

Il Breakthrough Prize 2019 a Sergio Ferrara per la supergravità

✍ L. Cifarelli 📅 30-08-2019 ↗ <http://www.primapagina.sif.it/article/991>

La SIF nel 2005 ha conferito a Sergio Ferrara il Premio Enrico Fermi "per il suo contributo alla scoperta della teoria della supergravità", anticipando il Breakthrough Prize 2019 che gli è stato appena attribuito, insieme a Daniel Freedman e Peter van Nieuwenhuizen, con la stessa motivazione: "per l'invenzione della supergravità".

INTERVISTA DI LUISA CIFARELLI A SERGIO FERRARA

Cosa significa per lei questo premio che non è un premio alla carriera bensì un meritato riconoscimento dell'importanza della sua ricerca teorica?

Sono molto orgoglioso per avere ricevuto, insieme ai colleghi Daniel Freedman e Peter van Nieuwenhuizen, un premio così prestigioso, deciso da un comitato di selezione costituito da fisici di altissima qualità, tra cui per primo il chairman del comitato, Edward Witten, dell'Institute for Advanced Study di Princeton. Lo *Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics* premia specialmente quei lavori di fisica non più recenti, ma che abbiano avuto un impatto decisivo sugli sviluppi successivi.

Antonino Zichichi, presidente della Fondazione e Centro di Cultura Scientifica "Ettore Majorana" (FEMCCS), aveva anche lui anticipato questa scelta conferendoci, nel 2016, la Medaglia Ettore Majorana in occasione dei 40 anni della supergravità.

Come italiano ed europeo devo anche ringraziare le istituzioni di cui ho fatto parte come il CERN, l'INFN (Laboratori Nazionali di Frascati), il Centro Fermi a Roma, il CNRS a Parigi e l'ERC, che mi hanno fornito l'ambiente adatto per sviluppare la mia ricerca e mi hanno sostenuto nel corso degli anni. Per le istituzioni americane vorrei menzionare UCLA, Berkeley e StonyBrook.

Oggi abbiamo segnali di onde gravitazionali, l'ultimo il 14 agosto dallo scontro di un buco nero e di una stella di neutroni. Cosa ci dice la supergravità?

La supergravità è una estensione quantistica della relatività generale di Einstein ma il suo limite classico coincide con la teoria di Einstein, quindi tutte le predizioni della teoria di Einstein, come le onde gravitazionali, continuano a valere in supergravità. La supergravità implica l'esistenza di una nuova particella oltre al quanto gravitazionale, il gravitone, di spin 2. Tale particella è il gravitino, superpartner del gravitone, di elicità $3/2$ e quindi di natura fermionica. Mentre il gravitone è strettamente a massa zero, per invarianza relativistica della teoria, il gravitino ha una massa che misura la rottura della supersimmetria con il fenomeno di "superhiggs", cioè simile al modo con cui i bosoni vettoriali deboli acquistano massa nel modello standard delle interazioni elettrodeboli e

forti. Inoltre il gravitino sarebbe un candidato naturale per la "materia oscura" che forma in gran parte la massa del nostro Universo.

Quali sono le sue idee sul futuro della nostra disciplina?

La fisica delle particelle e la cosmologia, che insieme costituiscono ora una disciplina chiamata fisica astroparticellare, sono di grande rilevanza per gli sviluppi futuri e per poter comprendere l'evoluzione dell'Universo. La teoria dell'inflazione è molto promettente e l'esistenza di nuove particelle scalari dopo il bosone di Higgs, come l'inflatone, potrebbero trovare spiegazione nelle teorie supersimmetriche dell'inflazione. La supergravità prevede che per ogni particella bosonica nota, e quindi a spin intero, esista un partner supersimmetrico di spin semintero, cioè un fermione. Quindi unifica i campi delle forze, cioè i bosoni, con i costituenti della materia, cioè i quarks e leptoni che sono fermioni. Tali nuove particelle sono i Winos, Zino, Shiggs, gluini, fotini e gravitino per i campi di forza, e squarks e sleptoni per i campi di materia. La massa delle superparticelle, come ha mostrato l'acceleratore LHC del CERN, deve essere superiore a qualche TeV, quindi la scala di rottura della supersimmetria, se esiste in natura, deve essere nella regione di energia del TeV. Questa è la grande sfida sperimentale che dobbiamo raccogliere.

The Breakthrough Prize 2019 to Sergio Ferrara for supergravity

The Italian Physical Society (SIF) in 2005 awarded Sergio Ferrara the Enrico Fermi Prize "for his contribution to the discovery of the theory of supergravity", anticipating the Breakthrough Prize 2019 that has just been attributed to him, together with Daniel Freedman and Peter van Nieuwenhuizen, with the same motivation: "for the invention of supergravity".

INTERVIEW TO SERGIO FERRARA BY LUISA CIFARELLI

What does this prize, that is not a career award but a well-deserved recognition of the importance of your theoretical research, mean to you?

I am very proud to have received, with my colleagues Daniel Freedman and Peter van Nieuwenhuizen, such a prestigious award, decided by a selection committee made up of outstanding physicists, including the chairman of the committee, Edward Witten, of the Princeton Institute for Advanced Study. The Special Breakthrough Prize in Fundamental Physics especially rewards those physics works that are not necessarily recent, but which have had a decisive impact on subsequent developments.

Antonino Zichichi, President of the "Ettore Majorana" Foundation and Centre for Scientific Culture (EMFCSC), had also anticipated this choice by giving us, in 2016, the Ettore Majorana Medal on the occasion of the 40th anniversary of supergravity.

As an Italian and a European I must also thank the institutions of which I was a member, such as CERN, INFN (Frascati National Laboratories), the Fermi Centre in Rome, the CNRS in Paris and the ERC, which provided me the suitable environment to develop my research and supported me over

the yeas. For the American Institutions I would like to mention UCLA, Berkeley and StonyBrook.

Today we have signals of gravitational waves, the last on August 14th, 2019 from the clash of a black hole and a neutron star. What does supergravity tell us?

Supergravity is a quantum extension of Einstein's general relativity but its classic limit coincides with Einstein's theory, so all predictions of Einstein's theory, such as gravitational waves, continue to hold in supergravity. Supergravity implies the existence of a new particle besides the gravitational quantum, the graviton, having spin 2. This particle is the gravitino, superpartner of the graviton, with $3/2$ helicity and therefore of a fermionic nature. While the graviton has strictly zero mass, due to the relativistic invariance of the theory, the gravitino has a mass that measures the breaking of supersymmetry with the phenomenon of "superhiggs", *i.e.* similar to the way in which the weak vector bosons acquire mass in the standard model of electroweak and strong interactions. Furthermore, the gravitino is a natural candidate for "dark matter" which largely accounts for the mass of our Universe.

What are your ideas about the future of our discipline?

Particle physics and cosmology, which together now form a discipline called astroparticle physics, are of great relevance for future developments and to understand the evolution of the Universe. The inflation theory is very promising and the existence of new scalar particles besides the Higgs boson, like the inflaton, could be explained by supersymmetric inflation theories. Supergravity predicts that for every known bosonic particle, and therefore having an integer spin, there exists a supersymmetric partner with half-integer spin, that is a fermion. Thus it unifies the force fields, *i.e.* the bosons, with the constituents of matter, *i.e.* quarks and leptons, which are fermions. These new particles are the Winos, Zino, Shiggs, gluinos, photinos and gravitinos for force fields, and squarks and sleptons for matter fields. The mass of superparticles, as shown by the CERN LHC accelerator, must be higher than some TeV, so the supersymmetry breaking scale, if it exists in nature, must be in the TeV energy region. This is the great experimental challenge we have to take up.