



TOMÁS SARACENO

Cómo atrapar el universo en una telaraña

MUSEO DE ARTE MODERNO DE BUENOS AIRES

AÑO 2018

UNIVERSOS PARALELOS Las redes primordiales y el polvo cósmico

Por Alejandro Gangui **

No cabe duda de que el cerebro humano tiene cierta propensión hacia lo "infinito", y que asimismo le gusta acariciar el fantasma de esa idea. Se siente atraído por esa concepción imposible con fervor apasionado, y con la esperanza de creer en ella intelectualmente en cuanto la ha concebido.

Edgar Allan Poe, *Eureka: Un poema en prosa* (1848)

Las observaciones astronómicas nos sugieren un universo infinito, aunque no más formidable ni "más infinito" que el hombre mismo. "Hay un espectáculo más grande que el cielo, el interior del alma", nos recuerda Victor Hugo en *Los miserables*, y esa infinitud interior es la que nos lleva a imaginar mundos asombrosos o incluso imposibles.

Pues no nos basta con especular sobre todo lo que existe. Desde siempre, el telón de fondo de la noche nos ha interpelado con infinidad de preguntas: ¿somos los únicos que dirigimos nuestra mirada hacia el cosmos? ¿Hay en este vasto espacio que nos rodea otras mentes que nos piensan? Los interrogantes de este tenor se multiplican... Algunas de estas preguntas nos acompañan incólumes desde hace siglos. Otras, en cambio, han resultado ser códigos que lentamente hemos podido quebrar.

¿Qué mecanismo logró formar todo lo que nos rodea? Aquello que vemos y aquello que nuestros sentidos no llegan a percibir. Incluso lo que jamás tendrá contacto causal con nosotros, pero que alguna vez existió, existe hoy o existirá algún día. Aunque aún no sabemos cómo surgió todo, la concepción tradicional del *Big Bang* sugiere que nuestro universo emergió de una "singularidad", un estado de densidad de energía "infinita" donde todas las leyes de la física conocidas para el espacio y el tiempo dejan de valer. A partir de la inmensa energía de ese estado embrionario se habrían formado las partículas más elementales que conocemos. Éstas, con el paso del tiempo, luego de múltiples interacciones y unidas por la gravitación, habrían formado las motas de polvo cósmico primigenias, origen de todas las estructuras cosmológicas.

Pero un poco antes en la historia, cuando debido a su expansión el universo se enfría y se constituye la materia neutra, un fondo cósmico de radiación rompe lazos y adquiere su libertad. Los corpúsculos de este fondo –los fotones–, herederos del calor de aquel estado primigenio, dejan entonces de interactuar con los primeros grumos de materia, y es así que emprenden su largo viaje sin rumbo por el cosmos. Miles de millones de años más tarde se forman las galaxias, las estrellas y los planetas. En uno de éstos, uno pequeño y de una suave tonalidad azul índigo, cosmólogos contemporáneos detectan el tenue brillo de ese fondo de radiación que los inunda: un mensajero celeste al que bautizan "la radiación cósmica de fondo", verdadero vestigio del universo primordial.

POLVO DE ESTRELLAS

En el universo temprano, cuando aún no existían estrellas ni planetas, la gravitación permitió que pequeños grumos de materia comenzasen a aglutinar cada vez más material, aumentando su tamaño y densidad. Este material no vino de la nada, sino que fue anexado de la materia circundante a estos primeros grumos más densos. Esto redistribuyó la materia disponible: las zonas inicialmente de mayor densidad con el correr del tiempo se hicieron cada vez más y más densas, y permitieron que surgiesen

P. 49: Vista de sala de la instalación *Orquesta Aracnoscásmica*, en Tomás Saraceno: *Cómo atrapar el universo en una telaraña*, Museo de Arte Moderno de Buenos Aires, 2017

View of the gallery containing the installation *The Cosmic Dust Spider Web Orchestra*, from Tomás Saraceno: *How to Entangle the Universe in a Spider Web*, Museo de Arte Moderno de Buenos Aires, 2017



UNIVERSOS PARALELOS

Las redes primordiales y el polvo cósmico

Por Alejandro Gangui **

No cabe duda de que el cerebro humano tiene cierta propensión hacia lo "infinito", y que asimismo le gusta acariciar el fantasma de esa idea. Se siente atraído por esa concepción imposible con fervor apasionado, y con la esperanza de creer en ella intelectualmente en cuanto la ha concebido.

Edgar Allan Poe, *Eureka: Un poema en prosa* (1848)

Las observaciones astronómicas nos sugieren un universo infinito, aunque no más formidable ni "más infinito" que el hombre mismo. "Hay un espectáculo más grande que el cielo, el interior del alma", nos recuerda Victor Hugo en *Los miserables*, y esa infinitud interior es la que nos lleva a imaginar mundos asombrosos o incluso imposibles.

Pues no nos basta con especular sobre todo lo que existe. Desde siempre, el telón de fondo de la noche nos ha interpelado con infinitud de preguntas: ¿somos los únicos que dirigimos nuestra mirada hacia el cosmos? ¿Hay en este vasto espacio que nos rodea otras mentes que nos piensan? Los interrogantes de este tenor se multiplican... Algunas de estas preguntas nos acompañan incólumes desde hace siglos. Otras, en cambio, han resultado ser códigos que lentamente hemos podido quebrar.

¿Qué mecanismo logró formar todo lo que nos rodea? Aquello que vemos y aquello que nuestros sentidos no llegan a percibir. Incluso lo que jamás tendrá contacto causal con nosotros, pero que alguna vez existió, existe hoy o existirá algún día. Aunque aún no sabemos cómo surgió todo, la concepción tradicional del *Big Bang* sugiere que nuestro universo emergió de una "singularidad", un estado de densidad de energía "infinita" donde todas las leyes de la física conocidas para el espacio y el tiempo dejan de valer. A partir de la inmensa energía de ese estado embrionario se habrían formado las partículas más elementales que conocemos. Éstas, con el paso del tiempo, luego de múltiples interacciones y unidas por la gravitación, habrían formado las motas de polvo cósmico primigenias, origen de todas las estructuras cosmológicas.

Pero un poco antes en la historia, cuando debido a su expansión el universo se enfría y se constituye la materia neutra, un fondo cósmico de radiación rompe lazos y adquiere su libertad. Los corpúsculos de este fondo –los fotones–, herederos del calor de aquel estado primigenio, dejan entonces de interactuar con los primeros grumos de materia, y es así que emprenden su largo viaje sin rumbo por el cosmos. Miles de millones de años más tarde se forman las galaxias, las estrellas y los planetas. En uno de éstos, uno pequeño y de una suave tonalidad azul índigo, cosmólogos contemporáneos detectan el tenue brillo de ese fondo de radiación que los inunda: un mensajero celeste al que bautizan "la radiación cósmica de fondo", verdadero vestigio del universo primordial.

POLVO DE ESTRELLAS

En el universo temprano, cuando aún no existían estrellas ni planetas, la gravitación permitió que pequeños grumos de materia comenzasen a aglutinar cada vez más material, aumentando su tamaño y densidad. Este material no vino de la nada, sino que fue anexado de la materia circundante a estos primeros grumos más densos. Esto redistribuyó la materia disponible: las zonas inicialmente de mayor densidad con el correr del tiempo se hicieron cada vez más y más densas, y permitieron que surgiesen

P. 49: Vista de sala de la instalación *Orquesta Aracnoscópica*, en Tomás Saraceno: *Cómo atrapar el universo en una telaraña*, Museo de Arte Moderno de Buenos Aires, 2017

View of the gallery containing the installation *The Cosmic Dust Spider Web Orchestra*, from Tomás Saraceno: *How to Entangle the Universe in a Spider Web*, Museo de Arte Moderno de Buenos Aires, 2017

las primeras formaciones estructuradas de materia. Por su parte, las zonas menos densas perdieron la poca materia de la que disponían, dando origen a esos vacíos intergalácticos que pueblan nuestro universo.

Con el paulatino crecimiento de las estructuras de materia, la era de las tinieblas cósmicas llegó a su fin. Comenzaron, entonces, a formarse las primeras estrellas a partir de densas nebulosas primitivas, como aquella imaginada por Immanuel Kant hace ya dos siglos y emplazamiento de nuestro actual sistema solar. La atracción gravitacional hizo que las partículas de este gas cayeran hacia el centro y, de la misma manera que una patinadora contrae sus brazos para girar más rápido, el movimiento rotatorio de la nebulosa se aceleró. En su periferia, anillos de polvo cósmico que no lograron hacerse un camino hacia el centro quedaron relegados a su suerte y continuaron su rotación separados de la nebulosa madre. Esos anillos no tardaron en condensarse gravitacionalmente en pequeñas pelotas desinfladas de materia y hasta en grandes esferas, producto de sutiles irregularidades en su distribución inicial, y dieron origen a los asteroides y planetas. Y mucho más allá, en los insondables confines de la influencia solar, nubes de cuerpos menores rodearon desde la oscuridad nuestro sistema planetario. Muchos de estos cuerpos *trans-neptunianos* serían los objetos que, perturbadas sus órbitas por los planetas más externos o incluso por las estrellas más cercanas, caerían elípticamente –y de manera imprevisible– hacia el centro del sistema y darían origen a los cometas.

Por su parte, la alta concentración de la materia en los centros de las nebulosas “encendió” las primeras estrellas, dando origen a los “hornos cósmicos”, que cocinaron nuevos elementos químicos, más pesados esta vez, como el carbono y el oxígeno. Hacia el final de sus vidas, las estrellas más masivas explotaron violentamente en forma de supernovas, derramando estos nuevos elementos por todo el espacio interestelar, a través de regiones de nuevas y efervescentes galaxias en gestación.

Es así como pensamos hoy que se formó nuestro sistema solar, con una majestuosa estrella central y su elegante cortejo de planetas, cuerpos menores, cometas y demás objetos de nuestro cielo. En algunos de los planetas –en los más cercanos al Sol–, los gases más livianos de sus atmósferas desaparecieron. Los más alejados, por el contrario, permanecieron como inmensos globos de gas. En la Tierra, por su parte, todas las condiciones fueron las adecuadas para que florecieran los seres vivos, un proceso maravilloso que, lejos de haber sido instantáneo y automático, requirió más de mil millones de años para que esa bola caliente proto-planetaria se tornase amable a la vida. Lentamente, organismos unicelulares comenzaron a poblar los océanos y, poco a poco, la evolución dio paso al desarrollo de organismos más y más complejos, hasta llegar a las plantas, los animales y, entre ellos, a los artrópodos. Sólo mucho más tarde les llegó el turno a los mamíferos, hasta el momento en que –de esto hace muy poco en términos cosmológicos– surgieron los primeros homínidos, el *Homo sapiens*, y con ellos la lengua y el arte, la cultura y la civilización.

NAVEGAR EL VIENTO TERRESTRE Y EL VIENTO SOLAR

Pocos fenómenos celestes prolongados en el tiempo resultan más sorprendentes que la aparición de un gran cometa en el crepúsculo vespertino o matinal. El desarrollo de su cola, brillante e inmensa, se destaca con la caída del Sol en los últimos resplandores del horizonte. Pero no toda fuente de asombro se halla en el cielo astronómico: existen maravillas más cerca de nosotros, en el cielo local.

Para quienes disfrutan de la naturaleza, el anochecer da inicio a un nuevo mundo de imágenes y sensaciones. En muchas regiones de nuestro país, cuando se oculta el astro del día, la leve brisa que se enciende lleva en su seno una multitud de telas flotantes de pequeños artrópodos, seres que horas antes permanecían como dormidos. Una miríada de arañas sociales, viajeras del viento, se activan y velozmente tienden sus redes por los lugares más insospechados.

Sorpresa para el observador terrestre, no invitado a tal espectáculo de destreza y colaboración.

Sorprende al ver cómo se apoderan del viento terrestre, al igual que un cometa se apodera de las colas de un cometa (ya que en realidad tiene más de una) se generan por la acción del Sol. La cola de polvo, debido a la presión que ejerce la luz solar sobre las partículas de la superficie del viajero. Y la cola de plasma o gas ionizado bajo la acción de los rayos ultravioleta, más angosta y recta, siempre ubicada en dirección contraria a la de nuestra estrella.

La primera cola es más difusa y dejará abandonada a su suerte una estela de polvo cósmico que pasará por siempre en órbita alrededor del Sol. Si somos afortunados, quizá algún día su camino se cruce con la de nuestro planeta y ese polvo ingrese en nuestro cielo disfrazado de coloridas estrellas fugaces. La cola de plasma, en cambio, es empujada por partículas materiales cargadas, muy energéticas, que se disparan desde la atmósfera del Sol. A semejanza de las arañas que navegan el viento, esta cola cometaria nos muestra la omnipresencia y la fuerza del viento solar.

LA RED CÓSMICA Y LOS HORIZONTES SENSORIALES

En un universo inconmensurable, nuestros ojos imperfectos no llegarán jamás a abarcarlo todo, ni siquiera con la ayuda de los instrumentos actuales o futuros. Pues no podemos observar aquellos eventos que no logran conectarse con nuestro "aquí y ahora" mediante un simple rayo de luz. La causalidad espacio-temporal –íntimamente enraizada en la teoría de la relatividad– nos impone límites y sugiere que en nuestro universo existen regiones sin contacto causal con nuestro propio hábitat astronómico.

Las grandes estructuras que pueblan el cosmos han debido formarse de manera similar, y compartiendo el mismo mecanismo gravitacional, en regiones muy distantes en espacio y en tiempo. ¿Serán esas infinitas regiones distantes parecidas a nuestro universo observable? Si bien no necesariamente en lo particular, al menos en los rasgos generales un principio básico de la cosmología sugiere que sí lo son. De lo contrario estaríamos aceptando que hay regiones "más iguales que otras" y eso contradice la homogeneidad –copernicana– en escalas cosmológicas.

Este razonamiento nos permite concebir nuestro gran universo como un cúmulo de regiones causales en su interior pero sin contacto causal entre ellas. Un universo fraccionado en múltiples dominios independientes, que en el imaginario popular tomó el vuelo de Ícaro bajo el nombre de *multiverso*. En cada uno de estos dominios independientes se proyectan redes cósmicas de extensísimos filamentos formados por materia oscura y visible, y adornados por la acumulación de galaxias y grupos galácticos. Y, entre los filamentos de material cósmico, las insondables zonas oscuras, regiones en donde la gravitación redistribuyó la materia hacia los confines de tal manera que de lo que alguna vez fue un espeso velo de polvo cósmico no quedó casi nada.

Las impresiones de los últimos párrafos quizá guíen nuestra mente a tender puentes metafóricos con otras de las arquitecturas "cósmicas" del cielo. Las complejas –y a veces laberínticas– redes flotantes de las *Parawixia biatriata* siguen patrones característicos que nos recuerdan esas madejas de galaxias y filamentos compactos, pero que ahora son edificados con ínfimos bloques de seda sutil. Lo que la gravitación modela dinámicamente en el cosmos lejano, entre los soportes –naturales o artificiales– de los extremos de cada dominio "social", es modelado por el viento y el trabajo grupal.

Además, el horizonte cosmológico que limitaba nuestra exploración del universo lejano debido esencialmente a la velocidad inmensa pero no infinita de la luz, aquí también lo encontramos, entre telas y castillos orbiculares de seda. Pues las arañas sólo tienen ojos para mirar su entorno cercano, y de aquello que sucede más allá de su "horizonte" visual en la inmensa extensión de sus construcciones sólo toman conocimiento a través de las vibraciones de la tela. Vibraciones mecánicas sutiles que alertan al grupo sobre su mundo material, como lo hacen las vibraciones electromagnéticas que, en forma de luz, nos llegan de los astros y nos brindan el infinito arco iris del cosmos.

The human brain has obviously a leaning to the 'Infinite,' and fondles the phantom of the idea. It seems to long with a passionate fervor for this impossible conception, with the hope of intellectually believing it when conceived.

Edgar Allan Poe, *Eureka: A Prose Poem* (1848)

Astronomical observations suggest an infinite universe, though one no more formidable or 'infinite' than man himself: 'there is one spectacle grander than the sky, that is the interior of the soul,' Victor Hugo reminds us in *Les Misérables*, and it is this inner infinitude that leads us to conjure up stunning or even impossible worlds.

It isn't enough for us to speculate about all that exists. The backdrop of the night sky has always prompted us to endless questions: Are we the only ones looking out at the cosmos? Are there other minds in this vast space around us thinking us into existence? Questions of this kind proliferate... Some we have been asking relentlessly for centuries. Others have proved to be codes we have gradually managed to break.

What mechanism formed all we see around us? All we see and all our senses fail to perceive. Even what will never come into causal contact with us, but that existed once, exists today or someday will exist. Though we still don't know how it all came into being, the traditional conception of the Big Bang suggests that our universe emerged from a 'singularity,' a state of 'infinite' energy density, where all the known laws of physics for space and time cease to apply. From the immense energy of this embryonic state formed the most elemental particles we know. Over time, after multiple interactions and merged by gravitation, these particles formed primordial specks of cosmic dust, the origin of all cosmological structure.

But a little earlier in the story, when the expanding universe was cooling and neutral matter was forming, a cosmic background of microwave radiation shattered its bonds and broke free. Photons, the corpuscles of this background and inheritors of the heat from that primordial state, then stopped interacting with the first clumps of matter and set out on their long voyage across the cosmos. Billions of years later, galaxies, stars, and planets were formed. On one of these, a small one with a soft blue indigo glow, contemporary cosmologists detected the faint glow of that background radiation flooding through them

—a celestial messenger, which they christened 'cosmic microwave background radiation,' or CMBR for short, a true relic of the early universe.

STAR DUST

In the early universe, when there were still no stars or planets, gravitation meant that tiny clumps of matter began to acquire more and more material, and to grow in size and density. This material didn't just come from nowhere, but was annexed from the matter surrounding these first denser clumps. This redistributed the available material: over time, the initially higher density areas became denser and denser, allowing the first structured formations of matter to emerge, while the less dense areas lost the little matter they had, giving rise to those intergalactic voids that inhabit our universe.

With the gradual growth of material structures, the age of cosmic darkness came to an end. The first stars then began to form from dense primordial nebulae like the one imagined by Immanuel Kant two and a half centuries ago: immense rotating nebulous discs of gas; one of these discs occupied the current location of our solar system. Gravitational attraction caused the gas particles to fall toward the center and, just the way a skater pulls in her arms in order to spin faster, the nebula's rotary motion accelerated. In its outer reaches, rings of cosmic dust that had failed to find their way to the center were abandoned to their fate and went on rotating, separate from the mother nebula. As a result of subtle irregularities in their initial distribution, gravitation soon condensed these rings into small deflated balls of matter, or into great spheres, giving rise to asteroids and planets. And way beyond them, out on the impenetrable limits of the sun's influence, clouds of lesser bodies from the darkness surrounded our planetary system. Many of these 'trans-Neptunian' objects, their orbits disturbed by the outermost planets or even the nearest stars, fell elliptically—and unpredictably—toward the center of the system and gave rise to comets.

High concentrations of matter at the centers of the nebulae 'lit' the first stars, giving rise to cosmic 'ovens,' which cooked new and heavier chemical elements like carbon and oxygen. Toward the end of their lifespans, the most massive stars violently exploded as supernovae, scattering the new elements across interstellar space, through nurseries of boiling new galaxies.

This is how we now think our solar system formed, with a majestic central star and its elegant cortège of planets, lesser bodies, comets, and other objects in our sky. On some of the planets —those closest to the Sun— the lighter gases in their atmospheres evaporated, while those farthest away remained immense globes of gas. Here on Earth, the conditions were just right for life to flower, a miraculous process far from instantaneous or automatic, in which it took that hot protoplanetary ball over a billion years to become friendly to life. Slowly, single-celled organisms began to populate the oceans and, little by little, evolution made room for more and more complex organisms, until plants and animals appeared, and among them, the arthropods. It wasn't until much later that the turn of mammals came and the first hominids, *Homo sapiens*, appeared —only yesterday in cosmological terms— and with them language and art, culture and civilization.

SAILING THE TERRESTRIAL AND SOLAR WINDS

Few extended celestial phenomena are more jawdropping than the appearance of a large comet in the morning or evening twilight. The unfurling of its tail, brilliant and immense, stands out at sundown against the last glow of the horizon. But not every source of wonder is to be found in the astronomical sky; there are phenomena closer to home, in our local skies.

For the nature lover, dusk brings a new world of images and sensations. In many regions of Argentina, when the daystar hides, the light breeze that catches bears within it a host of diminutive arthropods floating in their webs, beings that just hours earlier seemed to be sleeping. A myriad of windtraveling social spiders become active and are soon spinning their webs in the most unexpected places.

A wonder for the uninvited terrestrial observer of such a show of skill and collaboration. A wonder to see them ride the terrestrial wind the way a comet rides the solar wind. The tails of comets (they actually have more than one) are produced by the heat of the Sun: a tail of dust caused by pressure exerted by sunlight on particles from the traveler's surface; and a narrower, straighter tail of plasma or gas, ionized by ultraviolet rays and always pointing away from our star.

The dust tail is wispiest, leaving a fresh trail of cosmic dust to its fate, which is forever to wander in orbit around the Sun. If we are fortunate, its path may one day cross our planet's and that dust enter our sky disguised as colorful shooting stars. The plasma tail, on the other hand, is driven by highly energetic charged particles of matter shooting out from the Sun's atmosphere. Like the spiders sailing the wind, the cometary tail shows us the omnipresence and strength of the solar wind.

THE COSMIC WEB AND SENSORY HORIZONS

In an immeasurably vast universe, our imperfect eyes can never take in everything, even with the help of the instruments of today or of tomorrow. We simply cannot observe events that don't connect with our 'here and now' through a simple ray of light. Spatiotemporal causality —which is deeply rooted in the theory of relativity— sets limits on us and suggests that there are regions in our universe that have no causal contact with our own astronomical habitat.

The large structures inhabiting the cosmos must have formed in a similar way by the same gravitational mechanism in far distant reaches of time and space. Do these infinite remote regions resemble our observable universe? Perhaps not necessarily in the specifics, but in its general features at least, a basic principle of cosmology suggests they do. Otherwise we would be accepting that some regions are 'more equal than others' and that runs counter to (Copernican) homogeneity on cosmological scales.

This kind of reasoning leads us to think of our great universe as an inner accumulation of causal regions that have no causal contact with each other. A universe divided up into numerous independent domains, which has taken wing, Icarus-like, in the popular imagination as the 'Multiverse.' In each of these separate domains stretch cosmic webs with vastly extended filaments of dark and visible matter, and adorned by cumuli of galaxies and galaxy clusters. And in between the cosmic filaments lie unfathomable dark zones, regions where gravitation has redistributed matter toward the limits: there, of what was once a thick veil of cosmic dust hardly anything is left.

The impressions of the last few paragraphs may direct our minds to building metaphorical bridges with other 'cosmic' architectures in the sky. *Parawixia biotriata's* complex —sometimes labyrinthine— floating webs follow characteristic patterns reminiscent of these bundles of galaxies and compact filaments, but are built of tiny blocks of subtle silk. What gravitation models dynamically in the remote cosmos, between the supports —natural or artificial— of the outer reaches of each 'social' domain, is modeled by the wind and the communal work.

Here too, amid the silken orbicular webs and castles, is the cosmological horizon that limited our exploration of the distant universe, mainly due to the immense —but not infinite— speed of light. The spiders' eyes can only take in their immediate surroundings; they can only glean knowledge of what goes on beyond their visual 'horizon,' in the vast expanses of their constructions, through vibrations in their webs: subtle mechanical vibrations that keep the group alert to its material world in the same way as the electromagnetic vibrations that reach us in the form of starlight to bring us the infinite rainbow of the cosmos.

ÍNDICE

CONTENTS

- 9 Victoria Noorthoorn / TOMÁS SARACENO: CÓMO ATRAPAR EL UNIVERSO EN UNA TELARAÑA
15 / TOMÁS SARACENO: HOW TO ENTANGLE THE UNIVERSE IN A SPIDER WEB
- 21 Caroline A. Jones / ENTRELAZANDO *UMWELTEN* EN CRONOTOPOS
31 / WEBBING *UMWELTEN* INTO CHRONOTOPES
- 48 Alejandro Gangui / UNIVERSOS PARALELOS
52 / PARALLEL UNIVERSES
- 61 Félix Bruzzone / LA GRAN TELARAÑA
63 / THE GREAT SPIDER WEB
- 65 Derek McCormack / EL VOLUMEN DEL POLVO CÓSMICO
67 / THE VOLUME OF COSMIC DUST
- 69 Mylène Ferrand Lointier / EXPANDIENDO LA CONCIENCIA COSMOLÓGICA SENSIBLE
71 / EXPANDING SENSIBLE COSMOLOGICAL CONSCIOUSNESS
- 73 Laura Isola / EL ANIMAL QUE ESTOY SIENDO
75 / THE ANIMAL I'M BEING
- 77 José Emilio Burucúa / LA ALEGORÍA DE LAS TRAMAS
79 / THE ALLEGORY OF THE WEBS
- 81 Philip Ball / LA HIPÓTESIS NEBULAR
83 / THE NEBULAR HYPOTHESIS
- 85 Florencia Fernández Campón / ÑANDUTÍ: ESTRUCTURAS DE SOPORTE
87 / ÑANDUTÍ: SUPPORT STRUCTURES
- 89 Martín Ramírez / DE UN SISTEMA COMPLEJO Y EFÍMERO
91 / ABOUT A COMPLEX AND EPHEMERAL SYSTEM
- 93 Mauricio Corbalán / SISMOLOGÍA DEL COGNITARIADO
95 / THE SEISMOLOGY OF THE COGNITARIAT
- 97 Matthew Lutz / SOBRE LA EXACTITUD EN LAS CIENCIAS
99 / ON EXACTITUDE IN SCIENCE
- 101 Alex Jordan / SOCIABILIDAD A TRAVÉS DE LA TELARAÑA
103 / SOCIALITY THROUGH THE WEB
- 105 Diego Golombek / LA PACIENCIA DEL ARTISTA
107 / THE PATIENCE OF THE ARTIST
- 157 Carlos Gamerro / DIOS, LA ARAÑA
162 / GOD THE SPIDER
- 182 Pola Oloixarac / EL ARPA INCANDESCENTE DE LA NOCHE
187 / THE WHITE HOT HARP OF NIGHT