



NEWSLETTER

5

37th International Conference on
High Energy Physics

Valencia, 8th July 2014

#ICHEP2014

You may reproduce this content including references: Newsletter ichep2014

edited by www.divulga.es

➡ Interview with Alan Guth



➡ The dark side of matter, to be reviewed

"Detailed predictions will depend on finding, exactly, what version of inflation is the one that happened"

Alan Guth ↗

Researcher at MIT and one of the founding fathers of the cosmic inflation theory after the Big Bang



By Antonio Villarreal

Your presentation was initially scheduled after doctor O'Brien and professor Martínez González released the data from BICEP2 and Planck experiments. In any case, my guess is that your presentation wouldn't had changed a bit.

Well, it depends what they announced! Probably would not change a lot, as probably the announcements are not going to change the current situation. But if I knew for sure that BICEP2 has been confirmed by Planck, or if I knew for sure that Planck was saying that BICEP2 could not possibly be valid, I certainly have said it a little bit differently, but it does not change the theme by any means. I think there is solid evidence for inflation, whether or not BICEP2 is confirmed.

Apart from these two experiments, are you looking forward to know other results, from other experiments, that could eventually validate inflation even further?

There is a certain number of related and unrelated kinds of experiments that are going on which provide more evidence, that can be compared against inflationary models. So, one issue besides b-modes is nongaussianities, that is, inflation predicts that dominantly, the statistics of the hotspots and coldspots of the cosmic background radiation are distributed probabilistically in a way called Gaussian, which is the simplest possible probability distribution but individual models of inflation, different models of inflation predict that there should be violations of gaussianity at some small level, and different versions predict different ways in which gaussianity would be violated. Experimentalists are looking very hard to find evidence for non-gaussianity. So far, none has been found. But that would be important, because if it is found, it would help to distinguish between different models of inflation and ultimately would help to maybe find what the correct version of inflation is.

Right now it is a big clash of models which have important things in common, which allow some things to be predicted, but the detailed predictions will depend on finding, exactly, what version of inflation is the one that happened.

So versions are things like... non-gaussianities are important, there are also measurements going on to better understand the distribution of ordinary matter in the universe, and that is harder to connect to inflation because more has happened to it since inflation has ended and one has to understand the evolution since inflation. But cosmologists and astronomers are getting better at that, and measurements are getting better, and so far everything looks consistent with inflation. That's an ongoing project, which hopefully will also give us a better way of confirming inflation and a better way of distinguishing between one version of inflation and another.

At some point during your presentation you used the sentence "as far as we know", which is, I think, paradigmatic of an era when there's a lot of theoretical work -such as yours- on inflation waiting to be corroborated via experimentation. But, is there still room for more theorization on the topic?

Definitely, yes. Certainly people are still building more models of inflation, and as more data comes in there will be more emphasis on model building and we will have tools to distinguish between models. There also some big questions remain unanswered. One example of a big question that's unanswered is related to the possible existence of a multiverse, as I mentioned, most models of inflation lead to eternal inflation which means that once inflation starts, it never stops, but instead it stops at places, so a pocket universe might appear here where

inflation stops, and this other region goes on inflating, an another pocket universe might appear there... and this could go on forever.

The question that raises, and is still not answered, is how to define probabilities in a situation like that, which has the character that everything that can happen will ultimately happen an infinite number of times, and that means it is hard to know what you are talking about if you want to say that something is happening more frequently than others, if they are all going to happen an infinite number of times. Comparing infinities is, usually, not a well-defined process

How has your concept of "infinite" has changed over the years? Is it more precise now?

I think it is, I think it is. Especially with regard to questions involving probability. In some cases when cannot talk about probabilities in a well-defined way on infinite systems , but this is a case where, as far as we know, we do not yet have a definite way of talking about probabilities, we have proposals but we have not agreed upon a solution. So the question is, I have learned a little bit more about infinity than I knew before, and there have been questions that still remain controversial really, in the cosmological community, for example... for some of the methods that have been proposed for defining probabilities, some cosmologists have reached conclusions that those methods for defining probabilities require time to actually end, and other people in the community, in particular me, and some friends, believe that that is just wrong, that is a just a faulty analysis, and I do not think we will ever quite convince each other. There are issues associate with infinity that are a little bit tricky, in which there is not universal agreement between cosmologists.

Maybe is something related, not to the cosmos, but to the human mind: we are always looking for starts and endings.

Yeah, that is true. □

➞ *Yesterday the auditorium 1 was full during Alan Guth's conference*



Alan Guth: "if BICEP2 results are not confirmed, it does not mean that the theory is not correct"

The dark side of matter, to be reviewed in ICHEP

Many evidences confirm the existence of dark matter, but the experiments of direct detection are inconclusive

By Elena Denia

Recently, data from the CoGeNT experiment, at the Soudan Underground Laboratory of Minnesota (USA), have been released; the collaboration of this dark matter detection experiment has stated in the past years that they have significant conclusions about their existence. Scientists from different research groups have been able to access the data and reanalyse them independently.

According to the results obtained in a more detailed study carried out by a team from the University of Durham, they aren't conclusive at all. They are just 'background', meaning that they haven't got a solid statistical basis to confirm the existence of non-ordinary matter.



➡ ZEPLIN III

CoGeNT is one of the few projects in this field which has granted access to their data. On the other hand, the DAMA/LIBRA experiment, in the Gran Sasso National Laboratory, in Italy, has been claiming for decades

that they have found an annual modulation signal due to the presence of dark matter. However, they never made public their data arguing that without a proper analysis they would be impossible to understand. The only thing they have published are some 'digested' results that, according to the team, contain all the information that scientific community needs.

This is one of the important topics that have been intensely discussed at the International Conference in High Energy Physics (ICHEP).

The talks in ICHEP have been organised in parallel sessions, from quantum chromodynamics to cosmology, Higgs field physics or neutrino detection. Undoubtedly, dark matter has been the main character in the session on Astroparticles and Cosmology.

Marco Cirelli, from the French CNRS, states that although there is no conclusive evidence from the present generation of experiments, "it is too soon to revise the basic hypothesis of the existence of dark matter. Actually, we are sure that it exists as a new elementary particle.

There are a lot of astrophysical and cosmological observations that confirm this fact, and they cannot be all wrong", he assures.

The present experiments look for a particular kind of dark particle, known as WIMP (Weak Interacting Massive Particle). It must be electrically neutral, stable, weakly interacting and with a long lifetime.



Up to now, observations point out that dark matter represents around 85 % of the total matter density in the universe. A large quantity indeed, which makes of this kind of matter one of the main ingredients of our universe. The current cosmological model, that includes dark matter as a fundamental element, is mainly constructed by observing gravitational effects (for instance, when we observe a galaxy rotating faster than expected). It is worth mentioning that these observations are made indirectly. This means that what we observe is the effect of the presence of dark matter particles coming from different objects such as the Sun, galaxies and their surroundings or even the early universe; not the particles themselves.



➤ *Paolo Gondolo*

Professor Paolo Gondolo, from the department of Physics and Astronomy from the University of Utah (USA) explained in his conference that “we can observe this effect looking for unusual signals, uncommon emissions of photons, positrons or other known particles”.

Sometimes, some of these strange particles find each other and annihilate in an explosion; this generates a flux of particles that we know. The main difficulty of this sort of observation is that “the intensity of the

signal is extremely low; WIMP’s are particles really difficult to detect”, Gondolo assured.

On the other side, Cirelli thinks that “in order to confirm that what we see in the galaxy is really made of dark matter we need a direct proof”. Indirect detection is important because we investigate it in different channels. However, in order to be completely sure, the idea is that the particles deposit energy in the laboratory detectors, so we can “see” that energy. We can also produce those particles in a controlled environment, like the LHC.

WIMPs’ properties go beyond the Standard Model of particle physics. With the discovery of the Higgs boson (which has been object of vigorous debate in this edition of ICHEP) the predictions of this model have been reinforced and corrected. Professor Michael Klasen, researcher from the Theoretical Physics Institute of the University of Münster (Germany), claims that the link between dark matter and the Higgs boson is “very interesting, because dark matter is, like its name says, dark: it does not radiate photons. Maybe it interacts directly only with the Higgs particle. That’s very interesting, since that would explain why we haven’t detected it on Earth”.

Professor Gondolo says, in any case, that he hopes a real detection will occur. In his opinion, the WIMP discovery is going to be



➤ *Michael Klasen*

the last Copernican Revolution. Copernicus removed the Earth from the center of the universe and put the Sun in its place so that the calculations made sense. “Nowadays, we measure the universe as made of a different material than us (chemical elements). So, with the finding of the dark matter particle we will be proving that the cosmos is mostly not like us”, he explained. Cirelli, on his side, expects we will find something about WIMP’s in the next five years. “Otherwise we should have to rethink and reconsider the theory. I know that most of the universe consists on 'lost' matter, that's why I think

that dark matter is going to be the next big discovery, even bigger for the general public than the Higgs”

Last, but not the least, professor Klasen seems even more optimistic. He thinks that “the search for dark matter is linked to cosmology: how did the universe emerge, where do we come from? These are philosophical questions that matter to everyone”. He thinks that the current research efforts will determine whether dark matter exists or not in the coming a few years. ■

“During my talk I’ll review the status of WIMP searches now and concrete prospects for the next decade”



➤ Henrique Araujo

By Ignacio Fernández Bayo

Henrique Araujo is an experimental astroparticle physicist at Imperial College of London. His work focuses on the direct detection Boulby Underground Laboratory (UK) and LUX in South Dakota (USA) and is preparing the next-generation experiment LZ (for LUX-ZEPLIN) as well as radiation detectors for ESA spacecraft. He participates in the session on dark matter (4:30 p.m. Tuesday 8th)

Which are the current particle candidates to be the dark matter?

In spite of much activity in this area, the old timers are still at the top of my list: WIMPs, which could also solve the hierarchy problem, and axions, which were proposed to solve the strong CP problem. Sterile neutrinos seem to be back in fashion in some quarters, but I’m less convinced.

Which are the best ways to detect the different candidates?

All at once if possible. Dark matter is more than just a particle, it’s an astrophysical and cosmological problem too, we need to understand

abundances and fluxes from galactic to cosmological scales. All of these search techniques are sensible and complementary to a great extent.

Why dark matter has not been (directly) detected yet?

Searching for interactions that are at once *rare* and *faint* is technically very hard. In any case we must persevere: it took decades to detect neutrinos after their prediction; here's another elusive particle, also neutral and weakly interacting, going through us all the time w/o much fuss – and we found it eventually. It took even longer – and many more resources – to find the Higgs boson. We've barely done 2 decades looking for WIMPs.

Could dark matter and dark energy be related?

Maybe. It seems odd that the energy density of these two fluids is actually comparable at this point in (cosmological) time. But what I know about dark matter already puts to shame what I know about dark energy, which is not saying much...

What are you going to discuss in your review talk?

I'll review the status of WIMP searches now and concrete prospects for the next decade. The technology has now matured to a point that we know how to move forward, both in sensitivity and in mass reach. The realisation that it will be hard to dig below the irreducible background of astrophysical neutrinos has been focusing the community. We must work hard to be relevant and competitive alongside the LHC post-Higgs over the next decade. But it would be great to get there first...□



“You have a very short time to catch people's attention in physics”

Marge Bardeen ➡



By Antonio Villarreal

It's the second time ICHEP has a track on Education and Outreach, an area which is gaining more importance in this interconnected world. The Higgs boson announcement, for instance, surprised many physicists because of all the coverage the event had on press and TV, but probably not those at Fermilab, where Marge Bardeen, Manager of the Communication Office, and her colleagues, have shown hundreds of people -from schoolboys to legislators- along the years about the exciting research done in the Batavia, Illinois, facility and by physicists everywhere.

Were your sessions at ICHEP attended by physicists with an interest in communication? I think it was a combination. The people who were at the session were almost all physicists who are researchers, some of them were actively involved in doing outreach. Others, I wasn't so sure, but obviously they were interested enough as to come to some of the talks.

Do American research institutions pay more attention to science outreach than anywhere else?

Fermilab has a very large program in both education, communication and outreach and many of the Department of Energy laboratories have similar programs. At the same time, universities funded by the National Science Foundation have a obligation to do what is called broader impacts, and this very often involves working with undergraduates, younger students or teachers in some kind of outreach. In that sense it tends to focus the attention of the researchers a bit more, I would say, on education and outreach.

You were introduced in this science communication program by Leon Lederman, who was the head of Fermilab back then. How important is a motivating leader for an institution to successfully carry out these sort of programs?

I think it is critical. While a lot of the work is at the grassroots level, you need a champion, someone at the top who says 'this is important' and validates the time that the post-doc will spend doing education and outreach.

There is always this tension between physics and metaphors. What other difficulties do you find working with physicists and communication?

I would say the most difficult thing is to find the right level to try to make an explanation, and the tendency of physicists is to talk too high. They want to make sure that every detail is there, and every detail is correct. And sometimes when you want to explain something to the general public or to a student, you don't have to get every detail. An interesting story. There is a particle physicist who works at the Exploratorium and he says 'when you want to engage the attention of what I call *real people* you have to start with the questions. For example, what is antimatter? A lot of people have heard about antimatter and it is a very interesting topic to them. Once you catch their attention, and you have a very short time to catch their attention, then you can go into more details, and you can provide a way for people to go as deep into the question of what is your experiment like or what's the instrument like. But often scientists are so excited about their instruments, detectors, accelerators, that when they start talking... people aren't interested in that. So you have to help the scientists learn some of these techniques for communicating well.

What are the main goals right now at the Fermilab's communication program?

We have two groups. One is the office of communication and they work with VIPs, such as important legislators, and also with the general public and community, because it's important that we have community support. Then we have the education office, and the education office works primarily with K-12 students and teachers and also with

undergraduates where we have research appointments in the summer, so that way we cover all the audiences.

Do you find interest in young students to become particle physicists?

If you can engage young people or their teachers with some science at a very simple but interesting level, then you help them realize that science can be very interesting. For example, it isn't important that a 12 year-old knows that there are six quarks and how they are called, but it's important for them to understand something like 'how do you study something you can't see' so if you focus more on that first, they will understand and then go like 'oh, quarks are cool, so what are their names?'

Obviously, if every student that we have ever met became a physicist then we would be in trouble. There are two reasons to work with young people, first of all, they are the next generation of researchers, but they could be science teachers or biologists, and that is OK. But the other side is: they are all going to be citizens, they all, hopefully, are going to be voters, and it is important for us, to develop the support for science in the general public.

Do you enjoy science communication in popular shows such as Cosmos? Is everybody part of the same team, just with different strategies?

Sure, everybody is part of the same team. I think one of the challenges we have, and that has been emphasized here a bit, is how you reach people who aren't science-interested already, science groupies? This idea of science and art, for example, is a way of finding a new audience. For example, Carl Sagan, or Neil de Grasse, they reach out to people in television shows that science people watch, but something like The Big Bang Theory or Third Rock from the Sun, those shows reach out to a more general audience, and in that way you are catching new people. And I think scientists in the field need to look for ways to reach that other audience. ▣

Challenges of Physics communication

Like Fermilab, many other institutions also have a consistent communication and outreach strategy. The International Particle Physics Outreach Group, co-directed by Hans Peter Beck and Bardeen has spent years convincing scientists to communicate their work. "Communication and outreach are both distinct and both not easy", says Beck, "communication is usually done by professional communicators, as these know best how to get messages across to a wide audience. However, there is a risk of science becoming PR vulgarized".

In Beck's opinion, "we physicists have a big responsibility in providing more accurate and more detailed information and engaging in a dialogue with society, in order to convey that there is solid, and relevant science behind every news message distributed. It's about the credibility of our field in and especially outside the scientific community. We may think is granted, but only if an open dialogue with society is going strong". ▣

News

HESS detects its first pulsar signal



Coinciding with the opening of ICHEP, the HESS (High Energy Stereoscopic System) collaboration announced, for the first time, the detection of cosmic gamma-rays of 30 GeV. This radiation came from the Vela pulsar the first one detected by HESS and the second ever detected by ground-based gamma-ray telescopes.

"In the last decade, astronomy with high-energy gamma rays has opened a new

window to the Cosmos with views to the most extreme places in our Universe", says astroparticle physicist Christian Stegmann, member of the HESS collaboration who will introduce, in today's presentation at ICHEP (5:40pm, Auditorium 1) an overview of the developments in gamma-ray astronomy, with a focus on these aforementioned results.

"High-energy photons are produced in supernova remnants, black holes in active galaxies and various other celestial objects - cosmic accelerators in which atomic nuclei and electrons are accelerated to extreme energies", explains Stegmann. "In contrast to what has been expected in the past, high-energy phenomena are not exceptions in the Universe but occur in the life cycle of many cosmic objects and thus influence the evolution of these objects".

For this researcher, head of DESY in Zeuthen, "the results of gamma-ray instruments are important building blocks for the understanding of the evolution of our Milky Way and the Universe". ▣

The final stage of the greatest meeting of particle physicists starts today. The plenary sessions of ICHEP will take place from now to July 9th



☞ Heuer: "The main message from the conference is that there is a lot at stake in the second run stage of the LHC"

Women in physics in developing countries



One of the two exhibitions at ICHEP 2014 in Valencia addresses the situation of women in physics in the Palestinian Territories. ICTP, The Elsevier Foundation, OWSD and the Unity of Gender Equality of the University of Valencia have partially sponsored this photo-essay made and composed by Dr Kate Shaw, researcher at CERN and ICTP, and the freelance photographer Jack Owen.

The photo-essay vividly describes the common life of women living in Palestine, trying to reconcile their familiar duties with their study and work in physics. This is an inspiring example of the will to follow a scientific vocation in spite of a difficult social and economic situation, which can easily be extended to other developing countries.

For 50 years, the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics (ICTP) in Trieste (Italy) has been a major force in promoting science in developing countries. ICTP offers a gathering place of scientists from all over the world to perform research, share their ideas and learn from one another. Once back at home, they continue their teaching and research in their native lands, thereby locally improving the scientific level. An example to be highly praised!



EDITORIAL TEAM:

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



Textos en español

Alan Guth: “Las predicciones detalladas dependerán de encontrar qué versión de la inflación es la que realmente sucedió”

Por Antonio Villarreal

Su presentación estaba inicialmente programada para tener lugar después de que el doctor O'Brien y el profesor Martínez González desvelaran los datos de los experimentos BICEP2 y Planck pero, en cualquier caso, ¿la habría cambiado mucho?

Bueno, ¡depende de lo que anunciaran! Probablemente no cambiaría mucho, ya que seguramente los anuncios no van a cambiar la situación actual. Pero si supiera con seguridad que BICEP2 ha sido confirmado por Planck, o si supiera con seguridad que Planck está diciendo que BICEP2 no puede ser válido, ciertamente la habría dado de forma ligeramente distinta, pero no cambia la situación de ninguna manera. Creo que hay una evidencia sólida para la inflación, tanto si BICEP2 lo confirma como si no.

Además de estos dos experimentos, está usted esperando conocer otros resultados de otros experimentos que, finalmente, ¿podrían validar el modelo de la inflación aun más?

Hay un cierto número de experimentos que están ahora en funcionamiento, relacionados y no relacionados, que proporcionarían muchas evidencias que pueden ser contrastadas con las predicciones de modelos inflacionarios. Así pues, otra cuestión aparte de los modos B son las no gaussianidades, esto es, la inflación predice que, predominantemente, la estadística de los puntos calientes y fríos del fondo cósmico de microondas está distribuida de forma aleatoria según un patrón gaussiano, que es la distribución de probabilidad más simple. Sin embargo, algunos modelos de inflación predicen que debería haber algunas violaciones de la gaussianidad a un cierto nivel, y diferentes versiones

predicen diferentes formas en que la gaussianidad sería violada.

Los experimentales están buscando con ahínco evidencias de la no gaussianidad. A pesar de ello, no se han encontrado evidencias hasta ahora. Sería muy importante porque, si se encontrara, ayudaría a distinguir entre diferentes modelos de inflación y, en última instancia, quizás ayudaría a encontrar cual es la versión correcta de la inflación

Ahora mismo tenemos una acumulación de modelos con cosas importantes en común, lo cual permite predecir algunas cosas; sin embargo, las predicciones detalladas dependerán de encontrar el modelo de inflación que realmente tuvo lugar.

Se están realizando también medidas para lograr un mejor entendimiento de la distribución de materia ordinaria en el Universo, lo cual es difícil de conectar con la inflación dado que han pasado más cosas desde que la inflación acabó y hay que comprender la evolución desde entonces. Los cosmólogos y astrónomos están mejorando sus datos en este aspecto, al igual que las medidas, y de momento todo parece consistente con la inflación. Éste es un proyecto en progreso, que esperemos que también aporte una vía mejor tanto para confirmar la inflación como para distinguir una versión de otra.

En algún momento durante la presentación usó la frase “hasta donde sabemos”, que, en mi opinión, es paradigmática en una era en la que hay mucho trabajo teórico – como el suyo – sobre la inflación esperando ser corroborado mediante la experimentación. ¿Tienen cabida más hipótesis sobre el tema?

Definitivamente sí. De hecho, hay gente que todavía trabajan construyendo más modelos inflacionarios, y cuanto mayor volumen de datos se tenga, más énfasis habrá en la construcción de modelos y tendremos herramientas para distinguir entre los válidos. Quedan toda-

vía grandes preguntas sin contestar. Un ejemplo de ello está relacionado con la posible existencia de un multiverso. Como ya dije, muchos modelos de inflación conducen a una inflación eterna, lo cual significa que una vez la inflación comienza nunca termina. Esto sí ocurriría en algunos lugares, en los cuales podría aparecer un *universo de bolsillo*, mientras que el resto seguiría inflacionando y, de igual modo, nuevos *universos de bolsillo* podrían seguir apareciendo... y así seguiría infinitamente. La cuestión que surge, y que todavía queda por contestar, es cómo definir probabilidades en una situación como ésta, que se caracteriza por que todo lo que puede ocurrir sucederá un número infinito de veces. Lo que significa es que es difícil decir que un hecho ocurre con más frecuencia que otro cuando sabes que todos van a ocurrir un número infinito de veces. Comparar infinitos, en general, nos es un proceso bien definido.

¿Cómo ha cambiado su concepto de “infinito” a lo largo de los años? ¿Es ahora más preciso?

Creo que así es, especialmente en aquello que concierne a la probabilidad. En algunos casos, en sistemas infinitos en los que no se puede tratar la probabilidad de una forma bien definida, -si bien es cierto que la probabilidad en general es un tema del que no tenemos un marco bien establecido-, tenemos propuestas pero aun no nos hemos puesto de acuerdo sobre la solución. La cuestión es que he aprendido un poco más sobre el infinito de lo que sabía antes, y aun así todavía hay preguntas realmente controvertidas. En la comunidad cosmológica, por ejemplo, para algunos de los métodos propuestos para definir probabilidades, algunos cosmólogos han llegado a la conclusión de que esos métodos de definición requieren de más tiempo. Sin embargo, otros científicos, entre los que me encuentro, creemos que estos son erróneos, que son únicamente análisis equivocados, y no creo que lleguemos a convencernos los unos a los otros. Hay temas asociados con infinitos que son un poco pejugeros, en los cuáles no hay un acuerdo universal entre cosmólogos.

Quizás no sea algo relacionado con el cosmos, sino con la mente humana: siempre buscamos principios y finales.

Sí, está en lo cierto. □

El lado oscuro de la materia a revisión en ICHEP

Numerosas evidencias confirman la presencia de materia oscura; sin embargo, los experimentos para su detección directa no son concluyentes.

Por Elena Denia

Recientemente se han hecho públicos los datos del experimento CoGeNT, en el Soudan Underground Laboratory de Minnesota, Estados Unidos, diseñado para la detección de materia oscura en el universo y que afirmaba, desde hace pocos años, tener conclusiones significativas en cuanto a su existencia. Los científicos de otros grupos de investigación han podido acceder a los datos y reanalizarlos de forma independiente. De acuerdo con los resultados obtenidos en un estudio más detallado llevado a cabo por un equipo de la Universidad de Durham no son, en absoluto, concluyentes. Sólo muestran 'ruido', lo que significa que no tienen un significado estadístico sólido que permita afirmar la detección de este tipo de materia no ordinaria.

El CoGeNT ha sido uno de los pocos proyectos, en este campo, que ha dado acceso a sus datos. Por su parte, el experimento DAMA/LIBRA, en el Laboratorio Nacional del Gran Sasso, en Italia, afirma desde hace décadas haber detectado una modulación anual debida a la presencia de materia oscura. Pero a lo largo de todos estos años nunca ha hecho públicos sus datos, alegando que no podían darlos a conocer en bruto, sin procesar, porque resultarían imposibles de entender. Lo único que han publicado son unos resultados 'digeridos' que, según el equipo, contienen toda la información que la comunidad científica necesita.

Ésta es una de las importantes cuestiones que han sido objeto de intensa discusión en la Conferencia Internacional de Física de Altas Energías (ICHEP). Los ciclos de ponencias han tenido lugar paralelamente tocando diferentes campos

de la física de partículas elementales; desde la cromodinámica cuántica hasta la cosmología, la física del campo de Higgs o la detección de neutrinos. Indudablemente, en el ciclo de conferencias de Física de Astropartículas y Cosmología, la materia oscura ha sido el plato fuerte.

El investigador Marco Cirelli, del CNRS francés, defiende que aunque no se haya encontrado nada concluyente con los actuales experimentos “es demasiado pronto para revisar toda la hipótesis básica acerca de la existencia de materia oscura. De hecho, estamos muy seguros de que existe en forma de una nueva partícula elemental. Hay muchas observaciones astrofísicas y cosmológicas que lo confirman y no pueden estar todas equivocadas”, asegura.

Con los experimentos actuales se está buscando este determinado tipo de partícula oscura conocida como WIMP (Partícula Masiva de Interacción Débil). Debe ser neutra, estable e interactuar débilmente, con una vida media muy larga.

Hasta el momento las observaciones indican que la materia oscura representa aproximadamente el 85% de la densidad de materia total en el universo, una cifra más que notable y que sitúa a este tipo de materia como uno de los ingredientes esenciales de nuestro universo. El modelo cosmológico actual, que incluye materia oscura, se basa principalmente en los efectos gravitacionales, por ejemplo cuando se observa una galaxia en rotación que gira extraordinariamente más rápido de lo esperado. Cabe destacar que estas observaciones se realizan de manera indirecta, lo que significa que lo que se observa es el efecto de la presencia de partículas de materia oscura que provienen de diferentes objetos tales como el sol, las galaxias y sus alrededores o incluso del universo temprano; no las partículas en sí mismas.

El profesor Paolo Gondolo, del departamento de Física y Astronomía de la Universidad de Utah, en Estados Unidos, explica en su ponencia que “podemos observar este efecto buscando señales inusuales, emisiones poco comunes de fotones, positrones u otras partículas conocidas”. A veces algunas partículas de esta naturaleza extraña se encuentran en el universo y se aniquilan en una explosión. Esto genera flujos de otras

partículas que sí conocemos. La principal dificultad que presenta este tipo de observaciones es que “la intensidad de la señal es extremadamente baja; las WIMP son unas partículas realmente difíciles de detectar”, asegura Gondolo.

Por otro lado, Cirelli opina que “para confirmar que aquello que observamos en la galaxia está, efectivamente, formado por materia oscura necesitamos una prueba directa”. La detección indirecta es importante porque podemos acceder a ella desde diferentes ‘canales’, pero para estar realmente seguros la idea es que las partículas depositen energía en los detectores en el laboratorio y ‘veamos’ esa energía, o bien seamos capaces de producirla en colisionadores en un entorno muy controlado, como el LHC.

Las características de las WIMPs van más allá del Modelo Estándar de física de partículas. Con el descubrimiento del bosón de Higgs, que también ha sido objeto de vigoroso debate en la edición de la ICHEP 2014, la teoría que predice este modelo se ha visto reforzada y corregida. El profesor Michael Klasen, investigador del Instituto de Física Teórica de la Universidad de Münster, en Alemania, declara que la conexión entre la materia oscura y el bosón de Higgs, es “muy interesante, porque la materia oscura es, como su nombre indica, oscura, no radia fotones. Sin embargo es posible que únicamente interactúe con esta partícula de Higgs. Y eso es muy intrigante ya que explicaría por qué realmente no la hemos detectado en la Tierra”.

En cualquier caso, el profesor Gondolo afirma que su esperanza es que haya una detección real. En su opinión el descubrimiento de la WIMP va a ser la última revolución copernicana. Copérnico desplazó a la Tierra del centro del universo y en su lugar situó el sol para que los cálculos cuadrasen. “Hoy en día en cosmología medimos que la mayoría del universo no está hecho de lo que estamos hechos nosotros, de elementos químicos. Así que con el descubrimiento de la partícula de materia oscura estaremos probando que la mayor parte del cosmos no es como nosotros”, explica.

Por su parte, la expectativa de Cirelli es que encontremos algo en los próximos cinco años, en términos de WIMP. “De lo contrario, tendremos que repensar y replantear la teoría. Sé que

la mayor parte de la materia del universo está formada por materia ‘perdida’, por eso pienso que la materia oscura será el próximo gran descubrimiento, incluso aún más importante para el público que el Higgs”.

Por último, el profesor Klasen se muestra aún más optimista, piensa que “la búsqueda de materia oscura está conectada con la cosmología; cómo emergió el universo, de dónde venimos. Hay cuestiones filosóficas en las que todo el mundo está interesado”, y apuesta por que todo el esfuerzo investigador actual nos proporcione respuestas concluyentes, acerca de si existe o no, en los próximos dos años. ■

Henrique Araujo: “En mi charla revisaré el estado actual de las búsquedas de las WIMP y las perspectivas de futuro para la próxima década”

Por Ignacio Fernández Bayo

Henrique Araujo es físico experimental de astropartículas en el Imperial College de Londres. Su trabajo se centra en la detección directa de materia oscura en diferentes experimentos, como ZEPLIN, situado en el Laboratorio Subterráneo de Boulby (Reino Unido) y LUX, en Dakota del Sur (EEUU). Además, está preparando el experimento de nueva generación LZ (LUX-ZEPLIN), así como detectores de radiación para misiones espaciales de la ESA. Araujo participa en la sesión de materia oscura (Martes 8, a las 16:30).

¿Cuáles son las actuales partículas candidatas para ser materia oscura?

A pesar de la gran actividad en esta área, las más veteranas siguen estando en los primeros puestos de mi lista: las WIMP, que podrían resolver también el problema de las jerarquías, y los axiones, que se propusieron para resolver el problema de la violación de CP en la interacción fuerte. Los neutrinos estériles también parecen haberse puesto de moda otra vez, pero yo estoy menos convencido.

¿Cuáles son los mejores métodos para detectar los diferentes candidatos?

Todos a la vez, si fuera posible. La materia oscura es más que una simple partícula. Es también un problema astrofísico y cosmológico. Necesitamos comprender las abundancias y

flujos desde escalas galácticas hasta las cosmológicas. Todas las técnicas de búsqueda en curso son sensatas, y en gran medida complementarias.

¿Por qué todavía no se ha detectado directamente la materia oscura?

Buscar interacciones que son a la vez débiles y poco habituales es una tarea difícil. En cualquier caso, debemos perseverar: pasaron décadas desde que se predijo la existencia de neutrinos hasta que éstos se detectaron; ellos son otro ejemplo de partícula neutra, muy esquiva, que interacciona débilmente, que nos atraviesa todo el tiempo, y que al final pudimos encontrar. Costó mucho más tiempo (y recursos) encontrar el bosón de Higgs. Sólo hemos estado dos décadas buscando las WIMP.

¿Podrían estar relacionadas la materia oscura y la energía oscura?

Tal vez. Parece raro que la densidad de energía de estos dos fluidos sea de hecho comparable en este punto del tiempo cosmológico. Pero lo que sé sobre materia oscura es mucho más que lo sé sobre energía oscura, lo cual no es decir demasiado...

¿Qué tema va a tratar en su charla?

En mi charla resumiré el estado de las búsquedas actuales de las WIMP y las perspectivas concretas de futuro para la próxima década. La tecnología ha madurado hasta tal punto que sabemos cómo avanzar, tanto en sensibilidad como hacia masas mayores. Nos hemos dado cuenta de que será difícil cavar por debajo del fondo irreducible de neutrinos astrofísicos, y por ello nos hemos volcado en este tema. Debemos trabajar duro para poder competir con el LHC en la próxima década, tras el descubrimiento del Higgs. Pero sería genial estar allí primero. ■

Marge Bardeen: “En el mundo de la física hay muy poco tiempo para captar la atención de la gente”

Por Antonio Villareal

Es la segunda vez que ICHEP cuenta con un bloque dedicado a la educación y a la divulgación, un área que está ganando relevancia en este mundo tan interconectado. El anuncio del des-

cubrimiento del bosón de Higgs, por ejemplo, sorprendió a muchos físicos por la gran repercusión que tuvo tanto en la prensa escrita como en la televisión. No sorprendió tanto, sin embargo, a los físicos de Fermilab, donde Marge Bardeen (directora del departamento de Comunicación) y sus compañeros llevan años explicando a centenares de personas, desde escolares hasta legisladores, la investigación que llevan a cabo en sus instalaciones de Batavia, Illinois.

¿Acudieron físicos interesados en la comunicación a sus sesiones en ICHEP?

Creo que fue una combinación. En la sesión hubo principalmente físicos, investigadores, algunos involucrados activamente en la divulgación. De otros no estoy tan segura, pero obviamente estaban lo suficientemente interesados como para venir a algunas de las charlas.

¿Prestan más atención a la divulgación de la ciencia las instituciones de investigación estadounidenses que las de otros lugares?

Fermilab tiene un amplio programa tanto en educación como en comunicación y divulgación, y muchos de los laboratorios del Departamento de Energía tienen programas similares. Al mismo tiempo, las universidades subvencionadas por la Fundación Nacional de la Ciencia tienen la obligación de hacer lo que se conoce como impactos de gran alcance, y esto a menudo supone trabajar con estudiantes o profesores en algún tipo de actividad divulgadora.

Usted entró en este programa de comunicación de la ciencia gracias a Leon Lederman, que era el director de Fermilab por aquel entonces. ¿Es importante tener un líder motivador para que una institución lleve a cabo este tipo de programas con éxito?

Creo que es básico. Aunque gran parte del trabajo se desarrolla a pie de calle, necesitas un *campeón*, alguien de arriba que diga “esto es importante” y valide el tiempo que los investigadores dedicarán a la educación y a la divulgación.

Hay siempre una cierta tensión entre la física y las metáforas. ¿Con qué otras dificultades se encuentra cuando trabaja con físicos y comunicación?

Pienso que lo más difícil es encontrar un nivel adecuado para explicar un tema, y la tendencia de los físicos es utilizar un nivel demasiado alto. Quieren asegurarse de explicar todos los detalles y de que sean todos correctos, pero a veces, cuando quieres explicar algo al público general o a un estudiante, no puedes entrar en todos los detalles. Una historia interesante: hay un físico de partículas que trabaja en el *Exploratorium* que afirma que “cuando quieres captar la atención de lo que yo llamo *gente real*, tienes que empezar por las preguntas”. Por ejemplo, ¿Qué es la antimateria? Mucha gente ha oído hablar sobre la antimateria y lo considera un tema interesante. Una vez has conseguido su atención, y tienes muy poco tiempo para hacerlo, ya puedes entrar en detalles y puedes abrir un camino para que la gente indague sobre el tema, como cuál es tu experimento o cómo es el instrumento. Pero muchas veces los científicos están tan ilusionados con sus instrumentos, sus detectores y sus aceleradores que cuando empiezan a hablar la gente ya no está interesada en eso. Así que tienes que enseñar a los científicos algunas técnicas para comunicar bien.

¿Cuáles son actualmente los objetivos principales del programa de comunicación de Fermilab?

Tenemos dos grupos. Uno en el gabinete de comunicación donde trabajamos con personas relevantes, como legisladores importantes, y también con el público general y la comunidad, porque necesitamos el apoyo de todo el mundo. Además, tenemos el departamento de educación, que trabaja principalmente con estudiantes de primaria y secundaria y profesores, y también con estudiantes de grado allí donde tenemos programas de verano, de modo que cubrimos todos los niveles.

¿Encuentra en los jóvenes estudiantes interés por convertirse en físicos de partículas?

Si puedes captar el interés de la gente joven, o de sus profesores, sólo con divulgación a un nivel simple pero atractivo, les ayudas a darse cuenta de que la ciencia puede ser muy interesante. Por ejemplo, no es importante que un muchacho de 12 años sepa que existen seis quarks y cómo se llaman, pero sí es importante que entiendan algo del tipo “¿cómo estudiar

algo que no puedes ver?”, así que si primero te centras más en eso, ellos entenderán y después dirán “oh, los quarks son guays, ¿Cómo se llaman?”.

Obviamente, si cada estudiante que hemos conocido se convirtiera en físico tendríamos problemas. Hay dos razones para trabajar con gente joven; primero, son la siguiente generación de investigadores, pero podrían ser profesores de ciencias o biólogos, y eso está bien. Pero la otra razón es que todos ellos van a ser ciudadanos, todos, afortunadamente, van a ser electores, y eso es importante para nosotros, para desarrollar el apoyo a la ciencia en el público general.

¿Le gusta la divulgación de la ciencia que hacen los programas de televisión como Cosmos? ¿Todo el mundo es parte del mismo equipo, sólo que con diferentes estrategias?

Claro, todo el mundo forma parte del mismo equipo. Creo que uno de los retos que tenemos, y que hemos estado enfatizando aquí un poco, es cómo alcanzar a la gente que no está interesada por la ciencia todavía, cómo hacerlos fans de la ciencia. La idea de reunir ciencia y arte, como estamos viendo en esta conferencia, es una forma de encontrar una nueva audiencia. Gente como Carl Sagan o Neil deGrasse llegan a la gente en programas televisivos que ve la gente de ciencia, pero algo como The Big Bang Theory o Third Rock from the Sun, esos programas llegan a una audiencia más general, y de este modo estás captando a gente nueva. Y yo creo que los científicos en el campo necesitan buscar caminos para alcanzar a esa otra audiencia. □

Desafíos en la comunicación de la Física

Como Fermilab, muchas otras instituciones también tienen una estrategia de comunicación y divulgación consistente. El Grupo Internacional de Divulgación de la Física de Partículas (IPPOG, por sus siglas en inglés), co-dirigido por Hans Beck y Marge Bardeen, ha dedicado años a convencer a científicos para comunicar sus trabajos. “La comunicación y la divulgación son cosas distintas, y ninguna es sencilla”, dice Beck, “la comunicación la hacen normalmente comunicadores profesionales, pues conocen mejor cómo trasladar los mensajes a una audiencia más am-

plia. Sin embargo, con este camino existe el riesgo de que la ciencia se sobresimplifique.”

Según la opinión de Beck, “nosotros, los físicos, tenemos la gran responsabilidad de proporcionar una información precisa y detallada, y a la vez de establecer un diálogo con la sociedad, para transmitir que hay ciencia sólida y relevante detrás de cada noticia distribuida. Lo que está en juego es la credibilidad de nuestro campo, dentro y en especial fuera de la comunidad científica. Podemos pensar que eso está garantizado, pero sólo si hay un fuerte diálogo abierto con la sociedad.” □

HESS detecta su primera señal de un púlsar

Coincidiendo con la apertura de ICHEP, la colaboración HESS (*High Energy Stereoscopic System*) anunció, el pasado 3 de julio, la detección por primera vez de rayos gamma cósmicos de 30 GeV. Esta radiación procedente del púlsar Vela es la primera detectada por HESS y la segunda detectada jamás por telescopios de rayos gamma situados en la Tierra.

“En la última década, la astronomía con rayos gamma de alta energía ha abierto una nueva ventana al cosmos con vistas a los lugares más extremos del universo”, dice el físico de astrofísica Christian Stegmann, miembro de la colaboración HESS que presentará hoy (5:40 PM, Auditorio 1) un resumen de los desarrollos en la astronomía de rayos gamma, con el foco en los resultados mencionados.

“Los protones de alta energía se producen en remanentes de supernova, agujeros negros en galaxias activas y otros objetos del universo, aceleradores cósmicos en los cuales los núcleos atómicos y los electrones son acelerados a energías extremas”, explica Stegmann. “En contraste con lo esperado en el pasado, los fenómenos de alta energía no son excepciones en el universo, sino que ocurren en el ciclo vital de muchos objetos cósmicos y, por lo tanto, influyen en la evolución de estos objetos”.

Para el investigador, director de la sede de DESY en Zeuthen, “los resultados de instrumentos de rayos gamma son importantes piezas



para entender la evolución de nuestra Vía Láctea y el Universo".▣

La mujer y la física en países en vías de desarrollo

Una de las dos exposiciones de pósters mostradas en la ICHEP 2014 en Valencia aborda la situación de las mujeres que estudian física en Palestina. La Fundación Elsevier y la Unidad de Igualdad de Género de la Universitat de Valencia han patrocinado esta exposición fotográfica realizada por la Dra. Kate Shaw, investigadora en el CERN y en el ICTP, y por el fotógrafo freelance Jack Owen.

La exposición describe vívidamente la vida ordinaria de unas mujeres en Palestina, tratando de reconciliar su vida familiar con el estudio de la física. Es éste un ejemplo de la voluntad por seguir una vocación científica pese a todas las dificultades sociales y económicas, que puede extenderse fácilmente a otros países en vías de desarrollo.

El Centro Internacional de Física Teórica Abdus Salam (ICTP), en Trieste (Italia), ha desempeñado durante más de 45 años un papel fundamental en la ayuda al desarrollo de la Ciencia en países del Tercer Mundo. El ICTP ofrece un lugar de encuentro para científicos procedentes de todo el planeta, con el fin de compartir ideas y aprender unos de otros. Una vez de regreso a casa, los científicos visitantes continuarán enseñando e investigando en sus respectivos países, mejorando así su nivel científico. ¡Un ejemplo que merece nuestra admiración!▣