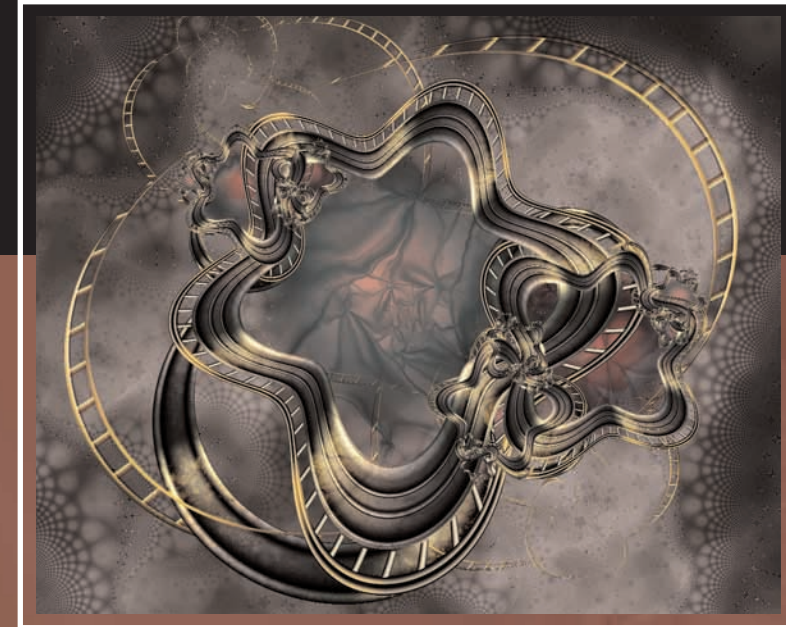


ARTE FRACTAL: BELLEZA Y MATEMÁTICAS



ARTE FRACTAL: BELLEZA Y MATEMÁTICAS

FRactal Art: Beauty and Mathematics

CONGRESO INTERNACIONAL DE MATEMÁTICOS. MADRID 2006

Para saber más

www.fractalartcontests.com/2006
www.divulgamat.net



Las matemáticas, el arte y la historia del invencible Anteo

Los antiguos mitos griegos no son cuentos reconfortantes sino historias que encierran verdades incómodas que muchas veces tienen un desenlace brutal. Creo que para mucha gente, y para los matemáticos puros también, el mito clásico de Anteo tiene un interés especial.

Anteo derivaba su extraordinaria fuerza de su madre, Gaia (la tierra). Resultaba invencible mientras se mantenía en contacto con su madre, la tierra, ya que era ella la que le proporcionaba su poder. Por otra parte, a Hércules se le había encomendado como uno de sus doce trabajos el robar las manzanas de oro del jardín de las Hespérides, que estaba custodiado por Anteo. A pesar de ser el más fuerte de todos los héroes, Hércules no podía con un enemigo tan temible como Anteo. No obstante, con el fin de descubrir el secreto de Anteo, Hércules le observó a escondidas y así pudo matarle levantando sus pies del suelo para poderle estrangular.

¿Qué relación tiene este mito con las matemáticas? Gran parte de ella tuvo su origen hace bastante tiempo en asuntos muy concretos. De hecho, hace más de cien años George Cantor fundó la teoría de conjuntos, y a partir de allí profundas corrientes surgidas en distintos países se iban cobrando cada vez más fuerza, subestimando a los poderosos enemigos del conocimiento (es decir, a Hércules) y abogando enérgicamente por unas matemáticas independientes de las raíces que durante siglos las había nutrido, pero a la vez dominándolas. Fue Henri Poincaré, el último matemático universal, que se quejó de que las nuevas estructuras que anteriormente se habían inventado para ayudar a entender el mundo, hacía tiempo que se inventaban únicamente con el propósito de molestarle a él. Entre todos los innovadores, no había ninguno que tuviese temor ante el futuro, sino que confiaban en que la recién conquistada independencia perdurara y prosperara para siempre.

Desgraciadamente, aunque el ser humano proponga, hay fuerzas superiores que disponen. Y aunque la separación de las matemáticas permaneciera absoluta durante períodos largos, no podía mantener alejado a Hércules indefinidamente. Afortunadamente, en los últimos años unas fuerzas unificadoras se han hecho sentir. Anteriormente, los educadores se habían convencido de que para enseñar la investigación a mentes jóvenes no hacían falta sino tratados científicos. Ahora han aprendido la lección. Empezando con Cantor, se desarrollaron una multitud de temas en todas las ramas de las matemáticas sin expectativa alguna de que pudieran ser útiles. Sin embargo, han vuelto a prosperar como matemáticas después de que las mismas estructuras fuesen identificadas en todo tipo de contexto “real”, desde el más sublime hasta el más concreto (que es a lo que mi propio trabajo se refiere). Las imágenes despreciadas por Platón y largamente excomulgadas ya han vuelto con fuerza como fuentes de conjeturas nuevas.

De interés especial para esta exposición – y por supuesto, para mi también – es el tema denominado como teoría de la iteración de funciones racionales de Julia-Fatou, un nombre que resulta un poco raro para ratios de polinomios. Aunque Gaston Julia me enseñó la geometría diferencial, fue en realidad un maestro de la teoría de funciones. Lo fue también mi tío Szolem, que tuvo sus más y sus menos con Julia, pero que siempre sostuvo que para admirar las joyas del trabajo de un hombre no hiciese falta admirar también al hombre. La teoría inicial de Julia-Fatou surgió en 1917 a partir de la base algo abstrusa de la teoría de “familias de funciones normales” de Paul Montel, y consistía de fórmulas anémicas. Pero la belleza es algo subjetivo: los pocos entendidos que había por entonces quedaron desde el principio atónitos de su madurez y de su belleza. Echando mano a otro mito griego, un matemático entendido en arte lo hubiera acogido como la reaparición en clave de fórmulas del nacimiento de Venus según el lienzo de Botticelli.

Por desgracia al poco tiempo de nacer, a la teoría de Julia-Fatou no le quedaban más preguntas a hacer, y por eso no se desarrolló más. Primero asombrados, luego desalentados, los matemáticos se iban alejando, con la excepción de Montel y mi tío. Treinta años más tarde, mi tío me retó a encontrar una nueva idea inspiradora que sustituyese la de las familias de Montel. Lo intenté, y fracasé; pasaron otros treinta años, durante los cuales los ordenadores ya habían convertido la creación de imágenes en algo relativamente fácil para el ojo habilidoso. Mis imágenes volvieron a poner la teoría de Julia-Fatou en contacto con la tierra. Nuestro Anteo resucitó bajo una forma que todo el mundo puede apreciar, y ahora me siento profundamente satisfecho con el nombre que se dio a mi descubrimiento – el Conjunto de Mandelbrot.

También sirvió para volver a poner las matemáticas en contacto con el arte, o al menos – para ser más modesto y más seguro – con la decoración. ¡Qué maravilloso que un objeto sea al mismo tiempo tan complejo y tan fácil de dibujar! Sobre todo teniendo en cuenta de que se trata de una de las más retadoras y frustrantes conjeturas abiertas de las matemáticas. Además, como se puede apreciar en esta bella exposición, se presenta dulce y simpática al ojo del espectador. ¡Y cómo es de agradecer que a los organizadores se les ocurriera montar una exposición así! Lejos de ser una torre de marfil (o fortaleza), constituye un puente de extraordinario beneficio mutuo tendido entre un Congreso que presenta los últimos avances de las matemáticas y los ciudadanos y las ciudadanas del mundo entero.

Pido a los clasicistas que me disculpen por haberme aprovechado de la durabilidad y la adaptabilidad de los grandes mitos; por haber convertido la historia de Anteo en la que al malo se le da su merecido, en una advertencia a nuestras queridas matemáticas.

Benoît MANDELBROT

El Congreso Internacional de Matemáticos Madrid 2006 y la exposición “Arte fractal: belleza y matemáticas”

Durante los días 22 al 30 de Agosto de 2006 se celebrará en Madrid el *Congreso Internacional de Matemáticos* (ICM2006). Este evento, el más importante en el mundo de las matemáticas, se celebra cada cuatro años desde 1897 y es la primera vez que tendrá lugar en España en sus más de 100 años de historia. En la asamblea general de la Unión Matemática Internacional (IMU) celebrada en Shangai en 2002, Madrid fue elegida por unanimidad sede del siguiente ICM. La elección de Madrid simboliza el reconocimiento internacional, a través de IMU, del espectacular crecimiento de la matemática española en los últimos 20 años, tanto en términos de producción, como en su relevancia internacional. De hecho, los artículos de investigación firmados por matemáticos españoles en publicaciones internacionales han pasado de un 0,3% a un 5% en el cómputo mundial en los últimos 20 años (*Notices*, editada por la Sociedad Matemática Americana, febrero 2006).

Cada cuatro años los matemáticos de todo el mundo nos reunimos para evaluar los progresos matemáticos más relevantes que se han producido en esos años, para premiar las contribuciones más destacadas, para celebrar que las Matemáticas son una ciencia viva y para mirar al futuro. La inauguración de cada ICM contiene uno de los momentos más esperados, la entrega de las Medallas Fields, consideradas como el Nobel de las Matemáticas, y que premia los logros más sobresalientes en matemáticas. En este acto también se otorgan otros dos premios, el Nevanlinna, a los desarrollos matemáticos para la Sociedad de la Información, y el Gauss, que se concederá por primera vez en Madrid para destacar aquellos progresos matemáticos que más repercusión hayan tenido en el desarrollo de la tecnología y la vida cotidiana.

Sin embargo, desde la organización del ICM2006 hemos venido apostando porque este evento no sea solamente un acontecimiento para el mundo de las matemáticas, sino para toda la sociedad española. Por este motivo hemos realizado un esfuerzo especial en la organización de actividades culturales relacionadas con las matemáticas. Una de esas actividades es la triple exposición que se celebrará en el Centro Cultural Conde Duque (17 agosto-29 octubre 2006): “¿Por qué las matemáticas?”, “Arte fractal: belleza y matemáticas” y “Demoscene: matemáticas en movimiento”. Estas dos últimas también se expondrán en el Palacio Municipal de Congresos durante la celebración del ICM2006.

La elección de una exposición de arte fractal dentro de las actividades culturales del ICM2006 se debe a la condición de frontera entre el arte y las matemáticas que tiene esta moderna disciplina artística. En el arte fractal la expresión matemática y los parámetros empleados confieren a cada imagen un colorido y una estética única e irrepetible. Al igual que un pintor o escultor transmite a su obra su personalidad y sensibilidad mediante su técnica, los autores de esta exposición se expresan a través de fórmulas y algoritmos, modificándolos progresivamente hasta conseguir el objetivo deseado, en la frontera entre el arte y las matemáticas. La generación de cada cuadro, si se contempla como una imagen sintética producida por ordenador, puede parecer algo frío y mecánico pero detrás de cada cuadro hay cientos de horas de trabajo en las fórmulas, algoritmos y parámetros que crean la imagen. El arte del artista fractal es análogo al del pintor, la pintura que realiza el pintor aplicando colores con su pincel sobre un lienzo, se ha convertido en la imagen generada en el ordenador por el artista fractal por medio de fórmulas matemáticas y algoritmos de color, llegando finalmente al desarrollo de una obra de arte capaz de transmitir, como toda obra de arte, sensibilidad y emoción al contemplarla.

Las obras que forman parte de la exposición “Arte fractal: belleza y matemáticas” han sido seleccionadas a través del Concurso Internacional de Arte Fractal ICM2006 Benoît Mandelbrot (www.fractalartcontests.com/2006/), presidido de forma honoraria por el propio Benoît Mandelbrot, considerado como el padre moderno de la geometría fractal, y también por invitación del jurado a artistas fractales de reconocido prestigio. El jurado estaba formado por artistas fractales, miembros de la organización del Congreso Internacional de Matemáticos Madrid 2006 y de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología. Se han presentado al concurso más de 350 obras y el proceso de selección de las que finalmente componen esta exposición ha sido una labor compleja para el jurado debido a la calidad de las obras presentadas. Sin embargo, tanto trabajo ha merecido la pena ya que la exposición está compuesta de obras de gran belleza y calidad artística que seguro causarán admiración entre los visitantes de la misma. La exposición “Arte fractal: belleza y matemáticas” es una exposición heterogénea que cubre el amplio espectro de la situación del arte fractal actual, así como de las diferentes técnicas utilizadas en el mismo.

La exposición “Arte fractal: belleza y matemáticas” ha sido organizada gracias a la colaboración de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (www.fecyt.es). Así mismo, desde la organización quisieramos agradecer la colaboración del Ayuntamiento de Madrid (Concejalía de las Artes) y del Centro Cultural Conde Duque, que han hecho posible que dicha exposición pudiera llegar a un público más amplio en un marco del prestigio del Centro Cultural Conde Duque. De forma más personal quisieramos agradecer el trabajo realizado por Javier Barrallo y Damien Jones, quienes han puesto su conocimiento del arte fractal y su sensibilidad en la organización del concurso y de la exposición.

Además, hemos querido aprovechar el ICM2006 y la organización de la exposición “Arte fractal: belleza y matemáticas” para brindar un pequeño homenaje a la figura de Benoît Mandelbrot, a quien agradecemos su disposición a colaborar con nosotros y que accediese a impartir la conferencia “The Nature of Roughness in Mathematics, Science and Art” dentro del ICM2006.

*Raúl Ibáñez Torres, Antonio Pérez Sanz
(Comisarios de la exposición “Arte fractal: belleza y matemáticas”)*

Mathematics, art, and the story of the invincible Antaeus

Ancient Greek myths were not sweet tales but identified uncomfortable truths and had no fear of brutal endings. To many people, including pure mathematicians, I think that attaches to special interest, is the classic myth of Antaeus.

The great strength of Antaeus was drawn from his Mother, Gaia (the Earth), and he remained invincible by touching the ground every so often. Otherwise, his strength dissipated. After he had become unbearable, Hercules was called to perform one of his famous labors. He was the strongest hero around, yet no match for this foe. But he watched him carefully from a distance, then came close and simply held him off the ground until he had become weak and ready to be strangled.

How does this myth relate to mathematics? At least much of it had originated (sometimes long ago) from down-to-earth concerns. Yet, starting more than one hundred years ago — with Georg Cantor who founded set theory — and gathering increasing momentum, several deep currents in different countries had underrated the powerful enemies of knowledge (read, Hercules) and forcefully advocated a mathematics independent of — yet lording over — the roots that had nourished it over the centuries. Henri Poincaré, the last universal mathematician, complained that new structures used to be invented to help understand the world, but later were invented just to annoy him. Among the innovators, none seemed to fear for the future, trusting that the newly achieved independence would persist and thrive forever.

Unfortunately, while man may propose, stronger forces dispose. The separation of mathematics could safely be absolute for long periods, but could not keep Hercules away forever. In recent years, fortunately, many separate unifying forces went to work. Educators had convinced themselves that to teach young minds research treatises sufficed. But they know better now. Topics all over mathematics had been developed (beginning with Cantor) with the full expectation of never being remotely usable. But they have turned out to thrive afresh as mathematics after the same structures were identified in all kinds of “real” contexts — ranging from the sublime to (in my own work) the truly down-to-earth. Pictures scorned by Plato and long excommunicated are back in strength as fonts of fresh conjectures.

Of special interest to this Exhibit — and of course to myself — is the topic called the Julia-Fatou theory of iteration of rational functions — an odd name for ratios of polynomials. While Gaston Julia taught me differential geometry, he was a master of the theory of functions. So was my uncle Szolem, who often clashed with Julia yet felt that to admire jewels in a man’s work one need not admire the man. Arising in 1917 from an abstruse basis, Paul Montel’s theory of “normal families of functions,” the original Julia-Fatou theory consisted in dry formulas. But beauty is in the eye of the beholder: the few persons in the know were overwhelmed by its maturity and beauty at birth. Side tracking to another Greek myth, an art-wise mathematician might have greeted it as a reenactment in formulas of the birth of Venus as painted by Sandro Botticelli.

Unfortunately, soon after birth, the Julia-Fatou theory ran out of questions to ask. So it failed to further develop. First astounded, mathematicians became dismayed then moved away — except for Montel and my uncle. Thirty years later, he challenged me to find a new inspiring idea to take over from Montel’s families. I tried, failed, and moved aside for another thirty years. By then, the computer had made it easy to draw pictures for a skilled eye to play with. My pictures put the Julia-Fatou theory back in intimate contact with Earth. Not only did our Antaeus revive but it blossomed in a form that everyone can appreciate. I am deeply fulfilled by the name attached to my discovery, the Mandelbrot Set.

This set also put mathematics back in creative contact with art or at least — to be modest and safe — decoration. How wonderful that one object should be at the same time so easy to draw and so complex, involving as it does one of the most challenging and frustrating open conjectures in mathematics. And in addition — as shown by this beautiful Exhibit — it is sweet and friendly to every citizen’s eye. How wonderful that the organizers imagined and implemented this Exhibit. Between a Congress defining the cutting edge of mathematics and all the citizens of the world, it does not erect the wall of an Ivory Tower (or Fortress) but an extraordinarily mutually beneficial bridge.

I beg classicists to forgive me for leaning on great myths’ durability and adaptability — making the story of Antaeus over, from the well-deserved fall of a bad guy into a warning for a very good one, our beloved mathematics.

Benoît MANDELBROT

The Madrid 2006 International Congress of Mathematicians and the Exhibition “Fractal art: beauty and mathematics”

The International Congress of Mathematicians (ICM2006) will be held in Madrid between the 22nd and 30th of August, 2006. This event, the most important in the world of mathematics, has been held every four years since 1897, and this is the first time in the more than 100 years of its history that it has been held in Spain. Madrid was unanimously elected as the venue for the next ICM during the general assembly of the International Mathematical Union held in Shanghai in 2002. The choice of Madrid as the host city is a reflection of the international recognition, expressed through the IMU, of the spectacular growth of Spanish mathematics in the last 20 years, both in terms of production and for its importance at an international level. Indeed, the number of research papers by Spanish mathematicians published in international journals over this period has risen from 0.3% to 5% (figures from *Notices*, published by the American Mathematical Society, February, 2006).

Mathematicians from all over the world gather together every four years to assess the most notable advances in mathematics made during this period, to present awards for the most outstanding contributions, to celebrate the fact that Mathematics is a lively science, and to look toward the future. One of the most eagerly awaited events will take place during the ICM opening ceremony, when the Fields Medals, considered the Nobel Prizes for Mathematics, will be awarded for the most outstanding achievements in the discipline. During this ceremony, the two Nevanlinna Prizes will also be presented for mathematical developments in the Information Society, as well as the Gauss Prize, which will be awarded in Madrid for the first time in recognition of mathematical contributions that have had the most impact on technological development and in daily life.

Furthermore, the organizers of the ICM2006 have been hard at work to make the congress not only an event for the world mathematical community, but also for the whole of Spanish society. That is why we have made a special effort to organize a series of cultural activities related to mathematics. One of these activities is a threefold exhibition to be held at the *Centro Cultural Conde Duque* (August 17th – October 29th, 2006) entitled “Experiencing Mathematics!”, “Fractal art: beauty and mathematics”, and “Demoscene: mathematics in movement”. These last two exhibitions will also be mounted at the *Palacio Municipal de Congresos* during the celebration of the ICM2006.

The choice of an exhibition on fractal art as part of the ICM2006 programme of cultural activities is explained by the fact that this modern artistic discipline stands on the borderline between art and mathematics. Mathematical expression and the parameters employed provide the images of fractal art with inimitable colours and a singular aesthetic. Just as painters or sculptors infuse their works with personality and sensibility by means of technique, so the artists in this exhibition express themselves by formulae and algorithms, gradually shaping them to achieve their desired aims, on the frontier between mathematics and art. A picture produced by computer may seem at first glance a cold, mechanical, synthetic image, but hundreds of hours of work on formulae, algorithms and parameters have gone into the creation of each image. Work by a fractal artist is analogous with that of a painter; the picture created by the painter by applying colours to a canvas with brushes is comparable with the image generated by the fractal artist with the aid of a computer using mathematical formulae and algorithms for colour, to arrive at a work of art capable of arousing in the viewer the same sensations and emotions as those produced by all genuine art.

The works on display at the “Fractal art: beauty and mathematics” exhibition have been selected through the International Contest of Fractal Art ICM2006 Benoît Mandelbrot (www.fractalartcontests.com/2006/), whose honorary chairperson is Benoît Mandelbrot himself, considered the modern “father” of fractal geometry. The panel has also invited renowned fractal artists to contribute examples of their work. The panel itself was composed of fractal artists as well as members of the organizing body of the Madrid 2006 International Congress of Mathematicians and of the Spanish Foundation for Science and Technology. More than 350 artworks have been sent to the contest and the process of selection of the artworks to display in this exhibition has been a complex work for the selection panel members due to the quality of presented artworks. Nevertheless, the effort has been worth it since the exhibition is compound of artworks of great beauty and artistic quality that surely will cause admiration between the visitors of the exhibition. “Fractal art: beauty and mathematics” is a heterogeneous exhibition that covers all the present fractal art, as well as of the different techniques used in it.

The “Fractal art: beauty and mathematics” exhibition has been organized with the support of the Spanish Foundation for Science and Technology (www.fecyt.es). On behalf of the congress organization we would also like to thank Madrid City Hall (Arts Council) and the *Centro Cultural Conde Duque* for their help in ensuring that the exposition will be available to a broad cross-section of the public in this prestigious Cultural Centre. We would also like to extend personal thanks for all their effort to Javier Barrallo and Damien Jones, whose knowledge of fractal art and special assistance has made both the competition and the exhibition possible.

Finally, we would like to take the opportunity offered by the celebration of the ICM2006 and the organization of the “Fractal art: beauty and mathematics” exhibition to pay particular tribute to Benoît Mandelbrot, whom we thank for his collaboration and his acceptance to give a lecture on “The Nature of Roughness in Mathematics, Science and Art” as part of the ICM2006.

Raúl Ibáñez Torres, Antonio Pérez Sanz
(Commissioners for the “Fractal art: beauty and mathematics” exhibition)

ARTE FRACTAL: BELLEZA Y MATEMÁTICAS

FRACTAL ART: BEAUTY AND MATHEMATICS

LINDA ALLISON

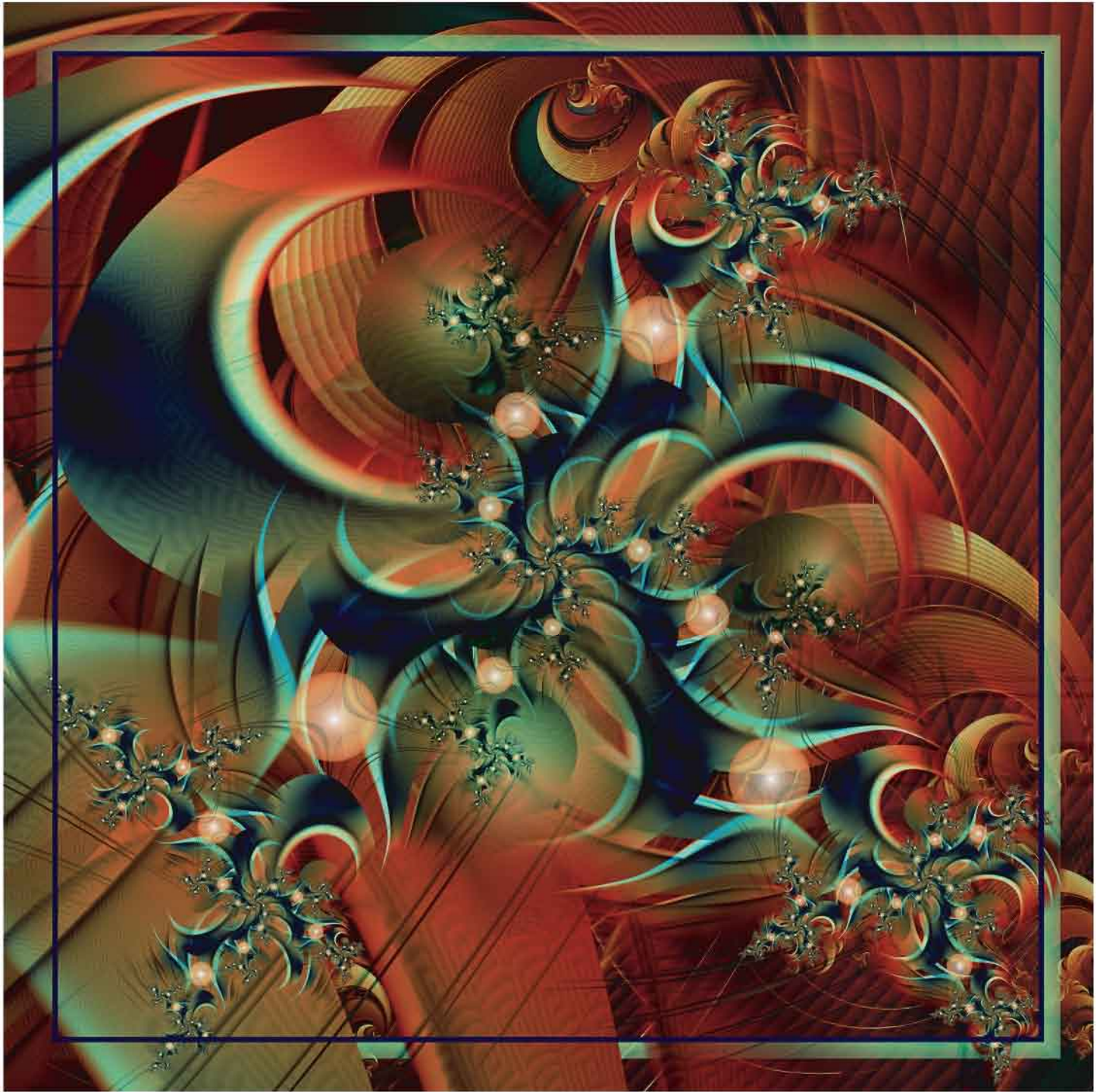
Pinceladas Diferentes Different Strokes

Esta imagen, al igual que la mayoría de las seleccionadas para esta exposición, esta generada con el software *Ultra Fractal*, diseñado por Frederik Slijkerman. *Pinceladas Diferentes* consta de 10 capas, en las que intervienen las fórmulas de Julia y Mandelbrot junto con otras fórmulas y algoritmos de color. Las capas se combinan entre sí para formar una única imagen empleando diversas técnicas y condiciones de transparencia para cada una de las capas que la componen.

Su autora, Linda Allison, es un ama de casa discapacitada residente en Florida. Desde 1994 Linda dedica una parte importante de su tiempo libre al diseño imágenes fractales. Pese a no disponer de una formación matemática, Linda posee una increíble facilidad para representar el concepto de infinito en imágenes con suaves y delicadas paletas de color. Sus formas se hacen y deshacen en absoluto equilibrio y armonía, con encuadres perfectos y delicadas transiciones que combinan el clasicismo de las primeras imágenes fractales con los últimos avances en la imaginería fractal.

This image, like most of those selected for this exhibition, is generated with *Ultra Fractal*, designed by Frederik Slijkerman. *Different Strokes* consists of 10 layers, using Julia and Mandelbrot fractal formulas with other formulas and algorithms for coloring. The layers are merged into a unique image using different techniques and transparencies for each layer in the composition.

The author, Linda Allison, is a disabled housewife living in Florida. Since 1994, Linda has dedicated part of her free time to designing fractal images. Having no formal mathematical training, Linda possesses an incredible ability to represent the concept of infinity in images with smooth and delicate color palettes. Her shapes blend and separate in absolute harmony, with balanced framing that combines the classicism of the first fractals with the latest advances of fractal art.



DAVID APRIL

Efervescencia Fractal Fractal Effervescence

Esta imagen proviene de la fusión de tres ficheros gráficos generados con el software *Apophysis*, diseñado por Mark Townsend. Cada uno de los ficheros contiene diferentes tipos de transformaciones: lineales, polares y esféricas que producen un curioso juego entre las líneas verticales, las sinuosas curvas con aspecto de humo y las burbujeantes formas circulares.

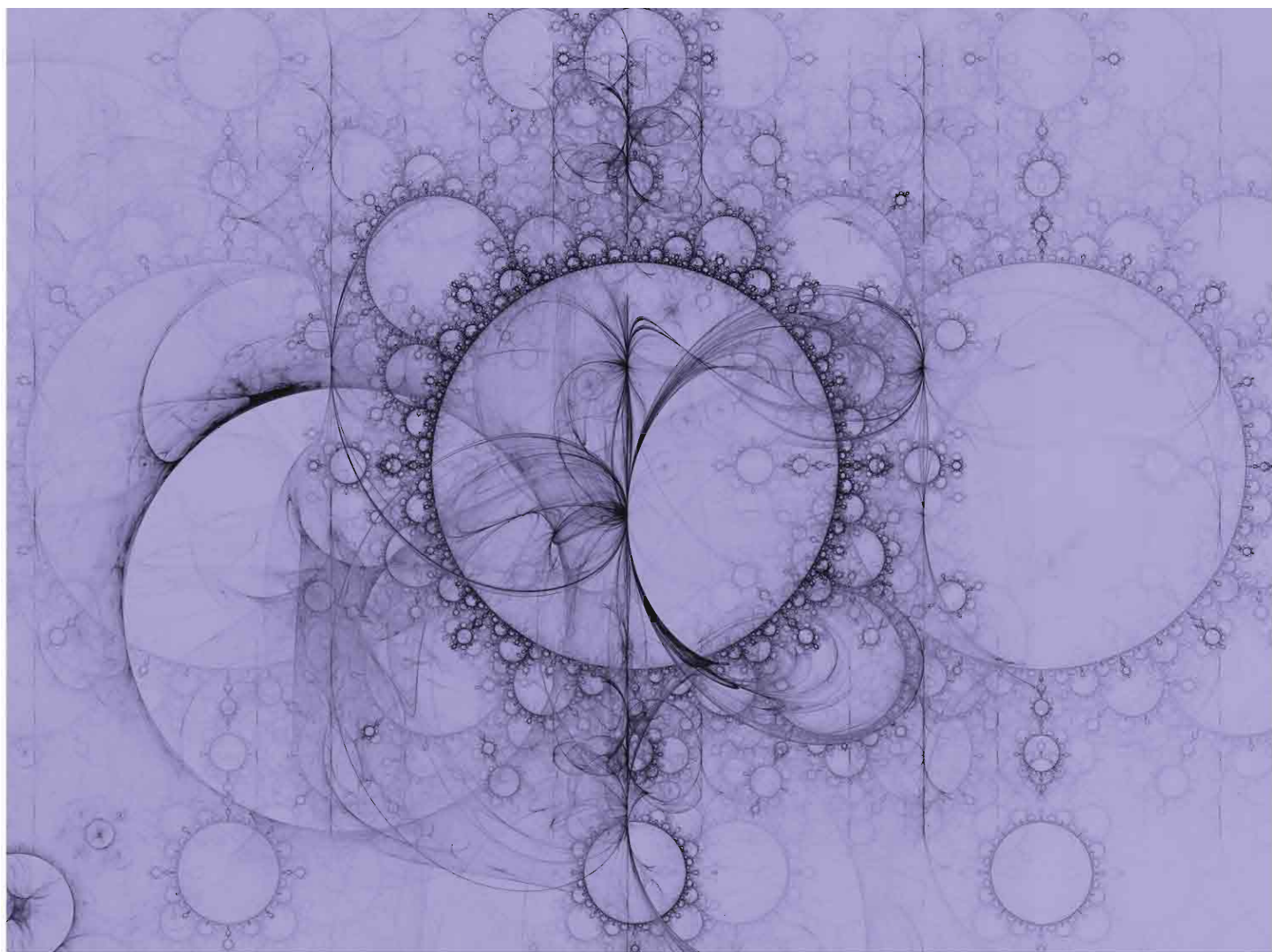
En este tipo de fractales se emplea un único método de coloreado. En ocasiones un mínimo cambio en el gradiente de color puede distorsionar la imagen dramáticamente. Los artistas fractales, cual cazadores de tesoros, pueden aproximarse a formas inexploradas, pero una pequeña diferencia en uno u otro parámetro les harán pasar junto a estos tesoros ocultos sin percatarse de la belleza que esconden.

David April vive en Illinois (USA). Su interés por los fractales es relativamente reciente, pero lo compensa con un enorme entusiasmo y fascinación en la búsqueda de nuevas formas.

This image comes from the fusion of the three separate image files generated with the software *Apophysis*, designed by Mark Townsend. Each one of the files contains different types of transformations—linear, polar, and spherical—that produce a curious dialog between the vertical lines, the sinuous curves with the appearance of smoke, and the bubbling circular shapes.

In this type of fractal there is only one method of coloring. Sometimes a tiny change to the color gradient can distort the image dramatically. Fractal artists, hunting for treasure, can tease out unexplored forms, but a slight difference in this or that parameter can make them pass by that secret treasure without seeing its hidden beauty.

David April lives in Illinois (USA). His interest in fractals is relatively recent, but he compensates for that with an enormous enthusiasm and fascination for finding new forms.



BILL BEATH

Ébano y Marfil Ebony and Ivory

Bill Beath es un fotógrafo australiano especializado en fotografiar la naturaleza, el paisaje y la Arquitectura. Su obra fotográfica combina los procesos tradicionales basados en película junto a las más modernas técnicas digitales. Su primer contacto con los fractales es a partir de fotografías de conchas de Nautilus, que le descubren la secuencia de Fibonacci, a partir de la cual descubre los fractales y el arte fractal. Desde entonces, Bill Beath ha permanecido inmerso en el arte fractal, tanto como una forma artística en si misma como una parte integral de su trabajo fotográfico.

Precisamente esta imagen esta basada en el algoritmo “*Fibonacci Julia*”, desarrollado por Kerry Mitchell. Y muestra la fascinación de una forma de apariencia entre un diseño de la naturaleza y un exquisito diseño hecho por el hombre. El nombre del cuadro, *Ébano y Marfil*, se refiere a la paleta empleada, basadas en elegantes tonalidades blancas y negras.

Bill Beath is an Australian photographer specializing in depicting nature, the countryside and architecture. His photographic work combines traditional film processes with the most modern digital techniques. His first contact with fractals was a photograph of a Nautilus shell, which led to the Fibonacci sequence, which led to his discovery of fractals and fractal art. Since then, Bill Beath has been permanently immersed in fractal art, as much as an art form as an integral part of his photographic work.

For that reason this image is based on the “*Fibonacci Julia*” algorithm, developed by Kerry Mitchell. It shows a fascinating shape somewhere between a natural design and an exquisite man-made design. The name of the image, *Ebony and Ivory*, refers to the palette used, based on elegant tones of black and white.



PAUL DECELLE

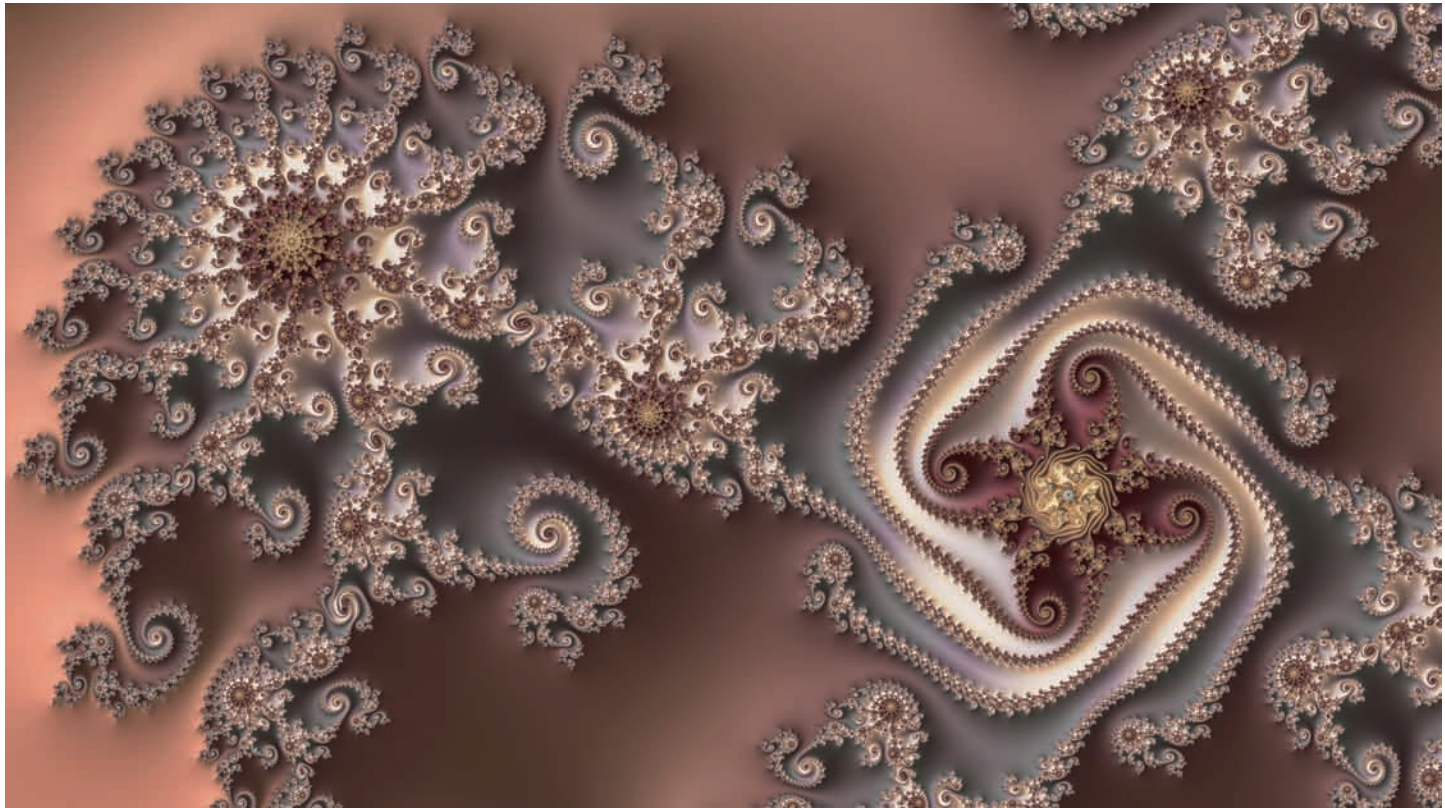
Repetición Encore

Paul DeCelle es ingeniero mecánico en Michigan (USA). Su imagen para esta exposición es una hermosísima composición basada en una magnificación del conjunto de Mandelbrot ($1,12 \cdot 10^{13}$ aumentos) utilizando técnicas conocidas desde hace más de 10 años pero que aun siguen sorprendiendo al espectador debido a su majestuosidad, especialmente en reproducciones de gran tamaño.

Si imaginamos el conjunto de Mandelbrot como un extenso paisaje montañoso, la composición queda sustentada en dos principios básicos. El algoritmo “*Slope*” (curvatura) asigna el mismo color a aquellas regiones con la misma altura, como en un mapa topográfico. El algoritmo “*Lighting*” (iluminación) tiñe de blanco aquellas regiones del plano iluminadas ante un sol imaginario situado en el horizonte, mientras que las sombreadas se oscurecen paulatinamente. El resultado es un efecto tridimensional que enriquece y resalta la ornamentación del conjunto original.

Paul DeCelle is a mechanical engineer in Michigan (USA). His image for this exhibition is a very handsome composition based on a portion of the Mandelbrot set (magnified $1.12 \cdot 10^{13}$ times). The artist has used techniques known for more than 10 years, but can still surprise the viewer by its majesty, especially in large-scale reproductions.

If we imagine the Mandelbrot set as an extensive mountain range, the composition relies on two basic principles. The “*Slope*” algorithm assigns the same color to those regions with the same height, like in a topographical map. The “*Lighting*” algorithm colors towards white those regions of the surface illuminated by an imaginary sun sitting on the horizon, while the shadows partially obscure the surface. The result is a three-dimensional effect that enriches and enhances the detail in the original fractal.



SYLVIE GALLET

Muñeco de Nieve **Bonhomme de Neige (Snowman)**

Sylvie Gallet es profesora de matemáticas en un centro de enseñanza secundaria cercano a París. Con 20 años de experiencia como escritora de fórmulas y algoritmos fractales, es una experta en el manejo de los gradientes de color. De hecho, Sylvie huye de las imágenes complejas y con postproceso en beneficio de diseños poco elaborados cuyo valor reside en el uso inteligente y creativo del color.

Muñeco de Nieve es un buen ejemplo del arte de Sylvie. Es una imagen conceptualmente simple, pero el hábil uso del color nos transporta inmediatamente a una imagen navideña o un paisaje invernal. Pocos artistas fractales son capaces de transmitir paisajes y sensaciones de forma tan directa.

Sylvie Gallet is a mathematics professor at a secondary school near Paris. With 20 years of experience in writing fractal formulas and algorithms, she is an expert in the handling of color gradients. In fact, Sylvie avoids complex and postprocessed images, in preference to designs with little elaboration, whose value resides in the intelligent and creative use of color.

Bonhomme de Neige is a good example of Sylvie's art. It is a conceptually simple image, but the careful use of color transports us immediately to an image of Christmas and winter countryside. Few fractal artists are capable of transmitting such direct visions and sensations.



DAMIEN JONES

Sobrexcitado Overwrought

Damien Jones es un reputado artista y experto fractal. Su dominio de Internet *fractalus* es una de las más completas fuentes para iniciarse en el arte fractal. Tras años de exploración de las matemáticas por razones estéticas, la obra de Damien ha aparecido en numerosos libros, revistas, posters, calendarios y exposiciones internacionales. Nacido en el Reino Unido, actualmente reside en Florida junto con su esposa Michelle, con la que contrajo matrimonio mientras colaboraba en la organización de esta exposición.

La imagen *Sobrexcitado* se corresponde con un conjunto de Mandelbrot, aunque es difícil de apreciar por el uso de una “turbulencia” que distorsiona el cálculo antes de aplicar color al fractal. Después de ser coloreado, la turbulencia se descarta para proseguir el cálculo. El proceso se traduce en una textura de nube que sin embargo mantiene la forma subyacente inalterada. La coloración, austera, lúgubre y a veces apocalíptica produce una respuesta emocional en el observador.

Damien Jones is a respected artist and fractal expert. His Internet domain *fractalus* is one of the most complete sources to start with for fractal art. Through years of explorations of the mathematics for aesthetic reasons, Damien’s work has appeared in numerous books, magazines, posters, calendars, and international exhibitions. Born in the United Kingdom, he currently resides in Florida (USA) with his wife Michelle, whom he married while collaborating on the organization of this exhibition.

The image *Overwrought* belongs to the Mandelbrot set, although it is difficult to see because of the use of “turbulence”, which distorts the calculations before the application of the fractal coloring. After the image is colored, the turbulence is removed and the calculation continues. The process produces a cloudy texture but keeps the underlying shapes unaltered. The coloring— austere, mournful, and at times apocalyptic—often produces an emotional response in the viewer of the art.



NADA KRINGELS

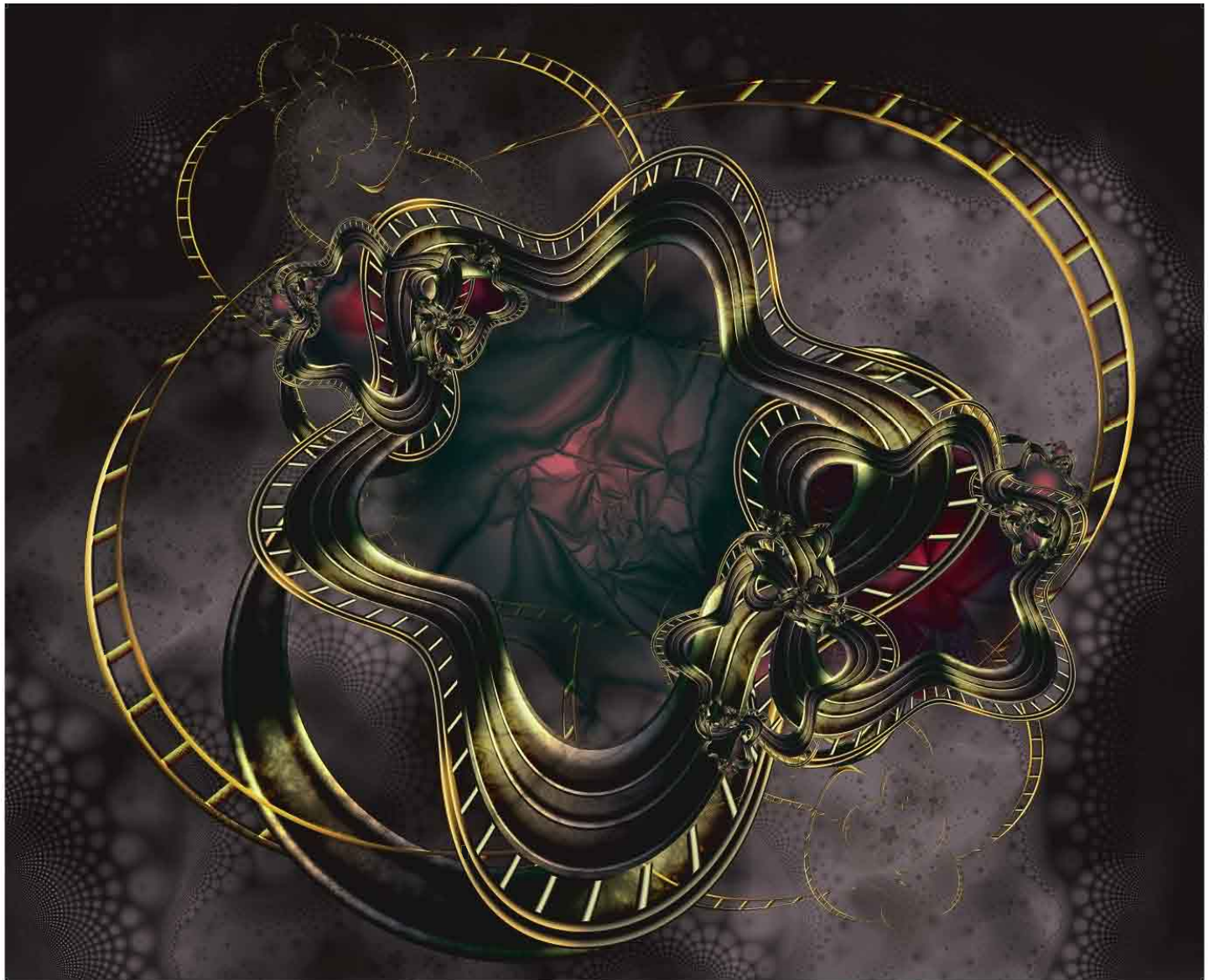
¿Y cómo está su marido, señora Escher?
And how is your husband Mrs. Escher?

Nada (Brigitte) Kringels es una expatriada alemana que lleva viviendo 14 años en España, donde aprendió el uso de *Ultra Fractal*. Para esta imagen empleó 25 capas utilizando básicamente dos algoritmos diseñados por Kerry Mitchell, “*Gaussian Integer*” para el fondo y “*Rose Range Lite*” para el primer plano.

Durante la fase de composición de la imagen, Nada Kringels descubrió varias formas que inmediatamente relacionó con algunos trabajos de M. C. Escher, lo que le llevó a introducir algunas imposibilidades geométricas en el diseño. Al finalizar el fondo, de marcado carácter femenino según su autora, comenzó a jugar con la idea de que hubiera sido realizado por la señora Escher. Fascinada con esta posibilidad, Nada Kringels comenzó a fantasear con la idea de una señora Escher artista, sin tan siquiera saber si dicha señora Escher existió —en realidad sí la hubo, Jetta Umiker, con quien Maurits Cornelius Escher tuvo tres hijos. Ah, por cierto, ¿cómo está su marido, señora Escher?

Nada (Brigitte) Kringels is a German expatriate who has been living in Spain for 14 years, where she learned to use *Ultra Fractal*. This image consists of 25 layers using basically two algorithms designed by Kerry Mitchell, “*Gaussian Integer*” for the background and “*Rose Range Lite*” for the top layers.

During the composition phase of the image, Nada Kringels discovered various shapes that immediately resembled some of the work of M. C. Escher, so she decided to introduce geometric impossibilities into the design. To finish the background, in marked feminine character according to the author, she began to imagine that it had been made by Mrs. Escher. Fascinated with this possibility, Nada Kringels began to consider in her image the idea of Mrs. Escher as an artist, without even knowing if this Mrs. Escher existed — in fact she did, Jetta Umiker, with whom Maurits Cornelius Escher had three children. Ah, by the way, how is your husband, Mrs. Escher?



KLAUS-PETER KUBIK

Luna Gris Elevándose **Grey Moon Rising**

Muchas fórmulas y algoritmos fractales producen figuras geométricas convencionales ante determinados parámetros. Por ejemplo, el conjunto de Julia al ser iterado tomando como parámetro el origen de coordenadas produce un círculo.

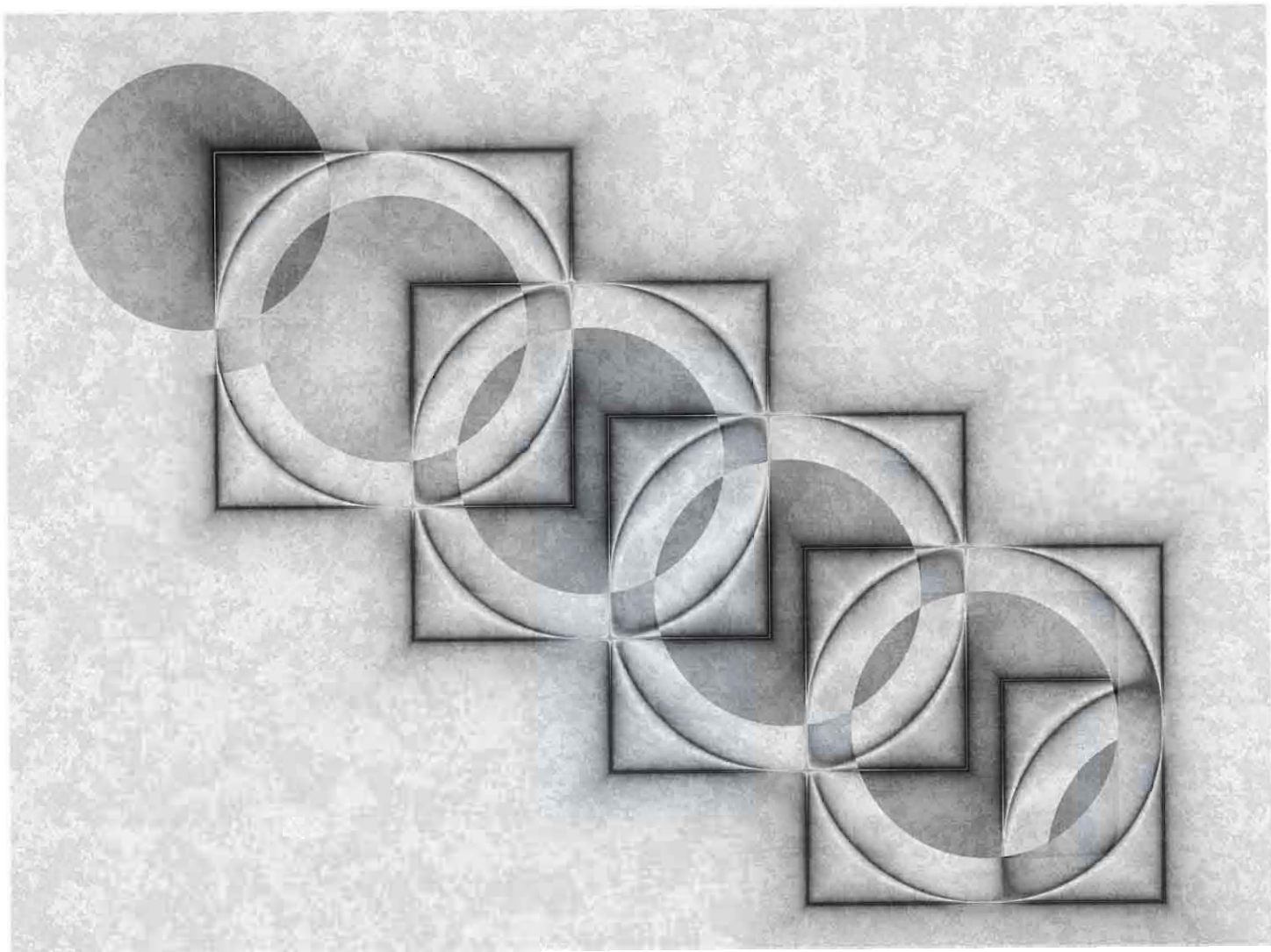
El estilo de Klaus-Peter Kubik está orientado a producir figuras geométricas convencionales utilizando técnicas fractales. Le gusta explorar las combinaciones de figuras simples como círculos y cuadrados de forma atractiva para el espectador. También explota las posibilidades de la geometría fractal para crear texturas. La textura gris y rugosa de los círculos simboliza la superficie de la luna mientras que los trazos verticales y horizontales, como hechas con un lápiz, enfatizan la estructura geométrica de la imagen.

Klaus-Peter Kubik trabaja para el gobierno alemán en el campo de la salud pública y ha realizado cerca de una docena de exposiciones desde 1994.

Many fractal formulas and algorithms produce conventional geometric figures with certain parameters. For example, the Julia set iterated using the origin as its parameter produces a circle.

The style of Klaus-Peter Kubik is focused on producing conventional geometric figures using fractal techniques. He likes to explore the combinations of the simple figures of circles and squares with attractive shapes for the viewer. He also exploits the possibilities of fractal geometry to create textures. The rough, grey texture of the circle symbolizes the surface of the moon while the vertical and horizontal lines, similar to those made with a pencil, emphasize the geometric structure of the image.

Klaus-Peter Kubik works for the German government in the public health field and has participated in nearly a dozen exhibitions since 1994.



DAN KUZMENKA

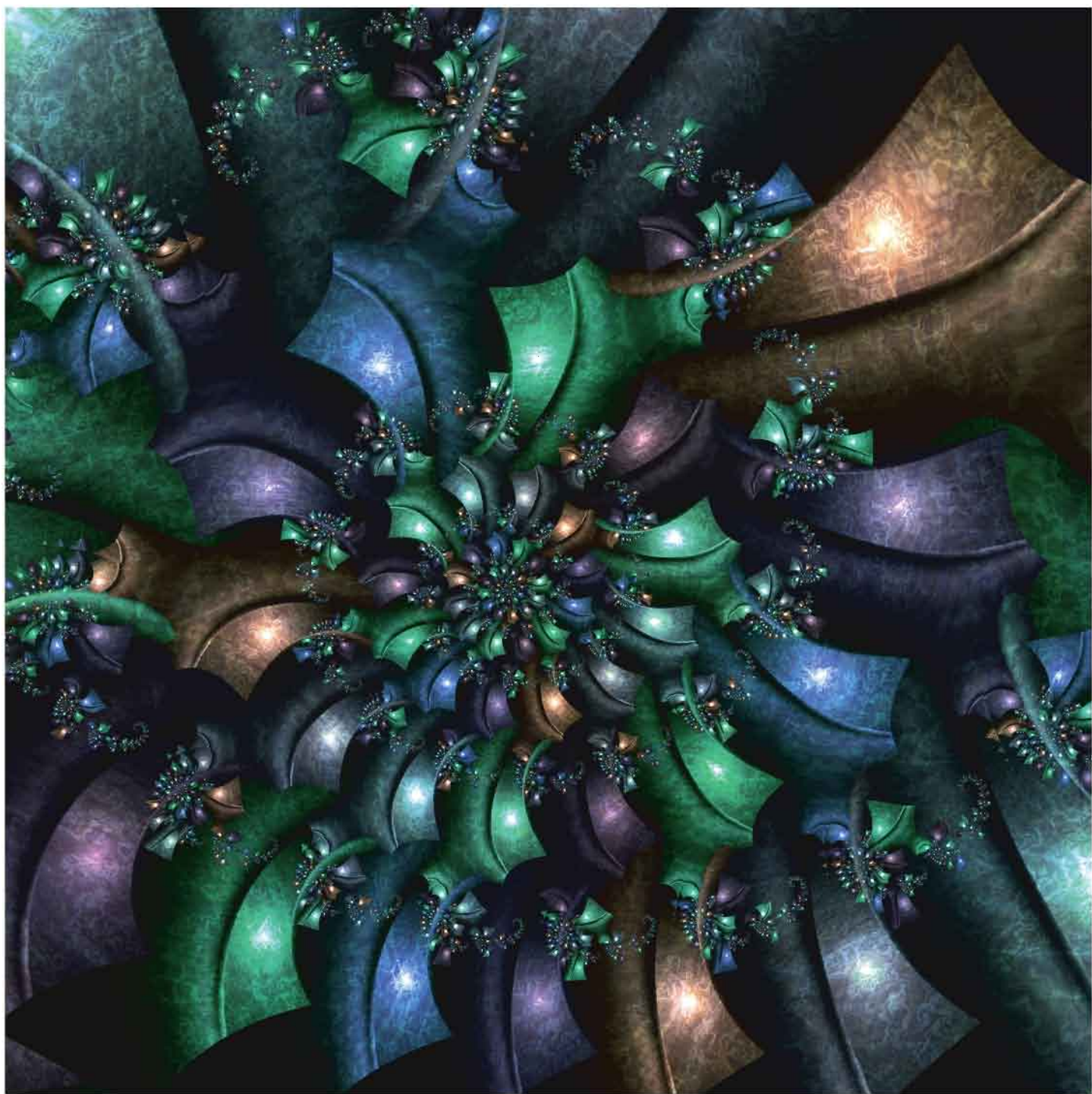
Mateko

Dan Kuzmenka es un investigador norteamericano en el campo de la química. Al igual que otros muchos científicos, Dan descubrió la geometría fractal en 1985 leyendo un artículo de la revista *Scientific American*, aunque no fue hasta 1999 cuando comenzó a crear sus primeras imágenes fractales.

Mateko es una palabra inventada por su autor, quien mantiene un reto personal por encontrar nuevas formas de expresar la espiral —el más importante icono fractal— sin que parezca la misma figura una y otra vez. Para esta imagen se experimentaron diferentes paletas de color y formas de combinarlas hasta que aparecieron los colores que ahora vemos, inusuales para Dan Kuzmenka, quien habitualmente utiliza tonos cálidos y colores térreos.

Dan Kuzmenka is a North American researcher in the field of chemistry. Like many other scientists, Dan discovered fractal geometry in 1985 reading an article in the magazine *Scientific American*, although it wasn't until 1999 that he began to create his first fractal images.

Mateko is a word invented by its author, who maintains a personal challenge to find new ways of expressing spirals—the most important fractal icon—without showing the same shape time and time again. For this image he experimented with different color palettes and ways to combine them before the colors we now see appeared; these colors are unusual for Dan Kuzmenka, who usually uses warmer colors and earth tones.



HEATHER LAMB

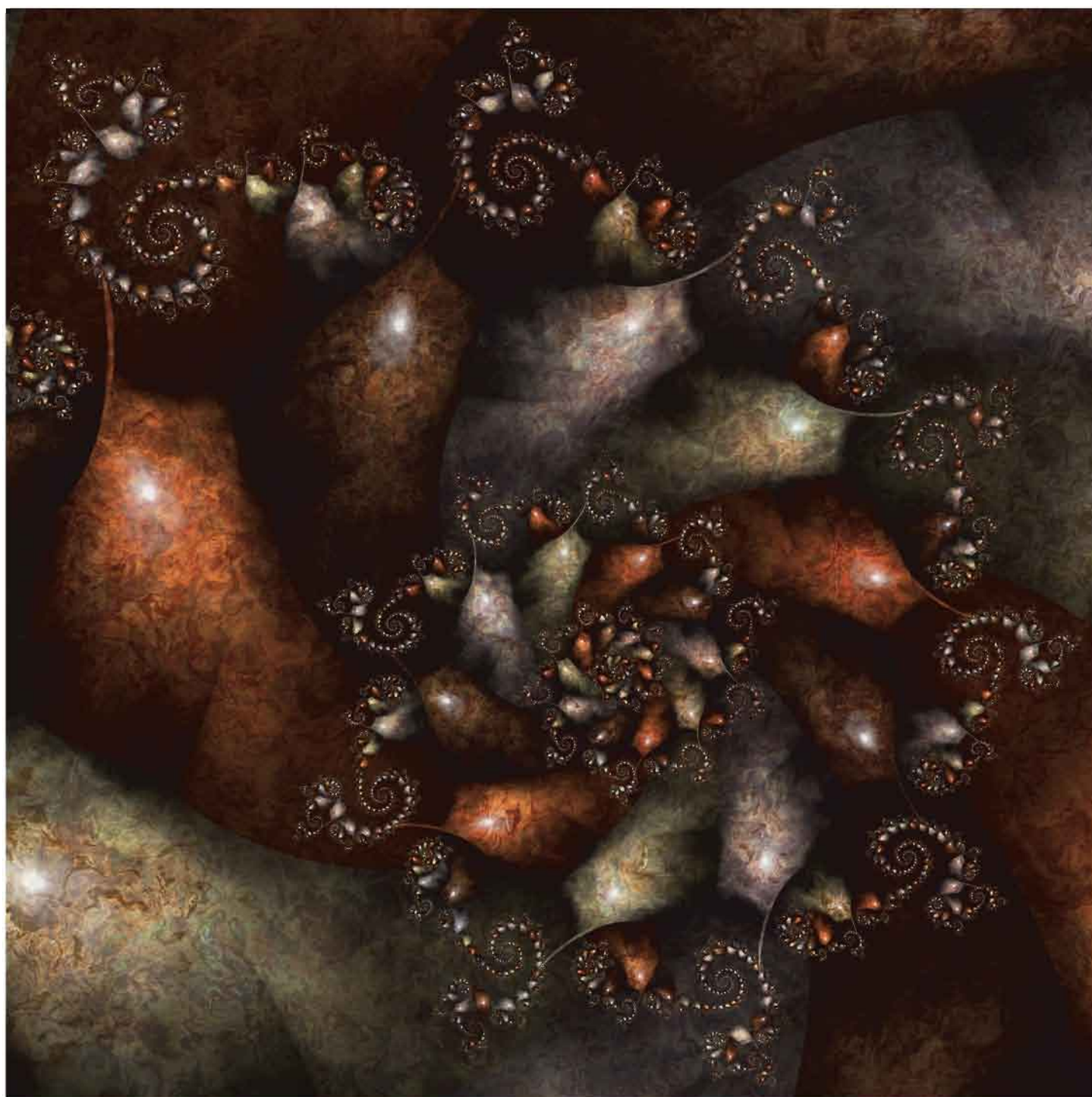
Pulido Polished

Heather Lamb nació y vive en Escocia. Desde una edad muy temprana desarrolló un fuerte interés por las matemáticas que reforzó con sus estudios en la Open University donde se hizo familiar con la geometría fractal y el conjunto de Mandelbrot. Existe una fuerte asociación entre la naturaleza y la geometría fractal y Heather Lamb trata de crear imágenes que evoquen el mundo real y a la vez convertir las matemáticas en algo que pueda comprenderse y visualizarse.

Para esta imagen se inspiró en sus experiencias infantiles con la piedra pulida, en las que la autentica belleza de sus colores sólo se descubre durante el proceso de pulido. Los colores fueron elegidos para reproducir la apariencia de la piedra, pero también para ser armoniosos entre ellos y producir una imagen equilibrada. Mascaras con gradientes blancos y negros fueron utilizadas para situar con precisión las sombras y luces que proporcionan una sensación realista de pulido y un efecto tridimensional, tangible, que realza el conjunto.

Heather Lamb was born and lives in Scotland. From an early age she has developed a strong interest for mathematics that strengthened by her studies at the Open University, where she became familiar with fractal geometry and the Mandelbrot set. A strong association exists between nature and fractal geometry and Heather Lamb exploits this, creating images that evoke the real world while at the same time transforming mathematics into something that can be understood and visualized.

For this image she was inspired by her childhood experiences with polished stones, in which the true beauty of their colors is only discovered during the process of polishing. The colors were chosen to reproduce the appearance of stone, but also to be harmonious with each other and produce a balanced image. Masks with black and white gradients were used to precisely place the shadows and lights and provide a realistic sensation of polish and a tangible, three-dimensional effect that accentuates the image.



JOS LEYS

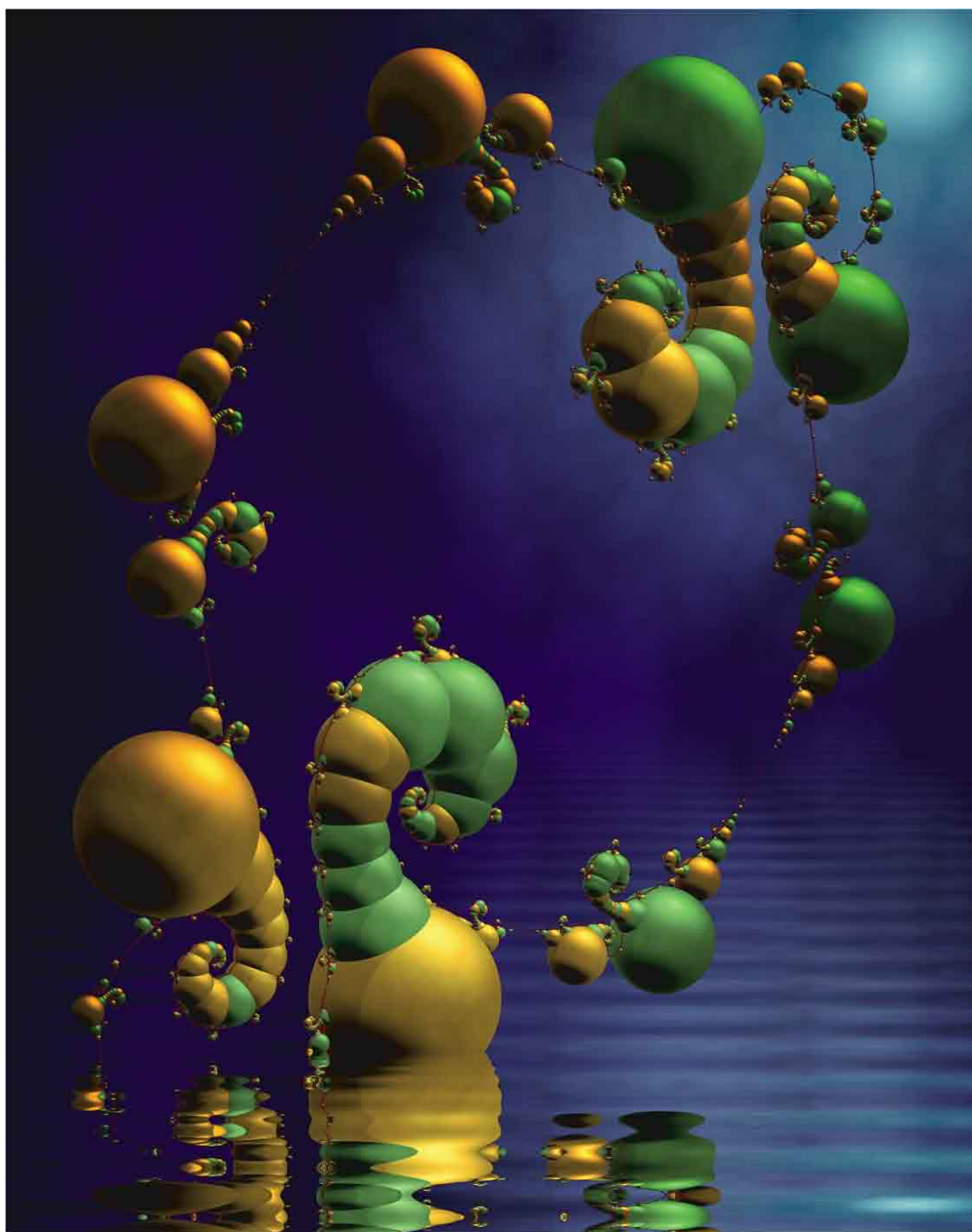
Familia Indra Indra Family

Jos Leys es un ingeniero mecánico belga que siempre ha mostrado un especial interés por las matemáticas en general y el arte fractal en particular desde que hace 25 años programó su primera imagen fractal. *Familia Indra* es su tributo a los profesores David Mumford, Caroline Series y David Wright, los autores del libro “*Las Perlas de Indra: La visión de Felix Klein*”. Las técnicas de cálculo iterativo de los Grupos Kleinianos descritas en este libro descubrieron nuevas imágenes fractales que hasta entonces habían permanecido inexploradas.

El nombre *Perlas de Indra* es un concepto hindú y budista que representa una red de cuerdas de seda que se expande hasta el infinito en todas las direcciones y que en cada intersección una perla de gran brillo y luminosidad que refleja sobre sí misma cada una de las perlas de la red, que a su vez refleja a las demás y así sucesivamente, sin fin, como espejos hacia el infinito.

Jos Leys is a Belgian mechanical engineer who has always shown a special interest for mathematics in general and fractal art in particular since he programmed his first fractal image 25 years ago. *Indra Family* is a tribute to the professors David Mumford, Caroline Series and David Wright, the authors of the book “*Indra’s Pearls: The Vision of Felix Klein*”. The iterative calculation techniques of the Kleinian Groups described in this book reveal new fractal images that until then had remained unexplored.

The name *Indra’s Pearls* is a Hindu and Buddhist concept that represents a network of silk strings that extend to infinity in all directions, and contains at each intersection a very bright and luminous pearl that reflects each of the pearls of the network, that then reflect the others and so on, without end, like mirrors reflecting to infinity.



ANDREAS LOBER

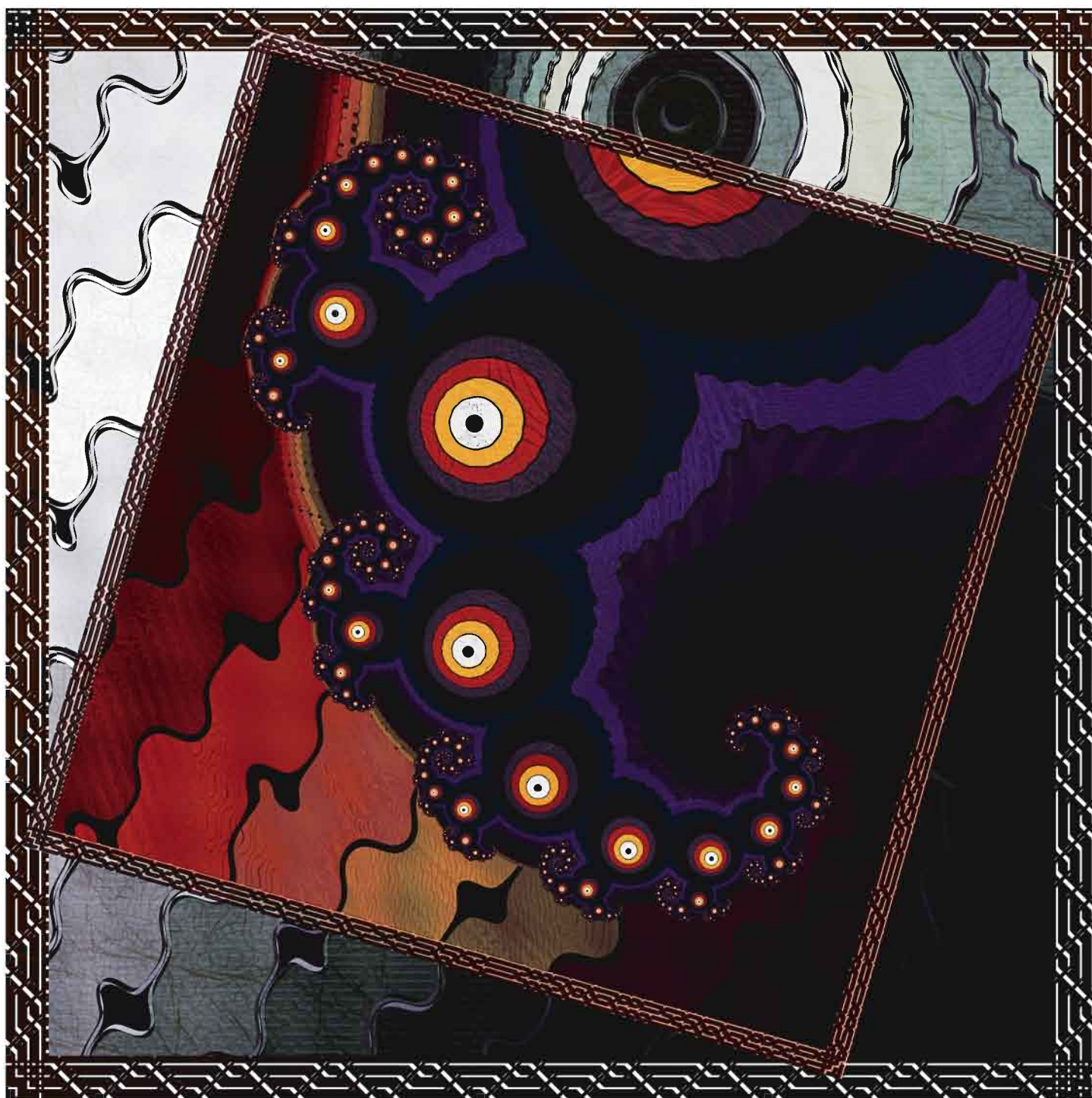
Espiral con líneas opacas Spiral with opaque lines

Esta imagen se corresponde con un sencillo conjunto de Julia, pero la refinada técnica de Andreas Lober, diplomado en matemáticas por la Universidad de Heidelberg, la convierten en todo un prodigio creativo. El algoritmo de color es un simple: cálculo de $|z|$ fijando un valor mínimo durante la iteración y desviándola ligeramente con valores pseudos-aleatorios que producen las ondas sinusoidales que realzan la composición. Los valores son atrapados durante el cálculo en intervalos discretos que producen un peculiar colorido, parecido al conseguido empleando lapiceros de colores.

Otra de las aficiones de Andreas Lober es diseñar secuencias para cubrir el plano con cuadrados conteniendo formas geométricas, de manera que encajen perfectamente con las contenidas en los ocho cuadrados adyacentes. Estos experimentos producen teselaciones de gran impacto visual y en este caso se han utilizado variaciones para conseguir los marcos contenidos en la imagen.

This image belongs to a simple Julia set, but the refined technique of Andreas Lober, who graduated from the University of Heidelberg with a degree in mathematics, converted it entirely into a creative prodigy. The coloring algorithm is simple: find the minimum value of $|z|$ during the iteration, deflecting lightly the values pseudo-randomly; this produces the sine waves that heighten the composition. The values are trapped during the calculation in discrete intervals; this produces the peculiar coloring that appears to be done with colored pencils.

Other preferences of Andreas Lober include designing tilings that cover the plane with squares containing geometric shapes, so that they fit perfectly with the adjacent eight squares. These experiments produce tessellations of great visual impact and in this case variations have been used to obtain the frames contained in the image.



DAVID MAKIN

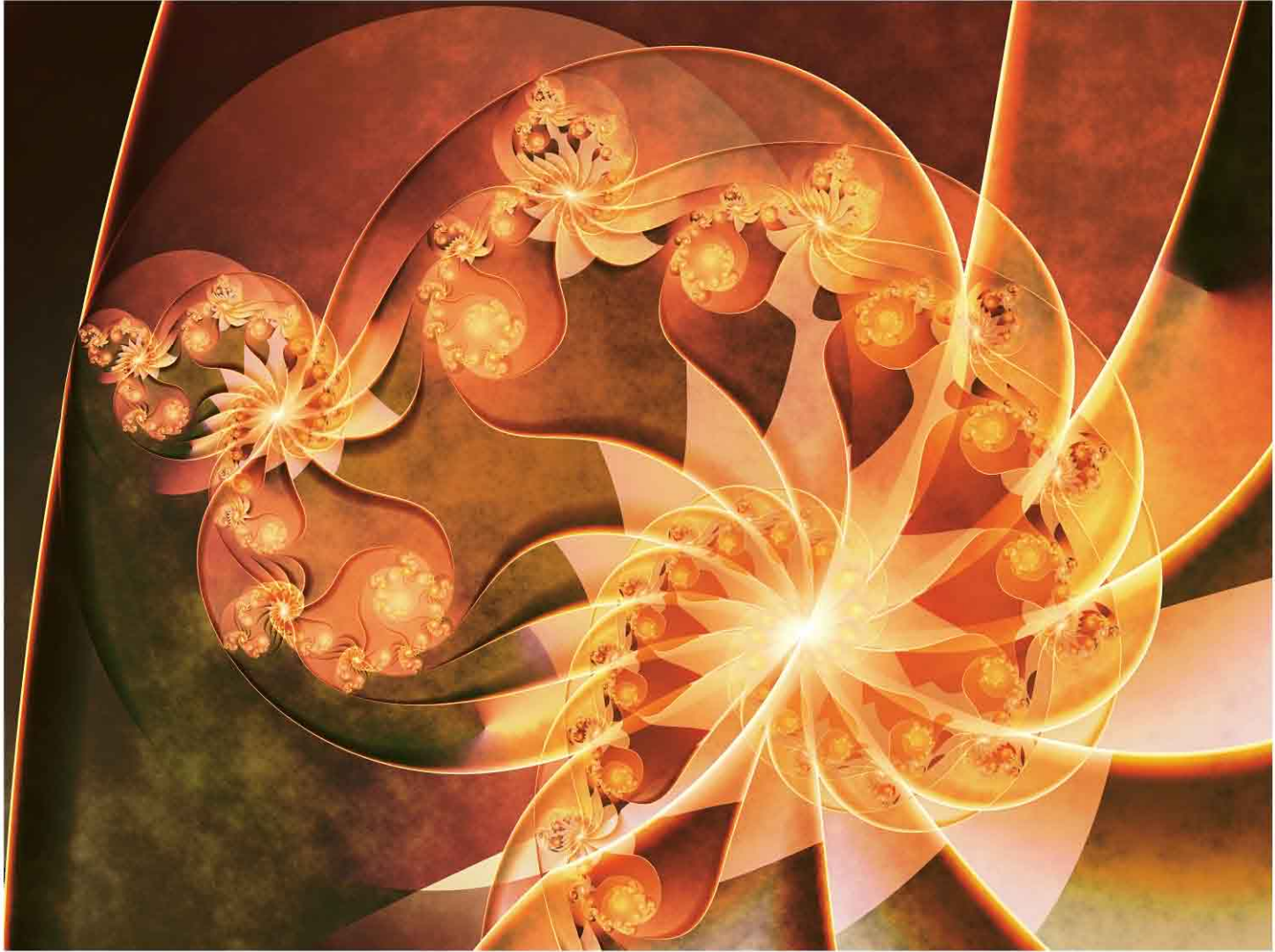
Carambola Starfruit

David Makin es un programador de ordenadores británico nacido en País de Gales, amante de la geometría fractal y la ciencia ficción. La mayoría de sus obras provienen de la investigación acerca del uso de los algoritmos de color. En este caso se emplearon tres algoritmos aplicados a un conjunto de Julia.

El primero de ellos denominado “*MMF3-Turning Points*” generó las formas estrelladas que caracterizan la imagen y le sugirieron el título de forma inmediata (la carambola es una fruta tropical cuyo corte transversal produce una estrella de cinco puntas), El segundo algoritmo “*MMF3-Orbital Waves*” se utilizó con la idea de complementar la primera capa con las hermosas líneas curvas que realzan el conjunto. En este punto se procedió a incluir un tercer algoritmo “*MMF3-Alternative fBm II*” para proporcionar una textura más orgánica. Finalmente, David Makin empleó un tiempo considerable en combinar las tres capas con los algoritmos descritos y las paletas de color que produjeron el resultado final.

David Makin is a British computer programmer born in North Wales, who loves fractal geometry and science fiction. The majority of his work comes from his investigations into the use of coloring algorithms. In this case he employed three algorithms applied to a Julia set.

The first of his algorithms, named “*MMF3-Turning Points*,” generated the starred forms that characterize the image and suggested the title of the shape immediately to him (the starfruit is a tropical fruit whose cross section produces a five-pointed star). With the second algorithm, “*MMF3-Orbital Waves*,” he used the idea of complementing the first layer with the handsome curved lines that accentuate the set. At this point he proceeded to include the third algorithm, “*MMF3-Alternative fBm II*,” which provides a more organic texture. Finally, David Makin took considerable time in combining the three layers with color palettes and the algorithms described that produced the final result.



KERRY MITCHELL

Cálido Brillo Warm Glow

Kerry Mitchell es un ingeniero aeronáutico nacido en Iowa (USA) que desde 1984 ha ocupado diversos puestos ligados a la NASA. Paralelamente es un artista computacional con grandes recursos técnicos, que utiliza para representar imágenes fractales y visualizar relaciones matemáticas. Un tópico que siempre acompaña la obra de Kerry Mitchell es mostrar la complejidad y belleza que fluye a través de reglas matemáticas extremadamente simples.

La idea metafórica de la complejidad de la naturaleza asociada a la sencillez de determinadas fórmulas matemáticas es una constante en su obra. Para esta imagen Kerry Mitchell ha aplicado a una magnificación del conjunto de Mandelbrot un algoritmo de color de su invención denominado “*Buddhabrot*”. El resultado es una imagen de carácter místico que recuerda a una representación, a diferentes escalas, de un Buda sentado.

Kerry Mitchell is an aeronautical engineer born in Iowa (USA) who since 1984 has occupied diverse positions related to NASA. At the same time he is a computational artist of great technical resources that he uses to represent fractal images and visualize mathematical relationships. A subject that always accompanies the work of Kerry Mitchell is to show the complexity and beauty that flows through extremely simple mathematical rules.

The metaphorical idea of the complexity of nature associated with the simplicity of deterministic mathematical formulas is a constant in his work. For this image Kerry Mitchell has applied to a zoom of the Mandelbrot set a coloring algorithm of his invention named “*Buddhabrot*”. The result is an image of mystical character that suggests a seated Buddha at different scales.



SAMUEL MONNIER

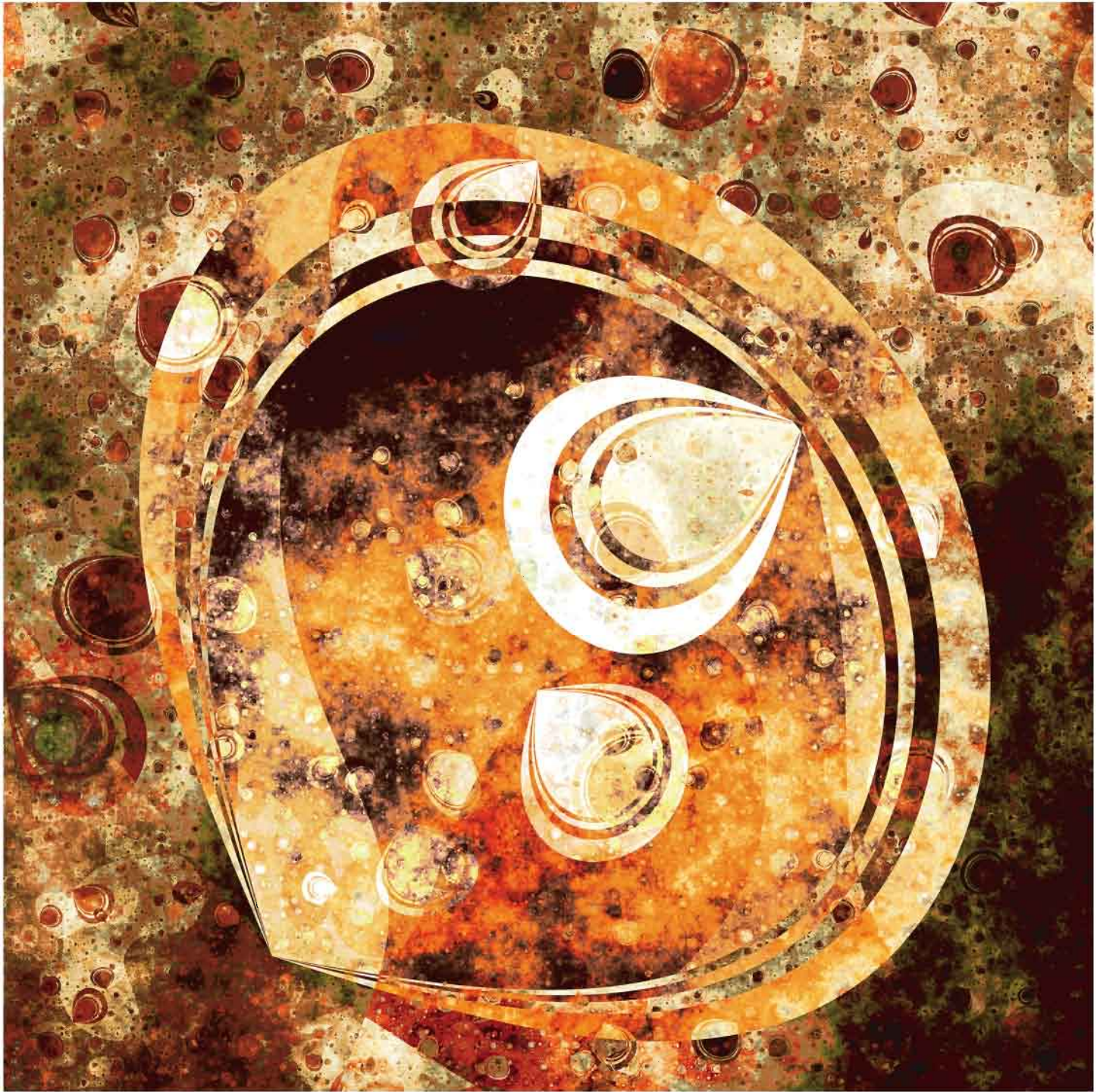
20040402

El título del cuadro no se trata de ningún acertijo matemático, sino simplemente el número de referencia con el que Samuel Monnier identifica sus cuadros. Este joven suizo, que prepara su doctorado en Física Teórica, no gusta de poner título a sus cuadros para evitar así interferir en las sensaciones que sus obras puedan proporcionar al espectador.

El concepto básico en el que se apoya esta imagen es comenzar con un diseño inicial más o menos periódico y superponer varias capas con este diseño a diferentes escalas. Este procedimiento genera una imagen que muestra estructuras con un amplio rango de escalas, aunque desde un punto de vista estricto no puede considerarse como un fractal.

The title of this picture does not involve any mathematical riddle, but is simply the reference number by which Samuel Monnier identifies his pictures. This young Swiss man, who is preparing for his Ph.D. in Theoretical Physics, does not like to put titles on his pictures as he feels it interferes with the sensations his work can produce in the viewer.

The basic concept on which this image rests is to begin with a more or less repetitive initial design and superimpose various layers with this design at different scales. This procedure generates an image that shows structures with a wide range of scales, although from a strict point of view one cannot consider it to be fractal.



TINA OLOYEDE

Eifiona

Tina Oloyede abandonó su profesión como doctora en medicina para convertirse de forma autodidacta en una artista fractal, actividad que la obsesiona y apasiona desde 1999. Reside en Inglaterra, donde compagina su actividad artística con el cuidado de su joven familia. Actualmente es una de las artistas fractales más versátiles y apreciadas por el público.

Para este cuadro empleó 13 fórmulas diferentes: 7 para construir la estructura básica de la imagen, 3 para añadir diferentes texturas y otras 3 para controlar el coloreado de la imagen. El nombre del cuadro, *Eifiona*, es el nombre Gales de una amiga de la artista, quien le encargó el cuadro con una sola condición: “*El Otoño*” y a cambio le otorgó libertad absoluta para confeccionar el diseño y acabado de la imagen. La capacidad de expresión artística de Tina Oloyede es indiscutible; resulta imposible observar este cuadro sin que una imagen otoñal se apodere en nuestra mente.

Tina Oloyede left her profession as a medical doctor to become a self-taught fractal artist, a passion and obsession since 1999. Residing in England, she balances her artistic activity with the care of her young family. She is actually one of the most versatile and publicly-appreciated fractal artists.

For this picture she used 13 different formulas: 7 for building the basic structure of the image, 3 for adding different textures, and another 3 for controlling the coloring of the image. The name of the picture, *Eifiona*, is the Welsh name of a friend of the artist, who ordered the image with one condition, that it be of “*The Autumn*” and in return granted absolute freedom to make the design and finish of the image. Tina Oloyede’s capacity for artistic expression is unquestionable; it is impossible to see this picture without an autumnal image appearing in our mind.



JANET PARKE

Asundriana

Janet Parke, nacida en Memphis (USA), ha pasado la mayor parte de su vida como bailarina de ballet, coreógrafa y profesora de danza. En 1999 comienza a exhibir y comerciar su arte fractal, caracterizado por una extraordinaria sensibilidad y una forma de emplear el color desconocida hasta entonces. Janet Parke sustituye los característicos colores chillones y brillantes de las primeras generaciones del arte fractal por tonos suaves, delicados y cargados de matices. Su estilo será imitado por toda una nueva generación de artistas fractales.

Asundriana está basada en una variante del conjunto de Julia ($z \rightarrow z^2 + c$) en el que se manipulan los parámetros c y z para producir distorsiones en la estructura espiral típica de este conjunto. El nombre de la imagen proviene de la palabra inglesa *asunder* (separar), ya que la estructura de la imagen parece plegarse y separarse entre sí.

Janet Parke, born in Memphis (USA), has passed the major part of her life as a ballet dancer, choreographer, and dance professor. In 1999 she began to exhibit and sell her fractal art, characterized by an extraordinary sensitivity and coloring style unknown until then. Janet Parke replaces the characteristic loud and bright colors of the first generations of fractal art with smooth, rich tones and delicate shades. Her style will be imitated by a new generation of fractal artists.

Asundriana is based on a variant of the Julia set ($z \rightarrow z^2 + c$) such that the parameters c and z are manipulated to produce distortions in the typical spiral structures of this set. The name of the image comes from the word *asunder*, since the structure of the image seems to fold into and separate from itself.



JOSEPH PRESLEY

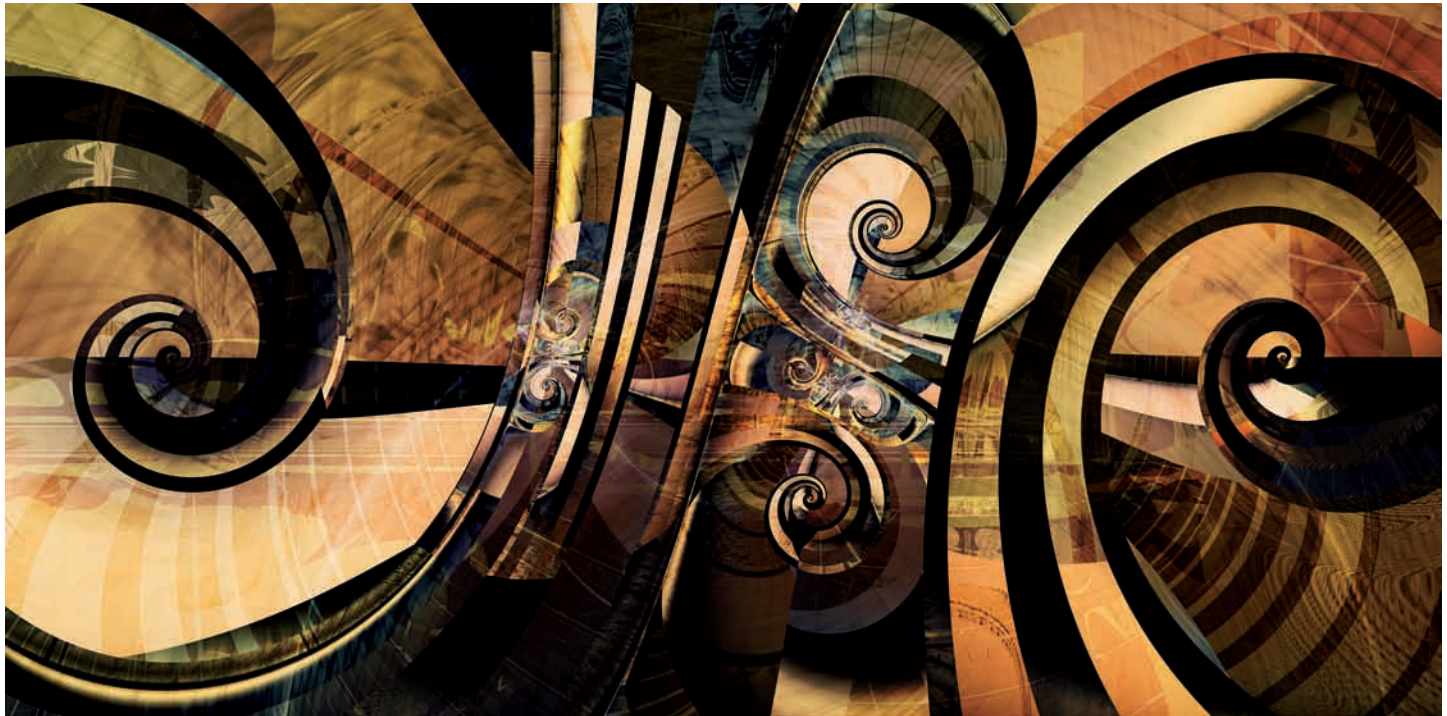
Tributo a Zemela Tribute to Zemela

Joseph Presley ha trabajado con formas artísticas tradicionales desde niño, pero descubrió su forma favorita de expresión en el arte fractal, el cuál le produce la sensación de estar pintando con la misma herramienta que hace a la naturaleza hermosa.

Esta imagen fue generada mediante una variante de la fórmula de Barnsley, "*IFS-Barnsley-JockIII*", escrita por Jock Cooper y coloreada básicamente con el algoritmo "*FbmPopcorntraps*", escrito por Mark Townsend. El nombre del cuadro, *Tributo a Zemela*, se refiere a una artista amiga del autor, Lisa Thallauer, para quien Joseph Presley diseñó la imagen inspirándose en un objeto imaginario de madera.

Joseph Presley has worked with traditional art forms since he was a child, but discovered his favorite form of expression in fractal art, which produces the sensation of painting with the same tools that make nature beautiful.

This image was generated by means of a variant of the Barnsley formula, "*IFS-Barnsley-JockIII*", written by Jock Cooper and colored basically with the algorithm "*fBm Popcorn Traps*", written by Mark Townsend. The name of the picture, *Tribute to Zemela*, refers to an artist friend of the author, Lisa Thallauer, for whom Joseph Presley designed the image, being inspired by an imaginary wooden object.



IÑIGO QUILEZ

Enmpperaltta

Iñigo Quilez es un ingeniero nacido en el País Vasco, España, que en la actualidad trabaja en Bélgica en el diseño de herramientas de realidad virtual. La palabra que titula el cuadro, *Enmpperaltta*, no tiene significado alguno, es simplemente una permutación de la palabra francesa “*L’Appartement*”. La razón es la obsesión que durante un tiempo mostró su autor por conseguir comprar el perfecto apartamento en Bruselas, objetivo finalmente conseguido y que celebró con esta imagen.

Enmpperaltta es en realidad un fotograma de una animación calculada mediante un software propio escrito en Lenguaje C a partir de una variante del conocido algoritmo de Pickover, una fórmula que genera formas semejantes a las producidas al combinar fluidos, por ejemplo líquidos teñidos con diferentes colores. Para generar la imagen, la fórmula se repitió tres veces con parámetros ligeramente alterados en procesos separados aplicados a los tres componentes básicos del color de la imagen: rojo, verde y azul, que combinados entre sí produjeron el resultado final.

Iñigo Quilez is an engineer born in the Basque Country, Spain, who actually works in Belgium designing virtual reality tools. The word that titles the picture, *Enmpperaltta*, signifies nothing; it is simple a permutation of the French word “*L’Appartement*.” The reason is the obsession shown by the author while trying to buy the perfect apartment in Brussels; that goal was finally achieved and he celebrated with this image.

Enmpperaltta is in fact a still frame from an animation calculated by means of proprietary software written in the C language from a variant of the well-known Pickover algorithm, a formula that generates shapes resembling those produced by mixing fluids, for example liquids of different colors. To generate the image, the formula was repeated three times with slightly altered parameters, each in a separate process, and applied to the three basic components of color in the image: red, green and blue, that are combined together to produce the final result.



NICHOLAS ROUGEUX

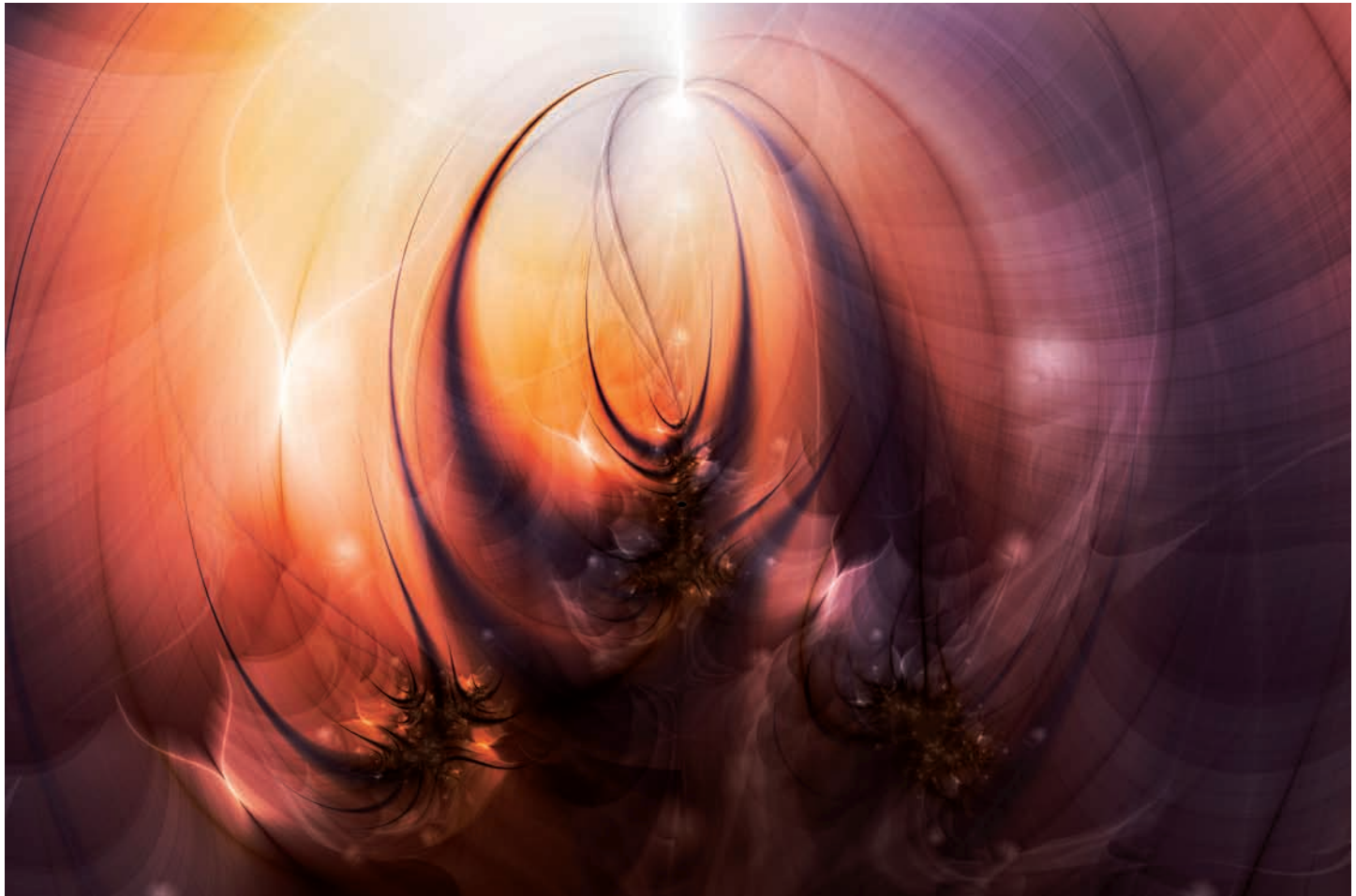
Santuario Sanctuary

Santuario consta de 19 capas, cada una de las cuales contiene variantes del algoritmo de trampas para órbitas. Las trampas son figuras geométricas que se disponen en el plano complejo para finalizar la iteración de un valor cuando su órbita cae dentro de ella, de ahí su nombre. La forma, dimensión y ubicación de las trampas permiten a Nicholas Rougeux controlar el aspecto de cada una de las capas, que luego combina entre sí como si fueran transparencias contra la luz.

Nicholas Rougeux, un desarrollador de webs norteamericano, refuerza en este cuadro la idea de un santuario al incluir las suaves curvas a los lados que crean una sensación de protección y a la vez de bienvenida. Los colores templados también ayudan a conseguir el objetivo de evocar un lugar confortable donde los espíritus se encuentran libres.

Sanctuary consists of 19 layers, each one of which contains variations of the orbit trap algorithm. The traps are geometric shapes placed in the complex plane that end iteration of a point when its orbit falls within the shape, hence the name. The shape, size, and location of the traps permit Nicholas Rougeux to control the appearance of each of the layers, which are then combined together as if they were transparencies held up to light.

Nicholas Rougeux, a North American web developer, reinforces in this picture the idea of a sanctuary by including smooth curves on the sides that simultaneously create sensations of protection and welcome. The mild colors also help to obtain the objective of evoking a comfortable place where spirits are free.



ETIENNE SAINT-AMANT

Potemkin

Potemkine

Etienne Saint-Amant es un científico canadiense apasionado por el Arte y las Matemáticas. Ha realizado varias exposiciones individuales y colectivas, ha presentado conferencias sobre arte y matemáticas y ha aparecido en numerosos programas de radio y televisión. Su trabajo puede verse en cubiertas de CD, portadas de libros, calendarios y páginas web.

Potemkin es una composición pseudo-abstracta que describe la intensa emoción vivida durante la rebelión del acorazado Potemkin en el puerto de Odessa, Ucrania, en 1905. Se intuye al navío envuelto en humo, la traza de los proyectiles, el fragor de la batalla... el escenario del terrible conflicto emocional de las tropas rusas suscitado por las órdenes de aplastar la rebelión y los sentimientos enfrentados de compasión hacia sus compatriotas. La imagen se creó para conmemorar, un siglo después, estos acontecimientos.

Etienne Saint-Amant is a Canadian scientist passionate for art and mathematics. He has had various exhibitions both individual and collective, he has presented conferences on art and mathematics and he has appeared in numerous programs on radio and television. His work can be seen on CD and book covers, calendars and web pages.

Potemkin is a pseudo-abstract composition that portrays the intense emotion lived during the rebellion of the battleship Potemkin in the port of Odessa, Ukraine, in 1905. It brings to mind the ship enveloped in smoke, the flying projectiles, the din of the battle... a scene of the terrible emotional conflict of the Russian troops brought about by the orders to quash the rebellion and those sentiments confronted by compassion towards their compatriots. The image was created to commemorate, a century later, these events.



RICHARD SPIX

El Orador Spellbinder

Esta imagen está formada nada menos que por 105 capas fractales compuestas por un gran número de diferentes algoritmos de color aplicados a un conjunto Phoenix. Es una tipo de imagen en la que la composición goza de gran importancia y en la que muchas de las fórmulas son empleadas para corregir o resaltar pequeños detalles, a veces prácticamente inapreciables.

El nombre de la imagen proviene de la idea de representar un artefacto antiguo, enigmático, ligado a leyendas y misterios ocultos. El autor de este complejo cuadro, Richard Spix, ha creado arte fractal desde 1996 en Florida (USA) donde trabaja como ingeniero técnico.

This image was formed with no less than 105 fractal layers composed of a large number of different coloring algorithms applied to a Phoenix set. It is the kind of image in which the composition enjoys much importance and in which many of the formulas are used to correct or emphasize small details, at times almost imperceptibly.

The name of the image comes from the idea of representing an ancient artifact, enigmatic, bound to legend and secret mysteries. The author of this complex picture, Richard Spix, has created fractal art since 1996 in Florida (USA) where he works as a technical engineer.



MARK TOWNSEND

Sin Título
Untitled

Mark Townsend es un completo artista fractal que combina una técnica refinada con una creatividad portentosa. Este versátil programador Australiano ha diseñado docenas de fórmulas para el programa *Ultra Fractal*, pero también debe parte de su fama a ser el autor del popular software *Apophysis*.

Mark Townsend es uno de autores que más ha contribuido al reconocimiento del arte fractal, aportando una obra innovadora a la vez que personal. Para esta imagen, pretendió crear formas que no parecieran estar hechas con un ordenador. Las líneas se incluyeron para destacar el carácter bidimensional de la imagen.

Mark Townsend is a complete fractal artist who combines a refined technique with a marvelous creativity. This versatile Australian programmer has designed dozens of formulas for the program *Ultra Fractal*, but also gets part of his fame as the author of the popular software *Apophysis*.

Mark Townsend is one of the authors who has contributed much to the recognition of fractal art, providing a work that is both innovative and at the same time personal. For this image, he tried to create shapes that did not appear to be made with a computer. The lines were included to emphasize the two-dimensional nature of the image.



JAROSLAW WIERNY

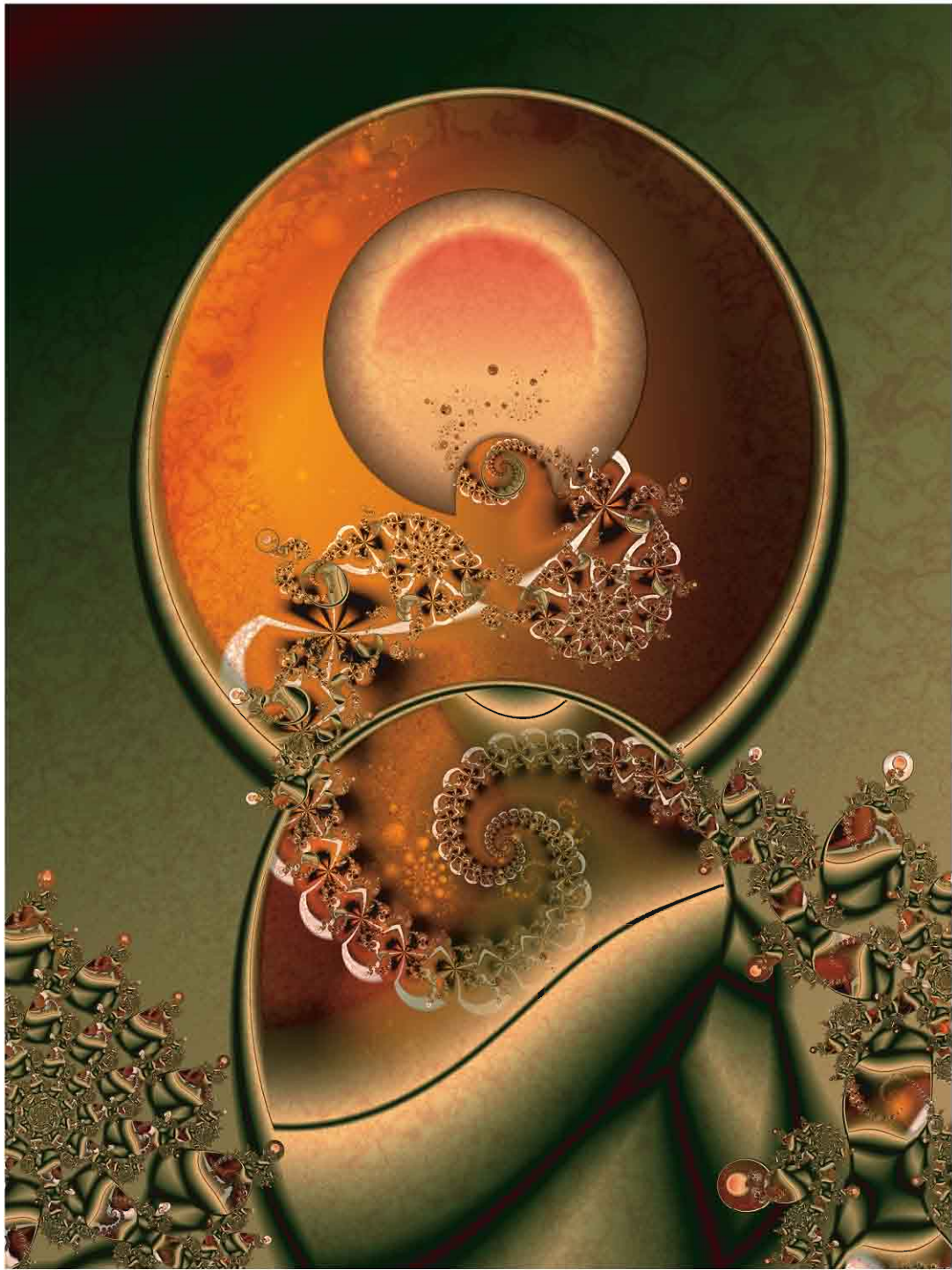
Xolis

Xolis es una palabra abstracta para un cuadro abstracto. Cada cual puede darle el significado que quiera, ya que su autor no pretende predisponer al observador. La imagen se generó con *Ultra Fractal* y consta de 10 capas conteniendo los dos conjuntos fractales más famosos: el conjunto de Julia y el conjunto de Mandelbrot a los que aplica seis algoritmos de color diferentes.

Jaroslaw Wierny es un diseñador gráfico polaco profundamente interesado en la filosofía budista, la cual relaciona con la estructura fractal del mundo.

Xolis is an abstract word for an abstract picture. Each person can give to it the significance they want, as the author does not pretend to predispose the viewer. The image was generated with *Ultra Fractal* and consists of 10 layers containing the two most famous fractal sets, the Julia set and the Mandelbrot set. Six different coloring algorithms are applied to these.

Jaroslaw Wierny is a Polish graphic designer profoundly interested in the Buddhist philosophy, which he relates to the fractal structure of the world.



JOE ZAZULAK

Dedos Sujetando Secretos Fingers Holding Secrets

Joe Zazulak se retiró a la edad de 55 años del Departamento de Asuntos de Veteranos de Guerra de los Estados Unidos para dedicarse desde entonces al arte fractal, al que es un verdadero adicto.

Este cuadro se llama *Dedos Sujetando Secretos*, y el nombre le vino a la mente mientras la imagen aparecía lentamente en la pantalla de su ordenador. A partir de entonces tan sólo trabajó en proporcionar la delicada y suave textura nacarada que caracteriza la imagen. Joe Zazulak nunca planea sus imágenes con antelación, ni intuye como quedarán tras el proceso creativo. Comienza sus trabajos con una estructura muy simple, sin apenas color, y añade variaciones a los parámetros de forma intuitiva hasta conseguir un resultado de su agrado.

Joe Zazulak retired at the age of 55 from the United States Department of Veterans Affairs in order to dedicate himself from then on to fractal art, to which he is a certified addict.

This picture is called *Fingers Holding Secrets*, and the name came to his mind while the image appeared slowly on his computer. From then he only worked in providing the delicate and smooth pearlescent texture that characterizes the image. Joe Zazulak never plans his images in advance, nor intuits what they will be after the creative process. He begins his works with a very simple structure, with hardly any color, and adds variations to the shape parameters intuitively until he obtains a pleasing result.



Jurado del Concurso Internacional de Arte Fractal ICM2006
Benoît Mandelbrot /
Selection panel members of the International Fractal Art Contest ICM2006
Benoît Mandelbrot

José Manuel Abad Liñán
(Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología-FECyT, Spain).
Linda Allison
(Artista fractal / fractal artist, USA).
Javier Barrallo Calonge
(Universidad del País Vasco – artista fractal / fractal artist, Spain).
Antonio Durán Guardado
(Universidad de Sevilla, Spain).
Sylvie Gallet
(Artista fractal / fractal artist, France).
Antonio Giraldo Carbajo
(Universidad Politécnica de Madrid, Spain).
Raúl Ibáñez Torres
(Universidad del País Vasco, Spain).
Damien Jones
(Artista fractal / fractal artist, USA).
Klaus-Peter Kubik
(Artista fractal / fractal artist, Germany).
Manuel de León Rodríguez
(Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC, Spain).
Kerry Mitchell
(Artista fractal / fractal artist, USA).
Samuel Monnier
(Artista fractal / fractal artist, Switzerland).
Janet Parke
(Artista fractal / fractal artist, USA).
Antonio Pérez Sanz
(IES Salvador Dalí-Madrid, Spain).
Etienne Saint-Amant
(Artista fractal / fractal artist, Canada).
María Asunción Sastre Rosa
(Universidad Politécnica de Madrid, Spain).
Frederik Slijkerman
(Autor de Ultra Fractal / author of Ultra Fractal, Holland).
Mark Townsend
(Artista fractal, autor de Apophysis / fractal artist, author of Apophysis, Australia).

Ficha técnica / List of credits

Presidente del Comité Ejecutivo del ICM2006 / President of the Executive Committee:

Manuel de León Rodríguez (CSIC-Madrid).

Presidente del sub-Comité de Actividades Culturales / President of the sub-Committee of Cultural Activities:

Antonio Durán Guardado (Universidad de Sevilla).

Comité Organizador de la Exposición / Organizing Comité of the Exhibition:

Alberto Bagazgoitia González (Berritzegune Vitoria), Javier Barrallo Calonge (Universidad del País Vasco), Raúl Ibáñez Torres (Universidad del País Vasco), Damien Jones (artista fractal-fractal artist), Ana María Mancho Sánchez (CSIC-Madrid), Antonio Pérez Sanz (IES Salvador Dalí-Madrid).

Comisarios de la exposición / Commissioners for the exhibition (Palacio Municipal de Congresos, Madrid, del 22 de agosto al 30 de agosto de 2006):
Raúl Ibáñez Torres, Antonio Pérez Sanz.

Diseño del cartel de la exposición / Design of the poster of the exhibition:
Ana María Carro Rodríguez (Bilbao).

Textos del catálogo / Texts of the catalogue:

Javier Barrallo y Damien Jones.

AYUNTAMIENTO DE MADRID

Alberto Ruiz-Gallardón
ALCALDE DE MADRID
Alicia Moreno
CONCEJALA DE GOBIERNO DEL ÁREA DE LAS ARTES
Carlos Baztán
COORDINADOR GENERAL DEL ÁREA DE LAS ARTES
Juan José Echeverría
DIRECTOR GENERAL DE PATRIMONIO CULTURAL
Juan Carrete
DIRECTOR DEL CENTRO CULTURAL CONDE DUQUE

CENTRO CULTURAL CONDE DUQUE

Exposición / Exhibition

Comisarios / Commissioners

Raúl Ibáñez (UPV, Bilbao)
Antonio Pérez (IES S. Dalí, Madrid)

Coordinación / Coordination

Alicia Navarro
María Josefa Pastor

Proyecto de montaje y catálogo / Project of setting up and catalogue

Manuel Martínez Muñiz

Encargado de montajes del C.C.C.D. / Person in charge of setting up of the CCCD

Fernando Arias

Administración / Administration

Fernando Rodríguez Olivares

M^a Ángeles Fernández

Juan Burruezo

Carmen Fuentes

M^a Luisa de la Paz

Coordinación de gestión / Coordination of management

Paula Criado Poblete

Prensa / Press

Javier Monzón

Isabel Cisneros

Jon Mateo

Catálogo / Catalogue

Impresión / Printing

Gráficas Almudena

© de la edición 2006: ICM2006 y

Centro Cultural Conde Duque, Área de Las Artes

Ayuntamiento de Madrid

condeduque@munimadrid.es

© de los textos: sus autores © de las fotografías: sus propietarios

ISBN: 84-96102-25-4

D.L.: