



Dijous, 23 de febrer de 2023

## Jornada commemorativa del centenari de la visita d'Albert Einstein

El 27 de febrer de 1923, Albert Einstein va impartir, amb gran èxit de públic, una conferència sobre la teoria de la relativitat a la Sala d'Actes de l'Acadèmia, dins el marc d'una visita més àmplia organitzada per la Mancomunitat de Catalunya. Arran d'aquesta visita, el 29 de maig de 1923, l'Acadèmia li va proposar ingressar com a acadèmic corresponent, cosa que ell va acceptar el 20 de juny de 1923. Aquesta Jornada és la primera de les activitats que es faran al llarg de l'any per commemorar aquestes efemèrides.

**Comitè organitzador:** Enric Canadell, Núria Ferrer, Jordi Isern, Xavier Luri, Ramon Miquel, Vicenç Navarro, Agustí Nieto-Galan, Jorge Núñez, Xavier Obradors, Josep M. Paredes, Ignasi Ribas, Marta Sanz-Solé, Lluís Torner, Diego F. Torres.

Aquesta activitat s'emmarca dins el programa "Biennal Ciutat i Ciència 2023", i compta amb la col·laboració de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI).

## PROGRAMA

### Contribucions científiques

09:30	Cien años de gravedad	Roberto Emparan (ICREA, ICCUB)
09:55	Reptes de la gravitació al segle XXI	Diego Blas (UAB, IFAE)
10:20	Opening the gravitational wave window to the Universe (or Einstein in Barcelona, again)	Eugenio Coccia (IFAE)
10:45	Observant ones gravitacionals des de l'espai amb LISA. Un nou repte per a la relativitat general d'Einstein	Carlos F. Sopuerta (ICE-CSIC, IEEC)
11:10	Descans	
11:40	Els cartografiats de galàxies i l'energia fosca	Héctor Gil-Marín (ICCUB-IEEC)
12:05	Cosmologia amb cartografiats de galàxies: la missió Euclid	Pablo Fosalba (ICE-CSIC, IEEC)
12:30	Fotons: de l'efecte fotoelèctric a la informació quàntica	Antonio Acín (ICFO, ICREA)
13:05	Aplicacions pràctiques de la teoria de la relativitat: els GNSS	Estel Cardellach i Antoni Rius (ICE-CSIC, IEEC)

### Acte institucional

18:30 Obertura de l'acte

18:35 Einstein a Barcelona, 1923. *Antoni Roca (IEC, UPC)*

19:00 La relativitat a l'abast de tothom. *Xavier Roqué (IHC-UAB)*

19:25 Espectadors o actors? L'activitat actual a Catalunya. *Xavier Obradors (ICMAB-CSIC), director de la Secció de Física de la RACAB*

20:00 Clausura de l'acte

**Sessió pública amb aforament limitat a la capacitat de la sala.**

Cal confirmar l'assistència a [secretaria@racab.com](mailto:secretaria@racab.com)

## Resums de les intervencions

### SESSIÓ DEL MATÍ

---

#### **Cien años de gravedad**

Roberto Emparan

*Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA), Institut de Ciències del Cosmos (ICCUB) de la Universitat de Barcelona*

No sabemos qué es el tiempo, pero sí que entendemos, gracias a Einstein, cómo se comporta: el paso del tiempo se ralentiza por efecto de la gravedad. Este es, de hecho, el efecto más importante de su teoría de la relatividad, y probablemente Einstein intentó explicarlo durante su visita a Barcelona. Parece que aquí apenas nadie le entendió, pero es que ni siquiera él llegó a imaginar sus consecuencias más espectaculares, tanto teóricas, llevadas al extremo en los agujeros negros, como prácticas, necesarias para el GPS. Aprovecharemos entonces la ocasión para poner al día las conferencias que aquí impartió hace ahora un siglo.

#### **Reptes de la gravitació al segle XXI**

Diego Blas

*Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), Institut de Física d'Altes Energies (IFAE)*

La relativitat general d'Einstein suposa la teoria més precisa per a descriure els fenòmens gravitacionals. És una eina fonamental tant per a fenòmens astrofísics com per a aplicacions de la vida quotidiana com el GPS. Tot i això, la relativitat general continua amagant misteris i desafiaments teòrics, experimentals i tecnològics. Aquests inclouen la seva unificació amb la mecànica quàntica, un model satisfactori de l'expansió accelerada actual de l'Univers o la detecció d'ones gravitacionals en múltiples freqüències. En aquesta breu xerrada es descriuran els aspectes més rellevants d'alguns d'aquests reptes, així com el possible impacte en la nostra comprensió de la natura.

## **Opening the gravitational wave window to the Universe (or Einstein in Barcelona, again)**

Eugenio Coccia

*Institut de Física d'Altes Energies (IFAE)*

Gravitational waves were predicted 107 years ago by Einstein as ripples in spacetime caused by the acceleration of masses. After more than 50 years of experimental efforts, in the last years we finally observed gravitational-wave signals, opening an entirely new way of experiencing the Universe. The study of gravitational waves is giving unique information on the existence and nature of dark compact objects, like black holes and neutron stars, and on gravitational physics at extreme conditions. Also, the study of primordial gravitational waves would uniquely allow the investigation of processes in the very early Universe. The ambitious new European project to observe gravitational waves from across the Universe is named after the great scientist we are celebrating today: it is the Einstein Telescope. And Barcelona can meet him again.

## **Observant ones gravitacionals des de l'espai amb LISA. Un nou repte per a la relativitat general d'Einstein**

Carlos F. Sopuerta

*Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC)*

LISA, l'Antena Espacial d'Interferometria Làser, és una missió de classe gran de l'Agència Espacial Europea (ESA) que, a mitjans de la propera dècada, obrirà una nova finestra a l'Univers, a l'espectre gravitacional. LISA observarà sistemes no accessibles a detectors d'ones gravitacionals terrestres com LIGO i Virgo; en particular, sistemes binaris que contenen forats negres supermassius. La gran precisió de les mesures de LISA ens permetrà fer observacions que donaran lloc a descobriments revolucionaris en astrofísica, cosmologia i física fonamental. Pel que fa al llegat d'Einstein, les mesures de LISA ens permetran realitzar tests d'alta precisió de l'estructura dels forats negres (són com ens diu la relativitat general d'Einstein?) i, fins i tot, de la validesa de la mateixa relativitat general. En aquesta xerrada, es presentarà la missió LISA, la important contribució de l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC) i el seu ampli programa científic.

## **Els cartografiats de galàxies i l'energia fosca**

Héctor Gil-Marín

*Institut de Ciències del Cosmos (ICCUB) de la Universitat de Barcelona, Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC)*

El model estàndard de la cosmologia va ser proposat als anys noranta del segle passat. Amb tan sols sis paràmetres, proporciona una descripció de l'evolució còsmica de l'Univers al llarg de 13 800 milions d'anys, i també de processos físics com les oscil·lacions acústiques en el plasma primordial. Han estat precisament aquestes dades aportades per les observacions del fons de radiació còsmica de microones, i posteriorment mitjançant els cartografiats de galàxies, les que han establert aquest model com a pedra angular del nostre coneixement científic en la cosmologia actual. A més, aquest model té implicacions profundes en la física de partícules i en la relativitat general. D'una banda estableix l'existència de matèria fosca, amb propietats que posen de manifest l'existència necessària de partícules exòtiques més enllà del que descriu el model estàndard de la física de partícules. De l'altra, també assenyalava l'existència de l'energia fosca, un misteriós component o propietat de l'espai-temps, sense la qual no es podria explicar l'expansió accelerada de l'Univers durant els últims 7 000 milions d'anys detectada per les observacions del senyal de les oscil·lacions acústiques en els mapes de galàxies. A més, les observacions de l'aglutinació de galàxies proporcionada per aquests mateixos mapes han permès corroborar la validesa de la teoria de la relativitat d'Einstein a escales intergalàctiques, de l'ordre de desenes de milions d'anys llum, milers d'ordres de magnitud superiors a les escales del sistema solar.

## **Cosmologia amb cartografiats de galàxies: la missió Euclid**

Pablo Fosalba

*Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC)*

Fa més de cent anys Albert Einstein va introduir la teoria general de la relativitat, que constitueix la base del model cosmològic estàndard. La comparació d'aquest model amb el conjunt de dades observacionals recents suggereix fortament, d'una banda, que l'Univers està dominat per un tipus de matèria que no emet llum —la matèria fosca— i, de l'altra, que l'Univers s'està expandint de manera accelerada, a causa de la presència de l'anomenada *energia fosca*. En aquesta xerrada explicaré com els cartografiats de galàxies actuals i, en particular, la missió Euclid de l'ESA, ens poden ajudar a provar la teoria d'Einstein a les més grans escales amb una precisió sense precedents, i així comprendre la naturalesa de la matèria i l'energia fosca.

## **Fotons: de l'efecte fotoelèctric a la informació quàntica**

Antonio Acín

*Institut de Ciències Fotòniques (ICFO), Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA)*

Al 1921, Albert Einstein va guanyar el premi Nobel per l'explicació de l'efecte fotoelèctric mitjançant el quantum de llum, o fotó. Aquesta idea, a més de ser un dels primers passos per a la construcció de la teoria quàntica, va suposar un canvi en la nostra comprensió de la llum i la seva interacció amb la matèria, que donà peu a aplicacions tan importants com, per exemple, el làser. La xerrada fa un recorregut per la història del fotó per arribar a les tecnologies de la informació quàntica, on torna a tenir un paper fonamental en la construcció d'ordinadors quàntics o en el desenvolupament de la Internet quàntica.

## **Aplicacions pràctiques de les teories de la relativitat: els GNSS**

Estel Cardellach i Antoni Rius

*Institut de Ciències de l'Espai (ICE-CSIC), Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC)*

Quan fa més de cent anys Einstein va proposar les teories de relativitat especial i general, devia semblar poc probable de trobar-hi aplicacions pràctiques que ens afecten en el dia a dia. Més de mig segle després, en el context de la cursa espacial i per a dissenyar un sistema de navegació per satèl·lit d'àmbit global (GNSS), es va veure que tant els efectes predits per la relativitat especial com la general s'havien de tenir en compte per fer funcionar el sistema. La clau està en la sincronització dels precisos rellotges atòmics implicats (a terra i a l'espai), que es mouen a velocitats variades per diversos punts del camp gravitatori. Actualment, una gran diversitat d'aplicacions, de productes tecnològics i de serveis depenen de la bona sincronització dels rellotges dels satèl·lits de navegació i, de retruc, de les correccions relativistes associades. La xerrada resumirà com les teories relativistes afecten el sistema de navegació, els productes que se'n deriven, així com la producció científica catalana al voltant del desenvolupament dels GNSS i les seves aplicacions.

### **Einstein a Barcelona, 1923**

Antoni Roca

*Institut d'Estudis Catalans (IEC) i Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)*

Després de la seva gira de conferències al Japó, Einstein emprengué una altra gira de conferències a Espanya, començant per Barcelona i seguint a Madrid i Saragossa. Julio Rey Pastor i Esteve Terradas convidaren Einstein per primer cop el 1920. Terradas, coordinador dels Cursos Monogràfics d'Alts Estudis i d'Intercanvi de la Mancomunitat, procurà preparar els seus col·legues per rebre adequadament Einstein, el curs del qual, junt amb d'altres actuacions, pretenia promoure la recerca en física i matemàtiques entre nosaltres, superant les limitacions de la Universitat i de les institucions del moment. El curs d'Einstein fou seguit amb expectació, la seva personalitat seduí a molts i, efectivament, es generaren esperances de recuperació. Einstein se sorprengué del moviment científic a Espanya i recordà vivament l'acolliment que li rendiren a Barcelona.

### **La relativitat a l'abast de tothom**

Xavier Roqué

*Institut d'Història de la Ciència (IHC) de la UAB*

L'any 1917, un físic nominat al Nobel publicà un llibre extraordinari sobre l'espai, el temps i la gravetat. *La relativitat a l'abast de tothom* (Obrador Edèndum, 2018) era la primera exposició accessible de la teoria revolucionària en què es basa la nostra comprensió de l'Univers. Sis anys després el seu autor, Albert Einstein, visità Barcelona per explicar la teoria a tothom, "perquè si no ho faig no l'entendran, tan senzilla com és en el fons". En aquesta xerrada es presentaran breument les estratègies conceptuals i discursives d'Einstein i se n'argumentarà la vigència.

## **Espectadors o actors? L'activitat actual a Catalunya**

Xavier Obradors

*Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), director de la Secció de Física de la RACAB*

La recerca i el seu desenvolupament a Catalunya ha experimentat un creixement espectacular els darrers trenta anys amb una multiplicitat d'institucions acadèmiques (universitats, centres CERCA, centres del CSIC). En particular, l'R+D relacionada amb les àrees de la física en les quals Einstein va fer contribucions trencadores és avui una de les àrees prioritàries en diverses universitats i centres de recerca de Catalunya. Podem dir, doncs, que l'activitat "einsteiniana" a Catalunya és molt remarcable i perfectament inserida en les moltes iniciatives internacionals de grans instal·lacions dedicades a temàtiques relacionades amb l'astronomia, la cosmologia o les ones gravitacionals, així com desenvolupaments tecnològics basats en descobriments fets per Einstein (observació terrestre, fotònica, etc.). En aquesta presentació s'il·lustraran alguns aspectes de la petjada que ha deixat la ciència iniciada per Albert Einstein en diversos reptes científics actuals de la recerca catalana.