



NEWSLETTER

6

37th International Conference on
High Energy Physics

Valencia, 9th July 2014

#ICHEP2014

You may reproduce this content including references: Newsletter ichep2014

edited by www.divulga.es

➡ **Future accelerators: Closer to the next Big Thing in Physics?**



➡ **BICEP2: a verdict within a month**

Farewell



It has been a great honour to organize the 37th edition of ICHEP at Valencia

Many interesting results have been reported in the conference reflecting the high activity in the field (accelerator physics, neutrinos, flavour, astroparticles, outreach, detector R&D and cosmology).

Most of you come from many places all over the world and it has been our priority to make the effort worth and enjoy your stay. We hope you will keep a good remember as the best souvenir of Valencia.

We wish you a happy and safe return back home and look forward to see you again at:

- Lepton Photon 2015 in Ljubljana (Slovenia)
- ICHEP-2016 in Chicago (US)

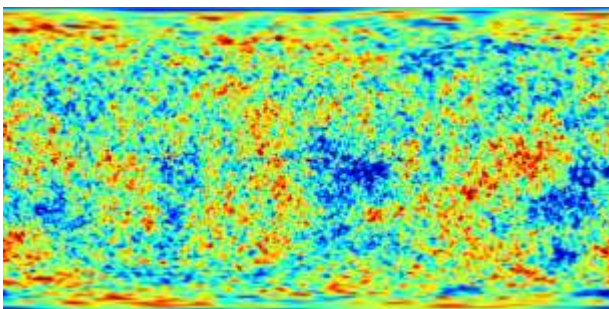
Manuel Aguilar and Juan Fuster



Planck will deliver the ‘verdict’ about BICEP2's gravitational waves within a month

Ignacio Fernández Bayo

As expected, the BICEP2 and Planck experiments were the stars of yesterday's ICHEP session dedicated to Cosmology and Particle Physics, with a lot of expectation to hear their presentations. The expectation was motivated by the primordial gravitational waves -supposedly- detected by BICEP2. Those waves were originated during the process of cosmic inflation, which happened, according to theory, in the first billionth of second of the Universe. No new data was revealed, also as expected. Nevertheless, the next steps that are to be taken to confirm or reject BICEP2 results were outlined. According to Enrique Martínez González (professor of research in the Instituto de Física de Cantabria and part of the Low Frequency Consortium of the Planck experiment) within a month the results from this European space telescope will be published, as the whole scientific community is waiting. The confirmation of BICEP2 data would support the cosmic inflation theory, becoming the most striking scientific announcement since the discovery of the Higgs boson two years ago.



BICEP2 and Planck are very different instruments. The first one is a ground-based telescope, located on the South Pole and their data possess great accuracy and detail, but only in the 150 GHz band and in a small field of 400 square degrees. According to

Martínez, it has a lot of sensitivity but it cannot distinguish whether the relevant signal comes from the cosmic microwave background (what is known as a cosmological signal), or from some sort of interference originating in the Milky Way (known then as a galactic signal). Planck is located one and a half million kilometres from Earth, so it can avoid the many interferences introduced by the Earth atmosphere. It deals with a wide range of frequencies, from 30 to 900 GHz, and covers the whole celestial sphere, consisting of 40.000 squared degrees.



The Spanish scientist says "So far we think that BICEP2 has measured a B mode signal; the question is to determine whether gravitational waves account for the whole signal or there is contamination from our galaxy. It is a very delicate issue so we want to be as sure as possible that what we say is true. For Planck it has become a priority and although the results will be published later this year in *Astronomy and Astrophysics*, we will disclose them at the moment of submitting the manuscript to the journal, in three or four weeks". And he emphasizes that Planck is capable of deciding whether the signal is galactic, cosmological or a mixture of both, and in what proportion.



*Roger
O'Brient,*



On the BICEP2 side the speaker was Roger O'Brient, a researcher from NASA's Jet Propulsion Laboratory, who in a previous conversation felt confident about an acquittal for his experiment. Although he recognized that they may have rushed in claiming the initial result, when they believed there were no galactic interferences in the observed signal, in the final publication, written after the initial criticism, they left many open uncertainties for Planck to decide.

Meanwhile, the BICEP2 scientists are working hard to improve their results. The BICEP2 data were collected in 2010 and were gathered with 512 sensors. Observations with the next generation of the experiment, called Keck Array, started in 2011, with two cameras of 100 and 150 GHz, adding up to a total of 2480 sensors. Their data will be published soon, according to the American scientist and, although he believes these data won't add new features, they will allow us to check the data from BICEP2. Then they will continue with a new phase named BICEP3, in the 95 GHz band, which will improve the sensitivity, with

2.560 sensors, and will increase its depth by a factor of three.

Both scientists expressed their interest for a joint collaboration between the two experiments. With caution, they recognize there are conversations in order to reach an agreement and try to answer together the open questions. "The two of them are complicated experiments, each with their own way of processing and analyzing data, but working together they should be able to provide a better understanding of the data and determine whether they are seeing the effects of gravitational waves or not. Being optimistic, I hope there will be an agreement and the joint paper will come out at the same time that the final results of Planck, at the end of October", says Martínez.

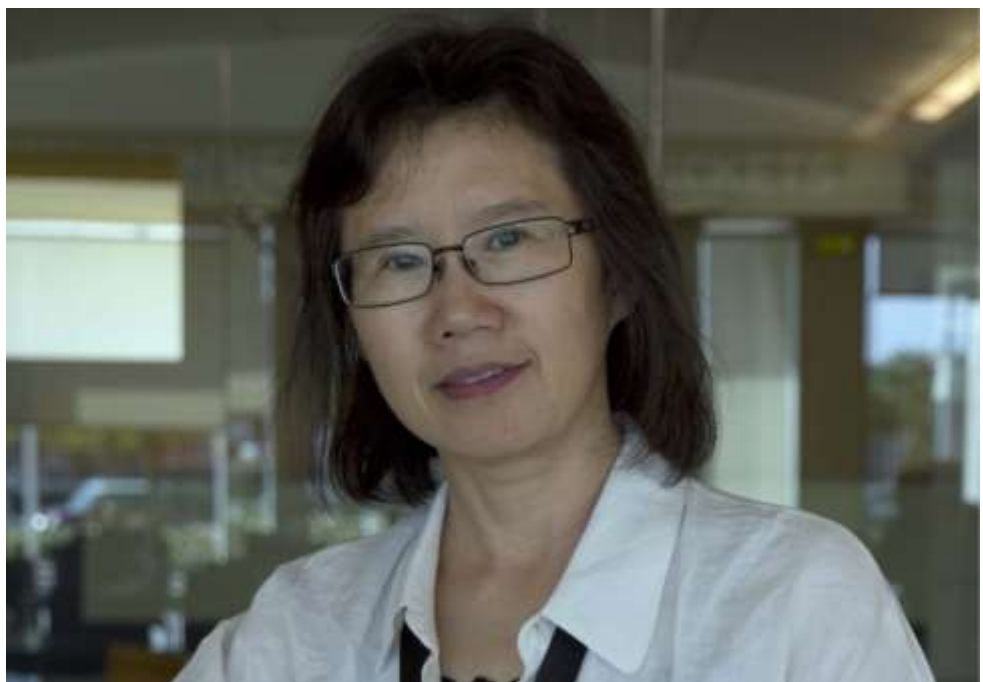


Enrique Martínez

For the longer term, new projects are being prepared. According to Martínez, "we are preparing a project to apply to the next call for ESA scientific missions. It is a mission called CORE+, whose sensitivity to polarization will be higher than Planck's, which was designed mainly to observe temperature. If approved, it will be launched in 2026". ■

"Higgs became a tool to find some new physics"

Young-Kee Kim ➡



By Antonio Villarreal

The next International Conference on High Energy Physics will take place in Chicago. Celebrated particle physicist Young-Kee Kim will be the chair of ICHEP '16, but also will give one of this edition's final presentations, compiling the experimental highlights of the Valencia conference.

*"Higgs became a tool
to find some new
physics that we don't
know about"*

I guess it must be an honor to resume the conference.

Absolutely, I am so thrilled that I was asked, yes.

How have you chosen the most relevant contributions to this year ICHEP?

Pretty much based on importance of the topics in our field and the impact of that subject. That's how I made the decision.

“In ICHEP '16 we will know the first results of LHC at 13 TeV, and I also expect a lot of neutrino data collected”

Have measurements of the Higgs boson been probably one of the best news we have heard in this edition?

Absolutely. I remember two years ago, in ICHEP 2012 in Melbourne, discovery was the big thing. But then we said the 'Higgs-like' particle, we didn't say Higgs particle, so that was the sort of beginning of this discovery and scientists were not sure, exactly, what kind of particle they were, not understanding all of the deeper parts. Right now, there are still many questions to be answered, but we are trying to measure Higgs particle's properties in all different ways and very precisely. It's different now compared to before: Higgs became a tool to find some new physics that we don't know about, so all that is very, very exciting.

You have worked in the past with measurements of the W vector boson or the top quark. Now with the Higgs, is it slightly similar or it has more challenges?

I have done W vector boson measurement, and after that, me and my group moved to top quark measurement. If you measure their masses very precisely, we have some predictions of what Higgs mass should be. Of course it's not a very precise prediction, it's very ranged, but I am very glad that our range, predicted by these particles and masses, was kind of consistent with the discovery. So yeah, concept of measuring is similar, although of course, W and top quark are decay particle, different than Higgs, but the principles are the same.

Have you attended sessions or tracks outside your area of expertise?

Yeah, I went to neutrino sessions, went to flavor sessions, which is more muons and kaons themed, to measure their properties very precisely, because any precision measurements of this type or how they read decay, specially very rare decay modes, they can tell us about new physics as well. I also attended cosmic rays or dark matter sessions in general. So I went to different sessions, of course I couldn't attend every session as I cannot clone myself, but I wanted to feel what kind of discussions happen in those sessions.

But weren't you inclined toward more experimental ones?

Yes. I listened to a few theory talks, but were mostly experimental talks.

Which ones did you enjoy most?

The Higgs is obviously, as I said, the Higgs-like particle discovery to now we measure properties of Higgs and now to use Higgs as a tool to discover something new. That's an exciting area and will be something to talk about. There has been a lot of progress made in neutrinos that I want to mention. Also dark matter, although we haven't seen, there's some many diverse approaches... it's a very, very vibrant field, there's a lot going on and probably we are not too far away from seeing something. I will probably pick up these three as primary topics.

Unless ICHEP '12 in Melbourne, this time has not had a huge announcement absorbing everything, it has been more diverse. Looking towards the next edition, in Chicago, what sort of things could be the hot topics then, what can we expect?

For instance, the LHC will have a higher energy, and that starts next year. So in ICHEP '16 we will know the first results of LHC at 13 TeV, and I also expect a lot of neutrino data collected. If we are lucky and nature is generous we may have some hints of key questions in neutrino physics, you never know in dark matter... again, this is a so vibrant field, many groups are going after, we may see something.

And we might have more, and possibly definitive, results on gravitational waves.

Yes, yes, that's another thing. So right now, there's a lot of controversial discussion with BICEP2 and Planck, and all these issues will be resolved by then. ▣

➔ *Chicago, ICHEP 2016*



Future accelerators: Closer to the next Big Thing in Physics?

By Antonio Villarreal

While not even 1% of data has come out of the experiments taking place at the current Large Hadron Collider, physicists inside CERN and around the world keep thinking of ways to improve it, upgrade it or, why not, even building the machine that will succeed the LHC.



But where? Europe again? The Americas? Asia finally? And what?

Chinese plans to build the next Big Thing in Physics, a 50 kilometer positron-electron collider, have been a constant rumour since, at least, 2007. "Our target is maybe too big for our current capabilities", said Wang Yifang, deputy director of the Chinese Institute for High Energy Physics.

This round table, that took place last Monday at ICHEP and in which Wang talked with peers of his such as Sergio Bertolucci from CERN, Atsuto Suzuki from KEK-A or Nigel Lockyer from Fermilab, made clear that international collaboration will be even more relevant in the next two decades.

The convener of this session was Tatsuya Nakada, former spokesperson for LHCb and co-ordinator of the European Strategy for Particle Physics. For Nakada, to manage

short-term upgrade projects with long-term strategies is always a hard task. "I don't think we really know the recipe to balance rigid plans and flexibility. You have to be open to flexibility. When we plan a long-time project, of course we make sure that timescales are met, but this, also has a potential to discover something unexpected. And if something unexpected happens, we need to be flexible to change or modify your plans. Even in a longtime project, the goal can be changed".

Even talks for the future International Linear Collider, apparently to be set in Japan, haven't seen much progress in recent years, which might compromise its completion long after 2026. For Nakada, "in these very long timescale projects, you have to plan very early ahead, and in some cases you even have to do some R&D on technology, because not all the technologies are available in the market so you can make an accelerator".

"For example, in the case of LHC", remembers Nakada, "one of the key technologies were superconducting magnets. However, that type of superconducting magnet was not ready on the market as a technology, so there had to be some R&D, which was quite thoroughly done at CERN, together with, of course, the industry".

The goal is crucial, but it is not everything. The LHC, like the American attempt of building the Superconducting Super Collider, was mainly focused on finding the Higgs boson. So, what should be the aim of the next big accelerator? "By definition, we can never plan to find something unexpected, but you have to be prepared for it", says Nakada, "on smaller scale projects, we have to admit that breakthroughs in science, in particular pure science, is coming in form of unexpected discovery. LHC was built primarily to find Higgs and Higgs was found. In some sense, it's not a surprise, because Standard Model Particle Physics made a lot

of measurements before Higgs was found and Higgs is one of the elements that you could predict what. So, before LHC was built or even under construction, many Standard Model predictions were done in such a way that we could anticipate".



Of course, future accelerators will be more ambitious than ever and thus, more expensive. Nakada makes an estimation of 8 billion euros, adding the costs of digging a tunnel of several dozen kilometers "if made in Switzerland, it would certainly pass through France", he says, and developing the detectors, which might well be above another billion dollars.

But, will there be any news during the conference? Nakada smiles, "no, I don't think so. This is part of a large project. This is not something that you can easily decide". □

“The Higgs boson has not been discovered in ICHEP 2014, but lots of evidences have been presented that it behaves as we expected”

Antonio Pich Zardoya ➡



By Ignacio Fernandez Bayo

Antonio Pich Zardoya, professor of Theoretical Physics at the University of Valencia and member of the Instituto de Física Corpuscular (IFIC), joint centre CSIC-UV, has been selected by the International Scientific Committee to present the final review of the theoretical part of ICHEP 2014, which will close up the conference.

Is this work more like an honour or a responsibility?

I would say the latter. I am very glad of having been chosen for this task, but with it comes great responsibility, and I'll give my best.

What is it about?

There has to be a brief review of everything that has been presented from the theoretical point of view, a summary of the current status of each topic, something to outline some general conclusions.

And do you already have those conclusions?

The conclusions for most topics seem pretty definite. In general we can say that the time for great discoveries is past. We are now in a stage of maturing and adjustment of the new findings. There have been more than 500 talks and a lot of results and novelties. We haven't found the Higgs boson, but we've seen a lot of evidence of it behaving as expected.

*“It seems that
minimal
supersymmetric
models don't quite
agree with the data”*

“We are sure that there must be new physics, although we don't know where it hides.”

There's strong evidence that Standard Model (SM) predictions work astonishingly well.

Not for everything

For almost everything. We know there has to be physics beyond, but it's hiding very well.

It seems that there are more experimental than theoretical results now.

Experimental results are measuring things predicted a long time ago. However, there is a lot of theoretical work trying to improve the predictions. LHC is a hadronic machine and we are interested in looking for a specific kind of physics associated to the electroweak interactions, which are masked in this machine by the strong interaction. Therefore, in order to analyse the data we have lots of theoretical physicists continuously calculating corrections, and in ICHEP many of them have been presented.

Is there a constant communication between theoreticians and experimentalists?

There should be and, indeed, there is. It is necessary. Experimentalists are measuring things that allow us to improve our theoretical predictions and theoreticians provide programs that experimentalists can use in order to analyse the data.

Any great novelty or new model?

I'd rather say that a lot of theoretical models are being discarded due to the predictions of the experimental measurements.

And supersymmetry among them

Well, that's a framework rather than a model. But it's true that minimal supersymmetric models don't seem to agree with the data.

That's a disappointment for a theoretician, isn't it?

Not really. The data says that the associated scale is heavier than we thought. Nowadays supersymmetry is one possibility, but there're others.

What are theoretical physicists preparing for the LHC upgrade?

They are improving the calculations and looking for alternative models, mixing Higgs physics with flavour physics, which are the two most important subjects to address. For instance, we don't have any fundamental explanation about neutrino or quark masses...

Neither any other SM particle.

Neither. We have a mechanism which allows us to explain how the masses were generated, but not the values of these masses. That's why

we are sure that there must be new physics, although we don't know where it hides.

What other other things would you highlight from ICHEP?

There has been a lot of expectation about the experimental results of BICEP2. Rather than at ICHEP, in the last two months there has been a lot of theoretical discussion trying to understand these results, but we have to wait for a confirmation. There are a lot of uncertainties at this moment. There is also a lot of effort to prepare the restart of LHC within a few months, when it will begin to work at energies that we have never seen before, and then an unknown window to new physics will be opened. It is a wonderful, outstanding, machine with Swiss-precision detectors.

You sound like an experimental physicist

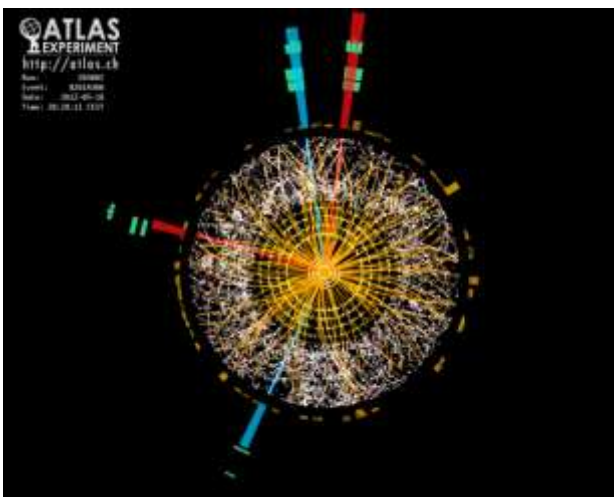
The responsibility of a theoretical physicist is to be as close as possible to the experimental results and to keep the feet on the ground.

I thought that theoretical physicists are characterised by not keeping their feet on the ground, and that they believe that the most absurd theory is the most probable.

Not necessarily. The LHC is starting to work and we are confident it will bring huge novelties and we must be prepared to interpret them. A great effort is being made in this direction. ▣

News

Young scientists are awarded the IUPAP prizes



Claude Duhr, lecturer in the Durham University's Department of Physics, and Kerstin Tackmann, researcher at the ATLAS group at DESY, are receiving this year's IUPAP young scientist prizes during ICHEP 2014's final day (9:20am, auditorium 1). Duhr has been awarded with the prize for theoretical high energy physics while Tackmann has received the experimental award.

Duhr's presentation will deal with the relation between number theory and particle physics while performing precision computations at the LHC. "Precision calculations in high-energy physics usually require the computation of multi-loop Feynman diagrams", explains Duhr to ICHEP's Newslet-

ter. "The computation of these diagrams is usually a bottleneck in precision computations. In recent years it has become clear that there is a connection between modern number theory and precision computations in high-energy physics. I briefly review this connection, and show how results from modern number theory can be used to do difficult computations in particle physics". $\square$

Winner of the ICHEP poster contest

The poster titled '[Search for new physics using events with two same-sign isolated leptons in the final state](#)', presented by Santiago Folgueras, won the poster competition of ICHEP 2014. There has been a draw in the second place, so the second and third awards are shared by '[Search for dark photon at BABAR](#)', presented by David Hitlin on behalf of Bertrand Echenard; and '[Muon reconstruction and identification in CMS Run I and towards Run II](#)', by Ilse Kratschmer. $\square$

Science meets industry in ICHEP

Representatives of both companies and scientific institutions, among them the leading particle physics laboratories, met yesterday in ICHEP 2014 during a special session in order to report on the main industrial opportunities emerging worldwide from the big projects in high energy physics. The future projects for the field in Europe, America and Asia were presented during the meeting, and there was also a review of the accelerator-related activities that are being carried out in Spain.

The most important Spanish companies with experience in international scientific facilities for particle physics were present in the session, organised by INEUSTAR and CDTI. After the presentations time was

allocated for comments and questions, allowing scientists and industrialists to share visions and prospects for the future of the area. $\square$



Manuel Moreno (CDTI), Juan Fuster, copresidente ICHEP 2014 y Javier Cáceres (INEUSTAR)

From the Big Bang to the LHC

At the end of today's sessions, when the 37th International Conference on High Energy Physics (ICHEP) is closed, an echo will resound till mid-August: "Accelerating science", the exposition that CERN has brought to the Príncipe Felipe Science Museum of Valencia to coincide with the conference, in collaboration with the Instituto de Física Corpuscular (IFIC), a mixed center the Spanish Research Council (CSIC) and the University of Valencia, and sponsored by the Spanish Foundation of Science and Technology (FECYT).

The exhibition is interactive in its conception, carrying the visitor through the history of the Universe, from the Big Bang that we picture at its origin until modern particle accelerators, the complex machines that currently are trying to reproduce the hard conditions of that event, such as the LHC. Moreover, the exposition also shows the applications emerging from the research of the high energy physicists. Despite the basic

nature of this research, it generated many technological products that we use in our everyday lives, such as the World Wide Web, GPS and tools for medical diagnosis and cancer treatment.



The visit begins with an audiovisual montage entitled “Big Bang Theatre”, which tells the story of the evolution of the universe from its origin to our days. The World of Particles allows us to get closer to the basic units of matter and interactions. In successive modules and through several interactive games, the visitor discovers the mass-energy relation and the main challenges that

particle physicists are facing nowadays, like the nature of dark matter, the properties of the Higgs boson, or the physics hiding beyond the Standard Model. The visitor can also learn how physicists try to solve these mysteries in facilities like the largest accelerator in the world, the LHC in Geneva, which is a result of worldwide international collaboration. □



EDITORIAL TEAM:

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



Textos en español

Planck dará a conocer la ‘sentencia’ sobre las ondas gravitacionales de BICEP2 antes de un mes

By Ignacio Fernández Bayo

Tal como se esperaba, había una gran expectación ayer tarde ante la sesión de ICHEP dedicada a Cosmología y Física de Partículas, protagonizada por los experimentos BICEP2 y Planck, con motivo de la supuesta detección, por parte del primero, de ondas gravitacionales originadas durante el proceso de inflación cósmica que se supone se produjo en la primera billonésima de segundo del Universo. Y, también tal como se esperaba, no se dieron a conocer datos nuevos, pero al menos se remarcaron los próximos pasos a dar hasta conseguir refrendar o rechazar los resultados de BICEP. Según Enrique Martínez González, profesor de investigación del Instituto de Física de Cantabria y coinvestigador del Consorcio de baja frecuencia de Planck, antes de un mes se darán a conocer los resultados de este telescopio espacial europeo. Una sentencia que mantiene en vilo a la comunidad científica e incluso a un numeroso público general. Si se confirman los datos de BICEP quedará respaldada la teoría de la inflación cósmica y la noticia será la de mayor impacto desde el descubrimiento del bosón de Higgs, hace dos años.

BICEP y Planck son dos instrumentos muy diferentes. El primero es un telescopio terrestre, situado en el Polo Sur, capaz de observar con mucha finura y detalle pero en una sola banda, de 150 GHz, y en un campo minúsculo, de 400 grados cuadrados. Según Martínez, tiene mucha sensibilidad pero no puede distinguir si la señal que recibe procede de la radiación de fondo de microondas (llamada cosmológica), que es la que se busca, o de interferencias de diferente tipo procedentes de la Vía Láctea (denominada galáctica). Planck está situado a millón y medio de kilómetros de la Tierra, por lo que evita las numerosas alteraciones que introduce la atmósfera

terrestre, puede observar en un amplio espectro de frecuencias, desde 30 hasta 900 GHz, y puede estudiar toda la esfera celeste, un campo de unos 40.000 grados cuadrados.

El científico español asegura que “nosotros en principio pensamos que BICEP sí ha medido una señal del modo B, la cuestión es saber qué representa, si puede ser explicada total o parcialmente con las ondas gravitatorias o hay algún contaminante de nuestra galaxia. Es un tema muy delicado por lo que queremos estar lo más seguros posible de que lo que digamos es cierto. Para Planck se ha convertido en una prioridad y aunque los resultados se publicarán a finales de año en *Astronomy and Astrophysics* los daremos a conocer en el momento de su envío a la revista, en tres o cuatro semanas”. Y recalca que solo Planck tiene capacidad para decidir si la señal es galáctica, cosmológica o una mezcla de ambas y en qué proporción.

Por parte de BICEP intervino en la sesión Roger O’Brien, investigador del Jet Propulsion Laboratory de la NASA, quien en conversación previa a su conferencia se mostró confiado en una sentencia absolutoria para su experimento. Aunque reconoció que se precipitaron en el anuncio inicial, cuando creían que no había interferencia galáctica en la señal observada, en la publicación final, tras las críticas recibidas, dejaban abierto un amplio abanico de incertidumbre que es el que deberá resolver o mitigar Planck.

Y mientras esperan sentencia, los científicos del experimento BICEP siguen trabajando para mejorar sus resultados. Los datos de BICEP2 se recolectaron en 2010 y se obtuvieron con 512 sensores. Las observaciones con la siguiente generación, denominada Keck array, se iniciaron en 2011, con dos cámaras de 100 y 150 GHz y cuentan con hasta 2.480 sensores. Sus datos se publicarán en breve, según el científico estadounidense, y aunque no cree que aporten datos nuevos permitirán corroborar los de BICEP2. Más tarde, continuarán con una nueva fase denominada BICEP3, en la banda de

95 GHz, que ganará en sensibilidad, con 2.560 sensores, y triplicará su profundidad.

Ambos científicos se mostraron dispuestos a que los dos experimentos puedan trabajar conjuntamente y reconocen, aunque con prudencia, que hay conversaciones para llegar a un acuerdo y publicar conjuntamente, de forma que den respuestas unitarias a las preguntas pendientes de contestar. “Son experimentos complicados, cada uno con su forma de procesar y analizar los datos, pero la puesta en común y corroboración de ambas es lo que puede dar una mayor riqueza y precisión para determinar si existen o no ondas gravitacionales y a qué nivel. Siendo optimista espero que haya acuerdo y que el paper colaborativo salga a la vez que los resultados finales de la misión, a finales de octubre”, dice Martínez.

A más largo plazo se preparan nuevos proyectos. Según Martínez, “estamos preparando un proyecto para presentar en la próxima convocatoria para misiones científicas de la ESA con una misión denominada CORE+, con una sensibilidad mucho mayor para la polarización que Planck, que fue diseñado más para la temperatura. De aprobarse sería lanzada en 2026”. □

Young-Kee Kim: “El Higgs se ha convertido en una herramienta para buscar alguna física nueva”

Por Antonio Villarreal

La próxima Conferencia Internacional en Física de Altas Energías tendrá lugar en Chicago. La célebre física de partículas Young-Kee Kim será la presidenta de ICHEP2016, aunque también hará una de las presentaciones finales de esta edición, compilando los resultados experimentales más destacados de la conferencia de Valencia.

Supongo que es un honor hacer un resumen de la conferencia.

Absolutamente sí, estoy muy emocionada de que me lo pidiesen.

¿Cómo ha seleccionado las contribuciones más relevantes a la ICHEP de este año?

Principalmente basándome en la importancia de los temas en nuestro campo y de su impacto. Así es como tomé la decisión.

¿Las medidas del bosón de Higgs están entre las mejores noticias que hemos tenido en esta edición?

Absolutamente. Recuerdo hace dos años, en la ICHEP2012, en Melbourne, donde el descubrimiento fue algo muy importante. Pero entonces dijimos 'una partícula como el bosón de Higgs', no dijimos la partícula de Higgs, pero así fue como comenzó este descubrimiento y los científicos no estaban seguros, exactamente, de qué tipo de partícula era, ni entendían las partes más profundas. Ahora hay todavía un montón de preguntas por resolver, pero estamos intentando medir las propiedades de la partícula de Higgs de todas las maneras distintas y de forma muy precisa. Ahora es diferente: el Higgs se ha convertido en una herramienta para encontrar nueva física de la que no sabemos nada, por lo que todo es muy, muy emocionante.

Usted ha trabajado anteriormente en medidas del bosón W o el quark top. Ahora, con el Higgs, ¿es algo parecido o tiene más retos?

He hecho medidas del bosón W, y después de eso, mi grupo y yo nos pasamos a las medidas del quark top. Si mides sus masas de forma muy precisa obtenemos algunas predicciones de cuál debe ser la masa del Higgs. Por supuesto, no es una predicción muy precisa, es muy variable, pero estoy muy contenta de que nuestro rango, predicho por estas partículas y sus masas, era de alguna forma consistente con el descubrimiento. Así que sí, el concepto de medir es parecido, aunque, por supuesto, el W y el top decaen en partículas distintas al Higgs, pero los principios son los mismos.

¿Ha asistido a sesiones fuera de su área de conocimiento?

Sí, fui a las sesiones de neutrinos, a las de física del sabor, que está más basada en muones y kaones para medir sus propiedades de forma muy precisa, porque cualquier medida de precisión de este tipo o sobre cómo se desintegran, especialmente en los modos muy

infrecuentes, nos pueden indicar nueva física. También asistí a las sesiones de rayos cósmicos y materia oscura. No pude atender a todas las sesiones, por supuesto, porque no me puedo clonar, pero quería sentir qué tipo de discusiones ocurrían.

¿No sentía predilección hacia las sesiones más experimentales?

Sí, escuché pocas charlas teóricas, principalmente asistí a experimentales.

¿De cuáles disfrutó más?

El Higgs es obviamente lo más interesante, ya que, como dije, tras el descubrimiento de una partícula como el Higgs ahora medimos sus propiedades y la usamos como herramienta para descubrir algo nuevo. Se han realizado muchos progresos en física de neutrinos que me gustaría mencionar. También en materia oscura, aunque no haya visto sesiones, hay muchas aproximaciones diversas... Es un campo muy dinámico, hay muchas cosas ocurriendo y probablemente no estamos muy lejos de ver algo. Probablemente escoja estas tres como los temas principales.

A diferencia de la ICHEP2012 de Melbourne, esta vez no ha habido un anuncio importante que lo absorba todo, ha sido más diversa. Mirando a la próxima edición en Chicago, ¿qué tipo de temas podrán ser los más candentes entonces, qué podemos esperar?

El LHC tendrá un energía mayor, por ejemplo, y empieza el próximo año. Así que en ICHEP2016 sabremos los primeros resultados del LHC a 13 TeV, y también espero un montón de datos de neutrinos. Si tenemos suerte y la naturaleza es generosa podremos tener algunos indicios de preguntas clave en física de neutrinos, aunque nunca se sabe en cuanto a materia oscura... Otra vez, este es un campo tan dinámico, hay tantos grupos detrás, que tal vez podamos ver algo.

Y podríamos tener más resultados, posiblemente definitivos, sobre ondas gravitacionales.

Sí, sí, esa es otra historia. Ahora mismo hay un montón de controversia entre BICEP2 y Planck, y todas estas cuestiones se resolverán entonces. ■

Futuros aceleradores: ¿más cerca del siguiente Gran Experimento en Física? No de momento

Por Antonio Villarreal

Aunque todavía no se ha producido ni el 1% de los datos en los experimentos que se llevan a cabo en el actual Gran Colisionador de Hadrones (LHC), los físicos del CERN y de todo el mundo ya piensan en formas de mejorarlo, actualizarlo y, por qué no, construir una máquina que lo sustituya.

Pero, ¿dónde? ¿En Europa otra vez? ¿América? ¿Asia, finalmente? Y, ¿qué?

Los planes de China de construir el próximo Gran Experimento en física, un colisionador positrón-electrón de 50 kilómetros, han sido un rumor constante desde, al menos, 2007. “Nuestro objetivo es tal vez demasiado grande para nuestras capacidades actuales”, dijo Wang Yifang, director adjunto del Instituto Chino de Física de Altas Energías.

La mesa redonda que tuvo lugar el pasado lunes en ICHEP, y durante la cual Wang habló con sus homólogos como Sergio Bertolucci (CERN), Atsuto Suzuki (KEK-A) y Nigel Lockyer (Fermilab), dejó claro que la colaboración internacional será aún más relevante en las próximas dos décadas.

El moderador de esta sesión fue Tatsuya Nakada, antiguo portavoz del experimento LHCb y coordinador de la Estrategia Europea de Física de Partículas. Para Nakada, gestionar proyectos con una actualización a corto plazo con estrategias a largo es siempre una tarea difícil. “No creo que conozcamos realmente la receta para combinar planes rígidos y flexibilidad. Tienes que ser abierto a la flexibilidad. Cuando planeamos un proyecto a largo plazo nos aseguramos por supuesto que los plazos están incluidos, pero esto también tiene un potencial para descubrir algo inesperado. Y si eso pasa, necesitamos ser flexibles para cambiar o modificar nuestros planes. Incluso en un proyecto a largo plazo, el objetivo puede cambiarse”.

Incluso las conversaciones para el futuro Colisionador Lineal Internacional, que será instalado aparentemente en Japón, no han visto

muchos progresos en los últimos años, lo cual puede comprometer su finalización hasta después de 2026. Para Nakada, “en estos proyectos a muy largo plazo tienes que planificar con mucha antelación, y en algunos casos incluso tienes que hacer I+D en tecnología porque no todas están disponibles en el mercado para construir un acelerador”.

“En el caso del LHC, por ejemplo”, recuerda Nakada, “una de las tecnologías clave eran los imanes superconductores. Sin embargo, ese tipo de imán superconductor no estaba disponible en el mercado, por lo que tuvo que haber I+D, la cual se hizo básicamente en el CERN junto, por supuesto, con la industria”.

El objetivo es crucial, pero no lo es todo. El LHC, como el intento americano de construir el Super Conducting Super Collider, estaba centrado principalmente en descubrir el bosón de Higgs. Así que, ¿cuál debe ser el siguiente propósito del siguiente gran acelerador? “Por definición, no podemos planear encontrar algo inesperado, pero tienes que estar preparado para ello”, dice Nakada, “en proyectos de escala más pequeña tenemos que admitir que los hitos en ciencia, en concreto en ciencia básica, llegan en forma de un descubrimiento inesperado. El LHC fue construido en principio para encontrar el Higgs, y el Higgs se ha encontrado. En cierto sentido, no es una sorpresa, porque el Modelo Estándar de Física de Partículas hizo un montón de medidas antes de que el Higgs fuese descubierto y el Higgs es uno de los elementos que podrías predecir. Así que, antes de que el LHC fuese construido o incluso antes de su construcción, muchas predicciones del Modelo Estándar se hicieron de tal forma que pudimos anticiparnos”.

Por supuesto, los futuros aceleradores serán más ambiciosos que nunca, y, por tanto, más caros. Nakada hace una estimación de 8.000 millones de euros, sumando los costes de excavar un túnel de varias decenas de kilómetros -“si se hace en Suiza, pasaría seguramente por Francia”-, asegura, y desarrollar los detectores, que bien podrían estar por encima de los mil millones”.

Pero, ¿habrá alguna noticia durante la conferencia? Nakada sonríe: “no creo. Esto es

parte de un gran proyecto. No es algo que se pueda decidir fácilmente”. □

Antonio Pich Zardoya: “En ICHEP2014 no se ha descubierto el bosón de Higgs, pero se han presentado muchas evidencias de que se comporta como esperábamos”

Antonio Pich Zardoya, catedrático de Física Teórica de la Universidad de Valencia y miembro del Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto CSIC-UV, ha sido elegido por el Comité Científico Internacional para llevar a cabo la ponencia de revisión final de la parte teórica de ICHEP2014, con la que se clausurará la conferencia esta tarde.

¿Este encargo es más un honor o una responsabilidad?

Más bien lo segundo. Estoy muy agradecido por haber sido elegido para esta faena, pero es una responsabilidad grande, y espero hacerlo lo mejor que sepa.

¿En qué consiste?

Hay que hacer un pequeño resumen de todo lo que se ha presentado desde el punto de vista teórico, intentar hacer un sumario del estado de la cuestión de cada tema y elaborar unas conclusiones generales.

¿Y ya tiene esas conclusiones?

Las conclusiones en la mayor parte de los temas parecen estar muy claras. En general podemos decir que el momento de los grandes descubrimientos fue hace algún tiempo y ahora estamos en la fase de maduración, de ajustar lo que vamos encontrando. Ha habido más de 500 charlas y muchísimos resultados y novedades; no se ha descubierto el bosón de Higgs, pero se han presentado muchas evidencias de que se comporta como esperábamos. Hay evidencia más fuertes de que las predicciones del Modelo Estándar (ME) funcionan impresionantemente bien.

No para todo

Para casi todo. Sabemos que tiene que haber una física más allá, pero se está escondiendo muy bien.

Da la impresión de que ahora hay más aportaciones experimentales que teóricas

Los resultados experimentales están midiendo cosas que están ya predichas desde hace mucho tiempo. Pero hay mucha actividad teórica para mejorar la precisión de las predicciones. El LHC es una máquina hadrónica y nosotros estamos interesados en buscar un determinado tipo de física que tiene que ver con la interacción electrodébil, que está enmascarada por la interacción fuerte. Por eso, para poder interpretar los datos hay un ejército de físicos teóricos que están calculando correcciones continuamente, y en ICHEP se han presentado muchos de ellos.

¿Hay una dialéctica constante entre teóricos y experimentales?

Debe haberla y la hay. Tiene que ser así, los experimentales están midiendo cosas que nos sirven para mejorar las predicciones teóricas y los teóricos proporcionan los programas con los que los experimentales pueden hacer el análisis de datos.

¿Ha habido alguna gran aportación, un nuevo modelo?

Más bien se están eliminando muchos modelos teóricos por la precisión de las medidas experimentales.

Entre ellos la Supersimetría

Bueno, más que un modelo es un *framework*. Lo cierto es que los modelos mínimos de Supersimetría no parece que se correspondan demasiado bien con los datos.

Eso para los teóricos ¿ha sido una decepción?

No demasiado. Lo que los datos nos dicen es que la escala es mucho más pesada de lo que creíamos. En estos momentos es una posibilidad más, pero hay otras.

¿Qué preparan los teóricos para el *upgrade* del LHC?

Están mejorando los cálculos y buscando modelos alternativos, que mezclen la física del Higgs con la física del sabor, que son las dos preguntas importantes que tenemos. Por ejemplo, no tenemos ninguna explicación fundamen-

tal que nos diga por qué los neutrinos tienen las masas que tienen, ni los quarks...

Ni la de ninguna partícula del ME

Ninguna. Tenemos un mecanismo que nos permite explicar cómo se generan las masas pero no los valores de esas masas. Por eso estamos seguros de que tiene que haber otra física nueva, aunque no sabemos a qué distancia.

¿Qué otras cosas destacaría de ICHEP?

Ha habido expectación con los resultados de cosmología por los resultados experimentales de BICEP2. Más que en ICHEP, en los últimos dos meses ha habido una efervescencia teórica tratando de entender el resultado, pero hay que ver si se confirma o no. En este momento hay mucha incertidumbre. También se está haciendo un esfuerzo inmenso para preparar la puesta en funcionamiento del LHC dentro de unos meses, cuando empiece a trabajar a unas energías donde no hemos trabajado nunca y se abrirá una ventana a una física nueva. Es una máquina excepcional, maravillosa, con unos detectores que funcionan como relojes.

Habla usted como un experimental

La obligación de un teórico es estar muy cerca de los resultados experimentales y tener los pies en el suelo.

Yo pensaba que los teóricos no tenían los pies en el suelo, que creían que la teoría más absurda es la más probable.

No necesariamente. El LHC va a empezar a funcionar y estamos seguros de que traerá grandes novedades y hay que estar preparados para poder interpretarlas. Se está haciendo un gran esfuerzo en esa dirección. ▣

Jóvenes científicos premiados con los premios de la IUPAP

Claude Duhr, profesor en el Departamento de Física de la Universidad de Durham, y Kerstin Tackmann, investigadora del grupo de ATLAS en DESY, van a recibir los premios de la IUPAP de este año para jóvenes científicos durante la jornada final de ICHEP 2014 (9:20am, Auditorio 1). Duhr ha sido galardonado con el premio en física de altas energías teórica, mientras que Tackmann ha recibido el galardón experimen-

tal. La presentación de Duhr tratará la relación entre la teoría de números y la física de partículas al realizar los cálculos de precisión en el

LHC. "Los cálculos de precisión en física de altas energías requieren normalmente de cálculos de diagramas de Feynman multi-loop", explica Duhr al Newsletter de ICHEP. "Los cómputos de estos diagramas es un cuello de botella en los cálculos de precisión. En los últimos años ha quedado claro que hay una conexión entre la teoría de números moderna y los cálculos de precisión en física de altas energías. Presento resumidamente esta conexión, y muestro cómo los resultados de la teoría de números moderna pueden usarse para hacer cálculos difíciles en física de partículas". ■

Tenemos ganador del poster en ICHEP

El cartel "Búsqueda de nueva física usando eventos con dos leptones aislados del mismo signo en el estado final", presentado por Santiago Folgueras, ganó el concurso de *posters* de ICHEP 2014. Ha habido empate entre el segundo y tercer puesto, así que los posters "Búsqueda de un fotón oscuro en BABAR", presentado por David Hitlin en nombre de Bertrand Echenard y "Reconstrucción e identificación de muones en la primera fase de toma de datos de CMS, y hacia la segunda fase" de Ilse Kratschmer comparten el segundo y tercer puesto. ■

Encuentro entre industria y ciencia en ICHEP

Representantes de empresas e instituciones científicas, entre ellas los principales laboratorios de física de partículas del mundo, se dieron cita ayer en ICHEP 2014 en una sesión especial para dar a conocer las principales oportunidades industriales que ofrecen los grandes proyectos de física de altas energías en todo el mundo. Durante la sesión se presentaron los proyectos futuros de la disciplina en Europa, América y Asia, así como las actividades orientadas a aceleradores en España. Las principales empresas españolas con experiencia en instalaciones científicas internacionales del área acudieron al encuentro, organizado por INEUSTAR y CDTI. Tras las

presentaciones, un turno de discusión abierta permitió a empresas y científicos compartir visiones sobre el futuro de esta disciplina en el mundo. ■

Del Big-Bang al LHC

Cuando hoy se clausure la 37ª Conferencia Internacional de Física de Altas Energías (ICHEP) aún quedará un eco que se prolongará hasta mediados de agosto: la exposición "Acelerando la ciencia", que con motivo de la Conferencia ha traído el Centro Europeo de Investigación Nuclear (CERN) al Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia, en colaboración con el Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto CSIC-Universidad de Valencia, y con el patrocinio de la Fundación Española de Ciencia y Tecnología (Fecyt).

La muestra tiene carácter interactivo y realiza un acelerado recorrido por la historia del Universo, desde la gran explosión con la que se supone que se inició hasta las complejísticas máquinas que actualmente intentan reproducir las endiabladas condiciones de aquel evento, los aceleradores de partículas, singularmente el Large Hadron Collider (LHC). También muestra la exposición las aplicaciones derivadas de la investigación que llevan a cabo los físicos de altas energías, y que, a pesar de su carácter eminentemente básico, ha dado lugar a cambios tecnológicos presentes en nuestra vida cotidiana, como la WWW, el GPS y sistemas de diagnóstico y tratamiento del cáncer y otras enfermedades.

La visita se inicia con un audiovisual que, bajo el título de Teatro del Big-Bang, narra la evolución del universo desde su origen hasta nuestros días. El Mundo de las Partículas permite aproximarse a las unidades básicas de la materia y de las interacciones. En sucesivos módulos, y a través de juegos interactivos, el visitante se aproxima a la relación entre masa y energía y a los grandes retos a los que se enfrentan los físicos de partículas en la actualidad, como la materia oscura, el bosón de Higgs o la física escondida tras el Modelo Estándar; y la forma en que tratan de descifrar estos misterios, a través de instalaciones como el LHC, el mayor acelerador del mundo, situado en Ginebra y fruto de la colaboración internacional. ■

Despedida



Ha sido un gran honor para nosotros organizar la 37^a edición de ICHEP en Valencia. Los numerosos e interesantes resultados que se han puesto en común durante la conferencia reflejan la gran actividad del campo (aceleradores, física de neutrinos, sabor, astropartículas, divulgación, I+D en detectores y cosmología).

Muchos de vosotros habéis llegado de lugares lejanos de todo el mundo y hemos procurado que disfrutarais de vuestra estancia. Esperamos que os llevéis un buen recuerdo de la conferencia como el mejor souvenir de Valencia.

Os deseamos un vuelta a casa cómoda y segura y confiamos en veros en

- Lepton Photon 2015 in Ljubljana (Eslovenia)
- ICHEP-2016 in Chicago (EE.UU.)

Manuel Aguilar y Juan Fuster