


Fig. 4 List of preferred contents to write a post. The panel shows the number of preferences for each content. Note that data arise from the questionnaire, not from the number of posts we collect



## FILOSOFISICA SPAZIO-TEMPO



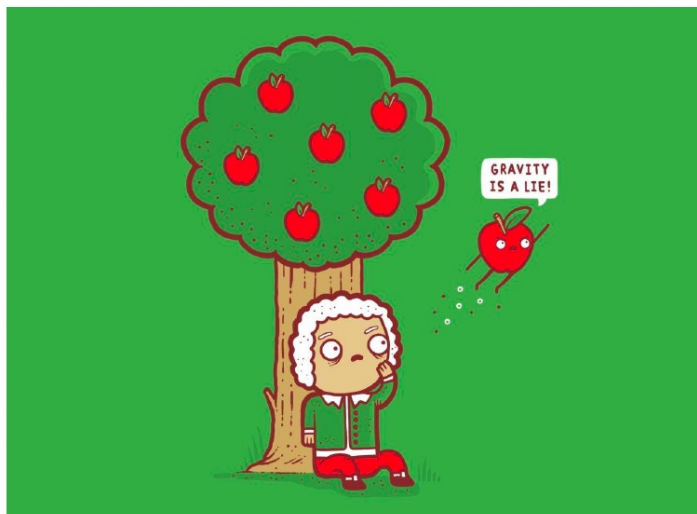
Spazio e tempo, sono due entità che influenzano la nostra quotidianità e che apparentemente sembrano separate e che invece poi scopriamo con la fisica che esse si possono unire; non ci sarebbe fisica se non potessimo rapportare le cose più astratte con la vita di tutti i giorni. Spazio e tempo mettendoli assieme creano un sistema fisico con le loro equazioni e proprietà fisiche; le quali non sono determinabili, ma cambiano nel tempo. Con la meccanica quantistica si dà vita al rapporto tra spazio-tempo che vede le proprietà dei sistemi misurabili simultaneamente e solo in maniera probabilistica.

FONTI: chiacchierata divulgativa “Filosofica dello spazio e del tempo” dei seminari “Nuovi Dialoghi Sui Massimi Sistemi” del progetto “Gravitas”

IMMAGINE: tratta da “spazio-tempo-luce-energia.it”

#Gravitas #INFN #Scienza #Fisica #Filosofia #Filosofica #Gravità #Meccanicaquantistica #Spazio-tempo #Spazio #Tempo #Spaziotempo #Filosofi #Fisici

4° class, Scientific Lyceum



Nei secoli il concetto di gravità è stato più volte rielaborato. Si inizia a parlarne fin da Aristotele: la gravità è la qualità dei corpi che si muovono naturalmente verso il basso.

Con Galileo si ha la prima visione moderna di questa forza, ma è con Newton che la si inizia a comprendere.

Per il fisico inglese «La gravità esiste in tutti i corpi ed è proporzionale alla quantità di materia contenuta in ciascuno di essi.»; inoltre «La gravitazione verso le singole particelle di un corpo è inversamente proporzionale al quadrato delle distanze dei luoghi da tali particelle». L'utilizzo del termine *gravitatio*, al posto di *gravitas*, segnò il passaggio dalla vecchia concezione di gravità come “pesantezza”, all'idea di gravità come forza di attrazione reciproca tra i corpi.

Tuttavia ai primi del Novecento la stessa assumerà un'altra veste più articolata; tutto cambiò.

Fonti: [Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi: la "Gravitas"](#)

[Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi: Tra Atomi e Spazio-tempo: La fisica del '900](#)  
[La gravità, una vera attrazione](#)

Immagine: [La forza di gravità è il vero carburante delle sonde spaziali](#) (tech.everyeye.it)

#Gravitas #INFN #Spaziotempo

«Gravità, l'oscura forza che manipola la realtà»

3° class, Scientific Lyceum



Oggi ci troviamo di fronte, racconta l'economista Maria Chiara Di Guardo, a grandi sfide: la fame nel mondo, i cambiamenti climatici, l'inclusione e la guerra.

La ricerca scientifica offre opportunità per risolvere tutti questi problemi, tramite dell'innovazione sociale, strumento per trasformare idee, progetti e intuizioni in realtà concrete e realizzabili.

L'uomo vive da un paio di secoli in un sistema capitalista, afferma il sociologo Emiliano Iardi, basandosi sull'assunto che ogni elemento del mondo è materiale, chiedere l'utilità della scienza è lecito.

Per comprendere l'utilità sociale della scienza è senz'altro utile riflettere sui prodotti che consumiamo quotidianamente caratterizzato da una forte base scientifica: film, libri, serie TV e videogiochi.

Inoltre il solo fatto che la scienza venga continuamente raccontata in modi e forme diverse fa comprendere la sua importanza per la società.

Fonti immagine:

<https://thevision.com/intrattenimento/interstellar/>

<https://www.pngkey.com/maxpic/u2a9o0u2i1e6t4u2/>

[https://www.nicepng.com/ourpic/u2q8q8a9w7u2q8w7\\_fallout-3-vault-boy-png-fallout-vault-boy/](https://www.nicepng.com/ourpic/u2q8q8a9w7u2q8w7_fallout-3-vault-boy-png-fallout-vault-boy/)

<https://www.mymovies.it/film/2023/untitled-j-robert-oppenheimer-movie/>

([Nuovi Dialoghi sui Massimi Sistemi - L'impatto sociale della scienza](#))

#filosofica #fisica #physics #intrattenimento #movies #videogames #science #universe #scienze #fallout #interstellar

4° class, Scientific Lyceum

Fig 5. Examples of posts. The text displayed here is a part of the complete caption they wrote.

# A preliminary study from a Physics Education Research point of view

## Quantitative instrument

Research questionnaire to investigate items such as

- motivation (in physics and philosophy),
- the learning process of contents during «Gravitas»,
- how the project's activities influence students' interest towards physics, philosophy, science communication
- students' feelings about a possible implementation of Gravitas methodology in schools.

Students could answer by using a 6-points Likert scale, from 1 (completely disagree) to 6 (completely agree).

## Research questions

- monitoring students' motivation towards physics and philosophy on specific items
- how the project can influence students' perception on physics and philosophy, science communication and students' interest in these three fields
- Investigation about students' feelings on the possibility to bring the Gravitas' format and contents also to school

**The sample:** we collect 70 answers (m=42, f=28) in the period April (end of the project) – June 2022

**Analysis:** qualitative analysis (means and standard deviation) and analysis of variance (ANOVA) based on gender (not shown here).

Answers are shown in next slides (where not specified, the y-axis shows the 6-points Likert scale cited above).

For each investigated topic, the Cronbach's alpha is higher than 0.8

# Results (1)

How the project influenced students' perception on Gravitas' topics

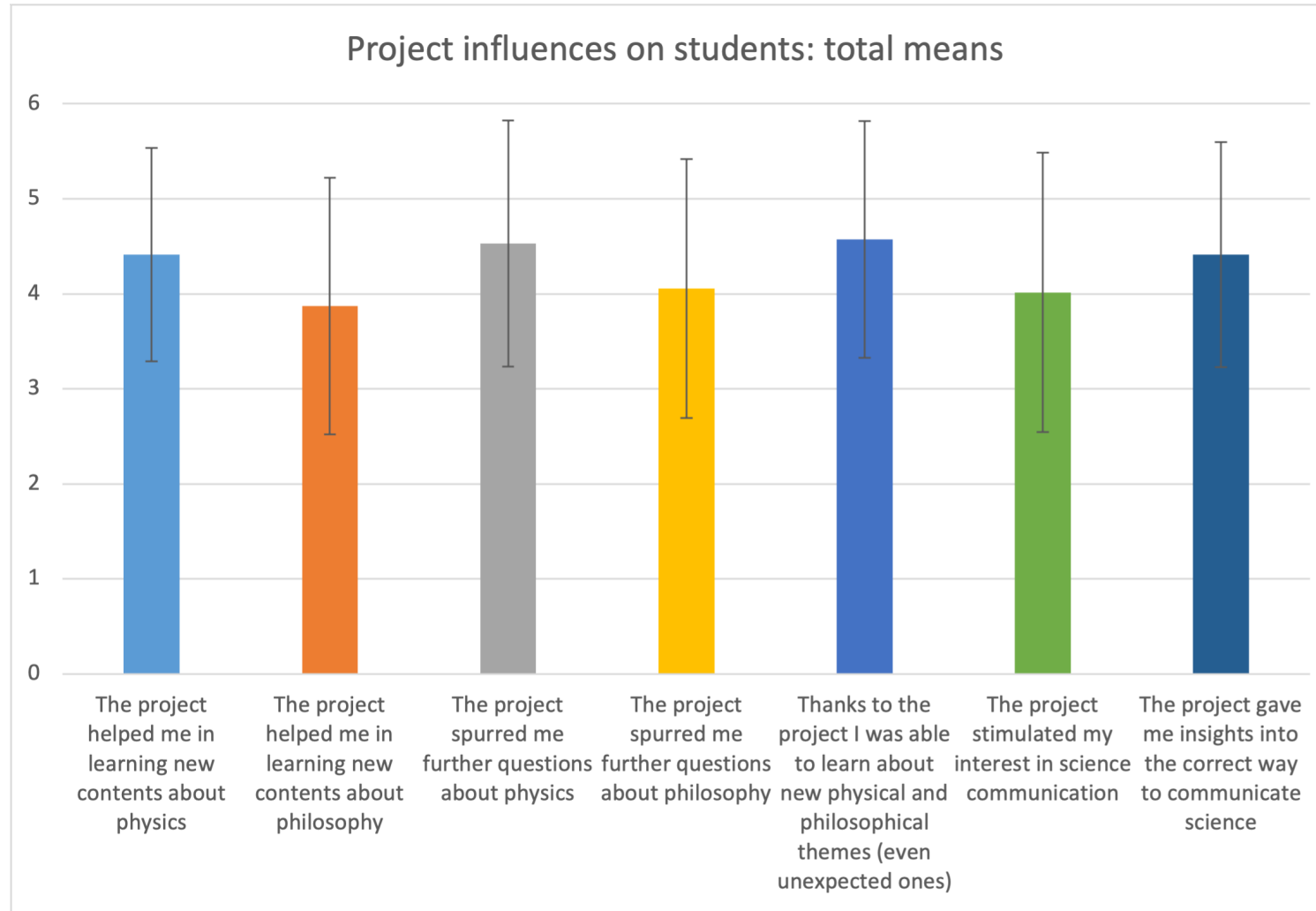


Fig. 6 The panel shows the means related to the influence the project has had on students about physics, philosophy and science communication. Error bars are the standard deviation.

# Results (2)

How the project influenced students' perception on Gravitass' topics

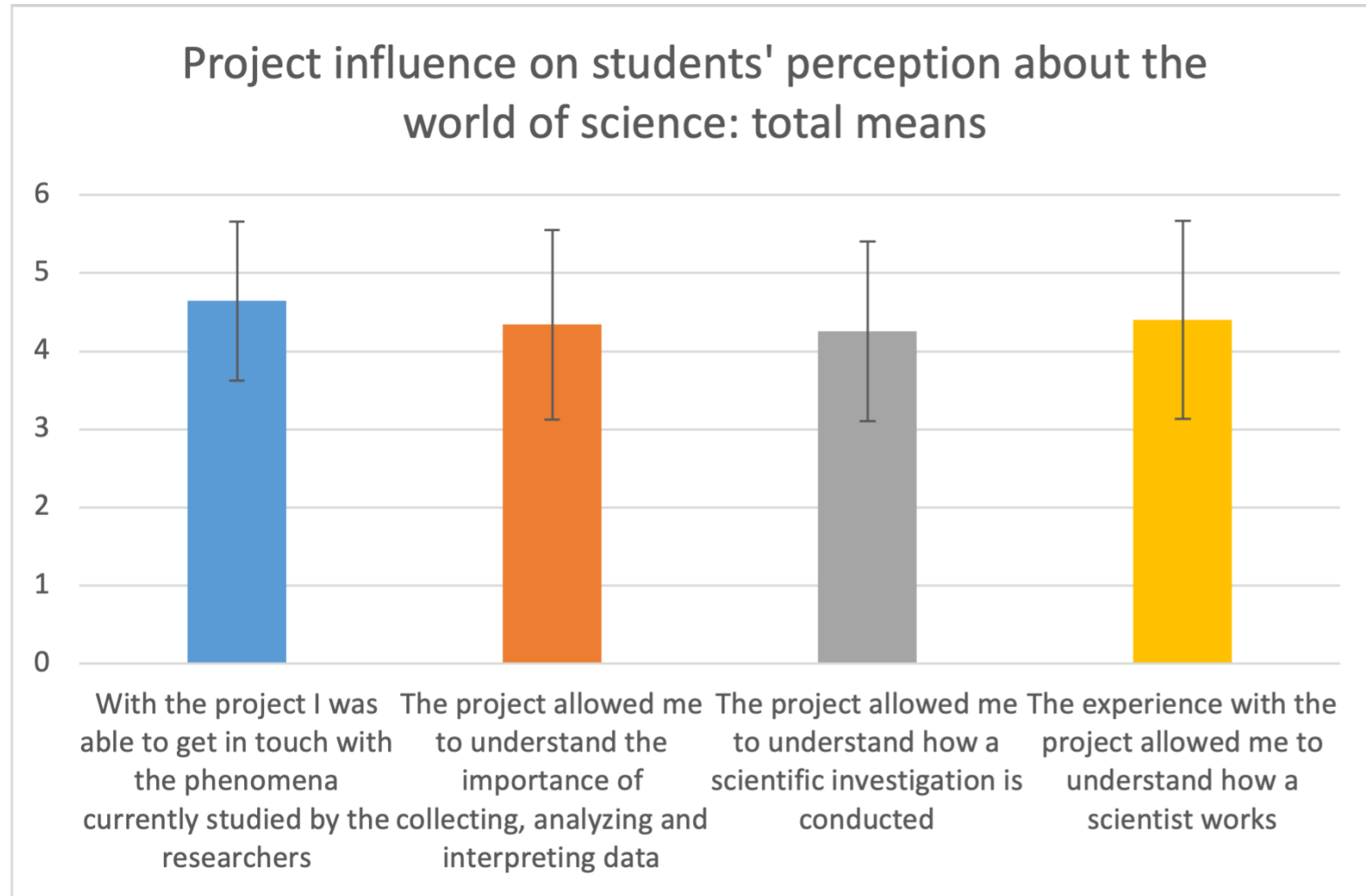


Fig. 7 The panel shows the means related to how the project influence students' perception of the world of science. Error bars are the standard deviation.

# Results (3)

How the project influenced students' perception of the possibility to implement Gravitas' format and topics at school

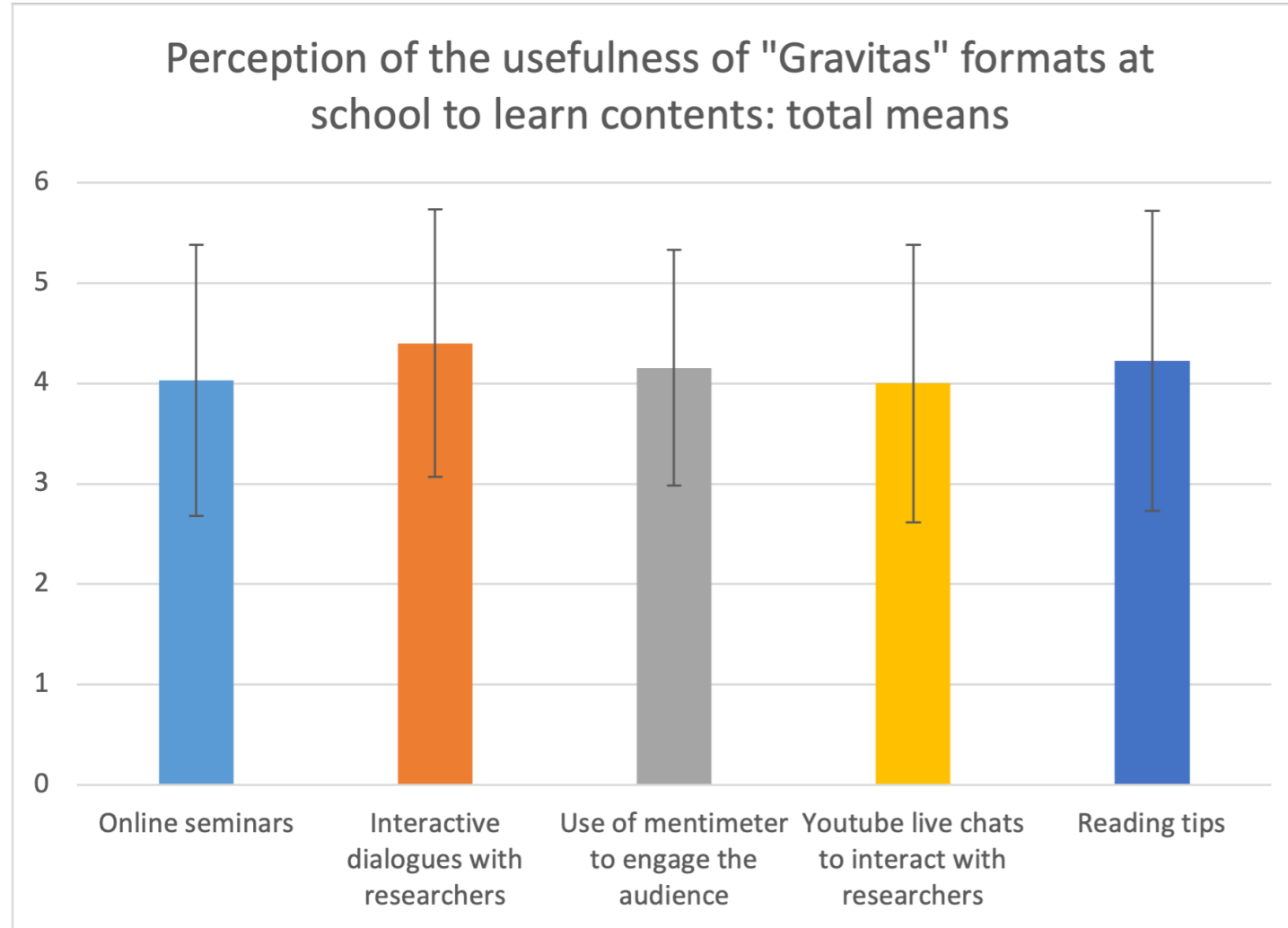


Fig. 8 The panel shows the means related to the perceived usefulness of «Gravitas» format in class to learn contents. Error bars are the standard deviation



# Results (4)

How the project influenced students' perception of the possibility to implement Gravitas' format and topics at school

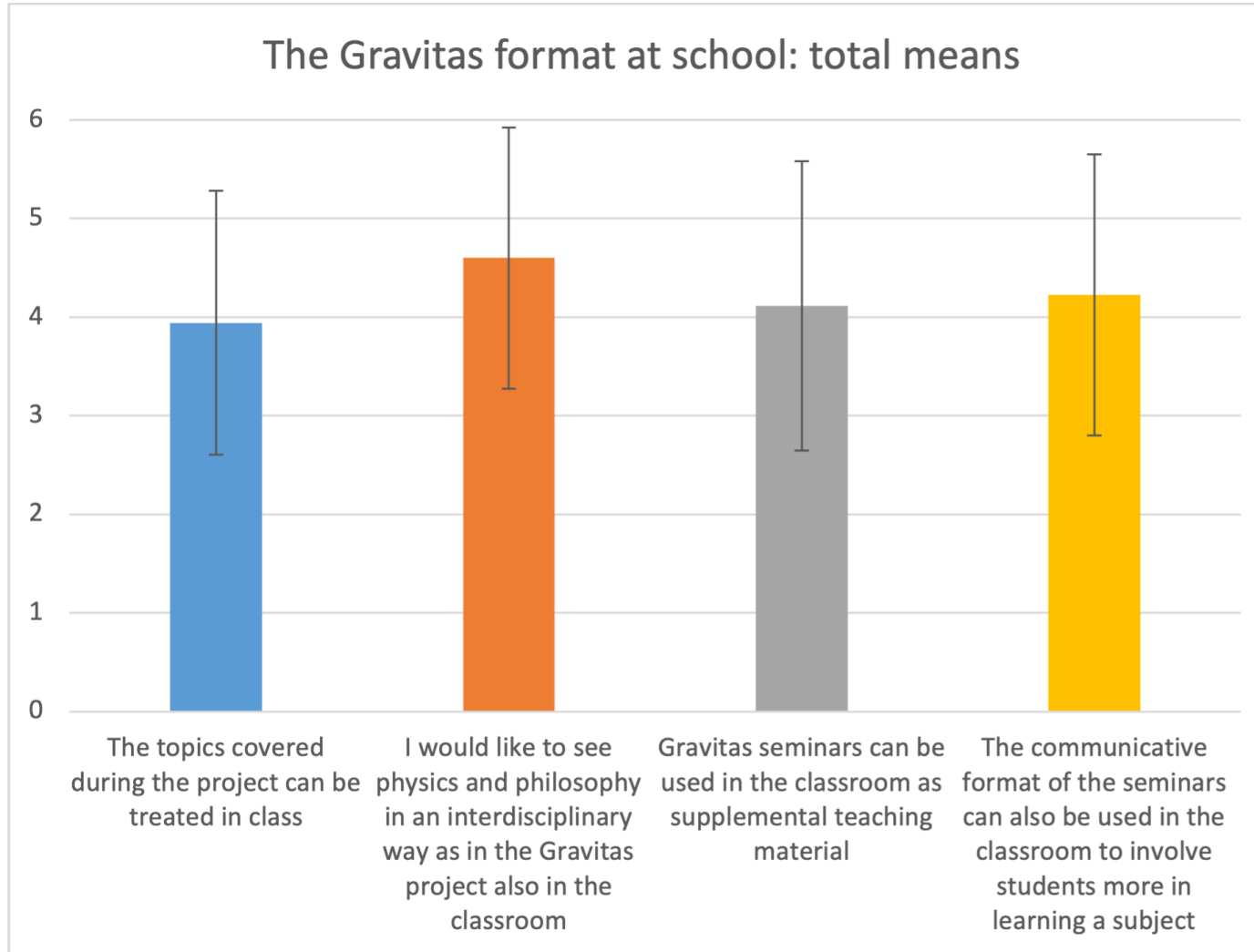


Fig. 9 The panel shows means related to students's perception about including some Gravitas' format in class. Error bars are the standard deviation.

# Results (5)

Students' report about their experience in writing the posts for social network

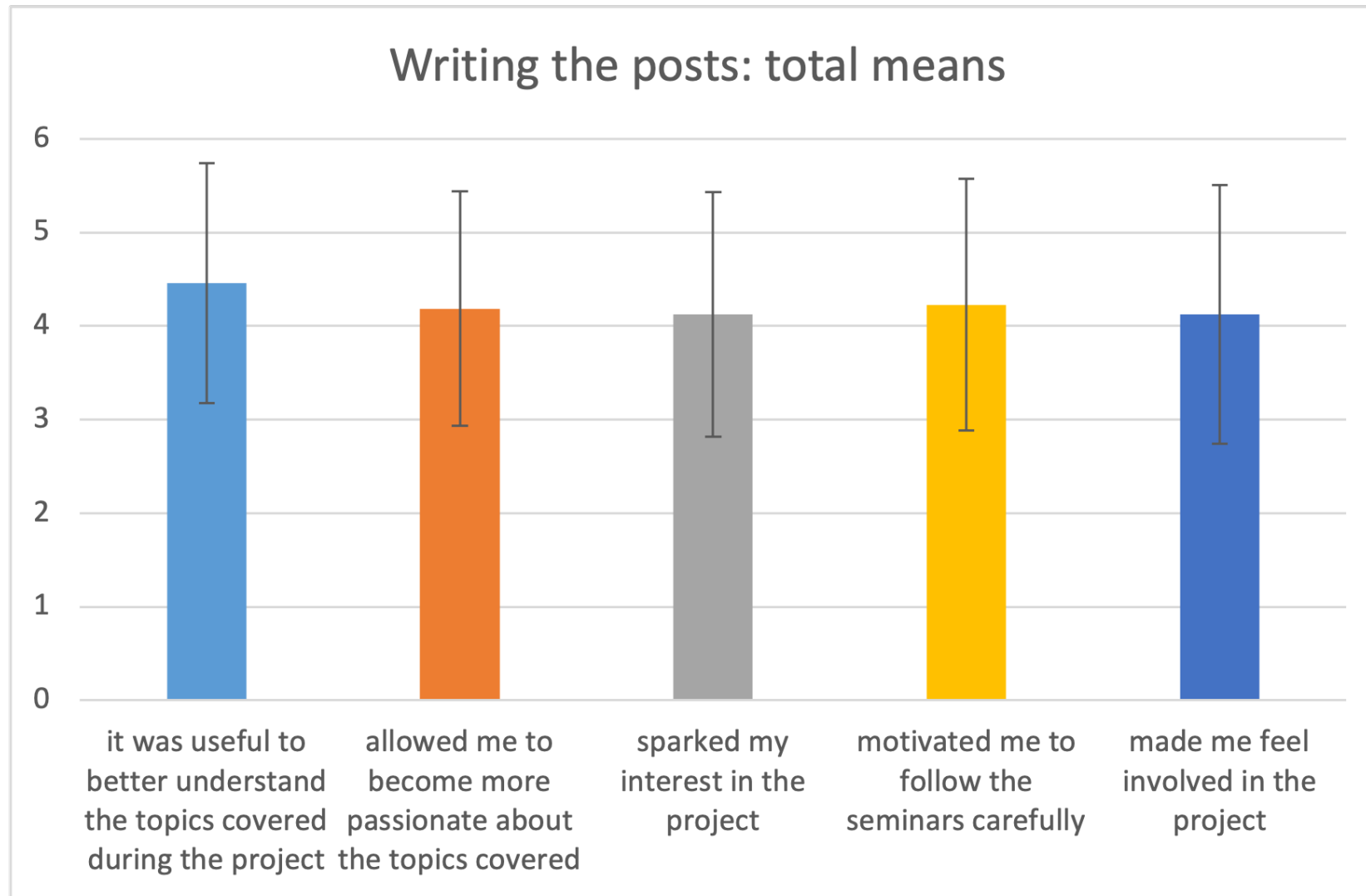


Fig. 10 The panel shows means related to students' feeling on writing the posts. Error bars are the standard deviation.

# Results (6)

Students' motivation about specific topics while they were attending the project

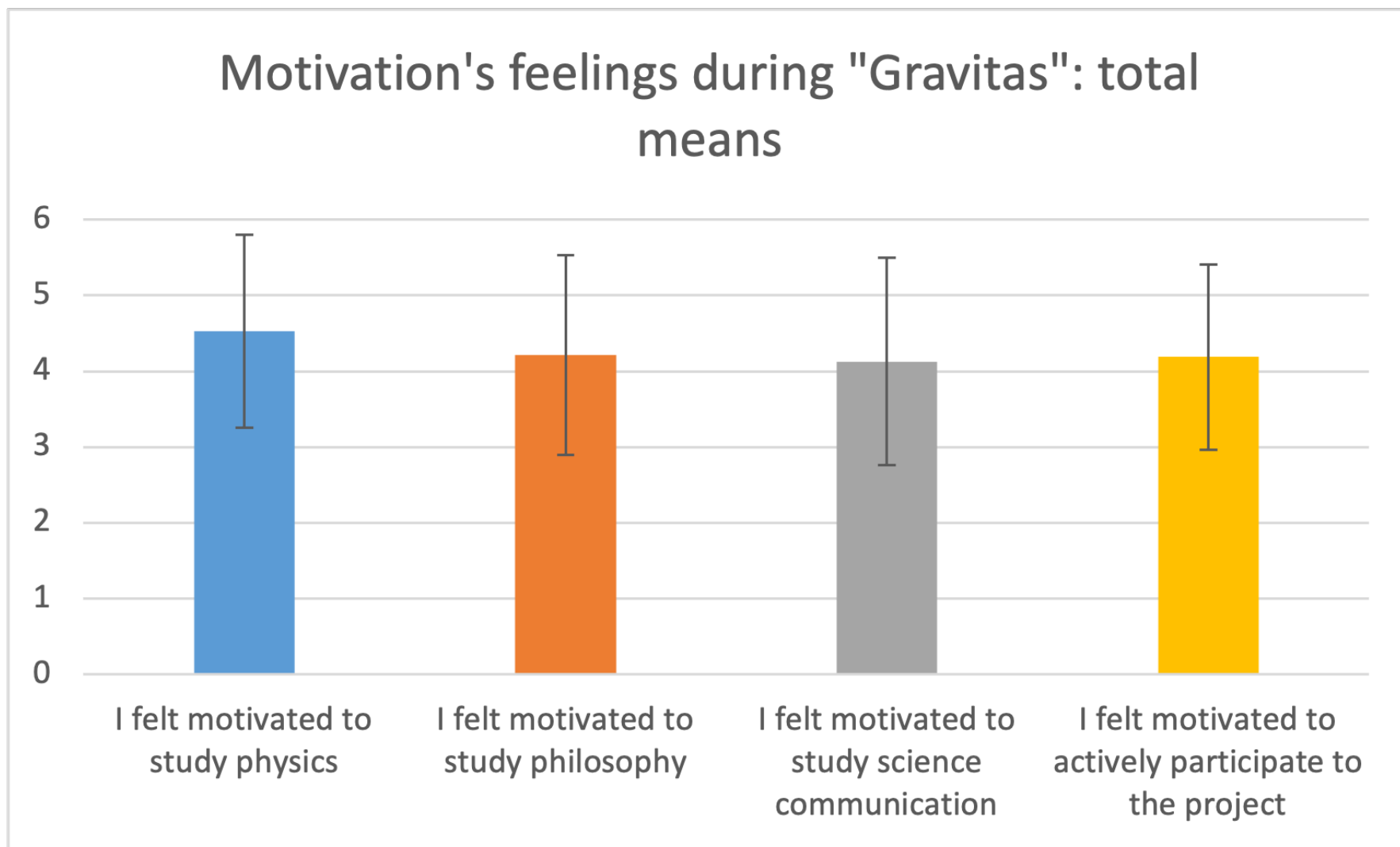


Fig. 11 Students' motivation in specific topics while they were attending the project. The ranking scale goes from 1 (completely disagree) to 6 (completely agree). Error bars are the standard deviation

# Discussion

Qualitative analysis shows an overall good influence on students attitude towards physics, philosophy and science communication (means higher than 4), with higher means in physics w.r.t. to the others.

They appreciated experiencing the Gravitas' format and think that it is exportable even in class, especially for the multidisciplinary approach to mix together physics and philosophy.

They appreciated writing posts and considered the activity as useful to better understand the topics covered during the project.

They also felt motivated in actively participate to the project and its activities

# Conclusions

The project had a positive influence on students' motivation towards physics, philosophy and science communication (means related to physics are higher than the others).

They felt motivated in actively participate to the project and its activities.

Finally, students really liked the project (see Fig 12).

**Ongoing activities:** study of the data coming from items on motivation in physics and philosophy and data coming from the ANOVA on gender

Organization of the festival together with students

## Future purposes and investigations:

- Extend the audience to all Italy in next years
- Analyse data from a specific questionnaire devoted to teachers who participated at the project

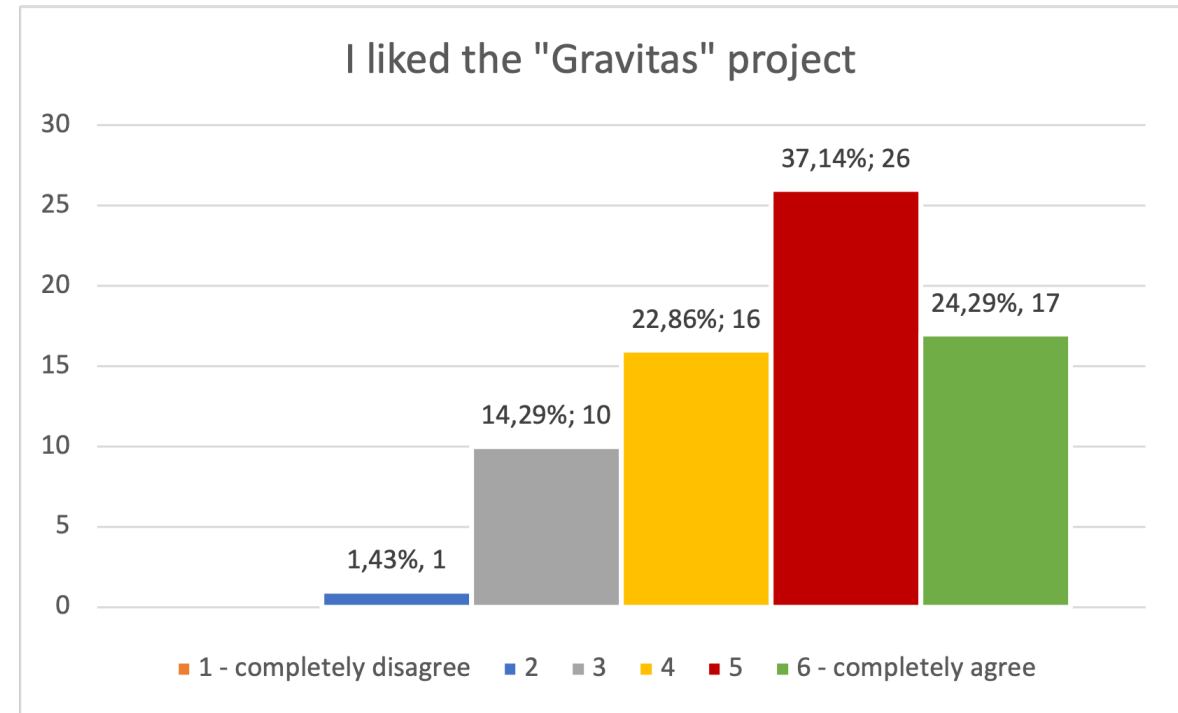


Fig. 12 Students overall perception of the project. The ranking scale goes from 1 (completely disagree) to 6 (completely agree)



Gratzias po s'atentzioni de bosaterus

Thank you for your attention