

O texto a seguir é uma publicação da revista bilíngue Uniso Ciência, da Universidade de Sorocaba, para fins de divulgação científica.

The following story is part of the bilingual magazine Science @ Uniso, published by the University of Sorocaba, for the purpose of scientific outreach.

Acesse aqui a edição completa/
Follow the link to access
the full magazine:



PARCERIA • PARTNERSHIP



O UNIVERSO ESTÁ CANTANDO.

Você consegue ouvir?

THE UNIVERSE IS SINGING.

Can you hear it?

Por/By: Monique Nunes e/and Guilherme Profeta (GpexDC-Uniso*)

**Grupo de produção experimental em Divulgação Científica da Universidade de Sorocaba (Uniso), em parceria com a Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae) / Uniso's Group for experimental writing on Science Communication, in partnership with Renafae, the Brazilian National Network of High Energy Physics.*



Foto/Photo: Monique Nunes/GpexDC-Uniso; Denis Beilitsky/Shutterstock

À frente, os contornos do radiotelescópio do Grupo de Estudos de Astronomia (GEA) da Uniso, contrastados contra a Via Láctea
The silhouette of Uniso's radio telescope, used by the university's Study Group on Astronomy, contrasted against the Milky Way on the background

Em três das edições passadas da revista Uniso Ciência (junho, dezembro/2018; dezembro/2019), você pode conferir diferentes aspectos e descobertas dos estudos em Física de Altas Energias conduzidos por pesquisadores brasileiros no maior acelerador de partículas do mundo, sob a fronteira da Suíça com a França. Nesses experimentos, prótons são acelerados a uma velocidade próxima à da luz, chocando-se com outros prótons que estão vindo no sentido oposto, o que faz com que eles se partam em milhões e milhões de pedacinhos — outras partículas ainda mais básicas, que permitem aos cientistas dar uma espiadinha no que havia logo após o nascimento do universo. Essas são colisões provocadas pelo homem, em ambientes controlados, mas há outras colisões entre partículas que estão acontecendo o tempo todo, no espaço e aqui mesmo na Terra, sobre as quais a espécie humana não tem qualquer tipo de controle.

Isso acontece porque o nosso planeta está sendo bombardeado por raios cósmicos o tempo todo. “Os objetos celestes estão constantemente emitindo diferentes formas de radiação. O nosso Sol emite a luz visível, mas emite também a luz ultravioleta, a infravermelha, os raios-gama etc. Além disso, ele também emite núcleos de átomos, em particular durante seus períodos de mau humor, quando são geradas grandes labaredas de energia. Convencionou-se chamar de raios cósmicos o componente não eletromagnético da radiação que é emitida pelos objetos celestes.” Quem explica é o doutor Ronald Cintra Shellard, diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e presidente da Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae).

Grande parte desses raios cósmicos que conseguem penetrar através do campo magnético da Terra é formada por prótons — os núcleos de átomos de hidrogênio, que servem de combustível para as estrelas —, as mesmas partículas

In three of the past editions of the Science @ Uniso magazine (June, December/2018; December/2019), you can read about different aspects and discoveries of researches in the field of High Energy Physics, conducted by Brazilian scientists at the largest particle accelerator in the world, under the Swiss-French border. In these experiments, protons are accelerated to a point they almost reach light speed, clashing with other protons that are coming in the opposite direction, which causes them to break into millions and millions of pieces—other particles, even more basic, which allow scientists to take a quick look at what was going on right after the birth of the universe itself. These are man-made collisions, that take place in controlled environments, but there are other collisions between particles that are happening all the time, in space and right here on Earth, over which the human species has no control whatsoever.

This happens because our planet is being constantly bombed by cosmic rays. “Heavenly objects are constantly emitting different forms of radiation. Our sun emits visible light, but it also emits ultraviolet light, infrared, gamma rays, etc. Besides that, it also emits nuclei of atoms, particularly during its periods of bad mood, when large flares of energy are generated. ‘Cosmic rays’ is how we are used to call the non-electromagnetic component of radiation that is emitted by heavenly bodies.” The topic is explained by Dr. Ronald Cintra Shellard, director of the Brazilian Center for Physical Research (CBPF), and president of the Brazilian National Network of High Energy Physics (Renafae).

Most of these cosmic rays that are able to penetrate through the Earth’s magnetic field are made of protons—the nuclei of hydrogen atoms, which serve as fuel for the stars—the same elementary particles that physicists collide in their experiments. “When cosmic rays with very high



Foto/Photo: Paulo Afonso/Shutterstock

Radiotelescópios podem ser usados para vários fins, até para procurar inteligência alienígena, como é o caso desses telescópios instalados no Observatório de Hat Creek, na Califórnia

Radio telescopes can have many different purposes, even the search for alien intelligence, such as these telescopes at the Hat Creek Observatory, in California

elementares que os físicos colidem em seus experimentos. “Quando raios cósmicos com níveis de energias muito altos penetram na atmosfera terrestre, eles colidem com os núcleos dos átomos que estão na atmosfera, gerando centenas de outras partículas, que, se também tiverem grandes energias, vão gerar novas colisões. Todas essas partículas formam o que chamamos de chuva atmosférica”, explica Shellard.

Na verdade, algumas dessas partículas estão atravessando o seu corpo neste exato momento, enquanto você lê esta reportagem. Ainda assim, quando você olha para cima, não há nada diferente

levels of energy penetrate the Earth’s atmosphere, they collide with the nuclei of the atoms that are out there, generating hundreds of other particles. If these particles also have great energy levels, they will generate new collisions. All of these particles form what we call an air shower,” Shellard explains.

In fact, some of these particles are passing through your body right now, as you read this magazine. Still, when you look up, there is nothing different that someone can see, and everything is silent, as if nothing is happening. Why? Because these phenomena are taking place outside the

que alguém possa ver, e tudo está silencioso, como se nada estivesse acontecendo. Por quê? Porque esses fenômenos estão ocorrendo fora dos limites da nossa percepção; para poder percebê-los, basta saber como escutar.

COMO DETECTAR CHUVEIROS ATMOSFÉRICOS?

Shellard explica que há várias maneiras de detectar os raios cósmicos, quando eles chegam à Terra: “Se você tivesse muito dinheiro, poderia colocar no espaço um detector como os que podem ser encontrados nos aceleradores de partículas, mas há a limitação dos custos, que são altíssimos. Porém, existem outras maneiras: pode-se, por exemplo, medir os fragmentos dos chuviros atmosféricos e, a partir deles, reconstruir a energia e a direção do raio cósmico primário.” Isso é particularmente difícil, pois, fora do escudo protetor do nosso planeta, o espaço é cheio de campos magnéticos que distorcem a trajetória dos raios cósmicos. Somente os raios de energias muito altas podem revelar a direção de suas origens, estejam elas dentro ou fora da galáxia.

É justamente isso que os físicos estudam no Observatório Pierre Auger, que compreende 27 telescópios e 1.600 detectores de partículas posicionados numa área de 3 mil km² na província de Mendoza, na Argentina; 10% do time de cientistas desse observatório são brasileiros, inclusive Shellard.

“No Auger, nós usamos tanques de água para estudar os raios cósmicos. Partículas passando pela água em velocidades muito próximas à da luz emitem radiação, basicamente na região ultravioleta do espectro, e essa radiação pode ser registrada por sensores. Como as partículas de um chuva atmosférico jorram sobre uma área de alguns quilômetros de diâmetro, nossos detectores estão espalhados a cada 1.500 metros. Assim, quando um número mínimo de detectores (pelo menos três) registra partículas simultaneamente (na verdade, numa janela de tempo de poucos milissegundos), sabemos que temos um raio cósmico com energia muito grande. O chuva, ao se propagar pela atmosfera, excita as moléculas

limits of our perception; in order to be able to perceive them, one needs to know how to listen.

HOW TO DETECT AIR SHOWERS?

Shellard explains there are many ways to detect cosmic rays when they arrive on Earth: “If you had a lot of money, you could put a detector in space like those that can be found in particle accelerators, but there is a limitation when it comes to costs, once they are very high. However, there are other ways: you can, for example, measure the fragments of air showers in order to reconstruct the energy and the direction of the primary cosmic ray.” This is particularly difficult because, outside the protective shield of our planet, outer space is full of magnetic fields that distort the trajectory of cosmic rays. Only rays of very high energy can reveal the direction of their origins, whether inside or outside the galaxy.

This is precisely what physicists study at the Pierre Auger Observatory, which comprises 27 telescopes, and 1,600 particle detectors positioned in an area of 3,000 km² in the province of Mendoza, Argentina. Brazilians represent 10% of the staff of scientists working at this observatory, including Shellard.

“At the Auger, we use water tanks to study cosmic rays. Particles passing through water at speeds that come close to light speed emit radiation, basically in the ultraviolet region of the spectrum, and this radiation can be registered by sensors. Considering the fact that particles of an air shower pour over an area of a few kilometers in diameter, we have detectors positioned after every 1,500 meters. So, when a minimum number of detectors (at least three) register particles simultaneously (actually, with a difference of a few milliseconds), we know that we have a cosmic ray with very high energy. The shower, when propagating through the atmosphere, excites the air molecules, which fluoresce (the same phenomenon of the old fluorescent light bulbs), emitting ultraviolet



Foto/Photo: Monique Nunes/GpexDC-Uniso

O professor mestre Fabio Tozo, coordenador do GEA-Uniso, sobre o bloco D, onde está instalado o radiotelescópio da Universidade Professor Fabio Tozo, coordinator of GEA-Uniso, on the rooftop of Building D, where the university's radio telescope is located

do ar, que fluorescem (o mesmo fenômeno das antigas lâmpadas fluorescentes), emitindo radiação ultravioleta. Essa radiação é captada pelos telescópios. Em contraste com os detectores de água, os telescópios só podem operar à noite, pois, de dia, ficariam ‘cegos’ com a luz ambiente”, conta Shellard.

No Pierre Auger, aos pés da Cordilheira dos Andes, os detectores operam dia e noite, durante o ano inteiro, transformando, ao seu modo, o silêncio do universo numa canção que nós, terráqueos, podemos entender.

OUVINDO AS ESTRELAS NA UNISO

A partir de 2020, pesquisadores da Universidade de Sorocaba (Uniso) também estão se empenhando para ouvir essa canção, por assim dizer. Até então, o Grupo de Estudos de Astronomia (GEA) da Uniso

radiation. This radiation is registered by telescopes. In contrast to water detectors, telescopes can only operate at night, as, during the day, they would be ‘blind’ due to the natural light,” Shellard says.

At Pierre Auger, at the foot of the Andean Mountains, detectors operate day and night, all year long, transforming the silence of the universe into a song that we earthlings can understand.

LISTENING TO THE STARS AT UNISO

Researchers at Uniso are also striving to hear this song, so to speak. Until recently, Uniso’s Study Group on Astronomy (GEA, in the Portuguese acronym) had an optical telescope—which, out of the wavelengths within the electromagnetic spectrum, depends exclusively on visible light

dispunha de um telescópio ótico — que, dentre todos os intervalos do espectro eletromagnético, depende exclusivamente da luz visível para observar fenômenos celestes —; a partir deste ano, as atividades foram incrementadas com a aquisição de um radiotelescópio, cuja antena (que ilustra a primeira página desta reportagem) está instalada sobre o bloco D.

Antes de ser instalada na Uniso, a antena pertencia a uma emissora de rádio da cidade de Sorocaba. Isso porque, tecnicamente, os radiotelescópios apresentam funcionamento análogo aos sistemas de telecomunicações usados para a transmissão de ondas de rádio e TV (antes da televisão digital). As ondas são captadas pela antena, que as direciona a um receptor, armazenando os respectivos dados num computador.

“Não é um processo rápido, como mirar uma luneta para o céu e achar um corpo celeste. Por meio do radiotelescópio, você recebe os sinais e, depois disso, é preciso trabalhar com os dados obtidos de modo a extrair informações relevantes”, destaca o professor Cesar Hipolito Pinto, egresso do curso de licenciatura em Física da Uniso e, atualmente, professor do Ensino Médio. Ele é um dos professores que, por meio do GEA, vai usar o radiotelescópio em sala de aula, para diversas atividades educacionais.

O professor mestre Fabio Tozo, coordenador do GEA, explica que, com muita paciência e tempo de observação, seria possível usar o radiotelescópio para alguma descoberta inédita, como uma nova estrela, por exemplo, mas que o grande objetivo não é esse. “As atividades de observação podem abordar vários cursos, de forma transdisciplinar. Podemos fazer leituras de gráficos com o pessoal da Engenharia e das Ciências da Computação, por exemplo; com o pessoal da Matemática, podemos criar algoritmos — a exemplo dos algoritmos usados para a construção da primeira imagem de um buraco negro, que foi elaborada com dados de radiotelescópios espalhados pelo mundo e ficou famosa em abril de 2019. São muitas as aplicações no ensino”, ele conclui.

to observe heavenly phenomena—; from 2020, activities were increased with the acquisition of a radio telescope, whose antenna (which illustrates the first page of this story) is installed on the rooftop of Building D.

Before being installed at Uniso, the antenna belonged to a radio station in the city of Sorocaba. This is because, technically, radio telescopes operate similarly to the telecommunications systems used to transmit radio and TV signals (before digital television). Waves are captured by the antenna, which directs them to a receiver, storing the respective data on a computer.

“It is not a fast process, like aiming a telescope at the sky and finding a heavenly body. Through the radio telescope, you receive the signals and, after that, you have to work with the data obtained in order to extract relevant information,” highlights Cesar Hipolito Pinto, a former student at Uniso’s undergraduate program in Physics, currently lecturing as a High School teacher. He is one of the teachers who will use the radio telescope in the classroom, for various educational activities in partnership with GEA.

Professor Fabio Tozo, the coordinator of the group, explains that, with a lot of patience and hours of observation, it would be possible to use the radio telescope for some unprecedented discovery, such as a new star, for example, but that is not the major goal of the project. “Observation activities can integrate several programs and fields of knowledge, in a transdisciplinary way. We can invite people from Engineering and Computer Sciences to read graphs, for example; with the folks from Mathematics, we can create algorithms—like the algorithms that were used to create the first image of a black hole, which was elaborated with data from radio telescopes around the world, and became famous in April 2019. There are many applications when it comes to teaching,” he concludes.



João-de-barro (*Furnarius rufus*)