



NEWSLETTER

3

37th International Conference on
High Energy Physics

Valencia, 5th July 2014

#ICHEP2014

edited by www.divulga.es

CERN: 60 years, a global network and lots of particles

Tiziano Camporesi: "We are getting 350 papers on scientific journals, not as sexy as the discovery of a new particle, but still important!"

David Charlton: "There's a hundred times more data to come"

CERN: 60 years, a global network and lots of particles

The first steps in the dream of creating a European nuclear physics facility occurred in the late 40s. Just one decade after the death of Ernest Rutherford, discoverer of the proton, that laid the foundation of the site where the existence of the Higgs boson was partially confirmed.

Before the formal agreement to create the *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, the creation of a project of this nature had already been suggested by important scientists such as Niels Bohr, Louis de Broglie or Edoardo Amaldi (first General Secretary).

The first CERN accelerator, the Synchrocyclotron, reaching 600 MeV, started off in 1957 and the first accelerator beams for particle physics were created there. Seven years later, though, it was relegated to nuclear research by a newer and more powerful accelerator, the Proton Synchrotron. But this did not mean that old Synchrocyclotron was meant to be retired: it continued working for 33 more years devoting its beams to the ISOLDE project which deal with unstable ions.

If there's something that CERN do better than anyone that's recycling its very own equipment. The substitute of that first accelerator, the Proton Synchrotron (which started operations in 1959), still provides protons for the Large Hadron Collider as of today. During the following decade, CERN gave to the world discoveries like antiparticles (1965) or the multi-wire proportional chamber of Frenchman Georges Charpak, who was awarded the 1992 Nobel Prize in Physics for the invention of this revolutionary tool.

In 1971, the Intersecting Storage Rings (ISR, the first hadron collider) started off in Geneva. For the first time research in particle physics was more than targeting fixed objects with beams; since that day we were also able to cross and collide hadron beams. Five years later, the first proton-antiproton collider (SPS) started to collect data. In the early 80s it yielded its first results, which suggested the existence of new particles inside protons (which would be named as quarks and gluons). This same decade saw the first signals of the W and Z particles.

A big step ahead came with the opening, in 1989, of the Large Electron Positron collider, a 27 kilometer ring in which experiments confirmed the three families of matter particles, as well as the confirmation, with outstanding precision, of the Standard Model.

But, although the LEP was an absolute breakthrough in particle physics, undoubtedly, the most transcendent discovery of CERN in the 80s was the paper written by Tim Berners-Lee with the apparently unimportant title "Information management: a proposal". The following year, the very first web server was working. Thanks to the software that CERN freed in 1993 you can read this today.

Six years later was initiated the construction of the most ambitious project of the 45 years of history of this center: a 27-km-long hadron collider. It was the most complex scientific device ever built. The first beam ran along the renowned LHC in 2008. Four years later (the day before ICHEP'12 in Melbourne) happened what we all know, and the rest is history. ▣

The celebration of the 60th anniversary will be at the Auditorium 1 from 18:00 to 21:00h

18:00	Presentation of the Spanish stamp by Modesto Fraguas
18:15	CERN: Large International infrastructure with impact beyond science and technology, by Rolf-Dieter Heuer
18:45	The construction of the LHC, by Lyn Evans
19:15	CERN: The scientific and Technological quest, by Sergio Bertolucci
20:00	Future CERN projects and technological challenges, by José Miguel Jimenez
20:30	Spain at CERN, by Manuel Aguilar



"We are getting 350 papers on scientific journals, not as sexy as the discovery of a new particle, but still important!"

Tiziano Camporesi ➡



By Antonio Villarreal

Two years ago this day, Tiziano Camporesi, Deputy Spokesperson at the CMS Collaboration at the LHC, was the man keeping the fort at CERN. "Everybody went to ICHEP in Melbourne and I stayed back to write the paper, because we had agreed that we would submit the paper by the 30th of July, so basically I stayed behind", Camporesi remembers.

But it was not such a hard time. "We had a party, of course, on the 4th of July, when the thing was announced. I actually had the party at home because my wife was one of the persons leading one of the Higgs analysis, so I still remember the day", Camporesi says, "it was sometime in June, in the evening, and she was having a videoconference with the US and started screaming from the bedroom, and I thought 'what is going on'. It was basically that she had started looking at the data".

What kind of work are you doing at CMS during the LHC shutdown?

We set ourselves a goal to basically finish and complete the most important analyses, in fact in time for ICHEP, and we managed, to certain extent. We have few results that we are still pursuing and aren't finalized, but for example, for this conference, we are giving our last word in terms of what we can extract and understand about the Higgs boson or global analysis concerning supersymmetry searches... and I think we are targeting ICHEP in Valencia as a milestone, we are very keen in finishing the analysis of the data we have collected, because our people have to start preparing for the next year.

“The fact that we have a very good precision is a reflection of all of the work which has been ongoing for the last two years”

Is setting the Higgs mass and other features a priority for your group?

Well, it was a priority to measure the Higgs as well as possible, and to extract the maximum information, and this is the final result of this effort. About the mass, we have now the most precise measurement per se. Even a lower precision would be OK, but the fact that we have a very good precision is a reflection of all of the work which has been ongoing for the last two years, in terms of understanding how the detector responds to the particles.

What about the width?

The width is actually quite interesting, because for me is an example of the synergy and interaction between theorists and experimentalists, what you saw yesterday presented by ATLAS and CMS was based on an idea on how to see the effect of the width, which is to compare the count in the peak of the decay with the one in the high mass tail (the Higgs bosons which are in the tail of mass distribution). This theoretical idea is 2 years old. Before, nobody had thought about it, and 2 years ago, the theorists came up with the realization that if you compare -just a fairly simple thing- if you count here and count there and interpret it, you could basically get a limit, a constraint on the width. This is an example of what is continuously happening in our field. On the other hand, there are a number of things which probably are not yet being thought about and which we'll be able to deal with the experiments.

Do you feel there is still much to discover with this current generation of accelerators?

At this moment, we have basically collected something like 1% of the total statistics. Now we know these statistics are important for two things. First of all, the very first step. Getting to 10% of the total is probably going to be very useful for possibly doing discoveries that have not yet discovered. Once you've done that, there is still a possibility that there might be very rare things you might discover with the remaining 90%. But for me, the real reason for the remaining 90% is that you convert the experiments from being a discovery experiment to becoming a measurement experiment. You know, we got on the first pages of the newspapers and TV because we discovered the Higgs. But we are getting 350 papers on scientific journals that are contributing to increasing knowledge of mankind, in terms of how nature works. Not all of them as sexy as the discovery of a new particle, but still important! $\square$



Tiziano Camporesi and David Charlton celebrating the second anniversary of the Boson

“There's a hundred times more data to come”

David Charlton ➞



By Antonio Villarreal

The 4th of July, 2012, David Charlton, professor of Particle Physics at the University of Birmingham and spokesperson for the ATLAS Collaboration at the LHC, had just arrived to ICHEP, in Melbourne. He got off the plane in the morning and, that same afternoon, the Higgs boson discovery was announced in a broadcasted seminar from CERN.

"It was really an incredible atmosphere", Charlton recalls, "clearly the whole focus of the conference was on the discovery. Now we're seeing the full fruits of the running of the data taken from the LHC and many, many results are coming out at the moment. Just counting, 50 papers came out in the last 6 months from ATLAS".

What are ATLAS scientists up to during the shutdown of the LHC, analysis time?

That's right, that's giving us time to complete a lot of studies, to do precision studies, so one of the really big steps in this shutdown is to understand in much better detail the performance of the detector and you see that in many of the results being presented. There are precision measurements of the Higgs particle but also precise measurements of many other Standard Model processes, top pair production, top pair production plus vector bosons... also, some really detailed measurements of Ws and Zs plus jets, in really detailed precision that allow us to

“We have just barely started to open the story on the Higgs boson”

improve the models to when the restart take place next year.

Is discovering the mass and other properties of the Higgs boson a priority, or just one of the duties?

For the last year we've been doing a really careful job of calibrating and understanding the performance of the detector for electrons, photons and muons, which is fed into this new high precision Higgs masses that have come from ATLAS, along with the new result from CMS. That's been a very hard priority but also, of course, it's one of the things we have seen with this measurements is that the systematic uncertainties are quite low, so with more data we can continue to improve these measurements. But it's a huge program, we have just barely started to open the story on the Higgs boson.

What other challenges await round the corner?

We have to get the detector running and start the data-taking at high energy. So at CERN at the moment we started to get the detector, we'll be back together fully in November. And we'll start with the detector up and running again and start collecting collision data sometime in the Spring next year, and so then, the data that we collect will accumulate slowly. We don't know how well the LHC will work, but nonetheless there will be a lot of exciting physics next year and the following year.

There's been a lot of interesting talks about future accelerators at ICHEP so far. Do you feel your experiments will be soon limited by technical features?

We have a lot more to do. We have barely started the LHC program and we've been running at basically half of the energy that we will be running at and we've collected 1% of the data that we expect to collect, so there's a hundred times more data to come. There's a huge amount of physics and discovery potential and so on to do. The LHC has a very solid and exciting program for the next 20 years. ▣

News

Looking for dark matter signals in Segue 1

Dark matter is the dominant form of matter in the Universe, representing almost 85% of the total mass density, and thus has also a predominant place in ICHEP's presentations. "It is an unknown, as yet unidentified type of matter, that does not emit or interact

with light but that plays a fundamental role in the formation of cosmic structures at all scales", explains Javier Rico, researcher at the Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) of Barcelona. "Without dark matter, the Universe would not contain stars -or life as we know it- since the regular matter alone would not have collapsed to form galaxies. Despite the intense experimental and theoretical efforts over the last decades,

the nature of dark matter still remains one of the most exciting questions of modern science".

Rico, who delivered his presentation yesterday at 3pm, and other colleagues, are involved in the MAGIC Collaboration along with 16 other institutes of research, studying this peculiar form of matter with a system of two 17 m diameter Cherenkov telescopes, located at the Observatorio del Roque de los Muchachos, in the Canary island of La Palma (Spain). Since the first telescope was set in 2004, MAGIC has performed astronomical observations of gamma-ray sources in the energy range between 50 GeV and 10 TeV.



"One of the possibilities is that dark matter consists of heavy particles that annihilate among themselves producing high energy gamma rays, which could be detected by our telescopes", he says. "The probability for the annihilation reaction to occur is very low, but could be enough to produce a detectable gamma-ray signal from regions of large dark matter density, such as the Galactic center, satellite galaxies of the Milky Way, or clusters of galaxies".

These researchers have pointed the 17-m MAGIC gamma-ray telescopes to one of the most promising sites for detection of dark matter signals: a satellite galaxy called Segue 1, discovered in 2006 in the Sloan Digital Sky Survey data. "MAGIC has ob-

served Segue 1 for 158 hours between 2011 and 2013, which represents the deepest observation of a satellite galaxy by any Cherenkov telescope", Rico says. "No gamma rays have been measured, a fact that we have used to set bounds on the dark matter properties, particularly on its lifetime and annihilation cross-section".

The results gathered by these researchers are the most constraining ones for dark matter particles of mass above few hundred GeV, obtained from observations of satellite galaxies, "from which the results are more robust than for other kind of observational targets", says Rico. ▣

Facing the challenges of the Standard Cosmological Model

By Elena Denia

Last Thursday morning started at the Palacio de Congresos (Valencia) the series of international conferences on Cosmology and Astroparticle Physics included in ICHEP. The first talks presented a review of the problems of the so-called Standard Model of Cosmology (Lambda-CDM model); currently accepted by the scientific community, it is also known that it faces some challenges in describing some of the observed phenomena in the Cosmos, for instance neutrino oscillations or the baryon asymmetry observed in the Universe.

One of the main topics of the congress is the theory of Cosmic Inflation, which was first exposed by Gabriela Barenboim, researcher at the Department of Theoretical Physics of the University of Valencia. Firstly, she described the inflationary model that predicts an accelerated expansion of the Universe instants after its birth. Barenboim commented that "this brutal expansion has the important effect of dissolving possible heterogeneities, primordial anisotropies and flattening any pre-existing space curvature"

and so the Universe is set in a “very simple state, completely dominated by the inflaton field”.

After this introduction she continued proposing a physics scenario with ‘transplanckian masses’, a interesting concept to note, as most theories just consider energies lower than the Planck scale, “the scale at which quantum effects in gravity cannot be ignored anymore”. In her talk she warned the audience that because of this we must bring our theories beyond the region where we can trust them; this attitude can pose some problems since that represents “pushing things beyond their limits, away from their comfort region”.

Scientists are looking forward to the discussion about the data released by the BICEP2 telescope, located on Antarctica, and any new results from the Planck satellite to be announced next week, as they might confirm that an inflationary period actually happened in the early Universe, as predicted by several theoretical models. Moreover, ICHEP will be pleased with the presence of Alan Guth (MIT), one of the fathers and main supporters of this theory.

In addition, in this first series of presentations it was stated that the Standard Model of Cosmology must be extended to account for the latest observations about neutrinos and dark matter. Some really unexpected proposals were discussed, such as the model described by Pyungwon Ko, an expert in theoretical high energy physics from the Korea Institute for Advanced Study (KIAS). Ko explained that we assume the stability of the electron due to the conservation of electric charge, closely related to the existence of the photon. “In the model I have described, dark matter is stabilized by some unknown ‘dark charge’ conservation. I assume that some kind of ‘dark photon’ exists, very similar to the usual photon, but interacting only with dark matter”. These new proposals could

also bring new interesting consequences about the Higgs field, describing some new ‘Dark Higgs field’ responsible for the origin of matter; in this particular case, dark matter. The question is set for these future days.

On Friday morning the session was dedicated to some of the in cutting-edge experiments in dark matter searches. Carmen Carmona (University of California, Santa Barbara) started the session describing the LUX (Large Underground Xenon) experiment, designed with around 370 kg of liquid xenon, and whose results were presented last October. This is the most sensitive experiment in direct detection of non-ordinary matter at the moment. Other direct detection experiments have been presented: the XMASS detector, located in Japan, that also uses liquid xenon; or DEEP-2006 from Canada that uses argon. Additionally, the talks have also reported on the latest discoveries from the most important laboratories in this field, such as Gran Sasso, from Italy. ▣

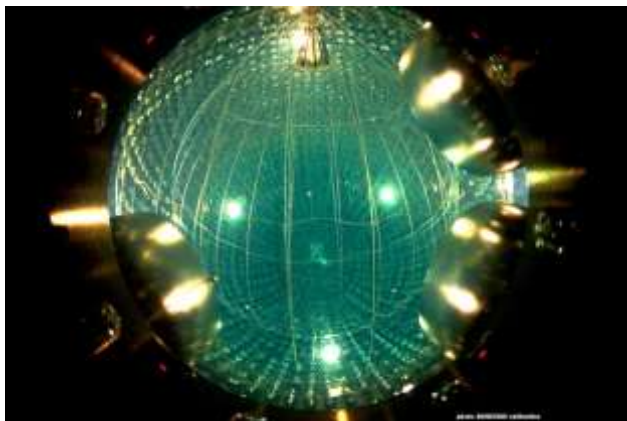
Closer to observe the reaction that powers the Sun, in real time

One of the most promising experiments for detecting solar neutrinos, the Borexino detector, has presented their most recent results in ICHEP. This detector has been running since May 2007 at the LNGS laboratory in Italy.

Borexino, defined as “a large unsegmented ultrapure liquid scintillator calorimeter” by Sandra Zavatarelli, researcher at the Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, “is optimized for the study of the lower energy part of the spectrum”. During the Phase-I, that took place between 2007 and 2010, “Borexino first detected and then precisely measured the flux of the ^7Be solar neutrinos, ruled out any significant day-



night asymmetry of their interaction rate, made the first direct observation of the pep neutrinos, and set the tightest upper limit on the flux of CNO solar neutrinos", says Zavatarelli, who in ICHEP presented a new comprehensive review of all the final phase 1 results, which has been released very recently in Physical Review D.



"After successful purification campaigns which have further brought down the background levels, a second data taking phase is now in progress and smoothly approaching its completion", Zavatarelli says. Commenced on October 2011, the experiment will go ahead until December 2014, followed by a few months of calibration campaigns whose output will be fundamental to perform the analysis of the new three years of data available by then.

"The deep understanding of the detector matured during the 7 year long Borexino run time, as well as the improved backgrounds, are now making possible to move to a phase of high precision flux measurements and to address the challenging but still missing pieces represented by pp and CNO neutrinos", the Italian researcher says. "Even though affected by some uncertainty, a measurement of the pp flux *per se* would represent a milestone in experimental solar neutrino physics, since it would provide the first direct observation in real time of the key fusion reaction which powers the Sun".

Moreover, the Borexino results might, "at the end of its program, cover the entire solar neutrino spectrum", says Zavatarelli. □

High school students commemorate the 2nd anniversary of the Higgs boson

Yesterday the University of Valencia held an event to commemorate the Second Anniversary of the discovery of the Higgs boson. On this occasion, a group of students from the six high schools that reached the finals of a CERN-organized competition attended the celebration. The goal of this competition, launched early this year when CERN was awarded the *Principe de Asturias* Prize for Technical and Scientific Research, was to evaluate the knowledge of young students about fundamental science and CERN research; the contest also aimed to promote scientific vocation.

Students had the opportunity to discuss with young particle physics researchers in order to get first-hand knowledge about how scientist work and what rewards they receive for their efforts. They also satisfied their curiosity about the complex world of high energy physics, mainly the Higgs Boson. The commemoration is one of the activities organized by the 37th International Conference on High Energy Physics (ICHEP 2014) and was held at *La Nau de la Universitat de València*. □



Gothic Valencia



Valencia is a Gothic city and the “Lonja de la Seda” or “de los Mercaderes” is one of the most brilliant examples. Moreover, it is one of the most representative monuments of European civil Gothic and therefore, it is Heritage for Humanity (UNESCO) and Historic Artistic Monument. The Lonja illustrates the power of the mercantile cities of the Mediterranean during the Middle Age and, in particular, it provides a snapshot of the commercial revolution, social development and brilliance which reached by the Valencian bourgeoisie during the so-called Valencian golden age, the 15th Century.

Valencia was unware of the political problems of the kingdoms of Catalonia and Aragon, so the kingdom of Valencia had a strong currency and economic growth, it was Port of Castilla and maintained trade relations with Italian, French and North African cities. This commercial activity caused the economic, cultural and artistic development of the whole city, and proof of this are the large number of civil, military and religious buildings of the Middle Age. Not to mention the exceptional artworks that its halls and museums host.

Inside La Lonja you will be able to differentiate three large spaces and a garden (Patio de los naranjos). The first one is the Sala de Contratación, full of enormous palm-shaped columns and decorated by sculptures that anticipate the Renaissance. In there, it was installed the “Tabla de Canvis”, where all banking transactions were made. The second one is the central tower, which has a chapel on the ground floor and two upper floors that were used to jail defaulting merchants. Finally, there is the pavilion for the “Consolat del Mar”, the commercial legal Institution at the time. This architectural jewel can be visited from Tuesday to



Saturday (for just 2 €) from 10:00 to 14:00 and 16:30 to 20:30 hours. On Sundays it is only open from 10:00 to 15:00 hours, but entrance is free and there are exhibitons of stamps and coins. It is in the [city center](#), next to the “Templo de los Santos Juanes”, Gothic on the outside and Baroque on the inside, and in front of the [Central Market](#), one of the largest in Europe and a paradise of 8000 m² for *gourmets*. It is also a beautiful modernist building with metallic structure and a large dome, which seems to continue the commercial purpose of the Ancient Lonja.

The Cathedral of Valencia, the “Miguelete”, the “Basilica de la Virgen” or the “Almoina” are other “essentials”, and you just have to ask for the [Plaza de la Virgen](#). It is good to know that every Thursday at 12:00 pm at the Puerta de los Apóstoles of the Cathedral of Valencia, the Water Court or “Tribunal de las aguas” takes place. This is a legislative tool used by the Arabs and formalized by Jaime I of Aragon to distribute water from the Turia River, which have been preserved for over one millennium and for that reason it was declared Intangible Heritage of Humanity by UNESCO. The Carmen district or “[Barrio del Carmen](#)”, built between the Muslim and Christian walls, with his twisted, paving streets, palaces, the medieval gates of “Torres de Quart” and “Torres de Serranos”, will be a good idea to accompany this tour with wines and “tapas”.

You are able to go all over at your leisure or you can sign up for the [tour offered by the organization](#) of ICHEP 2014 on 6th of July.□

EDITORIAL TEAM:

Ignacio Fernández Bayo, Antonio Calvo Roy, Antonio Villarreal, Lucia Durbán, Elena Denia, Alberto Aparici, Isidoro García, Miguel Ángel Sanchis



Textos en español

CERN: 60 años, una red global y muchas partículas

Los primeros pasos del sueño de crear un laboratorio europeo de física atómica se dieron a finales de los años 40. Apenas una década después de la muerte de Ernest Rutherford, el descubridor del protón, se sentaron las bases del lugar donde se confirmó parcialmente la existencia del bosón de Higgs.

Antes del acuerdo formal para crear el *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*, nombres como el de Niels Bohr, Louis de Broglie o Edoardo Amaldi -que fue el primer Director General- ya hicieron propuestas, informales u oficiales, para la creación del laboratorio.

El primer acelerador del CERN, el Synchrocyclotron de 600 MeV, se puso en marcha en 1957. Los primeros rayos aplicados a la física de partículas salieron de aquí, aunque siete años más tarde, un nuevo y más potente acelerador, el Proton Synchrotron, relegó al viejo Synchrocyclotron a la investigación nuclear. Pero esto no significó su jubilación, ya que permaneció nada menos que 33 años, hasta 1990, aportando sus rayos al proyecto ISOLDE, que trataba con iones inestables.

Pero si algo saben en el CERN es cómo sacar partido de su equipamiento, ya que el sustituto de ese primer acelerador, el Proton Synchrotron inaugurado en 1959 todavía proporciona protones para el Gran Colisionador de Hadrones a día de hoy, 45 años más tarde.

La década siguiente, el CERN mostró al mundo descubrimientos como las antipartículas (1965) o la cámara proporcional multicable del francés Georges Charpak, dispositivo que revolucionó la física de partículas y cuya creación fue recompensada con el Premio Nobel en 1992.

En 1971, el primer colisionador de hadrones del mundo se puso en marcha en Ginebra, el Intersecting Storage Rings o ISR. Por primera vez, la investigación en partículas no consistía en

apuntar rayos hacia objetos fijos sino en entrecruzar ráfagas de hadrones. Cinco años más tarde llegaría el SPS, el primer colisionador protón-antiprotón, que empezó a dar resultados a principios de los 80 sugiriendo la existencia de nuevas partículas dentro de los protones, que en última instancia serían bautizados como el quark o el gluón. En esos años llegaron los indicios de las partículas W y Z.

Sin embargo, pocos descubrimientos del CERN en los 80 han tenido tanta trascendencia como el paper que Tim Berners-Lee denominó en 1989 con el anodino título de "Information management: a proposal". El año siguiente, el primer servidor web estaba funcionando. En 1993, el CERN liberó el software gracias al cual usted está leyendo esto hoy.

Seis años más tarde comenzó la construcción del proyecto más ambicioso del centro en sus, por entonces, 45 años de historia: un colisionador de hadrones de 27 kilómetros, el instrumento científico más complejo jamás construido. El célebre LHC hizo circular su primer haz en 2008, y cuatro años después, en la víspera del ICHEP '12 en Melbourne, ocurrió eso que todos ustedes conocen muy bien. ▣

Tiziano Camporesi: "Hemos publicado 350 artículos en revistas científicas y no son tan atractivos como el descubrimiento de una nueva partícula, ¡pero aun así son importantes!"

Hace dos años hoy, Tiziano Camporesi, Portavoz Adjunto de la Colaboración CMS en el LHC, era el hombre que se quedó guardando la fortaleza del CERN. "Todo el mundo se fue a ICHEP en Melbourne y me quedé escribiendo el paper, porque habíamos acordado que íbamos a presentar el documento un 30 de julio, así que básicamente me quedé por detrás", recuerda Camporesi.

Pero no fue un momento tan duro. "Hicimos una fiesta, por supuesto, el 4 de julio, cuando se anunció la cosa. En realidad tuve la fiesta en casa, porque mi mujer es una de las personas que conducían uno de los análisis del Higgs, por lo que todavía recuerdo el día", dice Camporesi, "fue en algún momento de junio, por la tarde, ella estaba teniendo una videoconferencia con los EE.UU. y comenzó a gritar desde la habitación, y pensé '¿qué está pasando?'. Básicamente era que ella había empezado a ver los datos".

¿Qué tipo de trabajo están haciendo en el CMS durante el apagón del LHC?

Básicamente nos marcamos el objetivo de completar los análisis más importantes a tiempo para ICHEP, y lo hemos conseguido hasta cierto punto. Tenemos todavía algunos resultados que estamos llevando a cabo y no están finalizados, pero por ejemplo, en esta conferencia hemos dicho nuestra última palabra sobre qué podemos extraer y esperar sobre el bosón de Higgs o sobre análisis globales sobre búsquedas de supersimetría... Creo que hemos marcado la ICHEP de Valencia como un hito, estamos muy interesados en terminar el análisis de los datos que hemos recopilado, porque la gente tiene que comenzar a prepararse para el próximo año.

¿Encontrar la masa y otras características del Higgs es una prioridad para su grupo?

Una de las prioridades era medir el Higgs tan bien como fuera posible y extraer el máximo de información, y este es el resultado final de este esfuerzo. La masa, que ahora sabemos que es la medida más precisa *per se*, incluso con una menor precisión estaría bien, pero el hecho de que tenemos una muy buena precisión es un reflejo de todo el trabajo que se ha realizado los últimos dos años, en términos de entender cómo responde el detector a las partículas.

¿Y qué ocurre con la anchura?

La anchura es realmente algo muy interesante, porque para mí la anchura es un ejemplo de la sinergia e interacción entre teóricos y experimentales, ya que lo que visteis ayer en ATLAS y CMS era una idea sobre cómo medir la anchura, comparando el efecto de la anchura en

la resonancia midiendo cuánta exposición tienes en el pico de la desintegración. Esta idea tiene dos años. Antes nadie había pensado en ello, y hace dos años, los físicos teóricos llegaron a la comprensión de que si comparas una cosa muy sencilla una medida aquí y una medida allí y las interpretas, básicamente podrías obtener un límite, una restricción al ancho. Este es un ejemplo de lo que pasa continuamente en nuestro campo. Por otra parte hay algunas cosas que todavía no se han pensado, las cuales se podrán abordar con este experimento.

¿Hay mucho que descubrir aún con la actual generación de aceleradores?

En este momento hemos recogido alrededor del 1% del total de estadística. Ahora sabemos que la estadística es importante por dos cosas. En primer lugar, el primer paso. Llegar al 10% del total probablemente es muy útil para hacer descubrimientos. Una vez que hagamos esto, hay todavía una posibilidad de que pueda haber cosas muy extraordinarias que se puedan descubrir con el restante 90%, pero para mí, la verdadera razón para llegar al 90% restante es que conviertes un experimento de descubrimiento en un experimento de medida. Como sabes, tuvimos las portadas de periódicos y televisiones porque descubrimos el Higgs. Pero tenemos 350 artículos en revistas científicas que han contribuido a incrementar el conocimiento de la humanidad sobre cómo funciona la naturaleza, no tan atractivos como el descubrimiento de una nueva partícula, ¡pero son importantes! ■

David Charlton: "Faltan cientos de datos por llegar"

El 4 de julio de 2012, David Charlton, profesor de Física de Partículas en la Universidad de Birmingham y portavoz de la colaboración ATLAS en el LHC acababa de llegar a Melbourne para asistir a ICHEP. Se bajó del avión aquella mañana y, por la tarde, el descubrimiento del bosón de Higgs fue anunciado durante un seminario retransmitido desde el CERN. "Había un ambiente increíble", recuerda Charlton, "claramente toda la conferencia acabó girando en torno a este descubrimiento. Ahora es

cuando estamos viendo todos los frutos de los años de datos del LHC, y están apareciendo muchos, muchos resultados. A bote pronto, diría que en los últimos 6 meses ATLAS ha publicado unos 50 artículos".

¿Cuál es el plan de trabajo de ATLAS mientras el LHC está parado, tiempo de análisis?

Está bien, va a darnos tiempo para completar un montón de estudios de precisión, así que uno de los pasos adelante que hemos dado gracias al cierre será entender en más detalle la respuesta del detector, lo cual se puede comprobar viendo el número de resultados presentados. Hay medidas muy precisas del Higgs, pero también de otros procesos del Modelo Estándar (producción de pares de quarks top, de quarks top más bosones vectoriales, etc). También hay medidas muy detalladas de Ws y Zs más jets con una precisión tan grande que nos permitirá mejorar los modelos para cuando el LHC se ponga en marcha de nuevo.

¿Son la masa y otras características del Higgs una prioridad, o sólo una tarea más?

Durante el último año lo que hemos hecho básicamente ha sido un cuidadoso trabajo de calibración (y comprensión de dicha calibración) del detector para electrones, fotones y muones, y eso permite ofrecer resultados de alta precisión sobre la masa del Higgs en ATLAS y CMS. La medida de la masa tiene bastante prioridad pero también, por supuesto, una de las cosas que hemos visto con estas calibraciones es que las incertidumbres sistemáticas son bastante bajas, así que con más datos podremos mejorarlas. Pero es un programa enorme, apenas hemos empezado a desvelar la historia del bosón de Higgs.

¿Qué otros retos nos encontramos a la vuelta de la esquina?

Tenemos que conseguir que el detector funcione -y empiece a tomar datos- a altas energías. Actualmente hemos empezado a cerrar el detector y esperamos ponerlo en marcha de nuevo en noviembre y comenzar a tomar datos paulatinamente a partir de la primavera de 2015. No sabemos todavía cómo de bien irán las cosas en el LHC, pero sin duda

podemos esperar física apasionante durante el año que viene y el siguiente.

Está habiendo de momento en ICHEP charlas muy interesantes sobre aceleradores del futuro. ¿Sienten de alguna manera que los experimentos pueden verse pronto limitados por cuestiones técnicas?

Tenemos muchas cosas que hacer. Apenas hemos empezado el programa del LHC, y hemos estado funcionando a la mitad de su energía nominal, así que sólo hemos recogido algo así como el 1% de los datos que esperamos conseguir; todavía hay 100 veces más datos por llegar. Hay mucha física por delante y un importante potencial para nuevos descubrimientos. El LHC tiene un programa muy sólido y fascinante para los próximos 20 años.■

Buscando señales de materia oscura en Segue 1

La materia oscura es la forma dominante de materia en el universo, representando casi el 85% de la densidad de masa total, y por ello que tiene también un lugar predominante en las presentaciones del ICHEP. "Es una desconocida, ya que todavía no se ha identificado qué tipo de materia puede ser; no emite ni interacciona con la luz, pero juega un papel fundamental en la formación de estructuras cósmicas en todas las escalas", explica Javier Rico, investigador del Instituto de Física de Altas Energías (IFAE) de Barcelona. "Sin materia oscura el universo no contendría estrellas -o vida tal y como la conocemos-, ya que la materia ordinaria por sí misma no habría bastado para formar galaxias. A pesar de los enormes esfuerzos teóricos y experimentales llevados a cabo durante las últimas décadas, la naturaleza de la materia oscura permanece todavía como una de las cuestiones más interesantes de la ciencia moderna".

Rico, que expuso su presentación ayer a las 15:00, y otros colegas forman parte de la colaboración MAGIC junto con otros 16 institutos de investigación. El experimento, situado en el Observatorio del Roque de los Muchachos en la isla canaria de La Palma,

estudia la materia oscura utilizan un sistema de dos telescopios Cherenkov de 17 m de diámetro. Desde que el primer telescopio fue instalado en 2004, MAGIC ha realizado observaciones de fuentes astrofísicas de rayos gamma en el rango de energías comprendido entre 50 GeV y 10 TeV.

“Una de las posibilidades es que la materia oscura esté formada por partículas pesadas que se aniquilan entre sí produciendo rayos gamma de altas energías que podrían ser detectados por nuestros telescopios”, como afirma Rico. “La probabilidad de que ocurra la aniquilación es muy baja, pero podría ser suficiente para producir una señal detectable de rayos gamma procedente de regiones con alta densidad de materia oscura, como por ejemplo el centro de nuestra galaxia, galaxias satélite de la Vía Láctea o cúmulos de galaxias”.

Estos investigadores han apuntado los dos telescopios hacia una de las zonas más prometedoras para la detección de señales de materia oscura: la galaxia satélite *Segue 1*, descubierta en 2006, durante el barrido del cielo realizado por el Sloan Digital Sky Survey. “MAGIC observó Segue 1 durante 158 horas entre 2011 y 2013, lo que representa la observación más profunda de una galaxia satélite llevada a cabo por un telescopio Cherenkov” dice Rico. “No se han medido rayos gamma, lo que nos ha permitido acotar las propiedades de la materia oscura, concretamente su tiempo de vida y la sección eficaz de aniquilación”.

Los resultados de este equipo son los más restrictivos para partículas de materia oscura de masa superior a algunos cientos de GeV obtenidos a partir de la observación de galaxias satélites, que como el propio investigador destaca “son más robustos que los obtenidos a partir de otras fuentes observacionales”. ▣

Enfrentándose a los retos del modelo estándar cosmológico

Por Elena Denia

El jueves por la mañana se inició en el Palau de Congressos de Valencia el ciclo de conferencias de Física de Astropartículas y Cosmología

dentro del marco del ICHEP. Las primeras ponencias comenzaron con un repaso de los problemas que presenta el llamado modelo estándar cosmológico (Λ -CDM); aceptado en la actualidad entre la comunidad científica pero que aún presenta retos a la hora de describir algunos de los fenómenos observados en el cosmos, como por ejemplo las oscilaciones de neutrinos o la simetría del número bariónico que encontramos en el universo.

Uno de los temas clave durante el congreso es el de la teoría de la inflación cósmica, que fue abordado en primer lugar en este ciclo por la investigadora Gabriela Barenboim, del departamento de Física teórica de la Universidad de Valencia. Primero expuso el modelo inflacionario, que predice una expansión acelerada del universo instantes después de su nacimiento. Barenboim comentó que “esta expansión brutal tiene el efecto importante de disolver posibles heterogeneidades, anisotropías primordiales y aplanar cualquier curvatura del espacio pre-existente” y que esto sitúa al universo en un “estado muy simple, en el que está completamente dominado por el campo inflatón”.

Después profundizó en esta predicción planteando el escenario físico de la ‘masa transplanckiana’; un concepto necesario dado que las teorías involucran siempre energías inferiores a la escala de Planck, “la escala a la que los efectos cuánticos de gravedad ya no pueden ignorarse”, explica la investigadora. Además advierte que por estas razones debemos llevar nuestras teorías mucho más allá del límite confiable, lo que supone un problema, puesto que tenemos que “estirar las cosas más allá de su límite de validez, de su región de confort”.

Los científicos esperan con expectación la discusión que tendrá lugar la semana próxima sobre los datos recogidos por el telescopio BICEP2, en la Antártida, y los nuevos resultados del satélite Planck, que podrían confirmar este periodo inflacionario que tuvo lugar en el universo primigenio y que ha sido predicho por diversos modelos teóricos. Además, el ICHEP contará con la presencia de Alan Guth, del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT),

uno de los padres y principales defensores de esta teoría.

También, en este primer ciclo de conferencias, se puso de manifiesto que el modelo cosmológico estándar debe ser extendido para que las últimas observaciones sobre neutrinos y materia oscura se ajusten a la teoría. Se discutieron algunas propuestas de lo más inesperadas, como el modelo que describió el experto en física teórica de altas energías KO Pyongwon, del Instituto Coreano de Estudios Avanzados (KIAS). Pyongwon explicó que asumimos que el electrón es estable y que esto se debe a la conservación de la carga eléctrica en el universo, íntimamente relacionada con la existencia del fotón. “En el modelo que he descrito hoy –aclaró– la materia oscura se estabiliza por alguna especie de conservación de la ‘carga oscura’. Yo asumo que existe algún tipo de ‘fotón oscuro’ que es muy parecido al fotón ordinario pero que sólo actúa sobre la materia oscura”. Estas nuevas propuestas también podrían traer consecuencias interesantes para la física que estudia el campo de Higgs, y describir una especie de ‘campo oscuro de Higgs’ que fuera el responsable del origen de la materia, en este caso, oscura. El debate seguirá abierto a lo largo de estos días.

Durante la mañana del viernes, el ciclo se ha centrado en exponer algunos de los experimentos punteros en la búsqueda de materia oscura. Carmen Carmona, de la Universidad de California Santa Barbara, ha comenzado con el experimento LUX (Large Underground Xenon), diseñado con alrededor de 370kg de xenón líquido y cuyos primeros resultados se presentaron en octubre, siendo el más sensible hasta la fecha en la detección directa de este tipo de materia no ordinaria. Se han presentado otras opciones de detección directa como la del detector XMASS, localizado en Japón y que también funciona con xenón líquido, o la del DEEP-2006, en Canadá, que utiliza el argón como material principal. Además, las ponencias han incluido la exposición de los últimos avances llevados a cabo por los experimentos más populares en este campo, como el del Gran Sasso, en Italia. ■

Más cerca de la observación a tiempo real de la reacción que alimenta al Sol

Uno de los experimentos más prometedores para la detección de neutrinos solares, el detector Borexino, ha presentado sus últimos resultados en ICHEP. Este detector ha estado activo desde mayo de 2007 en el laboratorio LNGS de Italia.

Borexino, definido como “un gran calorímetro de centelleador líquido ultrapuro no segmentado” por Sandra Zavatarelli, investigadora en el Instituto Nazionale di Fisica Nucleare, “está optimizado para el estudio de la parte menos energética del espectro”. En la Fase 1 (entre 2007 y 2010) “Boxerino detectó y luego midió con precisión el flujo de neutrinos solares procedentes de ^7Be , descartó cualquier asimetría día-noche significativa en su ritmo de interacción, hizo la primera observación directa de los neutrinos pep, y estableció el límite superior más preciso del flujo de neutrinos solares procedentes de la cadena CNO”, dijo Zavatarelli, que presentó en ICHEP un nuevo resumen de los resultados completos de la Fase 1, que fueron publicados muy recientemente en *Physical Review D*.

“Después de las exitosas campañas de purificación que han reducido los niveles de ruido, la segunda fase de toma de datos está ahora en marcha y acercándose paulatinamente a su culminación”, dijo Zavatarelli. El experimento comenzó en octubre de 2011 y estará en funcionamiento hasta diciembre de 2014, momento en que empezará una fase de calibración de varios meses. Dicho proceso será fundamental para llevar a cabo el análisis de los tres años de datos que estarán disponibles para entonces.

“Durante los 7 años que Borexino ha estado en funcionamiento se ha profundizado en el conocimiento del detector y del fondo. Esto nos ha permitido adentrarnos en una nueva fase de medidas de flujo de alta precisión y abordar el desafío que representan los neutrinos aún no detectados procedentes de las cadenas CNO y pp”, afirma el investigador italiano. “Aunque no exenta de ciertas incertidumbres, una medida del flujo pp *per se* supondría un hito en la física experimental de neutrinos solares, ya que pro-

porcionaría la primera observación directa en tiempo real de la reacción de fusión clave que alimenta al Sol.”

De hecho, los resultados de Borexino podrían, “al final de su programa, cubrir el espectro completo de los neutrinos solares”, dijo Zavatarelli. ■

Alumnos de secundaria celebran el segundo aniversario del Higgs

Con motivo del segundo aniversario del descubrimiento del bosón de Higgs se celebró ayer, bajo los auspicios de la Universidad de Valencia, un acto protagonizado por un grupo de estudiantes de los seis colegios finalistas de una competición convocada por el CERN. El concurso, lanzado a principios de año con motivo de la concesión del Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica al CERN, pretendía conocer la valoración que hacen los jóvenes estudiantes de secundaria de la ciencia básica y las investigaciones que lleva a cabo el CERN, así como fomentar las vocaciones científicas.

Los alumnos departieron con jóvenes investigadores en física de partículas para conocer de primera mano cómo trabajan los científicos y qué recompensas reciben por su dedicación, así como satisfacer su curiosidad acerca del complejo mundo de la física de altas energías, especialmente en torno al bosón de Higgs. La conmemoración forma parte de las actividades organizadas por la 37 Conferencia Internacional de Física de Altas Energías (ICHEP 2014), y tuvo lugar en La Nau de la Universitat de València. ■

Valencia es gótica

Valencia es gótica y la Lonja de la Seda o de los Mercaderes es uno de sus ejemplos más brillantes. Es más, se trata de uno de los monumentos más representativos del gótico civil europeo y por ello es Patrimonio de la Humanidad (UNESCO) y Monumento Histórico Artístico. La lonja da una idea del poderío de las ciudades mercantiles del Mediterráneo durante la Edad Media y, en especial, ofrece una instantánea de la revolución comercial, el

desarrollo social y el esplendor que llegó a alcanzar la burguesía valenciana durante el llamado siglo de oro valenciano, el SXV.

Y es que, ajena a los problemas políticos de los reinos de Cataluña y Aragón, el reino de Valencia tenía una moneda fuerte y crecía, era puerto de Castilla y mantenía relaciones comerciales con ciudades italianas, francesas y del norte de África. Esta actividad mercantil provocó el desarrollo económico, cultural y artístico de toda la ciudad, y muestra de ello son la gran cantidad de edificios civiles, militares y religiosos del Medievo. Amén de las excepcionales obras de arte que custodian sus salas y museos.

El edificio consta de 3 grandes espacios y un jardín (patio de los naranjos). El primero es la gran Sala de Contratación, sembrada de enormes columnas con forma de palmera y decoradas por esculturas que ya anuncian el renacimiento. En ella se instaló la “Tabla de Canvis” o mesa de cambio, donde se hacían todas las transacciones bancarias. La segunda es la Torre central, que cuenta con una capilla en su planta baja y dos plantas altas que sirvieron para encarcelar a los mercaderes morosos. Por último está el pabellón destinado al “Consolat del Mar”, la institución jurídico-mercantil de la época.

Esta joya arquitectónica se puede visitar de martes a sábado (2€) de 10:00 a 14:00h y de 16:30 a 20:30h. Los domingos está abierto sólo de 10:00 a 15:00h, pero la entrada es gratuita y hay exposición de sellos y monedas. [Está en pleno centro](#), junto al Templo de los Santos Juanes, gótico por fuera y barroco por dentro, y frente al [Mercado Central](#), uno de los más grandes de Europa y un paraíso de 8000m2 para los más gourmets. Se trata, además, de un precioso edificio modernista de estructura metálica con una gran cúpula, que parece continuar la vocación comercial de la antigua lonja.

La Catedral de Valencia, el Miguelete, la Basílica de la Virgen o la Almoina son otros “imprescindibles” y sólo tenéis que preguntar por [la Plaza de la Virgen](#). Conviene saber que todos los jueves, a las 12:00 pm, en la Puerta de los Apóstoles de la Catedral de Valencia, actúa



el Tribunal de las Aguas. Una herramienta legislativa utilizada por los árabes y formalizada por Jaime I de Aragón para distribuir el agua del río Turia, y que por haberse conservado desde hace más de un milenio, fue declarada Patrimonio Inmaterial de la Humanidad por la UNESCO. [El barrio del Carmen](#), levantado entre la muralla musulmana y la cristiana, con sus calles retorcidas y adoquinadas, con sus palacios, las puertas medievales de **las Torres de Quart** y **las Torres de Serranos**, será un buen recorrido para acompañar una salida de vinos y tapas.

Podréis recorrer Valencia a vuestro aire o [apuntaros al tour que oferta la organización de ICHEP 2014](#) □