



NEWSLETTER

4

37th International Conference on
High Energy Physics

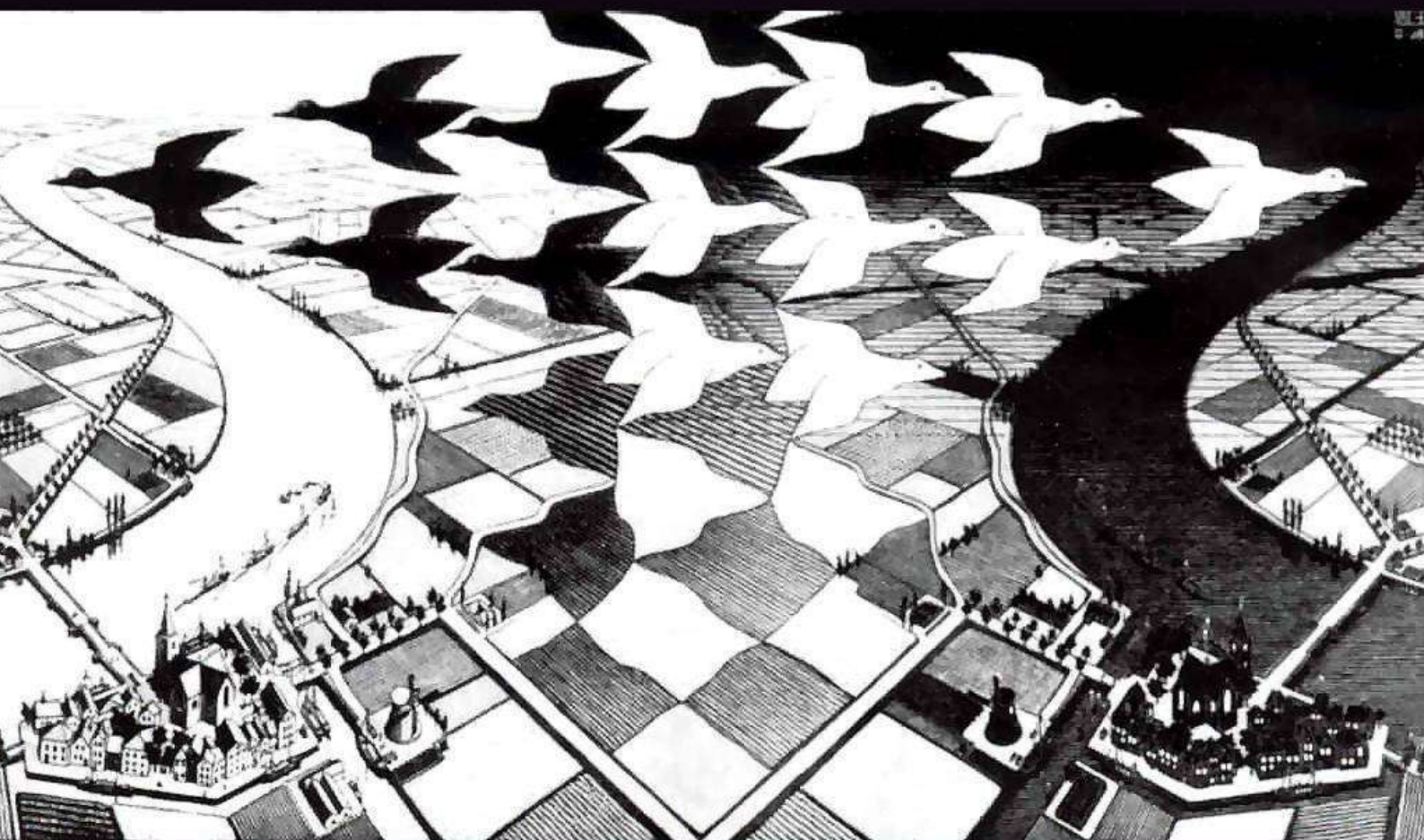
Valencia, 6th - 7th July 2014

#ICHEP2014

You may reproduce this content including references: Newsletter ichep2014

edited by www.divulga.es

➤ Interview with Rolf-Dieter Heuer



➤ The future of the Spanish particle physics

"I don't mind the Higgs boson being mysterious. It is science and it sticks to the heads of the people"



Rolf-Dieter Heuer ➡

By Antonio Villarreal

Rolf-Dieter Heuer, the Director General of CERN, has spent the last two years explaining to students, media, and the rest of the world what means to discover a long-sought fundamental particle such as the Higgs boson. Now, with still a few months to go before the Large Hadron Collider shutdown is put to an end and experiments are restarted, Mr. Heuer visits ICHEP to give the attendants some hints of what they can expect from the institution in the near future.

The Higgs discovery almost made you a celebrity in many newspapers and TV shows around the world. As a scientist, are you willing to go back to a more reclusive, research-oriented mode in CERN?

You can't do this job without also enjoying outreach , discussions with media, with the general public... I think that is absolutely vital for all scientists to do that, so I enjoy it. I find it extremely encouraging that, even two years after the announcement of the discovery, people are still asking about it, asking about the influence of it, what does it mean, etcetera. It is just fantastic to see that the general public does not forget so quickly, that's great.

Maybe because many laymen still don't really understand it?

I think that is correct, because still there is a lot of myth around it, a lot of questions about it, it is really... nearly a bit esoteric. People ask "what does it mean" and "how can I imagine these things?" Which is, by the way, extremely difficult to imagine. There's something about it which makes it a little bit mysterious. But I don't mind, it is science and it sticks into the heads of the people, that is important.

Many people outside physics sees the Higgs discovery as the end of a search, but, curiously, for the physicists at CERN is completely the opposite, is the start of a search!

Not for them, for all of us! In a jokey way, I told them the discovery was easy, 'now the hard part starts', but it's a joke, actually the discovery was hard too.

While just a tiny amount of LHC data about the Higgs has been analyzed and published so far, others are thinking in how to improve the accelerator, build more modern ones... it might seem impatient.

We need to work this way, because our projects are so long-term. Just look back, when was the first discussion of physics at the LHC? It was 1984, thirty years! So we have to start now, because the work will take at least 30 years. If we don't start now, then we make a mistake. And since we don't want to do such mistakes, we start. We have to.

I guess it has always been this way?

Well, now the timeline has been little bit shorter.

Some of the first accelerators, such as the Proton Synchrotron that dates from 1959, are still in use. Do you think that, with the technological advances, this accelerator lifespan might be shorter in the future?

I don't think so. Look, nearly all of them are still in use! The Proton Synchrotron is now 54 years. We used it for fixed target experiments but we are still giving it a use in other projects. So I could mention that other interesting projects could be found later for the LHC, for other experiments, and maybe we can use the LHC as an injector for the next peak, to build one in top of the other. That's, in principle, the most efficient way of using the resources. □



➤ Celebrating the 60 years of CERN



(Im)perfect future

The difficulties in incorporating Spanish young talents into High Energy Physics



By Ignacio Fernández Bayo

Particle Physics in Spain has known a spectacular development in the last few decades, and the election of Valencia for ICHEP 2014 confirms this fact. However, the economic crisis might affect the incorporation of the new generation of Spanish physicists to research in the near future. In addition to the lack of encouragement to undergo a research career we must also consider the budget cuts (though the Secretary of State of Research, Development and Innovation announces an imminent recovery of financing), “the organizational deficiencies of the Spanish administration and the defaulting that affects research institutions, societies and international organisms. All these factors cause a loss of the international scientific prestige achieved in the past decades, harming the Spanish young researchers”, according to Miguel Ángel Sanchis, vice president of the Real Sociedad Española de Física and member of the Organizing Committee of ICHEP 2014.

To avoid an intergenerational rupture it is necessary not only to recover the public budgets for research, but to implement clear politics that encourage the incorpora-

tion of young researchers into stable job positions specifically oriented to research, either in national facilities or in international installations in which Spain is involved, or even in other institutions. However, the present situation does not allow to be optimistic. “The number of predoctoral grants has decreased, including those related with the Formation of Research Personnel program, associated to research projects; and also their duration and salary”, Sanchis says.

It does not get better in the next stages of the career. In Sanchis words, “The competition to get a postdoctoral grant has become hard due to the restructuring of several international laboratories and the decrease in the number of grants because of the economic crisis. The selection procedure for a typical postdoctoral position in a research center can receive almost 100 applications!” At the same time, the Ramon y Cajal program has seen its budget decreased too, and the government systematically defaults on its promise of stabilizing the jobs when the term is completed successfully.



Despite the difficulties, the new talents try to maintain and improve their scientific level. Aiming to offer ideas for Spanish young promises in the branch of high energy physics and astroparticles, Francisco del Águila, manager of the Spanish National Program for Particle Physics, ventures to select four names among the assistants to ICHEP2014, though acknowledging that many other could be included in such a list. Working in different laboratories from all over the world, they, together with many others, are the first class material to prevent this hard present from becoming an imperfect future. Here's a brief approach to each of them.

"We know the masses of the Standard Model particles, but we don't have a principle explaining such figures"



Miguel Nebot Gómez, researcher at the Centro de Física Teórica de Partículas in Lisbon

"Relieved, I thought 'thanks goodness I chose this, because it's worth it'". This meant 'particle physics', and Miguel Nebot Gómez (Valencia, 1977) was finishing his grade in physics, at a point where turning back would have been difficult. "I chose

physics because it looked appealing, but at first you have no idea what you've gotten into". Since Valencia, where he got his grade and his PhD, he has been travelling all the way long: Lisbon, Rome, Oxford, Geneva, Spain... "and now I have packed again to Lisbon, to the Centro de Física Teórica de Partículas".

Miguel's PhD discussed the violation of CP symmetry in B mesons, the same subject he's still working on, trying to shed light on the prevalence of matter over antimatter in our Universe. "A meson is a bound state of a quark and an antiquark, and some of them, like the B meson, have also an antimeson, in which the quark is replaced by an antiquark and vice versa. Sometimes, in the B meson factories, and also in ATLAS and CMS, some mesons turn spontaneously into their antimesons and also the other way around, but these two transformations are not symmetrical. This fact is a violation of the CP symmetry", Miguel says. What he does is to study this system and its time evolution, and try to determine how this asymmetry can explain what happened to antimatter in our observable Universe.

Miguel explains that "these mesons evolve and they can decay in a tremendous variety of ways. In some of them we might find interesting signals, deviations from the predictions of the Standard Model". For this aim, this theoretician needs help from the experimentalists, who can "appear at once and say 'this channel you intend to measure involves a neutral particle this other stuff, so it's very complicated to distinguish from the background. I won't be able to measure the small signal you're looking for'. Then you know you have to find an alternative way".

But he's also interested in other subjects, like trying to understand why the SM particles have the masses they have. "We know the values of the mass of the electron, the muon, the top quark, but we don't have a



principle to explain those numbers, and that's also related to CP symmetry violation. There have been attempts to explain them in theories beyond the Standard Model". ¿Supersymmetry, for instance? "Not necessarily. Supersymmetry may even get the problem worse, because the number of parameters is much larger". Do you aim at finding an answer for this? "I would love to. As a horizon it's fine, but before I would like to find a stable job".

"Nobel rules should be changed so that the Prize can be awarded to an institution or to 3000 people collaborations"



María Aldaya Martín, researcher at DESY

"In experimental physics there aren't one person findings. This is a collaboration and we share the praise", said María Aldaya Martín (Salamanca, 1978).

She is an experimental physicist who works at the DESY laboratory at Hamburg. She is so used to this kind of collaborative work that she finds it funny when people ask her about the frustration of her name being diluted amongst 3000 other scientists. "It is not frustrating at all! One person alone or a small group cannot operate nor maintain detectors such as the ones we work with. The authors are sorted alphabetically and I don't really look at it. This a different concept from the traditional one", she stated.

She always knew that she wanted to study physics. Her father is a theoretical physicist and the vocation was born with her. She studied at the University of Granada, where she got her degree. She worked on her PhD at CIEMAT in Madrid. "My thesis had two parts. On the hand it addressed the strategy of Higgs searches through simulations, because the LHC wasn't running yet. On the other hand there were also the measurements of cosmic muons with the data they were being taken for the startup of the CMS detector".

Three months after defending her PhD (July, 2008) she started her post-doc at DESY, where she's still a researcher today, leading her own group. "I wanted to perform real measurements of Standard Model (SM) processes rather than brand new searches. Specifically, I wanted to characterize the top quark, and now the Higgs boson production associated to top-antitop pairs", she explained. Confirming whether the Higgs they found two years ago is the one associated to the SM or not is a work of increasing importance. "This will take us time because the data we have at the moment are not enough to set this question", she pointed out. All they have found up to now fits the SM predictions. Wouldn't it be more exciting to find some disagreements with the SM? "No, it is not boring at all. We look for discrepancies, but also for new



precision measurements to check the consistency of the SM". She is aware of the difficulty for an experimental physicist to obtain a Nobel Prize, so it is not one of her life goals. She complained, however, that the Nobel Prize wasn't awarded to CERN for the discovery of the Higgs: "Nobel rules should be changed so that the Prize can be awarded to an institution or to 3000 people collaborations". Although she does not covet the recognition, she still cherishes the illusion of some outstanding discovery. "For instance, reaching 5 sigmas for Higgs production in the channel associated to top quarks, or hints of supersymmetry or any other unexpected finding".

"If supersymmetry doesn't appear with the LHC upgrade, we'll have to see why and keep searching, because something new could appear"



Pablo Martínez Ruiz del Árbol, researcher of CERN

"Yes, in a sense I feel as a co-discoverer of the Higgs boson and, in fact, I did sign the paper, as every collaborator in the CMS and ATLAS detectors", says Pablo Martínez Ruiz del Árbol (Santander, 1982), an experimental

physicist who carried out his PhD research at CERN, when the LHC was getting ready. "My thesis was about the calibration of the detectors, in particular the alignment of CMS. We took the first data and tested the detectors with cosmic rays in order to calibrate them. With the LHC already running, Pablo still works in CMS, one of the two detectors that provided the data which confirmed the existence of the Higgs boson. "I didn't participate in the data analysis but I reviewed the papers that were to be published with the rest of the collaboration".

According to him, there was not a particular moment when he fixed his vocation. "I have always been interested in science, maybe because one of my uncles always talked to me about science and gave me books, so it is natural that I chose physics". After studying at the university of his region, Pablo obtained his PhD at the Instituto de Física de Cantabria (joint center CSIC-UC). Now he works in the Zürich Institute of Technology (ETH), where he teaches once a week. He spends the rest of his time at CERN, looking for hints that could yield a confirmation of supersymmetry.

This theory, the great candidate for improving the Standard Model, is living hard times because the first evidences for the existence of supersymmetric particles should have already appeared by now. "We would have liked to obtain immediate results, of course, or at least promising hints, but everything depends on the energy of the accelerator. Now they are finishing the analysis of the 7-8 TeV data from 2012 and no hints have been spotted. However, predictions are not that exact, they might be around 9 TeV". That's why he feels confident about the LHC upgrade. "Next year we will work with 13 TeV and I hope we'll see something interesting". But what will happen if they don't? "We will have to find out why. Supersymmetry would be able to explain dark matter, which we know can



account for 23% of the Universe. If it doesn't appear, though, it is possible that we find some other thing. We know that there is something else, but we don't know where, and we have to search until it appears. In principle, we perform model-independent searches and, if data doesn't fit the model we have to look for a new one. In case exotic states appear, they will be welcome. The important thing is to find something new" he concludes.

"We do not assume any theory a priori; we want to detect the particle and measure its properties, and then we'll see which models are ruled out"



María del Carmen Carmona Benítez, researcher at the LUX experiment

"I work in an old gold mine, one and a half kilometre deep underground, but I don't feel anything special, it's just like being in a common laboratory, but with no windows". María del Carmen Carmona Benítez (Granada, 1981), "Carmen Carmona since I went to the USA", looks in the deep for the first signs of something that constitutes almost the fourth part of the universe, but whose nature is completely unknown: dark matter. She does that below the ground of South Dakota, "where the LUX detector is, the most sensitive in the world to find WIMP's". Despite of that sensitivity, no event associated to such a particle (one of the theoretical candidates to constitute dark matter) has been detected yet.

Before that, she studied Physics in her natal city, and there she heard for the first time about dark matter. "I was oriented to theoretical physics, but I was attracted to the idea of searching for dark matter. I talked to Professor Antonio Bueno, who was collaborating with the ARDM experiment, and he supervised my PhD." She finished in July 2009 and two months later she was already on a postdoc position working in LUX at Case Western Reserve University, in Cleveland.

"My thesis had had a lot of computer simulation, but little experimenting and I was keen to go to a bigger laboratory and build things". And there she was, in charge of the cryogenic systems and of assembling the detector, both the inner and the external, as well as of operating it.

The detector consists of 370 kilograms of liquid Xenon, which is kept at 175-180 K. If a WIMP interacted with a Xenon nucleus, light signal and charge would be produced and registered, however "it is a very weak interaction, and other interactions are produced, such as the ones from neutrons, electrons, gamma rays... and which we have to distinguish looking at the ratio of charge and light, since it is different depending on



the particle". The first results, corresponding to 85 days of observation, were published last October. Now they are going to acquire data for a longer period, of 300 days. Currently at UC Santa Barbara, Carmen's hopes are placed in a new detector, LZ, which will also be located in South Dakota, and which will contain 7 tonnes of Xenon inside a tank of 300 tonnes of water, the same that is used in LUX. "The fiducial

volume is bigger than that of LUX by a factor of 50". Which model can produce these WIMP's? "There is this supersymmetric particle, the neutralino, which is supposed to be a WIMP-like particle, but we don't focus a priori on any theoretical model; what we want is to detect the particle and measure its properties, and then we'll see in which models fit and which ones are ruled out." ■

News

The top quark mass measurements will update us on the predicted fate of the universe

One of the major themes of the top and electroweak session has been the impressive degree of precision with which we can measure and predict the production and properties of the top quark and the W and Z bosons. Our phenomenally good understanding of the physics of top quarks and electroweak bosons is a triumph for the standard model of particle physics, representing enormous progress from both theorists and experimentalists. Top quarks and electroweak bosons are also some of the largest backgrounds to beyond the standard model processes, e.g., supersymmetry, and understanding top and electroweak physics with the precision demonstrated in this session means that we gain confidence in our ability to track down stealthy or hidden signs of new physics.

Of all the particles in the standard model, the top quark couples most strongly to the Higgs boson, and therefore plays the largest role in determining the potential of the Higgs boson. Measuring the top quark mass is thus critical to determine whether our universe is the lowest-energy state and ultimately stable or not.

Current measurements indicate that the top quark mass teeters on the borderline between yielding a universe that is stable and yielding one that will ultimately decay. The new Tevatron and LHC top quark mass measurements will update us on the predicted fate of the universe. ■

High Energy Physics School

The Taller de Altas Energías (TAE) a yearly school aimed at completing the education of recently graduated students who are starting their research on experimental or theoretical High Energy Physics, Astroparticles and Cosmology, will take place at Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual (Spain) between September 15 and September 26. The program of the School combines courses and individual work supervised by tutors. Lectures will be delivered in the mornings, whereas Tutorials and Special Talks on selected topics are reserved for the afternoons. Students will work through the solutions of problems proposed by lecturers with the help of tutors. All students are also encouraged to present and discuss their work during specific sessions. The registration deadline has been extended until July 25. ■ <http://benasque.org/2014tae/>

La Albufera

Just 10 km south of Valencia we can find one of the most important coastal wetlands in Spain, the Parc Natural de l'Albufera. A thin layer of warm water, around 210 km² in size, it has become an ideal place for avifauna, which enjoys there the highest figures of national and international protection: l'Albufera participates in the RAMSAR convention for wetland protection, takes part in the Natura 2000 Network as it is an Area of Especial Protection for Birds, it is a Place of Community Importance, etc.

The sand barrier separating the water pool from the sea is covered in dunes held together by a pine forest, the *Dehesa del Saler*, which offers many trekking routes, from 500 meters to 4 kilometers in length, mostly from north to south. Nowadays, l'Albufera is communicated with the sea through three channels. Next to the Pujol channel there is a special point for birdwatching. The population of birds changes with the seasons because it is a resting point for migratory birds. Indeed, l'Albufera is a luxury 'service area' for birds with very different origins.

Surrounding the Albufera lake there are 140 km² of rice fields that plays an important role in the current regulation of the ecological system. Besides enjoying a boat ride or birdwatching it is also a good place to taste a traditional paella. ▣



EDITORIAL TEAM:

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



Textos en español

Rolf-Dieter Heuer: “No me importa que el bosón de Higgs sea misterioso. Es ciencia y queda en las mentes de la gente”

El director general del CERN, Rolf-Dieter Heuer, ha pasado los últimos dos años explicando a estudiantes, medios de comunicación y al resto del mundo la importancia del descubrimiento de una partícula fundamental largamente buscada como el bosón de Higgs. Ahora, unos meses antes de que finalice la parada técnica del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) y vuelvan a empezar los experimentos, Heuer visita la ICHEP para ofrecer a los participantes algunas pistas de lo que pueden esperar de la institución en el futuro próximo.

El descubrimiento del Higgs casi le convirtió en una celebridad en muchos periódicos y televisiones en todo el mundo. Como científico, ¿desea volver a un trabajo más orientado a la investigación en el CERN?

No puedes hacer este trabajo sin disfrutar también de divulgar, tratar con los medios, con el público... Creo que es absolutamente vital para todos los científicos hacer eso, así que a mí me gusta. Encuentro absolutamente estimulante que, incluso dos años después del anuncio del descubrimiento, la gente todavía pregunta sobre él, sobre su influencia, su significado, etcétera. Es simplemente fantástico comprobar que el público general no olvida tan rápido, eso es genial.

¿Tal vez porque muchos ciudadanos de a pie realmente no lo entienden?

Creo que eso es correcto, porque hay todavía mucho mito a su alrededor, muchas preguntas, es realmente algo... un poco esotérico. La gente pregunta “¿qué significa esto?” y “¿cómo puedo imaginar estas cosas?”. Lo cual es, por cierto, extremadamente difícil de imaginar. Hay algo que lo convierte en un poco misterioso. Pero no me importa, es ciencia y queda en la mente de la gente.

Mucha gente fuera de la física ve el descubrimiento del Higgs como el fin de una búsqueda, pero, curiosamente, para los físicos del CERN es al contrario, ¡es el inicio de una búsqueda!

¡No para ellos, para todos nosotros! En broma les digo que el descubrimiento era fácil, y que 'ahora empieza la parte dura', pero es broma, realmente el descubrimiento también fue difícil.

Aunque sólo se ha analizado y publicado una pequeña cantidad de datos del LHC sobre el Higgs hasta el momento, ya se piensa en cómo mejorar el acelerador, construir otros más modernos... Puede parecer impaciencia.

Necesitamos trabajar así, porque nuestros proyectos son a muy largo plazo. Sólo mira atrás, ¿cuándo fue la primera discusión de física en el LHC? ¡En 1984, hace 30 años! Así que tenemos que empezar ahora, porque el trabajo puede llevar al menos 30 años. Si no empezamos ahora, cometeremos un error. Y como no queremos cometer errores, empezamos. Tenemos que hacerlo.

Imagino que siempre ha sido así

Bueno, ahora el calendario se ha acortado un poco.

Algunos de los primeros aceleradores, como el Protón Sincrotrón que data de 1959, todavía se usan. ¿Cree que con los avances tecnológicos la duración de los aceleradores puede ser más corta en el futuro?

No creo, ¡casi todos están todavía en uso! El Protón Sincrotrón tiene ahora 54 años. Lo usamos para fijar objetivos de los experimentos, pero todavía le damos un uso en otros proyectos. Así que podría mencionar que otros proyectos interesantes se podrían basar más tarde en el LHC para otros experimentos, y quizá podamos utilizar el LHC como un inyector para el siguiente pico, para construir uno encima del otro. Esta es, en principio, la forma más eficiente de usar los recursos. ▣



Futuro (im)perfecto

La difícil incorporación de los jóvenes talentos españoles en física de altas energías

Ignacio Fernández Bayo

La física de partículas en España ha conocido un desarrollo espectacular en las últimas décadas, del que es síntoma y consecuencia la elección de Valencia para el ICHEP2014. Sin embargo, la crisis económica ha pasado una factura que quizás repercuta en el futuro inmediato de la disciplina en nuestro país y que dificulta la incorporación de las nuevas generaciones a la investigación. A la carencia de estímulos para acceder a la carrera investigadora se unen los recortes presupuestarios, (aunque desde la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación se anuncia una inminente recuperación de la financiación), “las deficiencias organizativas de la administración y la morosidad en el pago de cuotas a instituciones, sociedades y organismos de investigación internacionales. Todo ello conlleva, una pérdida del prestigio científico internacional conseguido en estas últimas décadas, lo que perjudica a los jóvenes españoles”, según Miguel Ángel Sanchis, vicepresidente de la Real Sociedad Española de Física y miembro del Comité Organizador de ICHEP2014.

Para evitar una ruptura intergeneracional es necesario no solo recuperar la inversión pública en investigación sino llevar a cabo políticas claras de incorporación de los jóvenes a puestos estables donde realizar su labor, ya sea en las estructuras nacionales ya en las instalaciones internacionales en las que participa España, o incluso en otras instituciones. Sin embargo la situación no permite ser optimista de momento. “El número de becas pre-doctorales ha disminuido, incluidas las de Formación de Personal Investigador asociadas a proyectos de investigación; y también su duración y su cuantía”, dice Sanchis.

La cosa no mejora en los sucesivos escalones. Según Sanchis, “se ha producido un fuerte aumento de la competencia en las becas posdoctorales, por la reconversión de varios laboratorios internacionales y la disminución del número de becas por la crisis económica. Para una plaza de

post-doc en un centro de investigación puede haber hasta ¡100 candidatos!” Mientras, la oferta de plazas Ramón y Cajal ha disminuido y se incumple sistemáticamente la promesa de estabilidad laboral tras finalizar satisfactoriamente su periodo.

Pese a las dificultades, nuevos talentos intentan mantener y superar el nivel alcanzado. Para poder ofrecer una idea de las jóvenes promesas españolas en el campo de física de altas energías y astropartículas, Francisco del Águila, gestor del Plan Nacional de Física de Partículas, se ha arriesgado a seleccionar con cuatro nombres entre los presentes en ICHEP2014, aun sabiendo que muchos otros podrían ser incluidos como una muestra representativa de las nuevas generaciones. Desde diferentes laboratorios repartidos por todo el mundo, ellos, junto con muchos otros más, son la materia prima de calidad para hacer que el complicado presente no se convierta en un futuro imperfecto. He aquí una breve semblanza de cada uno de ellos.

Pablo Martínez Ruiz del Árbol, investigador del CERN

“Si la supersimetría no aparece con el upgrade de LHC habrá que ver por qué y seguir buscando porque algo nuevo puede aparecer”

“Sí, me siento un poco codescubridor del bosón de Higgs, y de hecho estoy entre los firmantes del *paper*, como todos los colaboradores de los detectores CMS y Atlas”, dice Pablo Martínez Ruiz del Árbol (Santander 1982), un físico experimental que hizo su tesis doctoral en el CERN, cuando se estaba preparando el LHC. “Mi tesis era sobre calibración de los detectores, en concreto el alineamiento del CMS. Tomábamos los primeros datos y probamos los detectores con rayos cósmicos para poder calibrarlo”. Con el LHC ya en marcha, Pablo sigue trabajando en el CMS, uno de los dos detectores que proporcionaron los datos de confirmación de la existencia del bosón de Higgs. “No participé en el análisis de datos pero si en los *reviews* de los *papers* que salían”.

Según explica, no hubo ningún momento claro en el que decidiera su vocación. “Siempre me interesó la ciencia, quizás por un tío mío que me hablaba de ciencia y me daba libros, así que fue

algo natural que eligiera físicas”. Tras estudiar en la universidad de su comunidad, Pablo hizo el doctorado en el Instituto de Física de Cantabria (centro mixto CSIC-UC). Ahora trabaja en el Instituto Tecnológico de Zurich (ETH), donde imparte docencia un día a la semana, y el resto del tiempo lo pasa buscando en el CERN alguna pista que lleve a la confirmación de la teoría de supersimetría.

Esta teoría, la gran esperanza de superación del Modelo Estándar, está ahora en horas bajas ya que en el rango de energía alcanzado hasta ahora por el LHC se suponía que deberían haber aparecido los primeros indicios de la existencia de las partículas supersimétricas, y no han aparecido. “Nos hubiera gustado tener un resultado inmediato, claro, o al menos un indicio prometedor, pero todo depende de la energía con la que funciona el acelerador. Ahora se están terminando los análisis de los datos obtenidos a 7-8 TeV en 2012 y no se ha visto ningún indicio, pero la predicción no es tan exacta, podrían estar en torno a los 9 TeV”. Por eso tiene confianza en el *upgrade* del LHC. “El año que viene correremos con 13 TeV y tengo esperanzas de que se vea algo interesante”. ¿Y si no? “Habría que ver por qué. La supersimetría podría explicar la materia oscura, que sabemos que forma un 23% del universo, pero si no aparece es posible que encontremos otra cosa. Sabemos que hay algo más pero no sabemos dónde y hay que buscarlo hasta que aparezca. En principio hacemos búsquedas independientes del modelo y si los datos no encajan con un modelo hay que interpretarlos con otro o buscar uno nuevo. Y si aparecen cosas exóticas, bienvenidas sean. Lo importante es encontrar algo nuevo”, concluye.

María Aldaya Martín, investigadora de DESY

“Deberían cambiar las normas del Nobel para que se le pueda otorgar a una institución o a colaboraciones de 3.000 personas”

“En física experimental no hay hallazgos individuales. Esto es una colaboración y el mérito es compartido”, dice María Aldaya Martín (Salamanca, 1978), una física experimental que trabaja en el laboratorio DESY, en Hamburgo. Y tiene tan asumida esa labor comunitaria que le produce sorpresa incluso que le pregunten si no es frustrante ver su nombre diluido entre 3.000

firmantes de un artículo. “En absoluto, no me lo parece. Una persona sola o un grupo reducido no puede operar ni mantener detectores de la envergadura en la que trabajamos. El orden de los firmantes es alfabético y la verdad es que ni me fijo. Para mí lo importante es que el resultado salga. Es un concepto distinto al tradicional”, asegura.

La vocación nació con ella porque su padre es físico teórico y siempre tuvo claro que quería estudiar físicas. Lo hizo en la Universidad de Granada, donde cursó su licenciatura, y en el Ciemat de Madrid, donde hizo el doctorado. “Mi tesis tenía dos partes. Por un lado se refería a la estrategia de búsqueda del bosón de Higgs mediante simulaciones, porque aún no estaba en funcionamiento el LHC; y la otra era las mediciones de muones cósmicos con los datos que se tomaban para la puesta a punto del detector CMS.”

Leída la tesis, en julio del 2008, solo tardó tres meses en incorporarse como post-doc a DESY, donde sigue investigando, ahora dirigiendo su propio grupo. “Quería hacer medidas reales de procesos del Modelo Estándar (ME) más que realizar nuevas búsquedas. En concreto quería caracterizar el quark top, y ahora la producción de bosones de Higgs asociados a pares top anti-top”, explica. Un trabajo de creciente importancia para confirmar o no si el Higgs encontrado hace dos años es el del ME o no. “Esto llevará tiempo porque los datos que hay no son suficientes para hacer esas mediciones”, indica. Y lo que han encontrado hasta ahora es conforme con el ME. ¿Y no sería menos aburrido encontrar desacuerdos con el ME? “No es aburrido en absoluto. Buscamos discrepancias, pero también hacer medidas de precisión para constatar la consistencia del ME”.

Consciente de la dificultad de que un físico experimental consiga el Nobel, no es una de sus metas, pero lamenta que no se le concediera al CERN por el hallazgo del Higgs: “Deberían cambiar las normas del Nobel para que se le pueda otorgar a una institución o a alguna colaboración de 3.000 personas”. Y aunque no aspire a ese reconocimiento alberga la ilusión de conseguir alguna vez un hallazgo excepcional, “por ejemplo, conseguir 5 sigmas en el canal de Higgs en producción asociada con top quarks, o

pistas sobre supersimetría o cualquier hallazgo inesperado”.

Miguel Nebot Gómez, investigador del Centro de Física Teórica de Partículas de Lisboa

“Conocemos la masa de las partículas del Modelo Estándar, pero no tenemos un principio que pueda explicar esas cifras”

“Pensé con alivio ‘menos mal que elegí esto, porque vale la pena’. Esto era la física de partículas, y Miguel Nebot Gómez (Valencia, 1977) estaba acabando la carrera, cuando ya era difícil volverse atrás. “Elegí la física porque resultaba atractiva, pero al empezar uno no tiene ni idea de lo que se va a encontrar”. De Valencia, donde se licenció y doctoró, no paró de viajar: Lisboa, Roma, Oxford, Ginebra, España... “y ahora he vuelto a coger las maletas para ir de nuevo a Lisboa, al Centro de Física Teórica de Partículas”.

La tesis de Miguel versó sobre la violación de simetría CP en el mesón B, el mismo tema en el que sigue trabajando, tratando de dilucidar la razón de la prevalencia de la materia sobre la antimateria en el Universo. “Un mesón es un estado ligado entre un quark y un antiquark, y existen algunos, como el mesón B, en los que existe también su antimesón, donde el quark es sustituido por su antiquark y viceversa. A veces, en las factorías de mesones B y en Atlas y en CMS, algunos mesones se transforman espontáneamente en su antimesón y al revés, pero no de forma simétrica, lo que es una violación de CP”, dice. Lo que él hace es estudiar este sistema y ver cómo evolucionan en el tiempo y determinar cómo esta asimetría puede explicar qué pasó con la antimateria en nuestro Universo visible.

Según dice, “estos mesones evolucionan y se pueden desintegrar en un gran número de canales. En alguno de ellos se podrían encontrar señales interesantes, que supongan desviaciones del ME”. Para ello, este físico teórico depende de la ayuda de los experimentales, que “pueden venir y decirte ‘este canal que quieres medir, como involucra una partícula neutra y tal otra cosa, es muy complicado de distinguir del fondo y no voy a poder medir una señal tan

pequeña’ y entonces tienes que buscar otra alternativa”.

Pero también se interesa por otros temas, como tratar de entender por qué las partículas del ME tienen la masa que tienen. “Conocemos la masa del electrón, del muón o del quark top, pero no tenemos un principio que pueda explicar esos números, y eso está ligado también a la violación de la simetría CP. Hay intentos de explicarlo en teorías que van más allá del ME” ¿Supersimetría, por ejemplo? “No necesariamente. La supersimetría puede incluso agravarlo porque multiplica el número de parámetros”. ¿Aspira a encontrar la respuesta? “Me encantaría. Como horizonte no está mal, pero antes espero encontrar un trabajo estable”.

María del Carmen Carmona Benítez, investigadora del experimento LUX

“No partimos a priori de ninguna teoría; queremos detectar la partícula y medir sus características, y ya veremos qué modelos quedan descartados”

“Trabajo en una antigua mina de oro, a kilómetro y medio de profundidad, pero no noto nada especial, es como estar en un laboratorio normal pero sin ventanas”. María del Carmen Carmona Benítez (Granada, 1981), “Carmen Carmona sólo, desde que me fui a EE.UU.”, busca en las profundidades los primeros indicios de algo que forma casi una cuarta parte del Universo pero no se sabe en qué puede consistir: la materia oscura. Y lo hace bajo el suelo de Dakota del Sur, “donde está el detector LUX, el más sensible del mundo para encontrar los WIMP”. Pese a tanta sensibilidad, aún no se ha conseguido detectar ningún evento atribuible a esta partícula, candidata teórica a explicar la materia oscura.

Antes de eso, estudió en su ciudad natal la carrera de Físicas, y allí oyó hablar por primera vez de la materia oscura. “Yo estaba más orientada a la física teórica, pero aquello me llamó la atención. Hablé con un profesor, Antonio Bueno, que estaba colaborando en el experimento, ARDM, y con él hice la tesis”. Acabó en julio de 2009 y dos meses después ya estaba haciendo un post-doc en LUX, dependiente de la Case Western Reserve University, en Cleveland.

“Mi tesis había tenido mucha simulación por ordenador pero poca experimentación y me ilusionaba ir a un laboratorio grande y poder construir cosas”. Y allí se hizo cargo del sistema de criogenia y de ensamblar el detector, tanto las partes internas como las externas, y operarlo.

El detector consiste en 370 kilos de xenón líquido, que se mantiene a unos 175-180 K. Si se produjera una interacción de un WIMP con un núcleo de xenón se produciría un destello que quedaría registrado, pero “es una interacción muy débil, y se producen otras, de neutrones, electrones, rayos gamma..., generados allí mismo, que se diferencian por la razón entre la carga y la intensidad del centelleo, que es diferente para cada partícula”. Los primeros resultados, correspondientes a 85 días de observación, se publicaron el pasado octubre. Ahora tomaraán datos durante un periodo más largo, 300 días.

Pero la esperanza de Carmen, que actualmente pertenece a la Universidad de California en Santa Bárbara, está puesta en un nuevo detector, el LZ, que estará situado también en Dakota del Sur y tendrá 7 toneladas de xenón, dentro de un tanque de 300 toneladas de agua, el mismo que se usa en LUX. “El volumen fiducial es mayor que el de LUX en un factor 50”. ¿En qué modelo encajan los WIMP? “Hay una partícula supersimétrica, el neutralino, que se supone que es un tipo de WIMP, pero nosotros no nos fijamos a priori en ningún modelo teórico; lo que queremos es detectar la partícula y medir sus características, y ya veremos en qué modelos encaja y cuales quedan descartados”. □

Las medidas de la masa del quark top nos darán información del destino final del universo

Uno de los temas más importantes de la sesión sobre quark top e interacción electrodébil ha sido el impresionante grado de precisión con el que podemos medir y predecir la producción y las propiedades del quark top y los bosones W y Z. Nuestra buena comprensión de la física de quarks top y de los bosones electrodébiles es un triunfo para el Modelo Estándar de física de partículas, lo que representa un enorme pro-

greso tanto para teóricos como experimentales. Los quarks top y bosones electrodébiles son el fondo más importante para procesos más allá del modelo estándar, como los procesos supersimétricos. Comprender la física de quarks top y bosones electrodébiles con la precisión demostrada en esta sesión implica aumentar con seguridad nuestra habilidad para rastrear señales furtivas o escondidas de nueva física.

De todas las partículas en el Modelo Estándar, los quarks top son los que se acoplan más fuertemente al bosón de Higgs, y por lo tanto juegan un papel fundamental para determinar el potencial del bosón de Higgs. Así pues, medir la masa del quark top es vital para determinar si nuestro universo es el estado de mínima energía, y por último, si es estable o no. Las medidas actuales indican que la masa del top oscila en la frontera de un universo estable y otro que eventualmente decaerá. Las medidas de Tevatron y LHC arrojarán luz en el destino del universo. □

El Taller de Altas Energías (TAE)

El Taller de Altas Energías (TAE), una escuela anual dedicada a completar la formación de estudiantes recién graduados que empiezan su investigación en física de altas energías, de astropartículas y cosmología experimental y teórica, tendrá lugar en el Centro de Ciencias Pedro Pascual de Benasque (España) del 15 al 26 de septiembre.

El programa combina cursos y trabajos individuales supervisados por tutores. Las conferencias se desarrollan por las mañanas, mientras que los tutoriales y charlas especiales sobre temas seleccionados se realizan por las tardes. Los estudiantes pueden trabajar en las soluciones a los problemas propuestos con la ayuda de los tutores, y se les anima a presentar y discutir su trabajo durante sesiones específicas. El plazo de registro se ha ampliado hasta el 25 de julio. Más información:

<http://benasque.org/2014tae/> □