

Observación y disfrute

de los paisajes cósmicos

*The observation and enjoyment*

*of cosmic landscapes*

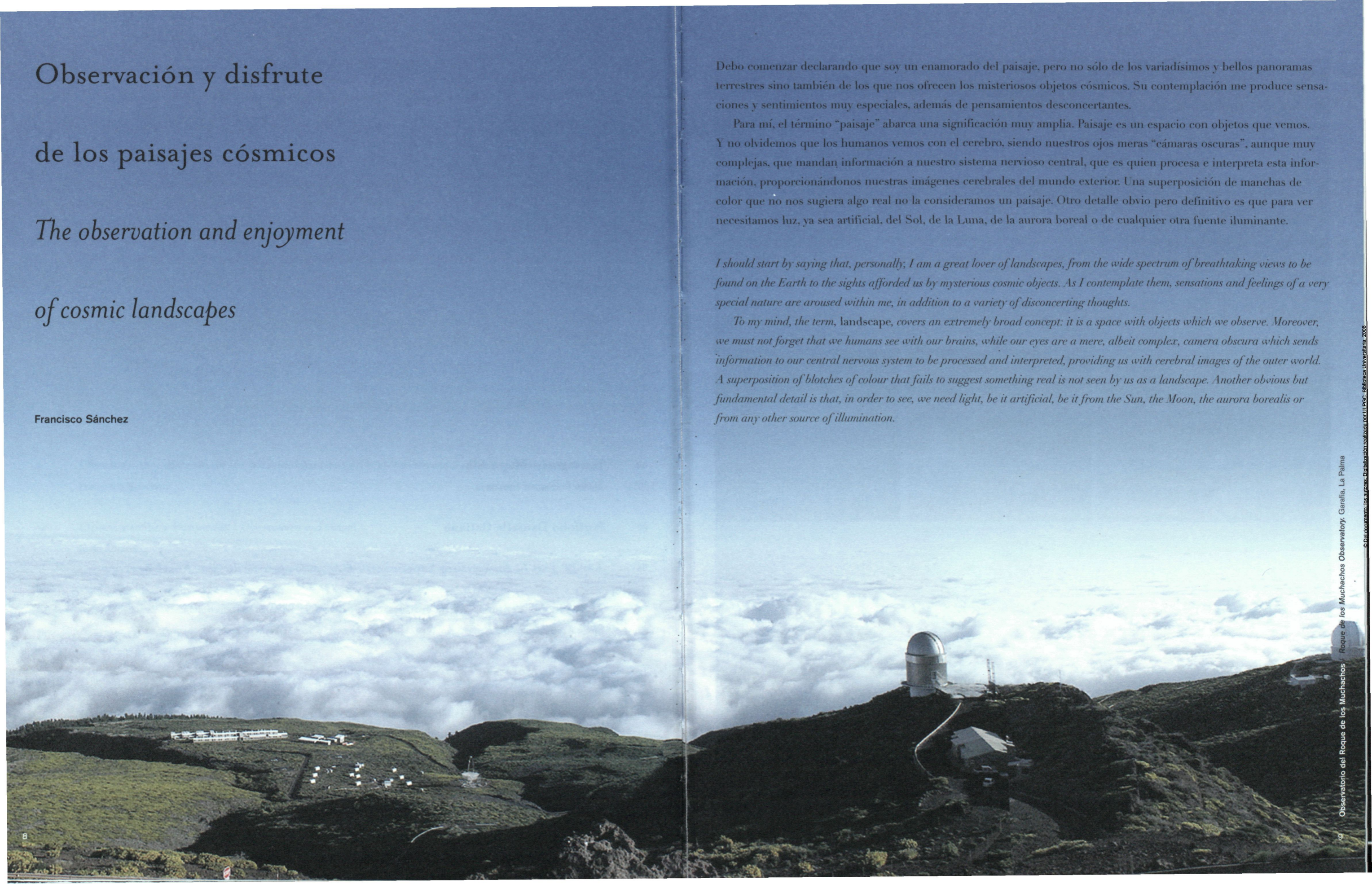
Francisco Sánchez

Debo comenzar declarando que soy un enamorado del paisaje, pero no sólo de los variadísimos y bellos panoramas terrestres sino también de los que nos ofrecen los misteriosos objetos cósmicos. Su contemplación me produce sensaciones y sentimientos muy especiales, además de pensamientos desconcertantes.

Para mí, el término "paisaje" abarca una significación muy amplia. Paisaje es un espacio con objetos que vemos. Y no olvidemos que los humanos vemos con el cerebro, siendo nuestros ojos meras "cámaras oscuras", aunque muy complejas, que mandan información a nuestro sistema nervioso central, que es quien procesa e interpreta esta información, proporcionándonos nuestras imágenes cerebrales del mundo exterior. Una superposición de manchas de color que no nos sugiera algo real no la consideramos un paisaje. Otro detalle obvio pero definitivo es que para ver necesitamos luz, ya sea artificial, del Sol, de la Luna, de la aurora boreal o de cualquier otra fuente iluminante.

*I should start by saying that, personally, I am a great lover of landscapes, from the wide spectrum of breathtaking views to be found on the Earth to the sights afforded us by mysterious cosmic objects. As I contemplate them, sensations and feelings of a very special nature are aroused within me, in addition to a variety of disconcerting thoughts.*

*To my mind, the term, landscape, covers an extremely broad concept: it is a space with objects which we observe. Moreover, we must not forget that we humans see with our brains, while our eyes are a mere, albeit complex, camera obscura which sends information to our central nervous system to be processed and interpreted, providing us with cerebral images of the outer world. A superposition of blotches of colour that fails to suggest something real is not seen by us as a landscape. Another obvious but fundamental detail is that, in order to see, we need light, be it artificial, be it from the Sun, the Moon, the aurora borealis or from any other source of illumination.*

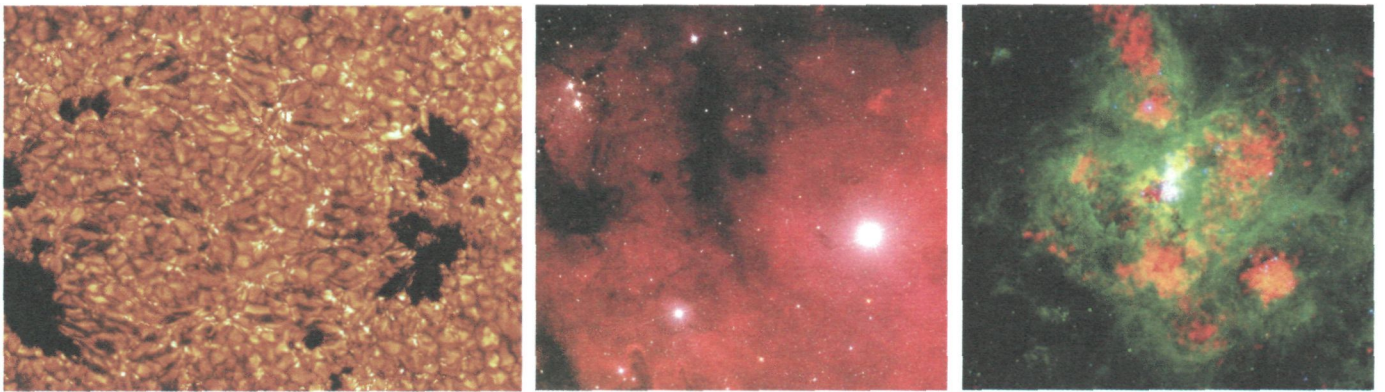


Nuestros paisajes son siempre interpretaciones de conjuntos de objetos o de sus imágenes plasmadas en cualquier soporte. Los artistas nos tienen acostumbrados a mostrarnos paisajes diversos, a veces irreconocibles, de un mismo panorama. Pero nosotros mismos vemos distintas las cosas según estén iluminadas y de acuerdo con nuestro estado de ánimo. Los sentimientos y las emociones forman parte de la contemplación de los paisajes.

No todos sabemos contemplar un paisaje terrestre, no todos disponemos de la experiencia personal de las cosas que lo componen. Éste también es el caso de los paisajes cósmicos, por lo que es preciso tener algunos conocimientos básicos de Astronomía, al menos, para verlos y disfrutarlos. No obstante, aunque no sepamos nada de esta ciencia, la belleza serena de una noche estrellada no deja de impresionarnos.

Mi intención es ofrecer unas pautas básicas para poder gozar más de la contemplación del cielo nocturno, con y sin telescopio. Como ejemplo de lo anterior, miremos las tres primeras imágenes antes de seguir leyendo.

Fuera de contexto, para casi todos, estas imágenes se quedarán en meras composiciones coloreadas, que nos pueden parecer más o menos bellas, mientras no sepamos ver lo que son. La primera es la fotosfera solar vista desde un lugar privilegiado como es el Observatorio del Roque de los Muchachos, donde apreciamos las complejas estructuras cambiantes de la granulación y manchas solares; la segunda imagen es una región *H II* de gas y polvo en nuestra pro-



Figs. 1, 2 y / and 3

*Our landscapes are always interpretations of groups of objects, or of their images captured on any form of support. We are used to artists showing us highly different, at times unrecognisable, landscapes of one and the same scene. But we ourselves see things differently depending on the way the light falls and on our own state of mind. Feelings and emotions form part of the contemplation of landscapes.*

*We are all able to appreciate a terrestrial landscape because we have personally experienced the elements which go to make it up. This, however, cannot be said of cosmic landscapes, for which a smattering of knowledge of astronomy is required if we are to see and enjoy them. Nevertheless, even people who know nothing about this science cannot fail to be amazed and at times overcome by emotion at the serene beauty of a starry night. The purpose of my article is to give a number of basic guidelines to help people enjoy the contemplation of the night sky to the full, whether they have a telescope or not. As an example of what I have just said, before going any further, let's take a look at the first three images (Figs. 1, 2 and 3).*

*Out of context, most people would just see them as combinations of colour of varying beauty until shown how to appreciate them for what they really are. The first is the solar photosphere seen from a privileged spot: the Observatorio del Roque de los Muchachos / Roque de los Muchachos Observatory. What we can see here is the complex, changing structures of granulation and a number of sunspots. The second is an H II region of gas and dust in our own galaxy, where stars are now being born. The third*



Fig. 4

pia galaxia, donde están naciendo estrellas en estos momentos; la tercera es algo aún más complicado de ver (interpretar). Se trata de la nebulosa *30 Doradus* en la *Gran Nube de Magallanes* (una galaxia satélite de nuestra *Vía Láctea*) obtenida superponiendo tres imágenes donde los verdes representan la emisión del hidrógeno ionizado, los azules la emisión ultravioleta de las estrellas muy calientes y los rojos la emisión en Rayos X de gas a más de un millón de grados de temperatura. Lo que observamos es una región de formación estelar con explosiones de *supernovas* y plasma ionizado.

Mirar al cielo es una necesidad apremiante para nuestra especie desde tiempos prehistóricos, al creer que lo que arriba veíamos condicionaba nuestras vidas y la de nuestro entorno, situando en los cielos la morada de nuestros dioses, cuyos primeros sacerdotes fueron también los primeros astrónomos. Desde entonces, seguimos mirando e interrogando al cielo con interés creciente. La moderna Astrofísica nos está abriendo un panorama tan impresionante, y novedoso siempre, del Universo al que pertenecemos, que está haciendo cambiar radicalmente nuestra cosmovisión. Pero tenemos graves problemas para observar el Universo, porque ciertamente estamos mal dotados y mal situados para ver lo que hay en el mundo exterior. Y necesitamos “ver” los objetos celestes hasta en longitudes de onda que nuestros ojos no pueden ver y, además, entender qué es lo que estamos viendo. Nuestros ojos son unos órganos deficientes, con una óptica simple y escasa, son receptores poco sensibles, y capaces de ver únicamente una pequeña parte del espectro electromagnético. Nuestra situación está en clara desventaja. Vivimos en un planeta de atmósfera absorbente y perturbadora que opaca la mayor parte de la información que nos llega del exterior, y perturba la que transmite. Además, viajamos arrastrados por el Sol a través de zonas de polvo y gas, como son el medio interplanetario y el medio interestelar. Y, por si fuese poco, nuestro Sistema Solar está en el disco galáctico, que es una auténtica pantalla visual. No obstante, hemos ido superando ese cúmulo de dificultades.

Nuestra inteligencia nos ha permitido construir “prótesis” para nuestras limitaciones –los instrumentos científicos– e inventar una metodología científica para acercarnos a la “realidad” de las cosas. Mediante estas muletas, muy lentamente, vamos explorando las enormidades del Cosmos.

Resumiendo: Para contemplar y gozar de los paisajes cósmicos necesitamos instrumentos cada vez más grandes y sofisticados, junto con el conocimiento científico más avanzado posible. Así que primero intentaré esbozar cuál es el estado del conocimiento astronómico actual, que nos llevará a tomar conciencia de lo mucho que sabemos ya del Universo y cuán inmensa sigue siendo nuestra ignorancia. A continuación, veremos alguna de nuestras potentísimas “prótesis” actuales para mirar los cielos.

### ¿Qué sabemos y qué no sabemos?

En Astronomía, como en la mayoría de las ciencias, el noventa y mucho por ciento del conocimiento lo hemos adquirido en el siglo XX. Entre lo que sabemos cabe señalar: que habitamos un planeta más bien pequeño, que orbita en torno a una estrella corriente (ni grande ni pequeña, ni fría ni caliente), que con otros cien mil millones de estrellas conforma nuestra ciudad estelar, la *Vía Láctea* (nuestra Galaxia), que con unas treinta galaxias más constituyen el *Cúmulo Local*, que con unos treinta cúmulos más forma el *Supercúmulo Local*. Y que toda esta enormidad constituye una zona del Universo pobre en materia.

El gigantesco Universo al que pertenecemos muestra una estructura no homogénea y fundamentalmente vacía donde la materia aparece concentrada en estos supercúmulos de galaxias, que tienen tendencia a organizarse en *paredes y grandes atractores*, dejando vacías las siete octavas partes del espacio. También sabemos hoy que la materia, tras su variadísimo aspecto, tiene una gran uniformidad básica. Cuando penetramos en el microcosmos siempre la

is even more complicated to see (interpret). We are looking at the nebula, 30 Doradus, in the Large Magellanic Cloud (a satellite galaxy of our Milky Way). Three images have been superposed: the green ones represent the emission of ionised hydrogen; the blue ones, the ultraviolet rays given off by the boiling hot stars; and the red ones, X-rays of gas being emitted at a temperature of over one million degrees. What we have before us is a region of stars enlivened by explosions of supernovas and ionised plasma.

We should remember that the minute homo became sapiens, looking at the sky proved to be a pressing need as he realised that the things he saw up above exerted a great effect on his life and on that of his milieu, where he found not only his food but also risks and perils. Naturally enough, he chose the heavens as the home of his gods, while priests assumed the role of the first astronomers. Ever since, we have continued to observe and question the sky with increasing interest. Modern-day astrophysics is revealing such a remarkable and unfailingly surprising perspective of our Universe that our vision of the cosmos is undergoing a radical change. Nonetheless, we come up against major difficulties when we try to observe the Universe. The fact of the matter is that we are both poorly equipped and poorly situated when it comes to seeing exactly what there is in outer space; and we need "to see" celestial objects in wavelengths invisible to our eyes, in addition to understanding what it is that we are seeing. Our eyes are utterly inadequate organs, with small, simple optics; and any sensitivity they may have as receivers responds only to a small part of the electromagnetic spectrum, a tiny part of which is emitted by celestial bodies. In a word, when it comes to long distances, we are as blind as bats.

Our location places us at a clear disadvantage. We inhabit the Earth, the blue planet, with its absorbent, disturbing atmosphere which cuts off most of the information we receive from the outside, while blurring any information it might transmit. Moreover, we travel, pulled along by the Sun through areas of dust and gas like the interplanetary or the interstellar milieus; and, to crown it all, our solar system is on the galactic circle, which is no less than a visual screen.

Despite all this, as we are naturally curious and need to find some way of understanding what we are and everything that lies around us, we have managed to overcome this mound of difficulties. Our intelligence has prompted us to build scientific instruments as "prostheses" for our limited senses and to invent the "scientific method" as a way of bringing us closer to the reality of things. By means of these crutches, we are slowly exploring the greatness of the cosmos.

Summing up: in order to contemplate and enjoy cosmic landscapes, we need increasingly large and better instruments, combined with the most advanced scientific knowledge possible. For the more we learn of the vastness to which we belong, the more we shall enjoy the views of the Universe provided by modern scientific instruments, placed at strategic points of the Earth or space. Firstly, I shall give a very brief outline as to the present state of astronomic knowledge in order to show how much we already know about the Universe and just how much we have yet to learn. Then we shall look at one or two of the current high-powered "prostheses" we use to observe the skies.

### **Our knowledge, or lack of it**

Although we know a great deal about our Universe, there is much more waiting to be discovered. In astronomy as in most of the sciences, we acquired well over ninety percent of our knowledge in the twentieth century. In essence, we know the following: that we live on a smallish planet called Earth; that it orbits round an ordinary star which is neither big nor small, neither cold nor hot: the Sun; that, along with a hundred thousand million other stars, it goes to make up our stellar city, the Milky Way (the Galaxy); that, together with about 30 other galaxies, it goes to make up the Local Cumulus, and that another 30 cumuli form the Local Super-cumulus; and that this vast space of the Universe is not rich in matter.

This gigantic Universe of ours possesses an irregular structure which is, for the most part, empty. It is here that matter is concentrated into these super-cumuli of galaxies, which tend to group themselves into "walls" and "great attractors", leaving seven eighths of space empty. We also know that matter conceals great basic uniformity behind its highly varied and multiform

Fig. 5



encontramos formada por moléculas y átomos y, por debajo, constituida por un número reducido de partículas subatómicas. Las fronteras entre materia y energía, después de Einstein, se han borrado ( $E = m \cdot c^2$ ), considerando hoy la materia como energía concentrada.

Desde que en la década de los treinta de siglo XX se descubrió la expansión del Universo, empezamos a saber que este Universo tuvo un origen en el tiempo que no es estacionario. En definitiva, que está vivo y evolucionando. Un impulso vital lo impregna todo. Pero como muestra de nuestro desconocimiento, hay que decir que, por lo que sabemos, en estos momentos nuestro Universo está hecho de un 4% (tan sólo) de materia normal como la que conocemos, con el agravante de que de ella sólo “vemos” un 10%; está compuesta también de un 20% de alguna clase de materia cuya naturaleza desconocemos y el resto (más de tres cuartas partes) sospechamos que es una energía del todo desconocida a la que se le están poniendo nombres desconcertantes como “energía del vacío” o “energía oscura”. Y, por si fuera poco, se acumulan las pruebas a favor de que la expansión del Universo se está acelerando en vez de disminuir, como era presumible. En definitiva, que en estos inicios del siglo XXI, aun siendo considerable lo mucho que sabemos, sigue siendo muchísimo más abrumadora nuestra ignorancia. Niels Bohr decía: *“tal vez nuestras actuales ideas no sean lo suficientemente disparatadas como para ser correctas”*.



Figs. 6, 7 y / and 8

*appearance. When we take a close look at the microcosm, we see that it is formed by molecules and atoms and that underneath, it is made up of a small number of subatomic particles. With Einstein, the borders between matter and energy were erased ( $E = m \cdot c^2$ ). Today, we can consider matter as concentrated energy.*

*Ever since the expansion of the Universe was discovered in the thirties, we have been aware that this Universe had its origin in time, which is not stationary. To put it another way, it is alive and evolving. Everything is impregnated with a vital impulse. We must not, however, be too elated or complacent about how much we know because our lack of knowledge is far greater. By way of an example of our ignorance, we might say that, as far as we know at the present time, a mere four percent of our Universe is made of what we know as normal matter (added to which, of this, we “see” only 10 percent); 20 percent is formed by a type of matter whose nature is unknown to us; and the rest—nearly 80 percent!—is supposedly an entirely unknown energy which is being given disconcerting names such as “energy of the void” and “obscure energy”. On top of all this, there is increasing evidence that, contrary to expectations of a slowdown, the expansion of the Universe is gaining speed. Thus, as the twenty-first century gets underway, although it is true that we have an incredible amount of knowledge of the subject, our ignorance is far more overwhelming. At this point, Niels Bohr’s famous words come to mind: “perhaps our present ideas are not outrageous enough to be correct.”*

Si espectacular fue el avance que se logró como consecuencia de poder mirar al cielo con el primitivo telescopio de Galileo, no menos impresionantes están resultando los descubrimientos producidos al observar en todo el espectro electromagnético, combinando telescopios en la Tierra y en el espacio. Es ahora cuando estamos comenzando a penetrar en el Universo lejano. Y como los telescopios son auténticas *máquinas del tiempo*, es ahora cuando empezamos a conocer la historia del Universo. Los más grandes telescopios que se vayan construyendo nos permitirán “ver” cómo era el Universo en sus etapas tempranas, así como los planetas capaces de albergar vida. Los nuevos instrumentos provocan descubrimientos astronómicos que generan nuevos modelos y abren preguntas nuevas. Modelos que deben ser validados con nuevas observaciones que precisan, a su vez, de nuevos instrumentos. Y así sucesivamente.

La observación es la “piedra de toque” de todas las teorías y modelos, ella es quien los refuta y legitima. Todos los estudios prospectivos realizados recientemente en los países más avanzados revelan la necesidad de construir megatelescopios para situarlos en los mejores lugares de nuestro planeta. ¡Y España tiene la suerte de disponer en Canarias de uno de estos escasísimos lugares excepcionales! Los observatorios del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) constituyen una “reserva astronómica” (está protegida la calidad de sus cielos por ley) en la que hay instalados telescopios e instrumentos de sesenta instituciones científicas de dieciocho países llamados a jugar un papel destacado en los descubrimientos del nuevo siglo. El “Gran Telescopio CANARIAS CANARIAS Large Telescope” es un buen ejemplo, y muy cercano, de lo que es la instrumentación astronómica más avanzada.

*If the breakthrough achieved with Galileo's primitive telescope was spectacular, then the discoveries stemming from the possibility of observing the entire electromagnetic spectrum by means of telescopes on Earth and in space are no less astounding. It is now that we are able to penetrate the distant Universe; and, as telescopes are true “time machines”, it is now that we are in a position to start learning about the Universe's history. The larger telescopes of more recent design will enable us “to see” what the Universe was like in its initial stages, along with planets where life is possible. The new instruments lead to astronomic discoveries, which in turn lead to new models and pose new questions. These models are put to the test during our observations, which then require new instruments. And so the circle goes as, time after time, we start anew.*

*Observation is the “touchstone” of all theories and models; it is up to observation whether they sink or swim. All pilot surveys prepared by advanced countries at the dawn of the new century and millennium stress the need to build enormous telescopes and install them at strategic points round the planet. As it happens, in the Canary Islands, Spain, is fortunate enough to possess one of these exceedingly rare, exceptional places! The observatories belonging to Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) The Canary Island Institute of Astrophysics (IAC) are an “astronomic reserve” i.e., the quality of the islands' sky is protected by law. A total of 60 scientific institutions from 18 countries, destined to play a central role in the discoveries of the new century, have installed their telescopes and instruments there. Gran Telescopio CANARIAS / CANARIAS Large Telescope is a fine, immediate example of what state-of-the-art astronomic instrumentation is about.*

**Fig. 1.** Granulación del Sol en las proximidades de manchas solares. Imagen tomada con el Telescopio Solar Sueco, del Instituto de Física Solar de la Real Academia de Ciencias Sueca, instalado en el Observatorio del Roque de los Muchachos, Garafía (La Palma). **Fig. 2.** CED214 es una región HII de gas y polvo en la Vía Láctea. Imagen tomada con el Telescopio Isaac Newton del Observatorio del Roque de los Muchachos por el Grupo de Astrofotografía del IAC. **Fig. 3.** 30 Doradus o Nebulosa de la Tarántula está en la Gran Nube de Magallanes y es una región esculpida mediante cascarnones creados por las estrellas masivas de su interior. © Q. Daniel Wang. **Fig. 4.** Galaxia NGC 891. Nuestra Vía Láctea, vista de lado, tendría este aspecto. Imagen tomada con el Telescopio Isaac Newton del Observatorio del Roque de los Muchachos. © David Malin/IAC/RGO. **Fig. 5.** NGC 6995 o la Nebulosa del Velo es el resto de la explosión de una supernova ocurrida hace entre 5.000 y 8.000 años. Está en la constelación del Cisne y se encuentra a unos 1.900 años-luz de distancia. La onda de choque de la explosión ilumina los filamentos de material. Imagen tomada con el Telescopio Isaac Newton del Observatorio del Roque de los Muchachos. © David Malin/IAC/RGO. **Fig. 6.** Aspecto del Universo a gran escala según una simulación reciente. Se aprecia la tendencia a las concentraciones de materia y a los grandes vacíos **Fig. 7.** La Nebulosa de la Roseta muestra una simetría circular que le da la apariencia de una rosa parcialmente abierta. Cerca del centro se encuentra el cúmulo de estrellas azules NGC 2244 que son las responsables de la forma y la luminosidad de la nebulosa. Imagen tomada con el Telescopio Isaac Newton del Observatorio del Roque de los Muchachos por el Grupo de Astrofotografía del IAC. **Fig. 8.** NGC 6914 es el nombre de la nebulosidad azulada creada por emisión y reflexión de la luz de las estrellas del centro. Se encuentra en la constelación del Cisne a 4.000 años-luz. Imagen tomada con el Telescopio Isaac Newton del Observatorio del Roque de los Muchachos por el Grupo de Astrofotografía del IAC. **Fig. 9.** Lluvia de Leonidas sobre el Observatorio del Teide. Las Leonidas están producidas por los restos del cometa P/Tempel-Tuttle que tiene un periodo de 33 años.



**Fig. 1.** Solar granulation closes some spots in the Sun. Image taken with the Swedish Solar Telescope, Institute for Solar Physics, Royal Swedish Academy of Sciences, at the Roque de los Muchachos Observatory, Garafía (La Palma). **Fig. 2.** CED214 is an HII region of gas and dust in the Milky Way. Image taken with the Isaac Newton Telescope at the Roque de los Muchachos Observatory by the Astrophotography Group of the IAC. **Fig. 3.** 30 Doradus or the Tarantula Nebula is in the Large Magellanic and have been sculpted into elongated shapes by the massive stars inside it. © Q. Daniel Wang. **Fig. 4.** Galaxy NGC 891. Our Milky Way, edge-on seen, could be the same aspect. Image taken with the Isaac Newton Telescope at the Roque de los Muchachos Observatory. © David Malin/IAC/RGO. **Fig. 5.** NGC 6995 or the Veil nebula is the remnants of the a supernova exploded between 5,000 and 8,000 years ago. It is find in Cygnus at about 1,900 light years of distance. It is the result of the shockwave from the explosion exciting the tenuous filaments of material. Image taken with the Isaac Newton Telescope at the Observatorio del Roque de los Muchachos/ Roque de los Muchachos Observatory. © David Malin/IAC/RGO. **Fig. 6.** Aspect of the Universe at large produced with a recent simulation. We can see the tendency to matter concentrations and empty regions. **Fig. 7.** Aspect of the Universe at large produced with a recent simulation. We can see the tendency to matter concentrations and empty regions. **Fig. 8.** NGC 6914 is the name of the blue combined emission/reflection nebula around the stars close the centre. It lies in Cygnus at about 4,000 light years. Image taken with the Isaac Newton Telescope at the Roque de los Muchachos Observatory by the Astrophotography Group of the IAC. **Fig. 9.** Leonids meteor shower over the Teide Observatory. Leonids are produced by the particle stream of P/Tempel-Tuttle comet that has a 33 years period.