









el**anillo**deschödinger

o**anel**deschödinger  the**ring**ofschödinger

**PATROCINIO EN DIFUSIÓN Y EXPOSICIONES / EXHIBITIONS SPONSORED BY / PATROCÍNIO**

INSTITUCIONES / INSTITUTIONS / INSTITUCÕES

Universidade de Évora  
Universidad de Extremadura (UEx)  
Gabinete de Iniciativas Transfronterizas (Junta de Extremadura)  
Diputación de Badajoz  
Colegio Oficial de Arquitectos de Extremadura  
Ayuntamiento de Don Benito

EMPRESAS / COMPANIES / EMPRESAS

Galería Rina Bouwen  
Indugrafic, SL  
Kobra sonido profesional  
Del Oeste Producciones, SL  
La Vinatería

DISEÑO, DIRECCIÓN Y REALIZACIÓN / DESIGN, DIRECTION & PRODUCTION / DESENHO,  
DIRECÇÃO E REALIZAÇÃO  
**alfonso doncel**

FOTOGRAFÍA E IMAGEN / PHOTOGRAPHY AND IMAGING / FOTOGRAFIA E IMAGEM  
**pedro casero**

ANIMACIÓN 3D, VÍDEO, INFOGRAFÍA Y DISEÑO / 3D ANIMATION, VIDEO, INFOGRAPHY AND  
DESING / ANIMAÇÃO 3D, VIDEO, INFOGRAFIA E DESENHO  
**luis fano**

GUIÓN, DOCUMENTACIÓN Y FACSIMILES / SCRIPT, DOCUMENTATION AND FAXIMILES / GUIÃO,  
DOCUMENTAÇÃO E FAC-SÍMILES  
**laura morala**

MÚSICA / MUSIC / MÚSICA  
**arni giraldo**

**COLABORAN / COLLABORATORS / COLABORAM**

ACOTADO, PROYECTOS, DISEÑO GRÁFICO, CAD / PROJECTS, GRAPHIC DESIGN, CAD / ACOTACIÓN, PROJECTOS,  
DESENHO GRÁFICO, CAD  
**miguel ángel sánchez javier**  
**josé manuel fuente campo**

FILMACIÓN / FILMING / FILMAGEM  
**daniel almoril román**

**CATÁLOGO / CATALOGUE / CATÁLOGO**

TEXTOS / TEXTS / TEXTOS

**javier cano**  
**alfonso doncel**  
**laura morala**

FOTOGRAFÍAS E INFOGRAFÍAS / PHOTOGRAPHY AND INFOGRAPHY / FOTOGRAFIAS E INFOGRAFIAS

**pedro casero**  
**luis fano**

TRADUCCIÓN / TRANSLATION / TRADUÇÃO

**mar doncel**  
**eduardo fonseca dos santos**  
**isabel morala**

DISEÑO GRÁFICO / GRAPHIC DESIGN / DESENHO GRÁFICO

**luis fano**

IMPRESIÓN / PRINTER / IMPRESÃO

**indugrafic, s.l.**

I.S.B.N.

**978-84-611-6956-6**

DER. LEGAL

**BA-291-2007**

## índice

realidade, causa e casualidade	8
a máquina celibatária alfonso doncel	14
entre Diofanto e o espaço fibrado: otto schödinger, um elo perdido javier cano	28
o anel de otto schödinger laura morala	44
obra exposta	70
autores / curricula / referências	108
epílogo	112
the ring of schödinger texts in english	118

## índice

realidad, causa y casualidad	
la máquina célibe alfonso doncel	
entre diofantus y el espacio fibrado: otto schödinger, un eslabón perdido javier cano	
el anillo de otto schödinger laura morala	
obra expuesta	
autores / curricula / referencias	
epílogo	
the ring of schödinger textos en inglés	

introducción

# realidad, causa y casualidad



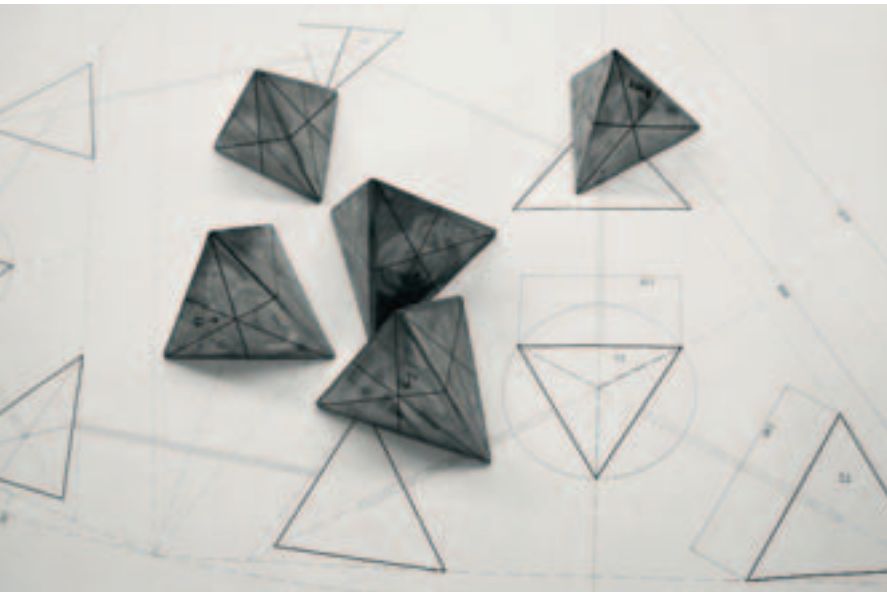
introdução

# realidade, causa e casualidade



**O ANEL DE SCHÖDINGER CONTA DUAS HISTÓRIAS MUITO DISTINTAS,**

mas relacionadas: uma é causa - ou talvez consequência - da outra. Têm em comum a equipa de autores, e ambas são necessárias para conduzir o espectador até à mensagem pretendida: uma reflexão simultânea sobre a verdade na ciência, sobre o nosso confuso navegar entre a realidade, a verdade suspeita e a ficção; sobre o construtivismo e a arte matemática e, por último, acerca da paixão do homem pela máquina, o artifício e a arqueociência; tudo isto afrontando a realização artística desde a sua íntima essência: a busca da utopia, a máxima aspiração da *Razão*.

**EL ANILLO DE SCHÖDINGER CUENTA DOS HISTORIAS BIEN**

distintas, pero relacionadas: una es causa –o quizás consecuencia– de la otra. Tienen en común al equipo de autores y ambas son necesarias para conducir al espectador al mensaje pretendido: una reflexión simultánea sobre la verdad en la ciencia, sobre nuestro confuso navegar entre la realidad, la verdad sospechosa y la ficción; sobre el constructivismo y el arte matemático y por último, acerca de la pasión del hombre por la máquina, el artificio y la arqueociencia; todo ello afrontando la realización artística desde su íntima esencia: la búsqueda de la utopía, la máxima aspiración de *La Razón*.

Por una parte, se relata y desarrolla el resultado de una afortunada casualidad, lo que en términos científicos se denomina una *serendipia*. En abril de 1992, una estudiante de Ciencias Físicas encuentra varios manuscritos dentro de un viejo libro cuyo destino era la destrucción y el olvido. En 1998 –en el transcurso de una mudanza– retoma el material encontrado y esta vez, el estudio concienzudo del mismo conduce a la investigadora, como si de un juego de pistas ocultas se tratara, a la reconstrucción de la biografía del autor, un científico alemán nacido en Dresde llamado *Otto Schödinger*. Hijo del

orfebre que restauró la impresionante luminaria de la Iglesia de San Nicolás de Praga, dedicó varios años de su vida al diseño de un complejo dispositivo – *una máquina infernal* – de una forma sorprendentemente similar a esa lámpara que, de haber funcionado, hubiera supuesto un drástico cambio a la concepción de la materia que tiene la ciencia actual.

Casi simultáneamente, un equipo multidisciplinar de creativos aborda el estudio, diseño y construcción de una *máquina célibe*,



Por um lado, relata-se e desenvolve-se o resultado de uma feliz casualidade, o que em termos científicos se denomina uma *serendipia*. Em Abril de 1992, uma estudante de Ciências Físicas encontra vários manuscritos dentro de um velho livro cujo destino era a destruição e o esquecimento. Em 1998 – no decorrer de uma mudança– retoma o material encontrado e desta vez, o estudo atento do mesmo conduz a investigadora, como se se tratasse de um jogo de pistas ocultas, à reconstrução da biografia do autor, um cientista alemão nascido em Dresde chamado *Otto Schödinger*. Filho do ourives que restaurou o impressionante lustre da Igreja de São Nicolau de Praga, dedicou vários anos da sua vida à concepção de um complexo dispositivo – *uma máquina infernal* – de uma forma surpreendentemente semelhante a esse lustre que, se tivesse funcionado, teria provocado uma drástica transformação na concepção da matéria que caracteriza a ciência actual.

Quase ao mesmo tempo, uma equipa multidisciplinar de criadores aborda o estudo, concepção e construção de uma *máquina celibatária*, uma absurda e complicada geringonça na qual uma figura, o tetraedro, deve interagir de forma harmónica para se converter em *obra de arte*. Um objeto escultórico

**Pedro Casero, fotografía (izquierda); Arni Giraldo, música (superior) y profesor Schödinger (derecha).**



em forma de anel toróide casualmente coincidente com a máquina que obsecava *Otto Schödinger*, mas que quando sai das mãos dos autores não serve, rigorosamente, para nada.

Com estes dois pretextos, a equipa dirigida pelo pintor e escultor **alfonso doncel**, com **pedro casero** (fotografia), **laura morala** (guião e fac-símiles), **luis fano** (imagem 3D e infografia), **arni giraldo** (música) e com a colaboração dos engenheiros **miguel sánchez e mané fuentes** e a filmagem de **daniel almoril**, reconstrói, a modo de experiência arqueocientífica, o anel que obsecava Otto Schödinger, uma máquina inútil, complexa e espectacular, bela em si mesma, mas em suma, um artifício cujo motor não é senão... a reflexão. ■

un absurdo y complicado armatoste en el que una figura, el tetraedro, debe interactuar de forma armónica para convertirse en *obra de arte*. Un objeto escultórico en forma de anillo toroide coincidente, casualmente, con la máquina que obsesionaba a *Otto Schödinger*, pero que cuando sale de las manos de los autores no sirve, sencillamente, para nada.

Con estas dos excusas, el equipo dirigido por el pintor y escultor **alfonso doncel**, con **pedro casero** (fotografía), **laura morala** (guión y facsímiles), **luis fano** (imagen 3D e infografía), **arni giraldo** (música) y con la colaboración de los ingenieros **miguel sánchez y mané fuentes** y la filmación de **daniel almoril**, reconstruye, a modo de experiencia arqueocientífica, el anillo que obsesionaba a Otto Schödinger, una máquina inútil, compleja y espectacular, bella en si misma, pero en suma, un artifício cuyo motor no es otro que... la reflexión. ■



Luis Fano, vídeo, infografía y 3D (superior) y Alfonso Doncel, escultura, junto a Laura Morala, guión y documentación (derecha).





---

alfonso doncel

# a máquina celibatária



alfonso doncel

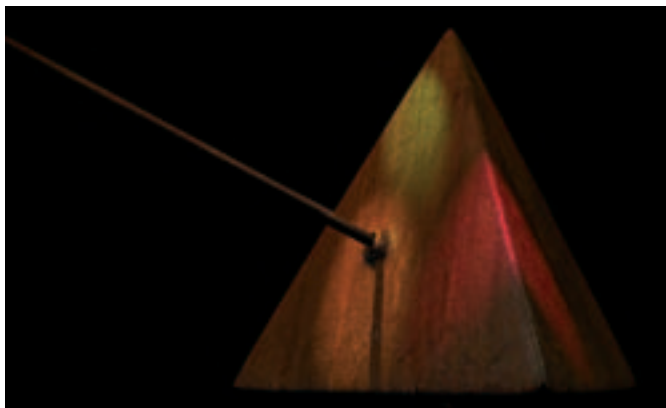
# la máquina célibe

---

**DIZ UMBERTO ECO QUE FOI DUCHAMP QUEM CUNHOU ESTE** termo,

isto é, máquinas belas porque carecem de função, ou que têm funções absurdas; máquinas de desperdício, inúteis, simples arquitetura, em suma. O anel de Schödinger é uma delas, embora se esconda na aparência de uma máquina diabólica, como a descrita por Kafka em *A colónia penal*, com que o próprio verdugo, fascinado, se imolou para maior glória da sua criação. Otto nem sequer teve oportunidade de o fazer – tempos difíceis, os dele –, mas se tivesse levado o seu projecto até ao fim, é possível que não sobrevivesse ao êxito, pois é evidente que a sua máquina não era inofensiva.

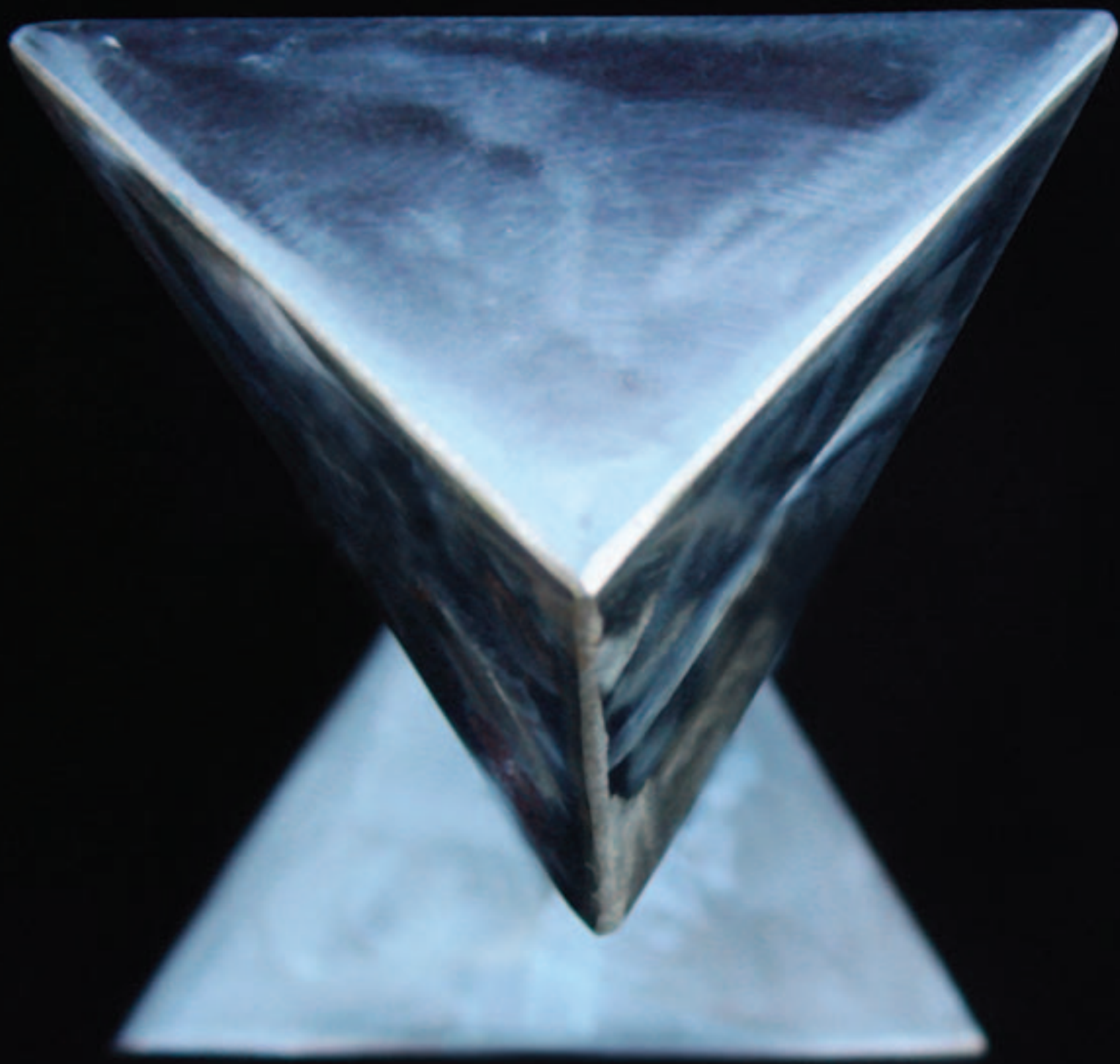
Para abordar este projecto misturámos – em doses proporcionais – uma física do espaço que queria ser astronauta, dois incrédulos mas tenazes engenheiros capazes de dar forma espacial a um conceito impossível, um fotógrafo alquimista que inventa imagens explorando a realidade, um jogador de sons e um sintetizador de espaços inexistentes com um escultor metafísico. Depois de vigorosamente agitados, obtém-se um movimento residual em que flutua, como por magia, o que concordámos em denominar *o anel de Schödinger*.



**DICE UMBERTO ECO QUE FUE DUCHAMP QUIEN ACUÑÓ**

este término, esto es, máquinas bellas porque carecen de función, o que tienen funciones absurdas; máquinas de derroche, inútiles, simple arquitectura, en suma. El anillo de Schödinger es una de ellas aunque se esconda bajo la apariencia de una máquina diabólica, como la descrita por Kafka en *La colonia penitenciaria*, con la que el propio verdugo, fascinado, se inmoló a mayor gloria de su creación. Otto ni siquiera tuvo la oportunidad de hacerlo – qué tiempos difíciles le tocaron – pero de haber llevado su proyecto hasta el final, es posible que no sobreviviera al éxito, pues evidentemente su máquina no era inofensiva.

Para abordar este proyecto metimos en una coctelera – a dosis justas – una física del espacio que quería ser astronauta, dos incrédulos pero tenaces ingenieros capaces de dar forma espacial a un concepto imposible, un fotógrafo alquimista que inventa imágenes explorando la realidad, un jugador de sonidos y un sintetizador de espacios inexistentes con un escultor metafísico. Tras agitar vigorosamente queda un movimiento residual en el que sobrenada, por arte de magia, lo que hemos quedado en denominar *el anillo de Schödinger*.





A gestação desta obra inicia-se com uma descida ao absurdo. Como dar sentido a algo que não o tem. Tentar fazer uma pirueta com os pés e as mãos atados. Fazer assemelhar-se uma geometria curva e dinâmica a um monte de rectas e vértices, pretendendo – ainda por cima - justificar o sentido da existência da diabólica criação com o abrigo da ciência. Um paradoxo...mas afinal o que é que está certo?

É atractivo mergulhar plácida e voluntariamente nestes conceitos; converter esta obra numa concepção coral não foi mais difícil do que escolher os melhores companheiros, que de bom grado aceitaram participar apesar do volume de trabalho que abraçariam. De súbito, depois de navegarmos perdidos nesse absurdo passamos a disfrutar de uma actividade intelectualmente agradável, que é a de falar, pensar, desenhar, construir, criar em suma, pelo simples facto de o querermos fazer.

Recordo alguns factos que podem ter-me levado a trabalhar estes conceitos. O primeiro foi a minha visita à exposição do fotógrafo - também editor, crítico e investigador – Joan Fontcuberta e de Pere Formiguera, intitulada *Fauna*, no Museu de Arte Contemporânea de Sevilha, por volta do ano de 1989: uma colecção de animais impossíveis descoberta por um suposto investigador - já desaparecido, é claro – apresentada num impecável quadro científico. Por essa altura passava duas manhãs por semana com um grupo de doutoranda que, pela mão de María Lobato, a directora do Museu, ali realizavam as suas investigações. Quase todas o faziam sobre arte

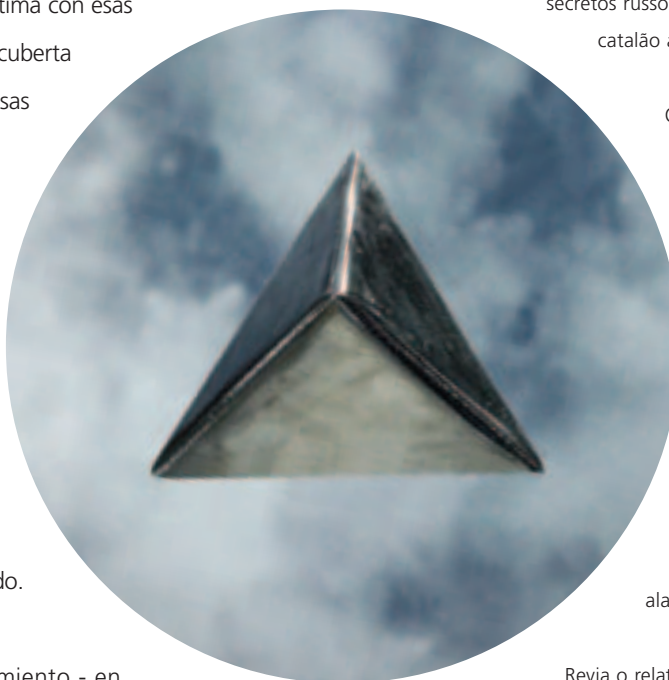
La gestación de esta obra se inicia con un descenso al absurdo. Como dar sentido a algo que no lo tiene. Intentar hacer una pirueta atado de pies y manos. Aparentar una geometría curva y dinámica de un montón de rectas y vértices, pretendiendo – además - justificar el sentido de la existencia de la diabólica creación bajo el cobijo de la ciencia. Una paradoja... ¿pero que es cierto y que no?

Es atractivo sumergirse plácida y voluntariamente en estos conceptos; convertir esta obra en una concepción coral no fue más difícil que elegir a los mejores compañeros, que aceptaron gustosos a pesar de la carga de trabajo que se les venía encima. De súbito, de navegar perdidos en ese absurdo pasamos a disfrutar de una actividad intelectualmente agradable, cual es hablar, pensar, dibujar, construir, crear –en suma– por el simple hecho de que nos da la gana.

Recuerdo algunos hechos que pueden haberme llevado a trabajar en estos conceptos. El primero fue mi visita a la exposición del fotógrafo - también editor, crítico e investigador – Joan Fontcuberta y de Pere Formiguera, titulada *Fauna*, en el Museo de Arte Contemporáneo de Sevilla, allá por el año 1989: una colección de animales imposibles descubierta por un supuesto investigador –ya desaparecido, evidentemente– servida en impecable envoltorio científico. Por esa época pasaba un par de mañanas a la semana con un grupo de tesinandas que, de la

mano de María Lobato, la directora del Museo, realizaban allí sus investigaciones. Casi todas lo hacían sobre arte contemporáneo español, especialmente de la posguerra, de suerte que la labor de Fontcuberta y Formiguera nos parecía, en ese entorno, algo más allá de la vanguardia. Lo que más me llamó la atención fue contemplar la instalación propia de un museo decimonónico de *Ciencias Naturales* en un museo de arte contemporáneo.

No era la primera ni la última con esas intenciones: en el año 1982, Fontcuberta expuso bajo esas mismas premisas su colección *Herbarium* y poco después, en 1997, su trabajo sobre el piloto-cosmonauta *Ivan Istochnikov*, en el que sacaba a la luz la increíble historia de un astronauta –oculta por los servicios secretos rusos– pero mira por donde, un fotógrafo catalán va y lo descubre todo.



El segundo hecho fue el seguimiento - en tiempo real - de la apasionante expedición *Pathfinder* al planeta rojo, en el año 1997: el JPS (*Laboratorio de Propulsión a Chorro*) de la Nasa envía una nave no tripulada a Marte, que esconde un pequeño todoterreno que suelta en su superficie: éste envía a la Tierra, durante 67 días, imágenes insólitas de la superficie marciana, bajo un sol anaranjado.

contemporânea espanhola, especialmente do pós-guerra, de modo que o trabalho de Fontcuberta e Formiguera nos parecia, nesse contexto, ir um pouco além da vanguarda. O que mais me chamou a atenção foi contemplar a instalação própria de um museu oitocentista de *Ciências Naturais* num museu de arte contemporânea. Não era a primeira nem a última com estas intenções: no ano de 1982, Fontcuberta expôs nesses mesmos termos a sua coleção *Herbarium* e pouco depois, em 1997, o seu trabalho sobre o piloto-cosmonauta *Ivan Istochnikov*, nos quais trazia à luz a incrível história de um astronauta ocultada pelos serviços secretos russos, mas na qual, de súbito, um fotógrafo catalão aparece e descobre todo.

O segundo facto foi o acompanhamento - em tempo real - da apaixonante expedição *Pathfinder* ao planeta vermelho, no ano de 1997: o JPS (*Laboratorio de Propulsão a Jacto*) da Nasa envia uma nave não tripulada a Marte, que esconde um pequeno todo-o-terreno que solta na sua superfície: este envia à Terra, durante 67 dias, imagens insólitas da superfície marciana, sob um sol alaranjado.

Revia o relato pormenorizado da expedição quando conheci a intrigante e oculta participação do cineasta *Roman Polanski* na primeira expedição da Nasa com fins de alunagem, em plena carreira espacial que confrontava russos e americanos, e simultaneamente, o livro de RM Roberts *Accidental Discoveries in Science*. Um monte de situações sem relação aparente que me faziam com que me perguntasse: todas estas histórias - tão apaixonantes e vistosas - serão verdade ou são o resultado de criadores que, como Fontcuberta, pretendem distrair-nos ou levar-nos para um terreno de que só se escapa se reflectirmos?

Muitas das descobertas que hoje nos tornam a vida mais cómoda ou que trouxeram luz à História do Homem aconteceram por acaso. Embora a *serendipia* – a descoberta casual – seja uma figura a que muitos investigadores aludem para cobrir os seus achados com um manto romântico e humano, é certo que sem alguns encontros casuais não disfrutaríamos de certos conhecimentos. Alguns exemplos: em 1907, um camponês lavrava as terras sobre Herculano e extraiu fragmentos de mármore esculpidos que permitiram desenterrar *Pompeia*. Outros foram os trabalhadores que descobriram, em 1974, o *mausoléu de Qin Shihuangdi*, com milhares de figuras de terracota. A *criança de Taung* (em 1924), o *homem de Neanderthal* (1857) e o *disco azteca* que levou à descoberta do templo de *Huitzilopochli* (1978) foram achados por operários que escavavam a terra.

Noutros casos – a que poderíamos chamar *pseudo serendipias* –, a casualidade põe fim ao processo de busca que conduz o investigador ao seu achado, como no caso de *Charles Goodyear*, que depois de mil e uma provas descobriu o proceso de vulcanização quando, por acidente, deixou um pedaço de borracha misturada com enxofre sobre um aquecedor quente. Poucos sabem que o *Dr. Fleming*, antes de descobrir a penicilina, tinha descoberto previamente a *ptialina*, um antibiótico presente na saliva humana - hoje é considerada uma enzima –, facto que sem dúvida terá despertado os seus sentidos para chegar a tão importante descoberta.

Pois bem, foi com este tipo de ideias que nos pusemos a trabalhar. Por um lado, entendemos que não há razão para que a realidade tenha de coincidir com a representação que dela se faz e que muitas vezes o importante é a interpretação, pois por vezes não queremos ver além do que procuramos à partida: como humanos, temos a tendência de nos reafirmarmos na nossa



Repasaba el relato pormenorizado de la expedición cuando conocí la intrigante y oculta participación del cineasta *Roman Polanski* en la primera expedición de la Nasa con fines de alunizaje, en plena carrera espacial que enfrentaba a rusos y americanos, y simultáneamente, el libro de RM Roberts *Serendipia: descubrimientos accidentales en la ciencia*. Un montón de situaciones sin aparente conexión que hacían preguntarme: ¿todas estas historias - tan apasionantes y vistosas - serán verdad o son el resultado de creativos que, como Fontcuberta, pretenden distraernos o llevarnos a un terreno del que sólo se escapa si reflexionamos?

Muchos de los descubrimientos que hoy nos hacen la vida más cómoda o que han aportado luz a la historia del hombre han sido casuales.

Aunque la *serendipia* – el descubrimiento casual – es una figura que muchos investigadores aducen para cubrir sus hallazgos con un halo romántico y humano, es cierto que sin algunos encuentros casuales no disfrutaríamos de ciertos conocimientos. Algunos ejemplos: en 1907, un campesino labraba las tierras sobre Herculano, y extrajo fragmentos de mármol esculpidos que nos llevaron hasta desenterrar *Pompeya*. Otros obreros fueron los que

descubrieron, en 1974, el *mausoleo de Qin Shihuangdi*, con miles de figuras de terracota. El *niño de Taung* (en 1924), el *hombre de Neanderthal* (1857) y el *disco azteca* que llevó al descubrimiento del templo de *Huitzilopochli* (1978) fueron hallados por operarios que excavaban la tierra.

En otros casos – a estos les podríamos denominar *pseudo serendipias* – la casualidad pone fin al camino de búsqueda que conduce al investigador a su hallazgo, como en el caso de *Charles Goodyear*, que tras mil y una pruebas descubrió el proceso de vulcanización, cuando por accidente dejó un trozo de caucho mezclado con azufre sobre una estufa caliente. Pocos saben que el *Dr. Fleming*, antes de descubrir la penicilina, había hallado previamente la *ptialina*, un antibiótico presente en la saliva humana - hoy se le considera un enzima – hecho que sin duda afinó sus sentidos para culminar tan importante descubrimiento.

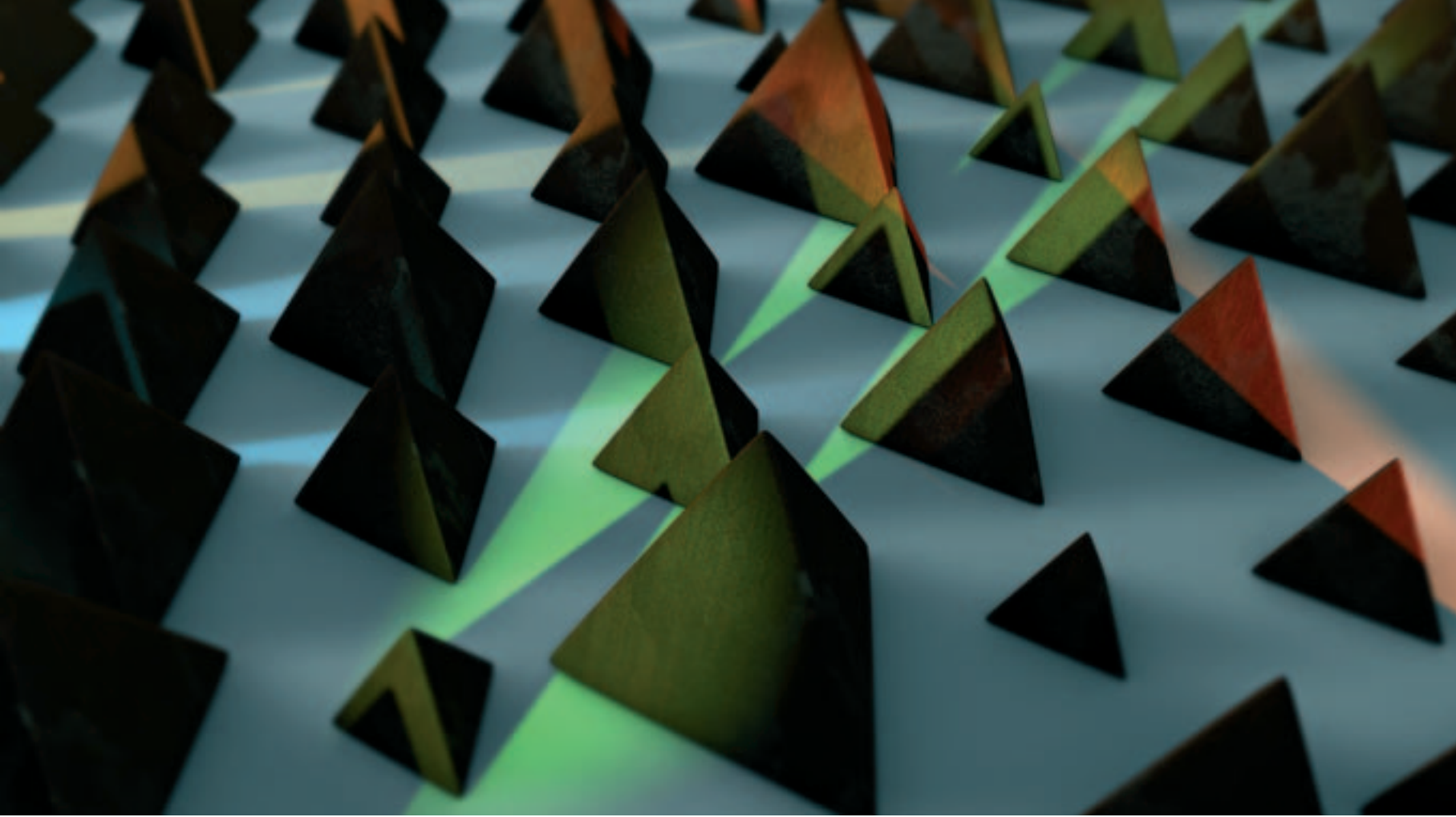
Pues bien, con este equipaje de ideas nos pusimos a trabajar. Por una parte, entendimos que la realidad no tiene porqué coincidir con la representación que se hace de ella y que muchas veces lo importante es la interpretación, pues en ocasiones no queremos ver más allá de lo que previamente buscamos: los humanos tenemos tendencia a reafirmarnos en la visión subjetiva del mundo que nos rodea. Un artículo científico como autenticación de la realidad. A partir de una idea se genera un ícono objetual – ¡que contemporáneo! – que se pueda manipular; se organiza la realidad circundante y se genera un contexto que el espectador pueda interpretar.

visão subjetiva do mundo que nos rodeia. Um artigo científico como autenticação da realidade. A partir de uma ideia cria-se um ícone objectual – que contemporâneo! – que se possa manipular; organiza-se a realidade circundante e gera-se um contexto que o espectador possa interpretar. Então, o importante não é a imagem ou a história que a rodeia, mas o modo como se posiciona e se o contexto criado determina o seu sentido. Só o prévio pode ser irreal; o *anel de Schödingen* é autêntico: é fabricado fisicamente.

Uma expedição a Marte que envia uma nave em forma de tetraedro para soltar uma engenhoca que deslumbra meia humanidade; uma fauna impossível que, apresentada em contexto científico, parece pertencer à realidade; a casualidade como detonadora de achados ocultos e a lucubração como forma de comunicação. Estas serão as ferramentas de trabalho; agora temos de fabricar o ícone.

Para isso, partimos da base de uma concepção inútil do objecto artístico, incluindo do mais íntimo dos conceitos plásticos: se faz pouco sentido plagiar a natureza, ainda faz menos plagiar que lhe é alheio, embora haja quem pense que tudo o que emana do homem – a máquina - pertence à natureza, e portanto é sequencial à sua existência. Exploremos pois a beleza do artifício, das máquinas, algo que sempre fascinou o homem.

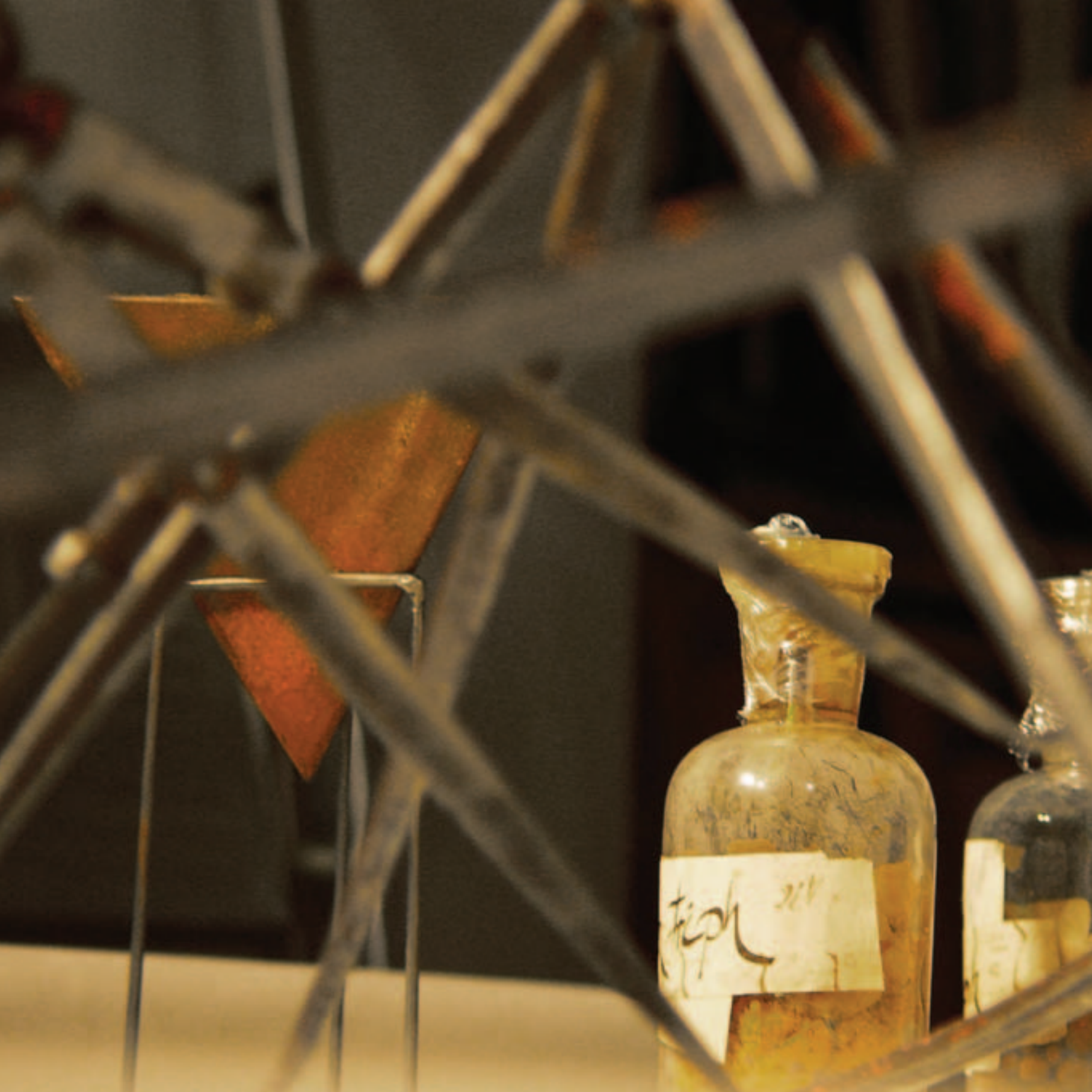
Pretendemos realizar essa busca desde o início: partindo da *primeira figura*. De facto, a escolha do tetraedro como base do desenho foi feita de entre os *sólidos platónicos*: simetrias conhecidas, amplamente estudadas e seguramente muito utilizadas ao longo da História. E o primeiro sólido dessa série é o tetraedro, a figura que de menos faces necessita para o ser, a origem da excursão para fora do plano. O início da viagem através da geometria, mas que pela sua simetria particular rapidamente é abandonada, historicamente, em favor do sólido seguinte, o *cuvo*.



Entonces lo importante no es la imagen o la historia que la rodea, sino cómo se posiciona y si el entorno creado determina su sentido. Sólo lo previo ha de ser irreal; *el anillo de Schödinger* es auténtico: está fabricado físicamente.

Una expedición a Marte que envía una nave en forma de tetraedro para que libere un juguetito que encandila a media humanidad; una fauna imposible que, mostrada en un entorno científico parece pertenecer a la realidad; la casualidad como detonadora de hallazgos ocultos y la elucubración como forma





de comunicación. Estas serán las herramientas de trabajo; ahora hemos de lograr el icono.

Para ello, partimos de la base de una concepción inútil del objeto artístico, incluso del más íntimo de los conceptos plásticos: si tiene poco sentido plagiar la naturaleza, menos aún lo tiene lo ajeno a ella, aunque hay quien piensa que todo lo que emana del hombre – la máquina - pertenece a la naturaleza, y por tanto es secuencial a su existencia. Exploremos pues la belleza del artificio, de las máquinas, algo que siempre ha fascinado al hombre.

Pretendimos realizar esa búsqueda desde el principio: partiendo de *la primera figura*. De hecho, la elección del tetraedro como base del diseño se hizo de entre los *sólidos platónicos*: simetrías conocidas, ampliamente estudiadas y seguramente muy utilizadas a lo largo de la historia. Y el primer sólido en la serie es el tetraedro, la figura que menos caras necesita para serlo, el origen de la excursión fuera del plano. El inicio del viaje a través de la geometría, pero que por su particular simetría pronto se abandona, históricamente, a favor del siguiente sólido, *el cubo*.

El tetraedro presenta numerosas dificultades para su utilización, de ahí su casi nula aplicación histórica en los usos humanos. Por eso llama la atención el uso de esta figura en el programa *Mars Pathfinder* de la Nasa hacia el planeta Marte: el pequeño robot *Sojourner* viajó embutido en un tetraedro para que, al ser

O tetraedro apresenta numerosas dificuldades para a sua utilização, daí a sua quase nula aplicação histórica nas utilizações humanas. É por isso que nos chama a atenção o uso desta figura no programa *Mars Pathfinder* da Nasa para o planeta Marte: o pequeno robot *Sojourner* viajou embutido num tetraedro para que, ao ser lançado - literalmente - sobre a superfície marciana, pudesse abrir-se descolando as suas faces e libertar o seu conteúdo, pois caísse como caísse poderia facilmente adquirir uma posição adequada, como felizmente aconteceu: um tetraedro útil!

Este problema (a difícil simetria do tetraedro) converteu-se – como supúnhamos - num aliciante: para o grupo de trabalho, fazer *dançar* uma figura como o tetraedro no espaço parecia um repto que valia a pena aceitar, como o domador que treina uma centena de piranhas para o seu próximo espectáculo, procurando uma primícia. Efectivamente, já no decorrer do trabalho verificámos que a sua simetria era tão antipática como prometia a literatura que consultámos, principalmente por causa do ângulo que formam as suas faces (setenta graus e trinta e um minutos), a que se deve a sua tendência de formar aglomerados impossíveis de combinar e, portanto, dificilmente abordável com os cânones clássicos de harmonia e sequenciação. Esta foi sem dúvida uma das razões fundamentais que nos animou a insistir no absurdo.

Decidimos centrar-nos no desenho de um anel tórico formado por tetraedros ordenados no espaço de acordo com uma sequência lógica. Ou seja, construímos uma figura base que, por repetição, originasse um caracol, de modo a que a sua rotação configurasse uma forma adorável e conhecida: *um donut*. A busca dessa sequência custou uns meses à parte técnica da

lanzado - literalmente - sobre la superficie marciana, pudiera abrirse al desplegar sus caras y liberar su contenido, pues cayera como cayera podría obtener fácilmente una posición adecuada, como afortunadamente así ocurrió: ¡un tetraedro útil!

Este problema (la difícil simetría del tetraedro) se convirtió –como suponíamos– en un aliciente: para el grupo de trabajo hacer *bailar* una figura como el tetraedro en el espacio nos parecía un reto que merecía la pena abordar, como el domador que entrena a un centenar de pirañas para su próximo espectáculo, buscando una primicia. Efectivamente, ya metidos en la tarea nos encontramos que su simetría era tan antipática como prometía la literatura que consultamos, fundamentalmente por el ángulo que forman sus caras (setenta grados y treinta y un minutos), al que debe su tendencia a formar acúmulos inapilables y, por tanto, difícilmente abordable con los cánones clásicos de armonía y secuenciación. Esta fue sin duda una de las razones fundamentales que nos animó a insistir en el absurdo.

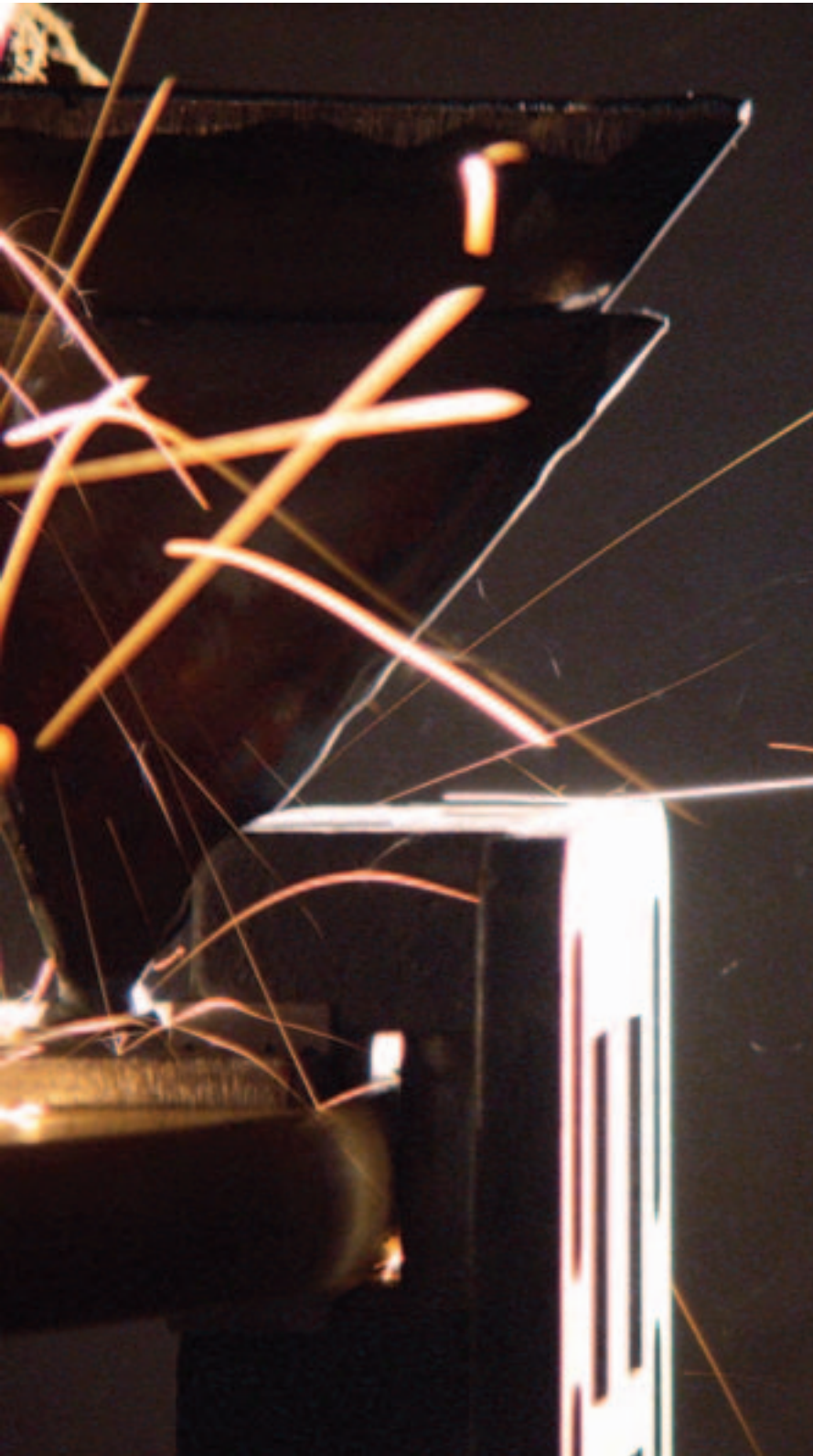
Decidimos centrarnos en el diseño de un anillo tórico formado por tetraedros ordenados en el espacio mediante una secuencia lógica. Es decir, construimos una figura base que por repetición originara un bucle, de suerte que su rotación configurara una forma amable y conocida: *un donut*. Buscar esa secuencia nos llevó unos meses a la parte técnica del equipo, pues había que conciliar esa primera intención con el posterior desarrollo constructivo y con las posibilidades de los materiales.

equipa, pois havia que conciliar essa primeira intenção com o posterior desenvolvimento construtivo e com as possibilidades dos materiais.

Trabalhar com aço no estudo constitui uma agradável novidade, pois é suficientemente duro para proporcionar suficiente consistência e tem a doçura de um material que corresponde aos nossos desejos. Contávamos com a ajuda de técnicos que nos facilitaram muito o trabalho, de modo que os problemas técnicos se iam solucionando gradualmente. É agradável trabalhar com colegas que, quando surge um problema, concentram rapidamente a sua energia até o resolverem, de forma que a senda em direção ao objectivo final parecia construir-se à base de soluções, não de impedimentos.

Assim, descritas as intenções, construídos os conceitos, repartido o trabalho e fixados os suportes, só restava pôr a maquinaria em marcha. Miguel Ángel e Mané – os engenheiros – ocupam-se de dar uma forma tangível ao desenho inicial, delinear esboços e preparar os planos de trabalho, para o escultor e o desenhador gráfico. Pedro Casero diverte-se com os processos e gera informação para a curta metragem, enquanto configura simultaneamente a sua contribuição para a obra sob a forma de imagens que parece só ele ter visto: outro olhar, outra realidade. Laura Morala dá sentido a toda esta história e como um sonho acaba por convencer-nos a todos de que *o anel* tem sentido. Luis Fano trabalha com ela num formato que extrái do plano todas a nossas intenções e permite uma visita global, enquanto formula outra interpretação: é ele o primero a ver a figura terminada. Arni Giraldo musica esse formato e faz aflorar outras sensações. Enquanto trabalho de forma rotineira, talvez para não pensar, vendo crescer *o anel*.



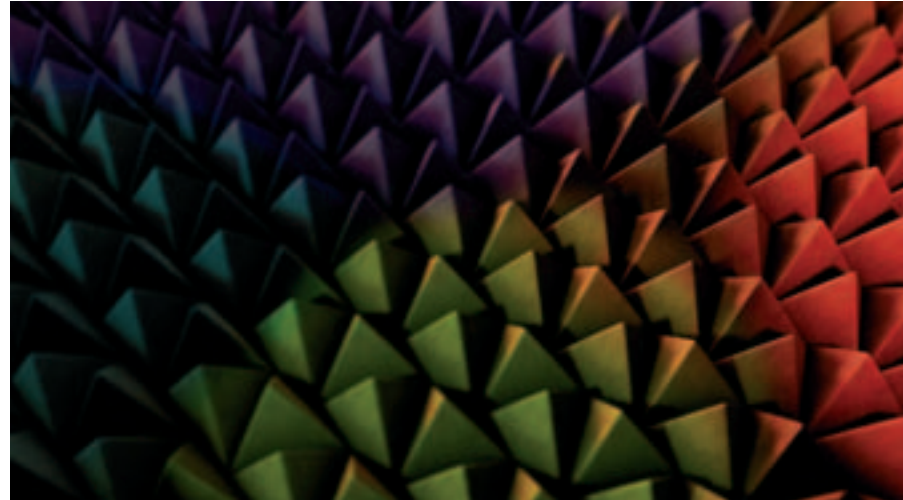


Trabajar con acero en el estudio constituye una agradable novedad, pues es lo suficientemente duro como para lograr suficiente consistencia y tiene la dulzura de un material que responde a nuestros deseos. Contábamos con la ayuda de técnicos que nos facilitaron mucho la labor, de suerte que los problemas técnicos se iban solucionando sobre la marcha. Es agradable trabajar con compañeros que cuando ven un problema enfocan rápidamente su energía hacia la solvencia, de forma que la senda hacia el objetivo final parecía construirse a base de soluciones, no de trabas.

Por ello, descritas las intenciones, contruidos los conceptos, repartido el trabajo y acotados los soportes no había más que hacer rodar la maquinaria. Miguel Ángel y Mané –los ingenieros– se ocupan de dar forma tangible al diseño inicial, acotar los bocetos y preparar los planos de trabajo, para el escultor y el diseñador gráfico. Pedro Casero se recrea en los procesos y genera información para el cortometraje y el catálogo, mientras configura simultáneamente su aportación a la obra en forma de imágenes que parece haber visto él solo: otra mirada, otra realidad. Laura Morala da sentido a toda esta historia y en solo sueño nos acaba de convencer a todos de que *el anillo* tiene sentido. Luis Fano trabaja con ella en un formato que extrae del plano todas nuestras intenciones y permite una visita global, mientras formula otra interpretación: él es el primero en ver la figura terminada. Arni Giraldo musica ese formato y hace aflorar otras sensaciones. Mientras, trabajo de forma rutinaria, puede que para no pensar, viendo crecer *el anillo*.



Quando o observo oxidado, girando suspenso no centro do meu estúdio, repito um pensamento que me acompanha de cada vez que me aproximo do final de uma realização, delineado por *Wilde* sobre as duas tragédias da vida: o não conseguir o desejado e o consegui-lo. Embora vá pouco a pouco percebendo que o prémio recebemo-lo no caminho, no processo, em pequenas doses. Como na própria vida, nada mais. ■



#### REFERÊNCIAS

- Fontcuberta, J e Formiguera, P: *Fauna*. Photo Visión, SA, Barcelona, 1989.
- Roberts, RM: *Serendipia: descubrimientos accidentales en la ciencia*. Alianza Editorial, SA. Madrid, 1992.
- La belleza de las máquinas*. En: Eco, U: *Historia de la belleza*. Lumen, SA, Barcelona, 2004.
- Raeburn, P. *Mars: uncovering the secrets of the red planet*. RBA Publicaciones, SA. Barcelona, 1998.

Quando lo observo oxidado, girando suspendido en el centro de mi estudio, repito un pensamiento que me acompaña cada vez que me aproximo al final de una realización, acotado por *Wilde* sobre las dos tragedias de la vida: el no conseguir lo deseado y el conseguirlo. Aunque poco a poco voy entendiendo que el premio lo recibimos en el camino, en el proceso, a pequeñas dosis. Como en la vida misma, no más. ■

#### REFERENCIAS

- Fontcuberta, J y Formiguera, P: *Fauna*. Photo Visión, SA, Barcelona, 1989.
- Roberts, RM: *Serendipia: descubrimientos accidentales en la ciencia*. Alianza Editorial, SA. Madrid, 1992.
- La belleza de las máquinas*. En: Eco, U: *Historia de la belleza*. Lumen, SA, Barcelona, 2004.
- Raeburn, P. *Mars: uncovering the secrets of the red planet*. RBA Publicaciones, SA. Barcelona, 1998.

javier cano



entre Diofantus y el espacio fibrado: Otto Schödinger, un eslabón perdido	entre Diofanto e o espaço fibrado: Otto Schödinger, um elo perdido
--	---

### AS DESCOBERTAS E A CRIAÇÃO DE MODELOS INSPIRADOS NOS

números que pretendem imitar as leis universais vêm desde tempos imemoriais. No entanto, a existência destas normas é consubstancial a este mundo e estão aí. As matemáticas foram um dos instrumentos mais idóneos para *representar* essa ordem subjacente e imperceptível. Desta forma, se aplicarmos o método de Roland Barthes do “*grau zero da escrita*” às artes, observamos que durante o Renascimento, para não irmos mais longe, existia uma correspondência entre a visão e a geometria euclidiana. O Barroco, com a sua exaltação, desembocou no outro extremo, na geometria projectiva, abrindo caminho ao desenvolvimento da topologia. Euclides, Newton ou Lobatchevski encarnam esta evolução das características espaciais.

Mas, como se assinalou, as leis universais existem desde sempre. Assim, para limitarmos o nosso breve estudo, Herón de Alejandría, no primeiro século da nossa era, formulou uma série de princípios sobre o comprimento, a superfície e o volume que definiam de certo modo os objectos tridimensionais. Na sua obra *Stereometrica* esboçava já un tetraedro,  $A_1A_2A_3A_4$ , que desenvolvia as propriedades de uma *geometria sólida* dentro de um espaço euclidiano. Mas talvez tenhamos de remontar à época de Diofanto, no século III a.c., àquela teoria dos números que logo a época barroca desenvolveu magistralmente, para poder avançar no conhecimento. Estes saltos no tempo demostram como se foram apagando as fronteiras entre as diversas disciplinas, entre as matemáticas e a dialéctica, entre a geometria e a aritmética, entre a teoria dos números e a lógica e, inclusivamente, entre a ciência e a arte.

### LOS DESCUBRIMIENTOS Y LA CREACIÓN DE MODELOS

inspirados en los números que pretenden imitar las leyes universales vienen desde tiempos inmemoriales. Sin embargo, la existencia de estas normas es consustancial a este mundo y están ahí. Las matemáticas han sido uno de los instrumentos más idóneos para *representar* ese orden subyacente e imperceptible. De esta manera, si aplicamos el método de Roland Barthes del “*grado cero de la escritura*” a las artes, observamos que durante el Renacimiento, sin ir más lejos, existía una correspondencia entre la visión y la geometría euclidiana. El Barroco, con su exaltación, desembocó en el otro extremo, en la *geometría projectiva*, abriéndose el camino al desarrollo de la topología. Euclides, Newton o Lobatchevski encarnan esta evolución de las características espaciales.

Pero como se ha apuntado, las leyes universales existen desde el principio. Así centrando nuestro breve estudio, Herón de Alejandría, en el primer siglo de nuestra era, formuló una serie de principios sobre la longitud, la superficie y el volumen que definían de algún modo los objetos tridimensionales. En su obra *Stereometrica* ya esbozaba un tetraedro,  $A_1A_2A_3A_4$ , que desarrollaba las propiedades de una *geometría sólida* dentro de un espacio euclideano. Pero quizás hemos de remontarnos a

la época de Diofantus, al siglo III antes de Cristo, a aquella teoría de los números que luego la época barroca supo desarrollar magistralmente, para poder avanzar en el conocimiento. Estos saltos en el tiempo han demostrado cómo se han ido derribando las fronteras entre las diversas disciplinas, entre las matemáticas y la dialéctica, entre la geometría y la aritmética, entre la teoría de los números y la lógica e, incluso, entre la ciencia y el arte.

Pero, por otra parte, hemos de tener presente, además de los sólidos platónicos, la cuestión cinética para poder comprender a Schödinger. En la Antigüedad las nociones sobre el movimiento, estudiadas por Arquímedes al trabajar sobre los pesos específicos, sirvieron a la postre al propio Galileo para romper con los razonamientos del mundo clásico. Aristóteles, junto a su discípulo Estratón e Hiparco, contrarios a las ideas aristotélicas, contribuyeron con sus indagaciones sobre el peso, la aceleración y la resistencia a la evolución del pensamiento. De este modo, ya en los albores de la Edad Media, cabe hablar de cualidades cuando nos referimos, por ejemplo, al peso: los objetos no son iguales o desiguales, son *semejantes* o *desemejantes*. Evidentemente, se estaba ya planteando el uso de lo pesado y lo ligero (en el sentido aristotélico) o de diferentes grados de gravedad (en términos platónicos)<sup>1</sup>. Lucrecio sumó a este avance el espacio vacío y la velocidad constante y, tras el largo paréntesis que va desde los neoplatónicos al mundo moderno renacentista y barroco, el movimiento ha sido objeto de estudios

Mas, por outro lado, temos de ter presente, para além dos sólidos platónicos, a questão cinética para podermos compreender Schödinger. Na Antiguidade, as noções sobre o movimento, estudadas por Arquimedes ao trabalhar os pesos específicos, serviram depois ao próprio Galileu para romper com o raciocínio do mundo clássico. Aristóteles, juntamente com o seu discípulo Estratão e Hiparco, contrários às ideias aristotélicas, contribuíram com as suas indagações sobre o peso, a aceleração e a resistência para a evolução do pensamento. Deste modo, já nos albores da Idade Média, pode falar-se de qualidades quando nos referimos, por exemplo, ao peso: os objectos não são iguais ou desiguais, são *semelhantes* ou *dissemelhantes*. Evidentemente, colocava-se já o uso do pesado e do leve (em sentido aristotélico) ou de diferentes graus de gravidade (em termos platónicos)<sup>1</sup>. Lucrecio acrescentou a este avanço o espaço vazio e a velocidade constante e, depois dos longos parênteses que vão desde os neoplatónicos até ao mundo moderno renascentista e barroco, o movimento foi objecto de estudos atentos que desembocaram num intenso debate entre os cientistas contemporâneos. Nos impulsos que se sucederam desde Kant (como não podia deixar de ser!) até hoje existe um elo perdido, encarnado pela figura de Otto Schödinger. Um cientista que exerceu influência, na sua perspectiva, para concretizar ainda mais os laços entre ciência e beleza, tornando a arte participante dos mistérios de um mundo cada vez mais complexo, onde o termo natureza se dilui numa estrutura puramente matemática, como bem anunciou Galileu.



Neste ponto da História, quando se tomou consciência da complementariedade, temos de retroceder a Moebius, que n' *O tratado de cálculo baricêntrico* se empenhou em demonstrar que a noção vectorial estava implicitamente definida nas ideias de força e velocidade. Quanto aos fundamentos, baseou-os na teoria acerca do centro de gravidade e relançou com isso um dos vértices do tetraedro no infinito. Em 1954, Bernhard Riemann publicou, no seu discurso de abertura em Gottingen, *Fundamentos de una hipótesis de la geometría*, abriu um novo marco na investigação matemática em espaços multidimensionais e experimentações dentro de uma verdadeira geometria do espaço. Uma questão nada inocente em finais do século XIX. O matemático alemão Geroges Cantor explorou as consequências da progressão e o problema do infinito; o achado de Boltzmann, também no fim desse mesmo século XIX, permitiu encontrar uma relação entre um conceito matemático e uma enigmática qualidade física. O uso da *constante de Boltzmann* em Astrofísica e Cosmologia foi bastante frequente por estabelecer nexos que entrelaçam a energia, a temperatura e a sua magnitude. Einstein acrescentou o tempo e, em consequência, o movimento (caminho que se iniciou com as críticas que Ernst Mach fez em 1883 aos conceitos newtonianos), sendo muito bem recebido desde o princípio por uma série de artistas interessados em romper com uma arte "estática": Duchamp, Boccioni, Malevich... são nomes-chaves nesta aventura.

concienzudos que han desembocado en un intenso debate entre los científicos contemporáneos. En los impulsos que se han sucedido desde Kant (¡cómo no!) hasta hoy existe un eslabón perdido, el que encarna la figura de Otto Schödinger. Un científico que ha influido, desde su perspectiva, a concretar aún más los nexos entre ciencia y belleza, haciendo al arte partícipe de los entresijos de un mundo cada vez más complejo, donde el término naturaleza se diluye en una estructura puramente matemática, como bien anunció Galileo.

En este punto de la historia, cuando se tomó conciencia de la complementariedad, hemos de retroceder a Moebius, quien en *El tratado de cálculo baricêntrico* se esforzó por demostrar que la noción vectorial estaba implícitamente definida en la ideas de fuerza y velocidad. Los fundamentos los basó en la teoría acerca del centro de gravedad y relanzó con ello uno de los vértices del tetraedro al infinito. En 1954, Bernhard Riemann en su discurso inaugural en Gottingen, *Fundamentos de una hipótesis de la geometría*, abrió un nuevo marco para la investigación matemática en espacios multidimensionales y experimentaciones dentro de una verdadera geometría del espacio. Una cuestión ésta nada baladí a finales del siglo XIX. El matemático alemán Geroges Cantor desarrolló las consecuencias de la progresión y el problema del infinito; el hallazgo de Boltzmann, también al terminar ese mismo siglo XIX, permitió encontrar una relación entre un concepto matemático y una enigmática calidad física. El

uso de la *constante de Boltzmann* en astrofísica y cosmología ha sido bastante frecuente por establecer unos nexos que hilvanan la energía, la temperatura y su magnitud. Einstein sumó el tiempo y, en consecuencia el movimiento (camino que se inició con las críticas que Ernst Mach hizo en 1883 a los conceptos newtonianos), siendo muy bien acogido desde el principio por una serie de artistas interesados en romper con un arte “estático”: Duchamp, Boccioni, Malevich... son claves en esta aventura.

El debate contemporáneo, pues, estaba servido. Desde siempre ha habido un interés especial por aquello que implica movimiento en el arte. Basta reseñar las hipótesis de Gaston Bachelard y su vivencia interiorizada del cinetismo “cuando, según él, la mirada sigue de manera gratuita el movimiento con el fin de enseñarnos a vivirlo íntegra e interiormente, como si la movilidad fuese la esencia cinemática”<sup>2</sup>. O la de Minsky y su idea de fusionar el arte con la ciencia y la psicología “gracias al empleo de la tecnología virtual”<sup>3</sup>; la de Virilio y la forma de experimentar a distancia los fenómenos que se dan y que atañen a nuestro parecer, “diferenciando claramente la experiencia de nuestra sensibilidad y lo que es la ilusión motriz”<sup>4</sup>; la de Lea Vergine con su extenso balance del período 1950-1960 sobre el arte programado, así como la de Popper al establecer unos puntos comunes entre percepción y emoción:

*“Les illusions optiques en rapport avec les volumes sont légion: angles de vue, superposition dans l’espace réel, etc...”<sup>5</sup>.*

O debate contemporâneo estava pois instalado. Tem havido desde sempre um interesse especial por tudo o que implica movimento em arte. Basta observar as hipóteses de Gaston Bachelard e a sua vivência interiorizada do cinetismo “quando, segundo ele, o olhar prossegue gratuitamente o movimento com o fim de nos ensinar a vivê-lo íntegra e interiormente, como se a mobilidade fosse a essência cinemática”<sup>2</sup>. Ou a de Minsky e a sua ideia de fundir a arte com a ciência e a psicologia “graças ao emprego da tecnologia virtual”<sup>3</sup>; a de Virilio e a forma de experimentar à distância os fenómenos que acontecem e que dizem respeito à nossa opinião, “diferenciando claramente a experiência da nossa sensibilidade e o que é a ilusão motriz”<sup>4</sup>; a de Lea Vergine com o seu extenso balanço do período 1950-1960 sobre a arte programada, assim como a de Popper ao estabelecer certos pontos comuns entre percepção e emoção:

*“Les illusions optiques en rapport avec les volumes sont légion: angles de vue, superposition dans l’espace réel, etc...”<sup>5</sup>.*

Levou-se a cabo, portanto, uma reformulação deste tema, desembocando na recusa por parte de Mandelbrot de algumas noções antigas sobre a chamada “dimensão eterna”. Efectuou-se uma desintegração do marco conceptual em que a Física se desenvolveu: desintegração da extensão e da duração, da posição e da velocidade, que se prolonga inclusivamente, depois da teoria multidimensional de Kaluza-Klein, na noção do “espaço das fases”, na da teoria das cordas cósmicas ou na do “espaço fibrado” das matemáticas mais recentes.



Schödinger encarna perfeitamente esta encruzilhada de caminhos que se produziu na primeira década do século XX. O físico checo viveu numa época em que o desenvolvimento tecnológico não existia como hoje o entendemos; a linguagem abstracta das matemáticas não era suficiente para representar as partes invisíveis do nosso mundo. Schödinger descobriu, para escapar a esta dificuldade, um artigo de George Pólya, matemático húngaro, intitulado *Sobre a analogia da simetria no plano*. O seu interesse pelas deduções que Pólya apresentava no seu raciocínio serviu-lhe para aplicar as transformações geométricas das matemáticas, para utilizar elementos de representação e completar a noção de *ritmo*. Este achado, juntamente com os seus estudos de cristalografia, com a sua simpatia pelos sólidos platónicos (a partir da sua concepção científica e filosófica) e com o estudo que fez sobre o tratado de Wentzel Jamnitzer, *Perspectiva corporum regularium* (editado em 1568), levaram-no a desenhar uns poliedros regulares, a repeti-los em série e a situá-los no espaço em direcções dispaes. Antecipou-se, assim, contra todo o objectivismo matemático, a Buckminster Fuller, ao conceber o triângulo como forma aberta capaz de formar os quatro triângulos espaciais que compõem o tetraedro.

Se ha llevado a cabo, pues, un replanteamiento sobre este tema, desembocando en el rechazo por parte de Mandelbrot de algunas nociones antiguas sobre la llamada "dimensión eterna". Se ha efectuado una desintegración del marco conceptual en el que la física se ha desenvuelto: desintegración de la extensión y de la duración, de la posición y de la velocidad, que se prolonga incluso, tras la teoría multidimensional de Kaluza-Klein, a la noción del "espacio de las fases", a la de la teoría de las cuerdas cósmicas o a la del "espacio fibrado" de las matemáticas más recientes.

Schödinger encarna perfectamente ese cruce de caminos que se produjo en la primera década del siglo XX. El físico checo vivió una época en la que el desarrollo tecnológico no existía como hoy lo entendemos; el lenguaje abstracto de las matemáticas no era suficiente para representar las partes invisibles de nuestro mundo. Schödinger descubrió, para sortear esta dificultad, un artículo de George Pólya, matemático húngaro, titulado *Sobre la analogía de la simetría en el plano*. Su interés por las deducciones que Pólya desplegaba en sus razonamientos le sirvió para aplicar las transformaciones geométricas de las matemáticas, para utilizar elementos de representación y completar la noción de *ritmo*. Este hallazgo, junto a sus estudios de cristalografía, a su afición por los sólidos platónicos (desde su concepción científica y filosófica) y al estudio que hizo sobre el tratado de Wentzel Jamnitzer, *Perspectiva corporum regularium* (editado en 1568), le impulsaron a dibujar unos poliedros

regulares, a repetirlos en serie y ubicarlos en el espacio en direcciones dispares. Se anticipó así, contra todo objetivismo matemático, a Buckminster Fuller, al concebir al triángulo como forma abierta capaz de formar los cuatro triángulos espaciales que conforman el tetraedro.

Pólya le descubrió el viejo principio pitagórico de que *todo es forma geométrica*. Por esta razón, Schödinger abordó su trabajo en torno a la estructura espacial, la superficie y la proyección tridimensional no sólo como un problema matemático, sino también como un problema plástico: el tema no fue ya lo fundamental. La estructura, la combinación, el movimiento, la energía y la gravitación se convirtieron en nociones básicas para entender el mundo. Al abordar la estructura espacial entró en juego la masa gravitatoria, la masa inercial y su equivalencia.

Las ecuaciones que se desprenden del manuscrito le llevaron a desbloquear un problema que llevaba aparcado en lo más oscuro de la física, desde la época de Newton: la masa inercial cuantifica un tipo especial de interacción espacio-material que se da entre el cuerpo estudiado y el resto del universo. Otto Schödinger no creyó que la masa gravitatoria creciera siempre linealmente con la masa inercial y, en vez de medir la masa gravitatoria de un cuerpo, sólo midió su masa inercial, perfilando la constante que las relaciona para establecer que la masa gravitatoria aumenta exponencialmente en función del tiempo y de la velocidad. Sciama aportó pruebas,

Pólya permitiu-lhe redescobrir o velho princípio pitagórico de que *tudo é forma geométrica*. Por essa razão, Schödinger abordou o seu trabalho em torno da estrutura espacial, a superfície e a projecção tridimensional não só como um problema matemático, mas também como um problema plástico: o tema não foi já o fundamental. A estrutura, a combinação, o movimento, a energia e a gravitação converteram-se em noções básicas para entender o mundo. Ao abordar a estrutura espacial, entrou em jogo a massa gravitacional, a massa inercial e a sua equivalência.

As equações retiradas do manuscrito levaram-no a desbloquear um problema que continuava encerrado nos meandros mais obscuros da Física, desde a época de Newton: a massa inercial quantifica um tipo especial de interação espaço-material que se estabelece entre o corpo estudado e o resto do universo. Otto Schödinger não acreditou que a massa gravitacional crescesse sempre linearmente com a massa inercial, e em vez de medir a massa gravitacional de um corpo, apenas mediu a sua massa inercial, perfilando a constante que as relaciona para estabelecer que a massa gravitacional aumenta exponencialmente em função do tempo e da velocidade. Sciama trouxe posteriormente provas, em 1952, que parecem indicar que a constante de gravitação universal depende da densidade ou distribuição de matéria no universo. Esta aceleração e a multiplicação da massa, formuladas em *anéis toróides* e seguindo a sua hipótese, têm como resultado um colapso ao igualar a masa terrestre com a do sistema.

O esquema mecânico de Otto Schödinger afastou-se daquela ideia clássica que defendia que a matéria se move no espaço segundo determinadas leis restritas, embora mantivesse que existem diferenças nas suas qualidades de acordo com a configuração e o movimento<sup>6</sup>. E esta hipótese serviu aos artistas do século XX para se livrarem do pensamento imóvel de Parménides. O movimento aniquilou a ideia estática que prevaleceu até Kant (mais uma vez!). A conjugação entre tempo e movimento incorporou-se na vida e na arte, e as obras congeladas eternamente<sup>7</sup> identificaram-se com esse encaixe espaço-temporal. Deixou-se de trabalhar com a aparência e as anamorfoses barrocas e românticas; os artistas refugiaram-se na geometria e no movimento para se livrarem do despotismo do olhar adulterado e deram por concluída a teoria de Hildebrand, que insistia em finais do século XIX que esse movimento não podia ser apressado em nenhuma obra. Deixou-se, como assinala Jean Cassou, de o “representar” e passou-se a “apresentá-lo” :

*“La soif de mouvement, semble progre à notre époque. Elle s’y manifeste à la suite logique et nécessaire de divers efforts magnifiques commencés avec les recherches de science amusante des âges de la Renaissance et du Baroque et qui, en se développant vigoureusement, on été autan d’ardents romantismes... Toutes les inquiétudes, toutes les nécessités, toutes les inventions, toutes les acquisitions de notre temps concourent à nous confirmer dans notre volonté de nous exprimer par le mouvement, d’être et de vivre dans le mouvement et, bien sur, de nous y mouvoir...”<sup>8</sup>.*

posteriormente, en 1952, que parecen indicar que la constante de gravitación universal depende de la densidad o distribución de materia en el universo. Esta aceleración y la multiplicación de la masa, planteadas en unos *anillos toroides* y siguiendo su hipótesis, dan como resultado un colapso al igualar la masa terrestre y la del sistema.

El esquema mecánico de Otto Schödinger se alejó de aquella idea clásica que defendía cómo la materia se mueve en el espacio según unas leyes estrictas, aunque sí mantuvo que existen diferencias en sus cualidades a tenor de la configuración y del movimiento<sup>6</sup>. Y esta hipótesis ha servido a los artistas del siglo XX para deshacerse del pensamiento inmóvil de Parménides. El movimiento quebró la idea estática que prevaleció hasta Kant (¡otra vez!). La conjunción de tiempo y movimiento se incorporó a la vida y al arte y las obras congeladas eternamente<sup>7</sup> se identificaron con ese encaje espacio-temporal. Se pasó de trabajar con la apariencia y las anamorfosis barrocas y románticas; los artistas se refugiaron en la geometría y el movimiento para librarse del despotismo de la mirada trucada y dieron por concluída la teoría de Hildebrand, quien insistía a finales del siglo XIX que ese movimiento no podía ser apresado en ninguna obra. Se paso, como señala Jean Cassou, de “representarlo” a “presentarlo” :

*“La soif de mouvement, semble progre à notre époque. Elle s’y manifeste à la suite logique et nécessaire de divers efforts magnifiques commencés avec les recherches de science*

*amusantee des âges de la Renaissance et du Baroque et qui, en se développant vigoureusement, on été autan d'ardents romantismes... Toutes les inquiétudes, toutes les nécessités, toutes les inventions, toutes les acquisitions de notre temps concourent à nous confirmer dans notre volonté de nous exprimer par le mouvement, d'être et de vivre dans le mouvement et, bien sur, de nous y mouvoir...<sup>18</sup>.*

Las indagaciones de Otto Schödinger afrontaron la pregunta que Newton y Laplace se plantearon sobre la identidad física: ¿Cuál es la naturaleza de realidad física y hasta qué punto se puede entender? Otto centró sus esfuerzos en encontrar una metodología para buscar nuevos modos de entendimiento, nuevas visiones que ampliaran la realidad, entendiendo, eso sí, la palabra *visión* con sentido plástico. No prescindió, pues, de la relación entre el arte y el movimiento, ya que fue conocedor de los interesantes documentos científico-fotográficos de Etienne-Jules Marey y los de Eadweard Muybridge en el siglo XIX, de la obra de Degas y Rodin, de las experiencias puntillistas de Seurat y de los balbuceos futuristas, en cuyo ámbito, como apunta Frank Popper, se dio por primera vez en el arte la idea del movimiento asociada a la percepción:

*"Si è spesso sottolineato il carattere intellettuale del futurismo. Forse per la prima volta nell'arte moderna 'l'idea' del movimento precede sia la sua percezione sia la sua emozione".*

As indagações de Otto Schödinger defrontaram a questão que Newton e Laplace se colocaram sobre a identidade física: Qual é a natureza da realidade física e até que ponto se pode entender? Otto canalizou os seus esforços no sentido de encontrar uma metodologia para procurar novos modos de entendimento, novas visões que ampliassem a realidade, entendendo, isso sim, a palavra *visão* em sentido plástico. Não prescindió, pois, da relação entre a arte e o movimento, já que foi conhecedor dos interessantes documentos científico-fotográficos de Etienne-Jules Marey e dos de Eadweard Muybridge no século XIX, da obra de Degas e Rodin, das experiências pontillistas de Seurat e dos balbuceios futuristas, em cujo âmbito, como assinala Frank Popper, surgiu pela primeira vez na arte a ideia do movimento associada à percepção:

*"Si è spesso sottolineato il carattere intellettuale del futurismo. Forse per la prima volta nell'arte moderna 'l'idea' del movimento precede sia la sua percezione sia la sua emozione".*

Também não foi alheio à saída cinética da figuração boccioniana, tomada esta como um titubeio da sua dinâmica espacial:

*“Sviluppando alcune fondamentali intuizioni già elaborate negli ambiti del Futurismo (lo sbocco cinetico della figurazione boccioniana come esito estremo della sua dinamica spaziale), del Costruttivismo (l'accentuazione del momento metodologico) e del Surrealismo (l'automatismo dell'opera), gli artisti cinetici mirano a sperimentare una gamma estremamente ricca di possibilità di movimento nell'opera d'arte, che per essi va a coincidere con la messa in atto di puri meccanismi. Le opere cinetiche sono infatti strutture semoventi e continuamente variabili, che tuttavia obbediscono a procedure di funzionamento determinate dal calcolo e da una rigorosa programmazione, pure se in frequente rapporto dialettico con fattori aleatori. Ciò che caratterizza queste opere è pertanto il movimento, che da un punto di vista estetico significa possibilità di modificare il proprio assetto strutturale col variare delle condizioni spaziali e temporali, modificando nel contempo i dati che se ne offrono alla percezione umana”<sup>9</sup>.*

Tampoco estuvo ajeno a la salida cinética de la figuración boccioniana, tomada ésta como un titubeo de su dinámica espacial:

*“Sviluppando alcune fondamentali intuizioni già elaborate negli ambiti del Futurismo (lo sbocco cinetico della figurazione boccioniana come esito estremo della sua dinamica spaziale), del Costruttivismo (l'accentuazione del momento metodologico) e del Surrealismo (l'automatismo dell'opera), gli artisti cinetici mirano a sperimentare una gamma estremamente ricca di possibilità di movimento nell'opera d'arte, che per essi va a coincidere con la messa in atto di puri meccanismi. Le opere cinetiche sono infatti strutture semoventi e continuamente variabili, che tuttavia obbediscono a procedure di funzionamento determinate dal calcolo e da una rigorosa programmazione, pure se in frequente rapporto dialettico con fattori aleatori. Ciò che caratterizza queste opere è pertanto il movimento, che da un punto di vista estetico significa possibilità di modificare il proprio assetto strutturale col variare delle condizioni spaziali e temporali, modificando nel contempo i dati che se ne offrono alla percezione umana”<sup>9</sup>.*

Ni tampoco se quedó al margen de las pesquisas rastreadas por Balla, caracterizadas por el procedimiento analítico y compositivo, análogas a las seguidas por Duchamp en *Nu descendant l'escalier* de 1913.

El movimiento, así, se incorporó a la vida y al arte. El mismo Boccioni con su *Forme uniche della continuità nello spazio*,

apuntó que el ambiente determina la prolongación del objeto en el espacio modelando, a la vez, la propia luz. Y con *Estética y arte futurista* desplegó su estudio sobre la simultaneidad, las líneas de fuerza, el “*complementarismo del color y la relación exterior-interior*”<sup>10</sup>. Posteriormente Severini, en consonancia con Archipenko, imprimió la idea de rotación y traslación, abriendo paso a la utilización del motor y, consecuentemente, al movimiento real. En esta línea de investigación, la vanguardia del período de entreguerras se vio alentada por los experimentos sinestésicos de Vladimir Baranoff-Rossiné, con su célebre *Piano Optofónico*, por las obras cinéticas basadas en la metodología de Naum Gabo y de Lazlo Moholy-Nagy (patente en *Light-Prop for an electrical Stage*, de 1922-1930), donde la apreciación y la percepción juegan un papel significativo a tenor de los fenómenos naturales (viento o calor):

*“Nous répudions l’erreur millénaire héritée de l’art égyptien qui voyait dans les rythmes statiques les seuls éléments de la création plastique. Nous proclamons dans les arts plastiques un élément neuf: les rythmes cinétiques, formes essentielles de notre perception du temps réel”<sup>11</sup>.*

Y, adentrándonos en el siglo XX, se recurrió a la mecánica de la máquina e, incluso, desde mediado de ese mismo siglo, a la cibernética con el objetivo de colocar al arte en otra variable diferente.

Nem ficou também à margem das investigações encetadas por Balla, caracterizadas pelo procedimento analítico e compositivo, análogas às seguidas por Duchamp em *Nu descendant l’escalier*, de 1913.

O movimento incorporou-se assim na vida e na arte. O próprio Boccioni com a sua *Forme uniche della continuità nello spazio*, assinalou que o ambiente determina a prolongação do objecto no espaço, modelando, simultaneamente, a própria luz. E com *Estética y arte futurista* despoletou o seu estudo sobre a simultaneidade, as linhas de força, o “*complementarismo da cor e a relação exterior-interior*”<sup>10</sup>. Posteriormente, Severini, em consonância com Archipenko, imprimiu a ideia de rotação e translação, abrindo caminho à utilização do motor e, consecuentemente, ao movimento real. Nesta linha de investigação, a vanguarda do período de entre-guerras foi acalentada pelas experiências sinestésicas de Vladimir Baranoff-Rossiné, com o seu célebre *Piano Optofónico*, pelas obras cinéticas baseadas na metodologia de Naum Gabo e de Lazlo Moholy-Nagy (patente em *Light-Prop for an electrical Stage*, de 1922-1930), onde a apreciação e a percepção desempenham um papel significativo relativamente aos fenómenos naturais (o vento ou o calor):

*“Nous répudions l’erreur millénaire héritée de l’art égyptien qui voyait dans les rythmes statiques les seuls éléments de la création plastique. Nous proclamons dans les arts plastiques un élément neuf: les rythmes cinétiques, formes essentielles de notre perception du temps réel”<sup>11</sup>.*

E, entrando já no século XX, recorreu-se à mecânica da máquina e, inclusivamente, desde mediados desse mesmo século, à cibernética com o objectivo de colocar a arte noutra variável diferente.

A arte viu-se determinada, graças às contribuições de Otto Schödinger, a uma interação constante, baseada na recepção de conceitos a partir de outras disciplinas, como a Física, as matemáticas ou a Engenharia. Todas as possibilidades do movimento foram estudadas para entrelaçar os mecanismos que o desencadeiam não só com os efeitos estruturais em movimento e continuamente variáveis, mas também com os cálculos feitos para tal acção, com a programação e com a relação dialéctica gerada:

*“mentre gli informali elaboravano una ‘movimentazione’ del quadro sul piano bidimensionale della tela, configurando uno spazio e una dialettica di segni capaci di condurre l’occhio in una ispezione sempre rinnovabile, gli inventori di forme matematiche tentavano le vie della ‘movimentazione’ tridimensionale, costruendo strutture immobili che, viste da più prospettive, apparivano mutevoli e cangianti, o addirittura struttura mobili ‘cinetiche’.*

*Così, mentre i primi costruivano delle opere ‘aperte’ nel senso che disponevano costellazioni di elementi dai rapporti multipli, i secondi costruivamo opere non solo ‘aperte’ ma addirittura ‘in movimento’...in rapporto alle possibilità dinamiche dell’oggetto in quanto struttura sottomessa a determinate leggi fisiche... Non sarà dunque impossibile programmare, con la lineare purezza di un programma matematico, ‘campi di accadimenti’ nel qual possiamo verificarsi dei processi causali. Avremo così una singolare dialettica tra caso e programma, tra matematica e azzardo, tra concezione pianificata e libera accettazione di quel avverrà, dato che in fondo avverrà purtuttavia secondo precise linee formative predisposte, che non negano la spontaneità, ma le poggiano degli argini e delle direzioni possibili...”<sup>12</sup>.*

El arte se vio determinado, gracias a las aportaciones de Otto Schödinger, a una interacción constante, basada en el trasvase de conceptos tomados de otras disciplinas, como la física, las matemáticas o la ingeniería. Todas las posibilidades del movimiento fueron estudiadas para entrelazar los mecanismos que lo desencadenan no sólo con los efectos estructurales semovientes y continuamente variables, sino también con los cálculos hechos para tal acción, con la programación y con la relación dialéctica que se genera:

*“mentre gli informali elaboravano una ‘movimentazione’ del quadro sul piano bidimensionale della tela, configurando uno spazio e una dialettica di segni capaci di condurre l’occhio in una ispezione sempre rinnovabile, gli inventori di forme matematiche tentavano le vie della ‘movimentazione’ tridimensionale, costruendo strutture immobili che, viste da più prospettive, apparivano mutevoli e cangianti, o addirittura struttura mobili ‘cinetiche’. Così, mentre i primi costruivano delle opere ‘aperte’ nel senso che disponevano costellazioni di elementi dai rapporti multipli, i secondi costruivamo opere non solo ‘aperte’ ma addirittura ‘in movimento’...in rapporto alle possibilità dinamiche dell’oggetto in quanto struttura sottomessa a determinate leggi fisiche... Non sarà dunque impossibile programmare, con la lineare purezza di un programma matematico, ‘campi di accadimenti’ nel qual possiamo verificarsi dei processi causali. Avremo così una singolare dialettica tra caso e programma, tra matematica e azzardo, tra concezione pianificata e libera accettazione di*

*quel avverrà, dato che in fondo avverrà purtuttavia secondo precise linee formative predisposte, che non negano la spontaneità, ma le pogono degli argini e delle direzioni possibili...<sup>12</sup>.*

Otto iniciou con su anillo, junto a otros científicos de su época, una modificación del orden establecido hasta ese momento, dio paso a reconsiderar las condiciones espaciales y, desde una perspectiva estética, trastocó los datos que ofrece la propia percepción humana. Pero desgraciadamente, a fecha de hoy, no se le ha reconocido su gran labor. Algunos científicos<sup>13</sup> rastrean sus aportaciones cuando hablan de materia, energía y transformación sin olvidar el plano estético: Para Copérnico, Galileo, Einstein y ahora para Schödinger, el arte era un dato que se yuxtaponía a la ciencia<sup>14</sup>: la reducción del mundo a formas geométricas y la idea de simultaneidad abrió nuevos horizontes al conocimiento. ■

Otto iniciou com o seu anel, juntamente com outros cientistas da sua época, uma transformação da ordem estabelecida até esse momento, abriu caminho a reconsiderar as condições espaciais e, a partir de uma perspectiva estética, transtornou os dados oferecidos pela própria percepção humana. Mas infelizmente, até à data, ainda não se reconheceu o seu grande trabalho. Alguns cientistas<sup>13</sup> aludem às suas contribuições quando falam de matéria, energia e transformação sem esquecer o plano estético: Para Copérnico, Galileu, Einstein e agora para Schödinger, a arte era um dado que se justapunha à ciência<sup>14</sup>: a redução do mundo a formas geométricas e a ideia de simultaneidade abriu novos horizontes ao conhecimento. ■



José-Javier Cano Ramos (Plasencia, 1957) é licenciado em Geografia e História, –especialidade de Arte– pela Universidade da Extremadura e completou os seus estudos em Salamanca (Urbanismo e Património). Actualmente, finaliza a sua tese doutoral sobre o escultor normativo Ángel Duarte.

Desempenhou tarefas docentes em História e Arte e de gestão à frente da Direcção de Serviço de Museus e Artes da Junta de Extremadura. Actualmente, é Director do Centro de Conservação e Restauração de Bens Culturais.

Conferencista, investigador, escritor e crítico de arte, dirigiu e participou em numerosos projectos relacionados com a arte clássica e contemporânea, centrando-se a esse propósito nas figuras de Pérez Comendador, Wolf Vostell, Ángel Duarte, Luís Canelo ou as últimas gerações.

José-Javier Cano Ramos (Plasencia, 1957) es licenciado en Geografía e Historia, –especialidad de Arte– por la Universidad de Extremadura y ha completado sus estudios en Salamanca (Urbanismo y Patrimonio). Actualmente finaliza su tesis doctoral sobre el escultor normativo Ángel Duarte.

Ha desempeñado tareas docentes en Historia y Arte y de gestión al frente de la Jefatura de Servicio de Museos y Artes de la Junta de Extremadura. Actualmente es Director del Centro de Conservación y Restauración de Bienes Culturales.

Conferenciante, investigador, articulista y crítico de arte, ha dirigido y participado en numerosos proyectos relacionados con el arte clásico y contemporáneo, centrándose en esta faceta en las figuras de Pérez Comendador, Wolf Vostell, Ángel Duarte, Luís Canelo o las últimas generaciones.

---

<sup>1</sup> Esta ideias foram-nos transmitidas por Simplício e estão recolhidas em SAMBURSKY, S., *El mundo físico a finales de la Antigüedad*. Alianza Editorial, Madrid, 1990, p. 96 e ss.

<sup>2</sup> BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin, Paris, 1967, p. 15.

<sup>3</sup> Quando Marvin Minsky expôs o seu discurso estético *A união futura de arte, ciência e psicologia*, em Linz, na Áustria (1990) a propósito de Ars Electronica, a sua proposta transformou-se em verdadeira provocação intelectual. O escândalo da “*Mentopolis*” tornou-se evidente. (*Mentopolis*: denominação que os alemães dão ao livro de Minsky, *The Society of Mind*). A partir de então, Minsky converteu-se no filósofo da arte interactiva. O aplauso internacional que recebeu por parte da comunidade artística e científica permitiu, ao mesmo tempo, dignificar o trabalho estético interactivo iniciado nos anos 60. A teoria estética de Minsky estabelece que tanto a ciência como a arte devem ter muito presentes os processos cognitivos e a investigação. Não se trata de realizar programas para fazer “arte”, mas o artista virtual deve criar a sua própria tecnologia. Daniel Rivera. *Jornal La Jornada*. México, Dezembro 1996.

---

<sup>1</sup> Estas ideas nos las ha transmitido Simplício y están recogida en SAMBURSKY, S., *El mundo físico a finales de la Antigüedad*. Alianza Editorial, Madrid, 1990, p. 96 y ss.

<sup>2</sup> BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin, París, 1967, p. 15.

<sup>3</sup> “Cuando Marvin Minsky expuso su discurso estético *La unión futura de arte, ciencia y psicología*, en Linz, Austria (1990) con motivo de *Ars Electronica*, su ponencia se transformó en verdadera provocación intelectual. El escándalo de la “*Mentopolis*” se hizo evidente. (*Mentopolis*: denominación que hacen los alemanes al libro de Minsky, *The Society of Mind*). A partir de entonces, Minsky se convirtió en el filósofo del arte interactivo. El aplauso internacional que recibió por parte de la comunidad artística y científica permitió, a la vez,

dignificar el trabajo estético interactivo iniciado en los años 60. La teoría estética de Minsky establece que tanto la ciencia como el arte deben tener muy presente los procesos cognitivos y la investigación.

No se trata de realizar programas para hacer “arte”, sino que el artista virtual debe crear su propia tecnología.” Daniel Rivera.

Periódico *La Jornada*. Mexico, Diciembre 1996.

<sup>4</sup> Puede consultarse el libro de VIRILIO, P., *L’art du moteur*. Galilée, París, 1993.

<sup>5</sup> POPPER, F., *Naissance de l’art cinétique*. Gauthier-Villars, París, 1967, p. 100. POPPER F., *L’arte cinética*. Giulio Einaudi Editore, Turín, 1970, p. 53.

<sup>6</sup> CAPEK, M., *El impacto filosófico de la física contemporánea*, Tecnos, Madrid, 1973, p. 95 y ss.

<sup>7</sup> BÉRTOLA, E. DE, *El arte cinético*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, 1973, pp. 11-22.

<sup>8</sup> CASSOU, J. “*On parle d’un regard fixe*”, en *Mouvement 2*, Galería Denise René, París, 1964, s.p.

<sup>9</sup> TEMPI, A.E., “*Arte cinética e programmata-Op-art*”, en *Arte programmata e cinetica*, Galería de Arte Niccolli. Fondazione Monte di Parma, Parma, 2001.

<sup>10</sup> BOCCIONI, U., *Estética y arte futurista*. Acanalado, Barcelona, 2004.

<sup>11</sup> En el *Manifiesto realista de 1920* de GABO y PEVSNER, publicado en Moscú, es donde aparece por primera vez el término cinético aplicado a las artes plásticas, mostrando claramente la preocupación que se tuvo por crear obras rítmicas como base de la percepción del tiempo real. Los dos buscaron un movimiento de la obra a partir de motores accionados, renunciando, en consecuencia, a los “mil años de desilusión” que sostuvieron el ritmo estático como único elemento. Para ellos, en el arte debía emerger el ritmo como base de la

<sup>4</sup> Pode consultar-se o livro de VIRILIO, P., *L’art du moteur*. Galilée, Paris, 1993.

<sup>5</sup> POPPER, F., *Naissance de l’art cinétique*. Gauthier-Villars, Paris, 1967, p. 100 ; POPPER F., *L’arte cinética*. Giulio Einaudi Editore, Turim, 1970, p. 53.

<sup>6</sup> CAPEK, M., *El impacto filosófico de la física contemporánea*, Tecnos, Madrid, 1973, p. 95 e ss.

<sup>7</sup> BÉRTOLA, E. DE, *El arte cinético*, Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, 1973, pp. 11-22.

<sup>8</sup> CASSOU, J. “*On parle d’un regard fixe*”, em *Mouvement 2*, Galeria Denise René, Paris, 1964, s.p.

<sup>9</sup> TEMPI, A.E., “*Arte cinetica e programmata-Op-art*”, em *Arte programmata e cinetica*, Galeria de Arte Niccolli. Fondazione Monte di Parma, Parma, 2001.

<sup>10</sup> BOCCIONI, U., *Estética y arte futurista*. Acanalado, Barcelona, 2004.

<sup>11</sup> É no *Manifiesto realista* de 1920 de GABO e PEVSNER, publicado em Moscovo, que aparece pela primeira vez o termo cinético aplicado às artes plásticas, mostrando claramente a preocupação em criar obras rítmicas como base da percepção do tempo real. Procuraram ambos um movimento da obra a partir de motores accionados, renunciando, em consequência, aos “mil anos de desilusão” que sustentaram o ritmo estático como único elemento. Para eles, o ritmo devia emergir na arte como base da percepção do tempo real. A partir deste momento, o conceito cinético foi usado como algo associado não só ao movimento, mas à interacção do espectador. Com isso se distinguiram, em primeiro lugar, as obras que se basearam na interacção perceptiva do receptor, em segundo lugar, aquelas que existem de acordo com a interacção espacial e, em terceiro lugar, as que procuraram a acção interdisciplinar entre ciência, arte e tecnologia. GABO, N. e PEVSNER, N., “*Manifeste Réaliste*”, em Naum Gabo. Electa, Milão, 1989, pp. 23- 24.

<sup>12</sup> ECO, U. "Arte programmato", en *Arte programmata*. Negozio Olivetti, Milão, 1962.

<sup>13</sup> Véase VILLANI, G., *La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*. CUEN, Nápoles, 2001.

<sup>14</sup> MILLER, A. I., *Einstein y Picasso. El espacio, el tiempo y los estragos de la belleza*. Tusquets, Barcelona, 2007, pp. 284-285.

percepción del tiempo real. Desde este momento, el concepto cinético se usó como algo asimilado no sólo al movimiento, sino a la interacción del espectador. Con ello se diferenciaron, en primer lugar, las obras que se basaron en la interacción perceptiva del receptor, en segundo lugar, aquellas que existen a tenor de la interacción espacial y, en tercer lugar, las que buscaron la acción interdisciplinar entre ciencia, arte y tecnología. GABO, N. y PEVSNER, N., "Manifeste Réaliste", en Naum Gabo. Electa, Milán, 1989, pp. 23- 24.

<sup>12</sup> ECO, U. "Arte programmato", en *Arte programmata*. Negozio Olivetti, Milán, 1962.

<sup>13</sup> Véase VILLANI, G., *La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*. CUEN, Nápoles, 2001.

<sup>14</sup> MILLER, A. I., *Einstein y Picasso. El espacio, el tiempo y los estragos de la belleza*. Tusquets, Barcelona, 2007, pp. 284-285.

laura morala

el anillo de  
otto schödinger



laura morala

o anel de  
otto schödinger



El profesor Schödinger en su laboratorio.

### Otto Schödinger (1883-1945)

#### Notas biográficas

Hans Schödinger, pai de Otto, nasce em 1862 em Praga, no seio de uma família de mestres ourives. Em Dezembro de 1880, viaja para a cidade saxónia de Dresde em companhia de seu irmão por motivos de trabalho. Um ano depois contrai matrimónio com Martha Wiemberg; a 4 de Janeiro de 1883 nascem os gémeos Otto e Ruth. Em 1885, o casal transfere-se para Praga para tomar a cargo o negócio familiar: uma humilde oficina de ourives.

### Otto Schödinger (1883-1945)

#### Notas biográficas

Hans Schödinger, padre de Otto, nasce en 1862 en Praga, en el seno de una familia de maestros orfebres. En diciembre de 1880, viaja a la ciudad sajona de Dresde en compañía de su hermano por motivos de trabajo. Un año más tarde contrae matrimonio con Martha Wiemberg; el 4 de enero de 1883 nacen los mellizos Otto y Ruth. En 1885 el matrimonio se traslada a Praga para hacerse cargo del negocio familiar: un humilde taller de orfebrería.

En 1888 –a la edad de cinco años– Otto Schödinger comienza sus estudios en la Deutsche Knabenschule de la calle Masná, a pocas manzanas de su casa, en el 76 de la calle Maislova de Praga. Uno de sus compañeros de clase es un tal Franz Kafka, que al igual que él es hijo de una familia checo-alemana y que durante unos años vive en su misma calle. Otto continúa sus estudios en el instituto Palác Kinských de la Staroměstské Náměstí.

En 1901 supera con éxito las pruebas del Bachillerato e ingresa en la Universidad de Charles –en la Facultad de Filosofía y Medicina– para estudiar Ciencias; en concreto se interesa por la Física y la Astronomía. Tras finalizar sus estudios, en 1912 gana una plaza de profesor de Mecánica y Gravitación en esa universidad, donde imparte clases tanto en checo como en alemán. Ese mismo año contrae matrimonio con su compañera Anna Köhl, profesora de Filosofía. Anna procede de una familia acomodada y liberal de Budapest, siendo una de las pocas mujeres que se licencian en la primera década del siglo XX en la prestigiosa Universidad de Praga.

En 1913 muere el padre de Otto; su taller de orfebrería se cierra y su madre y su hermana regresan a Dresde. Otto se traslada a vivir a la casa de sus padres e instala su laboratorio en el viejo taller. Es

posible que éste sea el momento en el que Otto comienza a definir las líneas de sus posteriores trabajos de investigación. Unos meses más tarde, en el trascurso de una visita a la familia de Anna en Budapest, Otto coincide con el reputado matemático Georges Pólya y su mujer, la suiza Stella Weber, creándose entre ellos un vínculo amistoso que perdurará hasta el final de sus vidas, como lo demuestra la numerosa correspondencia (1917-1944) encontrada en la Universidad de Stanford (California).

En 1918, Otto y Anna tienen a su hijo Franz y dos años más tarde a su hija Hanna. Otto trabaja sin descanso en sus teorías sobre

colapso gravitatorio mientras participa activamente en la segregación de la Facultad de Ciencias de la Facultad de Filosofía y Medicina. La Física, la Química y las Matemáticas están alcanzando un desarrollo tan espectacular que se hace necesaria la apertura de nuevas facultades. Otto vive de cerca la convulsión que se está viviendo en el campo de las matemáticas y la física. Las teorías relativistas de Einstein (1915) formuladas sobre la base del espacio-tiempo de Minkowski (1907) cimientan las nuevas concepciones sobre la estructura del universo y la formulación de los campos eléctrico y gravitatorio. Se abre un extenso campo a la

experimentación y la comunidad científica se esfuerza en encontrar las evidencias que demuestren la validez de dichas teorías. El eclipse de sol del 29 de mayo de 1919 observado por Eddington es la primera comprobación de cómo el campo gravitatorio solar puede curvar la luz de las estrellas, las tesis de Einstein.



Iglesia ruso-ortodoxa de Sv. Nikulás, situada en la Staroměstské náměstí.

Em 1888 –com a idade de cinco anos– Otto Schödinger começa os seus estudos na Deutsche Knabenschule da rua Masná, a pouca distância de sua casa, no nº 76 da rua Maislova de Praga. Um dos seus colegas de turma é um tal Franz Kafka, que, tal como ele, é filho de uma família checo-alemã e que durante alguns anos vive na sua rua. Otto continua os seus estudos no instituto Palác Kinských da Staroměstské Náměstí.

Em 1901, é aprovado nas provas do segundo grau e ingressa na Universidade de Charles –na Faculdade de Filosofia e Medicina– para estudar Ciências; interessa-se particularmente por Física e Astronomia. Depois de finalizar os seus estudos, em 1912, ocupa o lugar de professor de Mecânica e Gravitação nessa universidade, onde dá aulas tanto em checo como em alemão. Nesse mesmo ano contrai matrimónio com a sua colega Anna Köhl, professora de Filosofia.

Anna vem de uma família abastada e liberal de Budapeste, sendo uma das poucas mulheres que se licenciam na primeira década do século XX na prestigiada Universidade de Praga.

Em 1913 morre o pai de Otto; a sua oficina de ourives encerra e a sua mãe e a sua irmã regressam a Dresde. Otto vai viver para casa dos seus pais e instala o seu laboratório na velha oficina. É possível que seja este o momento em que Otto começa a definir as linhas dos seus posteriores trabalhos de investigação.

Uns meses mais tarde, no decorrer de uma visita à família de Anna em Budapeste, Otto trava conhecimento com o reputado matemático Georges Pólya e sua mulher, a suíça Stella Weber, criando-se entre eles um vínculo de amizade que perdurará até ao final das suas vidas, como demonstra a numerosa correspondência (1917-1944) encontrada na Universidade de Stanford (Califórnia).

Em 1918, Otto e Anna têm o seu filho Franz e dois anos mais tarde a sua filha Hanna. Otto trabalha sem descanso nas suas teorias sobre colapso gravitacional enquanto participa activamente na segregação da Faculdade de Ciências da Faculdade de Filosofia e Medicina. A Física, a Química e as matemáticas conhecem um desenvolvimento tão espectacular que se torna necessária a abertura de novas faculdades. Otto vive de perto a convulsão que se vive no campo das matemáticas e da Física. As teorias relativistas de Einstein (1915) formuladas sobre a base do espaço-tempo de Minkowski (1907) cimentam as novas concepções sobre a estrutura do universo e a formulação dos campos eléctrico e gravitacional. Abre-se um extenso campo para a experimentação e a comunidade científica esforça-se por encontrar provas que demonstrem a validade de tais teorias. O eclipse do Sol de 29 de Maio de 1919 observado por Eddington é a primeira comprovação de que o campo gravitacional solar pode curvar a luz das estrelas, teses de Einstein.

Em 1922, Schödinger viaja a Paris invitado a unas conferencias sobre *“El estudio de la estructura estelar: Esferas de gas isoterma y politrópicas”*. Según cuenta en una carta a su amigo Pólya, durante el transcurso de una cena organizada por la Universidad de la Sorbona conoce al recién doctorado Theilard de Chardin (1885-1955), paleontólogo y filósofo francés, con el que mantiene una interesante y polémica discusión. En ella, Otto le expone las teorías físico-matemáticas en las que está trabajando: quiere construir un colapsor de materia capaz de generar un punto de densidad extrema. Suponemos que la descripción de las dramáticas consecuencias que conllevaría la puesta en marcha de semejante mecanismo produciría un tremendo impacto en la mente inquieta y preclara del filósofo. Es curioso como años después Theilard de Chardin sorprende a la comunidad teológica-filosófica con su teoría del *Punto Omega* (Ciencia y Cristo, 1965), punto que pone fin a la historia de la humanidad.

En 1923, el profesor Schödinger comienza sus cálculos sobre el colapsor de materia y traza los primeros bocetos del anillo. Está familiarizado con el trabajo del metal. Su padre, como buen artesano, le enseñó todos los secretos del oficio, aún a sabiendas de que el joven Otto no continuaría con la tradición. De hecho, para Otto, la construcción de una estructura en forma de un gran anillo de metal no le es del todo desconocida. Su padre Hans había trabajado durante años en reparar la gran lámpara circular de la iglesia ruso-ortodoxa de Sv. Mikuláš, situada en la Staroměstské Náměstí, a escasos metros de su casa. Es de suponer que a principios de la década de los 30 la construcción del anillo debía estar bastante avanzada, no así la parte del mecanismo encargada de hacerlo girar y levitar.



En 1939, el ejército nazi clausura la Universidad y detiene a más de cien estudiantes. Su hijo Franz, de 21 años, es uno de ellos. Otto debe dejar su trabajo. Antes de la llegada de los soldados, rescata de su despacho la mayor parte de sus manuscritos y algunos libros; los esconde en su casa. Sospecha que su colapsor puede convertirse en un arma mortífera en manos inadecuadas; suponemos que emprende la destrucción del anillo y de todo aquello que pueda relacionarse con él. Es lógico pensar que, durante los registros de las tropas invasoras, una serie de tetraedros metálicos formando extrañas figuras, resultaran inofensivos, tratándose de un viejo taller de orfebrería.

A lo largo de 1943 la situación del matrimonio Schödinger empeora cada día; siguen sin noticias de su hijo. La familia húngara de Anna les ruega que abandonen Praga y que se reúnan con ellos en Budapest donde, por mediación del monseñor Giuseppe Roncalli, Nuncio Apostólico en Turquía y de la Cruz Roja, tienen la posibilidad de conseguir certificados de bautismo que les faciliten el exilio hacia Palestina, vía Estambul; es la misma estrategia que utilizaron sus amigos Pólya y Stella, en 1940, para salir del país y llegar a Estados Unidos. Las últimas cartas entre Schödinger y Pólya, de principios de 1944, son un interesante acertijo matemático en el que Schödinger cuenta en clave a su amigo los planes de evasión.

Em 1922, Schödinger viaja para Paris convidado para umas conferências sobre “*O estudo da estrutura estelar: Esferas de gás isotérmicas e politrópicas*”. Segundo conta em carta ao seu amigo Pólya, durante o decorrer de um jantar organizado pela Universidade de Sorbonne conhece o recém-doutorado Theilard de Chardin (1885-1955), paleontólogo e filósofo francês, com quem mantém uma interessante e polémica discussão. Nela, Otto expõe-lhe as teorias físico-matemáticas em que trabalha: quer construir um colapsor de matéria capaz de gerar um ponto de densidade extrema. Supomos que a descrição das dramáticas conseqüências que implicaria o funcionamento de semelhante mecanismo produziria um tremendo impacto na mente inquieta e ilustre do filósofo. É curioso como anos mais tarde Theilard de Chardin surpreende a comunidade teológico-filosófica com a sua teoria do *Ponto Ómega* (Ciência e Cristo, 1965), ponto que põe fim à História da Humanidade.

Em 1923, o professor Schödinger começa os seus cálculos sobre o colapsor de matéria e traça os primeiros esboços do anel. Está familiarizado com o trabalho do metal. O seu pai, como bom artesão que era, ensinou-lhe todos os segredos do ofício, embora sabendo que o jovem Otto não continuaria a tradição. De facto, para Otto, a construção de uma estrutura em forma de um grande anel de metal não lhe é de todo desconhecida. O seu pai havia trabalhado durante anos na reparação do grande lustre circular da igreja russa-ortodoxa de Sv. Mikuláš, situada na Staromestské Námestí, a escassos metros de sua casa. É de supor que nos princípios da década de 30 a construção do anel devia estar bastante avançada, mas não a parte do mecanismo responsável por fazê-lo girar e levitar.

Em 1939, o exército nazi captura a Universidade e detém mais de cem estudantes. O seu filho Franz, de 21 anos, é um deles. Otto tem de abandonar o seu trabalho. Antes da chegada dos soldados, retira do seu gabinete a maior parte dos seus manuscritos e alguns livros; esconde-os em sua casa. Suspeita que o seu colapsor pode converter-se numa arma mortífera nas mãos erradas; suponemos que procede à destruição do anel e de tudo o que pudesse relacionar-se com ele. É lógico pensar que, durante os registros das tropas invasoras, uma série de tetraedros metálicos formando estranhas figuras pareceram inofensivos, tratando-se de uma velha oficina de ourives.



Lámpara circular de la iglesia de Sv. Nikulás.

Ao longo de 1943 a situação do casal Schödinger piora a cada dia que passa; continuam sem notícias do seu filho. A família húngara de Anna roga-lhes que abandonem Praga e que se reúnam a eles em Budapeste onde, por intermédio do monsenhor Giuseppe Roncalli, Nuncio Apostólico na Turquia e da Cruz Vermelha, têm a possibilidade de conseguir certidões de baptismo que lhes facilitem o exílio para a Palestina, via Istambul; foi a mesma estratégia que utilizaram os seus amigos Pólya e Stella, em 1940, para sair do país e chegar aos Estados Unidos. As últimas cartas entre Schödinger e Pólya, de princípio de 1944, são um interessante enigma matemático em que Schödinger conta em código ao seu amigo os planos de evasão.

Em meados de Novembro de 1944, Anna, a sua filha Hanna e os seus dois netos partem para Budapeste enquanto Otto viaja para Dresde em busca da sua

A mediados de noviembre de 1944, Anna, su hija Hanna y sus dos nietos parten hacia Budapest mientras Otto viaja a Dresde en busca de su hermana Ruth. Anna se lleva los pocos objetos de valor que aún poseen, las joyas familiares, la cubertería de plata y, suponemos, los manuscritos con el trabajo de investigación de su marido ocultos entre las páginas de un libro de Física. Al llegar Otto a Dresde se encuentra, a estas alturas de la guerra, con una ciudad llena de mujeres y viejos en la que conseguir un medio de transporte que les lleve, a su hermana Ruth y a él, a Budapest vía Viena es prácticamente imposible. Otto se queda atrapado en Dresde y debe renunciar a la posibilidad de encontrarse con su mujer en Budapest, como habían planeado. Anna, Hanna y los niños deben continuar su viaje en solitario.

A finales de diciembre de 1944, el grupo consigue llegar a Estambul junto con una veintena de refugiados húngaros. Antes de embarcar rumbo a Palestina les obligan a deshacerse de todas sus cosas; Anna vende en el Gran Bazar los últimos cubiertos de plata y posiblemente entregara el manuscrito de su marido a un librero del barrio de los gálatas.

El 13 de febrero de 1945, la aviación angloamericana bombardea con bombas de fósforo el centro de Dresde. El 14 de febrero de 1945, Otto Schödinger y su hermana Ruth se agolpan en uno de los trenes que esperan en la Hauptbahnhof (estación central) su salida hacia Viena; la aviación bombardea de nuevo la ciudad, centrándose esta vez en la estación y en varios hospitales. Se producen miles de muertos y desaparecidos, entre ellos Otto Schödinger.

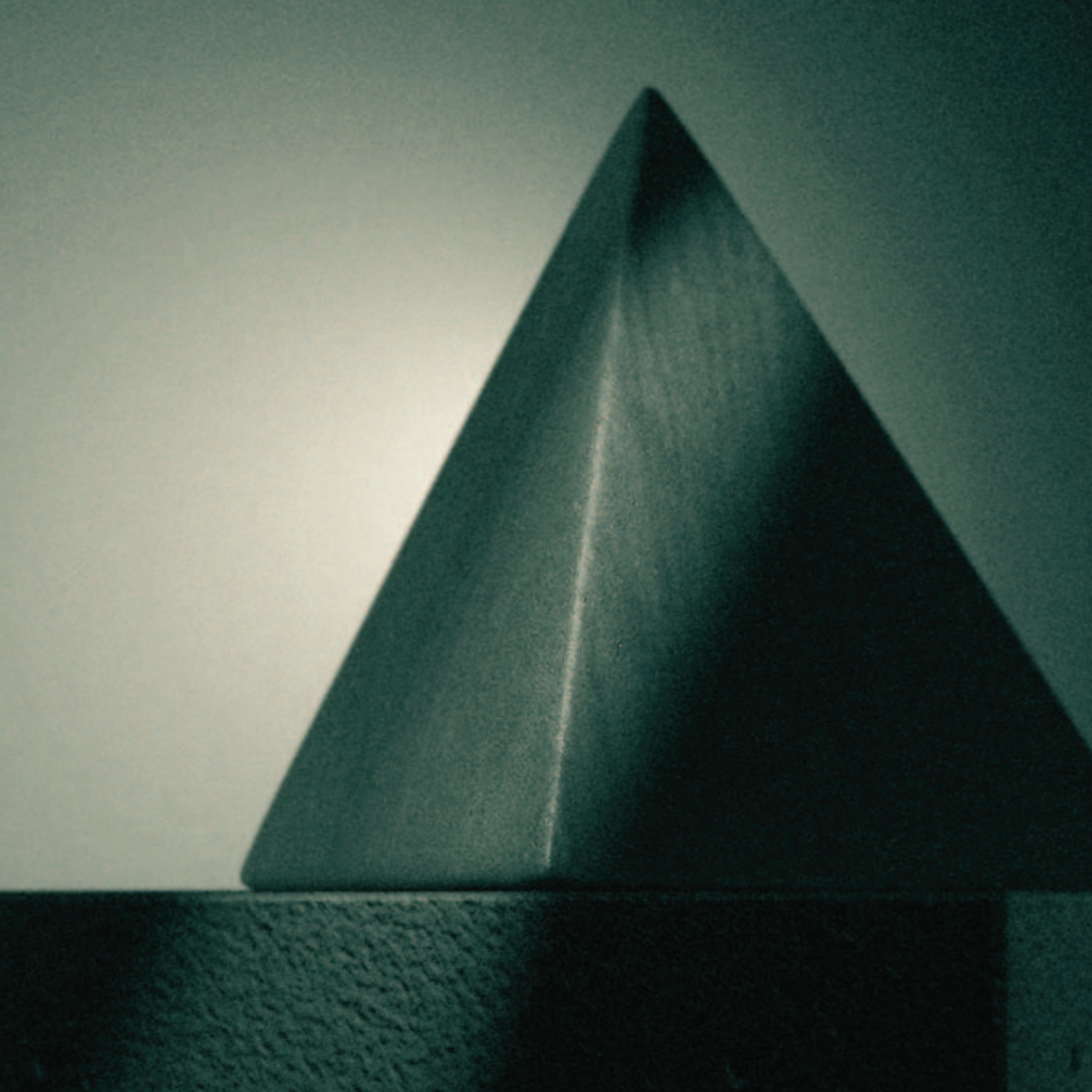
Lo que ocurrió posteriormente con el libro y los manuscritos ocultos en su interior, cuánto tiempo permanecieron en la librería del barrio de los gálatas, cómo llegaron a la Universidad de Estambul, porqué nadie los encontró y analizó antes, quién ordenó que los arrojaran a la basura y muchas otras cuestiones, forman parte del misterio de Otto Schödinger y de su trágica historia, que podría ser el origen de un nuevo y apasionante trabajo de investigación.

irmã Ruth. Anna leva consigo os poucos objectos de valor que ainda possuem, as jóias da família, o faqueiro de prata e, supomos, os manuscritos com o trabalho de investigação do seu marido escondidos entre as páginas de um livro de Física. Ao chegar a Dresde, Otto depara-se, a esta altura da guerra, com uma cidade cheia de mulheres e velhos na qual conseguir um meio de transporte que os leve, a si e à sua irmã Ruth, para Budapeste via Viena é praticamente impossível. Otto fica retido em Dresde e tem de renunciar à possibilidade de se encontrar com a sua mulher em Budapeste, como haviam planeado. Anna, Hanna e os pequenos têm de continuar a sua viagem sozinhos.

Em finais de Dezembro de 1944, o grupo consegue chegar a Istambul juntamente com uma vintena de refugiados húngaros. Antes de embarcar rumo à Palestina são obrigados a desfazer-se de todos os seus haveres; Anna vende no Grande Bazar os últimos talheres de prata e terá possivelmente entregado o manuscrito do seu marido a um livreiro do bairro dos gálatas.

A 13 de Fevereiro de 1945, a aviação anglo-americana bombardeia com bombas de fósforo o centro de Dresde. A 14 de Fevereiro de 1945, Otto Schödinger e a sua irmã Ruth apertam-se numa das carruagens que aguardam na Hauptbahnhof (estação central) a sua partida para Viena; a aviação bombardeia de novo a cidade, concentrando-se desta vez na estação e em vários hospitais. Há milhares de mortos e desaparecidos, entre eles Otto Schödinger.

O que sucedeu posteriormente com o livro e os manuscritos escondidos no seu interior, quanto tempo permaneceram na livraria do bairro dos gálatas, como chegaram à Universidade de Istambul, as razões pelas quais ninguém os encontrou e analisou antes, quem mandou que os deitassem no lixo e muitas outras questões, formam parte do mistério de Otto Schödinger e da sua trágica história, que poderia ser a origem de um novo e apaixonante trabalho de investigação.







## El anillo de Otto Schödinger

“Dios quiere, el hombre sueña, la obra nace”

*Fernando Pessoa (1888-1935)*

### **ABSTRACT**

## O anel de Otto Schödinger

“Deus quer, o homem sonha, a obra nasce”

*Fernando Pessoa (1888-1935)*

### **RESUMO**

O achado casual de uns manuscritos na Faculdade de Física (Fizik B\_lümü) da Universidade de Istambul em 1992 constitui o ponto de partida de um intenso trabalho de investigação levado a cabo durante seis anos, que conclui com a recuperação de um surpreendente estudo científico, ignorado pela ciência do séc. XX, a reivindicação do nome de um cientista que viu truncada a sua vida pela fatalidade da II Guerra Mundial e a reconstrução do coração da máquina que devia gerar o maior campo gravitacional imaginável.

El hallazgo casual de unos manuscritos en la Facultad de Física (Fizik Bolümü) de la Universidad de Estambul en 1992 supone el punto de partida de un intenso trabajo de investigación llevado a cabo durante seis años, que concluye con la recuperación de un sorprendente estudio científico, ignorado por la ciencia del s. XX, la reivindicación del nombre de un científico que vio truncada su vida por la fatalidad de la II Guerra Mundial y la reconstrucción del corazón de la máquina que debía generar el mayor campo gravitatorio imaginable.







## INTRODUÇÃO

Os objectivos deste trabalho são: a decifração das anotações, equações, cálculos e desenhos que figuram nas três folhas que constituem o manuscrito; a datação do documento, incluindo o nome do autor e a localização geográfica do mesmo; por último, reproduzir e materializar o protótipo descrito no nosso laboratório.

## INTRODUCCIÓN

Los objetivos de este trabajo son: el descifrado de las anotaciones, ecuaciones, cálculos y dibujos que figuran en las tres hojas de las que consta el manuscrito; la datación del documento, incluyendo el nombre del autor y la localización geográfica del mismo; por último, reproducir y materializar el prototipo descrito en nuestro laboratorio.

Se han empleado las leyes básicas del electromagnetismo, la formulación clásica de los campos gravitatorios y los supuestos elementales de evolución estelar en el seguimiento e interpretación de los cálculos manuscritos. Se consultaron archivos y registros para la reconstrucción biográfica del autor. Se han empleado técnicas metalúrgicas para la fabricación del prototipo a escala natural.

La obra manuscrita a analizar consta de tres folios que denominaremos en lo sucesivo como Folium A, Folium B y Folium C. Se hallaron en el interior de un ejemplar del libro "An introduction to the study of Stellar Structure" de S. Chandrasekhar (University of Chicago, Dover Publications, New York, 1939), que también conservamos. Una primera observación de los tres folios indica que nos encontramos ante unas simples hojas de trabajo, anotaciones a modo de borrador con dibujos esquemáticos, fórmulas físicas e inscripciones en checo y en inglés.

## INTERPRETACIÓN DE LOS MANUSCRITOS: LA TEORÍA DE SCHÖDINGER

Las primeras fórmulas del Folium A están datadas en el día 13 de marzo de 1923 (*13-Brezen-1923*) y parecen corresponder a la aplicación de la *ley de Lorentz* (1853-1928) a una partícula de masa ( $m$ ) y carga ( $q$ ), moviéndose con velocidad ( $v$ ) dentro de un campo magnético de intensidad ( $B$ ). La ley nos dice que dicha partícula describe una trayectoria circular de radio  $R$ . Encontramos anotaciones aclaratorias en checo sobre la notación utilizada: masa (*hmotnost*), carga (*naboj*), velocidad (*rychlost*).

Se observa que los dibujos que acompañan las fórmulas no representan a una única partícula girando en el campo magnético  $B$ , sino que muestran primero una especie de anillo lobulado (figura FA.1) y después el mismo anillo jalonado por ocho de esferas (figura FA.2). No parece haber relación entre las fórmulas y las figuras. Entendemos que la ley de Lorentz es un punto de partida en la investigación y que la estructura anular se repite como un objetivo a conseguir.

Cabe destacar la importancia de una pequeña anotación en el margen superior derecho del Folium A. En ella se puede leer "*sv. Mikulás*". En un primer momento la interpretamos como una referencia a algún trabajo científico referente a la inducción electromagnética o al movimiento de partículas en trayectorias circulares que pueda servir de ayuda en el desarrollo del estudio.

Después de una intensa búsqueda en las publicaciones anteriores a 1923, no encontramos ninguna realizada por

Empregaram-se as leis básicas do electro-magnetismo, a formulação clássica dos campos gravitacionais e os supostos princípios de evolução estelar no seguimento e interpretação dos cálculos manuscritos. Consultaram-se arquivos e registos para a reconstrução biográfica do autor. Empregaram-se técnicas metalúrgicas para a fabricação do protótipo à escala natural.

A obra manuscrita a analizar consta de três folhas que denominaremos a seguir Folium A, Folium B e Folium C. Foram encontrados no interior de um exemplar do livro "An introduction to the study of Stellar Structure" de S. Chandrasekhar (University of Chicago, Dover Publications, New York, 1939), que também conservamos. Uma primeira observação das três folhas indica que nos encontramos perante simples folhas de trabalho, anotações em forma de rascunho com desenhos esquemáticos, fórmulas físicas e inscrições em checo e em inglês.

## INTERPRETAÇÃO DOS MANUSCRITOS: A TEORIA DE SCHÖDINGER

As primeiras fórmulas do Folium A estão datadas do dia 13 de Março de 1923 (*13-B\_ezen-1923*) e parecem corresponder à aplicação da *lei de Lorentz* (1853-1928) a uma partícula de massa ( $m$ ) e carga ( $q$ ), movendo-se a uma velocidade ( $v$ ) dentro de um campo magnético de intensidade ( $B$ ). A lei diz-nos que tal partícula descreve uma trajetória circular de raio  $R$ . Encontramos notas esclarecedoras em checo sobre a notação utilizada: massa (*hmotnost*), carga (*náboj*), velocidade (*rychlost*).

Observa-se que os desenhos que acompanham as fórmulas não representam uma única partícula girando no campo magnético  $B$ , mas mostram primeiro uma espécie de anel lobulado (figura FA.1) e depois o mesmo anel balizado por

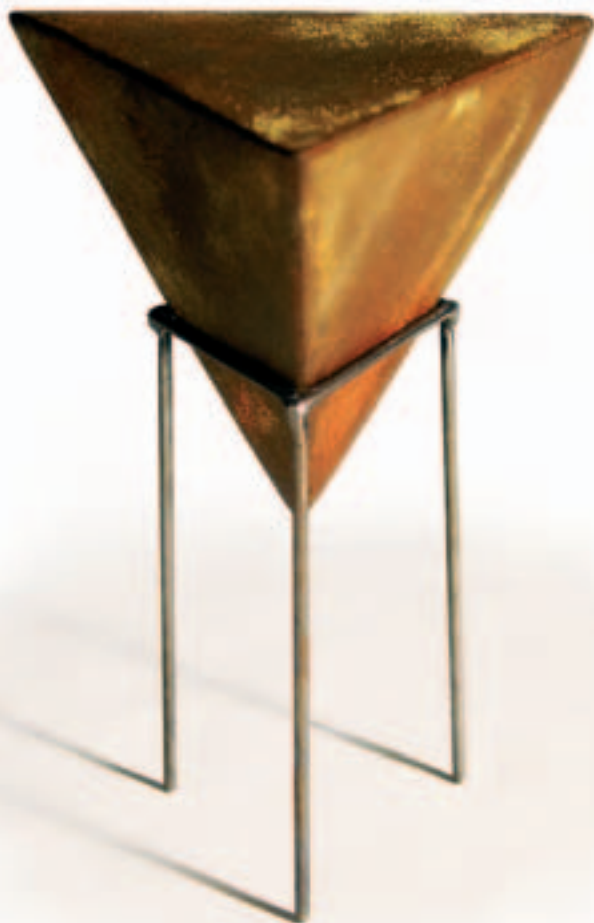
oito de esferas (figura FA.2). Não parece haver uma relação entre as fórmulas e as figuras. Entendemos que a lei de Lorentz é um ponto de partida na investigação e que a estrutura anelar se repete como um objectivo a conseguir.

Cabe destacar a importância de uma pequena anotação na margem superior direita do Folium A. Nela se pode ler “*sv. Mikulá\_*”. Num primeiro momento, interpretamo-la como uma referência a algum trabalho científico referente à indução electro-magnética ou ao movimento de partículas em trajectórias circulares que possa servir de ajuda no desenvolvimento do estudo. Depois de uma intensa pesquisa nas publicações anteriores a 1923, não encontramos

ningún “San Nicolás”. No consta tampoco la existencia de ningún colegio, facultad o institución con ese nombre que esté relacionado con el tema. Nos vemos obligados a buscar una interpretación diferente.

Es lógico comenzar la búsqueda del autor de los manuscritos en Praga, puesto que el idioma utilizado en las anotaciones es el checo. Varias pistas, que aclararemos más adelante, nos hacen concluir que este científico desconocido es el profesor Otto Schödinger de la Universidad de Charles. Investigamos sus datos biográficos y visitamos la que fuera su casa natal en el 76 de la calle Maislova. Allí realizamos un hallazgo casual: cerca de la casa se encuentra una iglesia con el nombre de *Sv. Mikulás*. Al entrar en la misma, nos llama poderosamente la atención la gran lámpara, de unos cuatro metros de diámetro, que ocupa prácticamente el cuerpo central de la iglesia. Tras indagar sobre ella aparece el nombre de Hans Schödinger, padre de Otto, como el orfebre responsable de la restauración y el mantenimiento de la lámpara durante la última década del s. XIX. No cabe duda de que la impresión que debió causar en la mente de un niño la visión cercana y continuada de una estructura de semejantes dimensiones, colgada sobre su cabeza, desafiando la fuerza de la gravedad bajo una cúpula repleta de frescos alegóricos de paraísos divinos, debió ser difícil de olvidar. Suponemos que en los inicios de su trabajo teórico la imagen de una estructura circular flotando en el espacio debió ser reiterativa y una fuente segura de inspiración.

Las siguientes anotaciones del Folium A está fechadas en el 29 de marzo de 1923 y aparecen las palabras en inglés “gravitational







nenhuma que fosse realizada por qualquer “San Nicolás”. Não consta também a existência de nenhum colégio, faculdade ou instituição com esse nome que esteja relacionada com o tema. Vemo-nos obrigados a procurar uma interpretação diferente.

É lógico começar a procura do autor dos manuscritos em Praga, posto que o idioma utilizado nas anotações é o checo. Várias pistas, que aclararemos mais adiante, levam-nos a concluir que este cientista desconhecido é o professor Otto Schödinger, da Universidade de Charles. Investigamos os seus dados biográficos e visitamos aquela que foi a sua casa natal no nº 76 da rua Maislova. Ali fazemos um achado casual: próximo da casa encontra-se uma igreja com o nome de Sv. *Mikulá\_*. Ao entrar na mesma, um grande lustre chama poderosamente a atenção, de cerca de quatro metros de diâmetro, que ocupa praticamente o corpo central da igreja. Depois de indagar sobre ele, aparece o nome de Hans Schödinger, pai de Otto, como o ourives responsável pela restauração e manutenção do lustre durante a última década do séc. XIX. Não há dúvida de que a impressão que deve ter causado na mente de um jovem a visão de perto e continuada de uma estrutura de semelhantes dimensões, suspensa sobre a sua cabeça, desafiando a força de gravidade sob uma cúpula repleta de frescos alegóricos de paraísos divinos, deve ter sido difícil de esquecer. Supomos que nos início do seu trabalho teórico a imagem de uma estrutura circular flutuando no espaço deve ter sido reiterativa e uma fonte segura de inspiração.

As seguintes anotações do Folium A estão datadas de 29 de Março de 1923 e aparecem as palavras em inglês “gravitational collapse”. O professor Schödinger interessa-se pela evolução de um sistema de partículas no qual a principal fonte de energia é a fusão nuclear produzida pelo colapso gravitacional do mesmo. Recordemos que naqueles anos este tema estava na moda. Desde que em 1915 Einstein estabeleceu o sistema de equações relativistas para descrever o campo gravitacional, são numerosos os eminentes cientistas que embarcam na difícil tarefa de proporcionar soluções para tal sistema: *Schwarzschild* (1916), *Reissner-Norstrom* (1916), de *Sitter* (1916), *Weyl* (1917) e *Lense-Thirring* (1918). Talvez o acontecimento estrela seja a refutação das teorias de Einstein mediante a comprovação experimental das mesmas, feito que levou a cabo *Eddington* e, paralelamente *Dyson*, ao observar o eclipse do Sol de 29 de Maio de 1919 e demonstrar como a luz das estrelas se curvava por efeito do campo



collapse”. El profesor Schödinger se interesa por la evolución de un sistema de partículas en el que la principal fuente de energía es la fusión nuclear producida por el colapso gravitatorio del mismo. Recordemos que en aquellos años este tema está de moda. Desde que en 1915 Einstein planteó el sistema de ecuaciones relativistas para describir el campo gravitatorio son numerosos los eminentes científicos que se embarcan en la difícil tarea de proporcionar soluciones a dicho sistema: *Schwarzschild* (1916), *Reissner-Norstrom* (1916), de *Sitter* (1916), *Weyl* (1917) y *Lense-Thirring* (1918). Quizás el acontecimiento estrella es la

corroboración de las teorías de Einstein mediante la comprobación experimental de las mismas, hecho que llevó a cabo *Eddington* y, paralelamente *Dyson*, al observar el eclipse de Sol del 29 de mayo de 1919 y comprobar cómo la luz de las estrellas se curvaba por efecto del campo gravitatorio solar, fenómeno previsto en las teorías de Einstein. Suponemos que Schödinger, influido por estos descubrimientos, se plantea la posibilidad de construir un mecanismo que acelere o fuerce el colapso gravitatorio de un sistema, seguramente de un nube de gas.

Tras definir como básica la estructura en forma de anillo para el citado mecanismo (figura FA.3), Schödinger centra sus

gravitacional solar, fenómeno previsto nas teorias de Einstein. Supomos que Schödinger, influenciado por estas descobertas, se coloca a possibilidade de construir um mecanismo que acelere ou force o colapso gravitacional de um sistema, seguramente de uma nuvem de gás.

Depois de definir como básica a estrutura em forma de anel para o citado mecanismo (figura FA.3), Schödinger centra as suas investigações na Física de Materiais e estabelece a composição concreta das massas que deverão formar o anel.

Aparecem as primeiras anotações sobre um estranho composto formado por três moléculas de forsterite unidas a um átomo de amerício (Am), elemento de elevada massa atómica, superior ao mercúrio e ao chumbo. O forsterite ( $Mg_2SiO_4$ ) é um silicato formado pela união de dois cristais tetraédricos ( $SiO_4$ )<sup>4-</sup> através de dois iões  $Mg^{2+}$ . Supomos que a molécula final de forsterite e amerício cristaliza também em forma tetragonal, segundo se pode ver na figura FA.4. A partir desse momento, nos desenhos do professor os tetraedros substituem as esferas.

O mais surpreendente é a afirmação que faz o professor Schödinger sobre a triforsterite de amerício no início do Folium B: a sua massa aumenta exponencialmente em função do tempo. Em tal exponencial, multiplicando o tempo aparece a constante que Schödinger define como o parâmetro tetraédrico (tetrahedrons parametr), cujo valor é dado pelo valor da carga dos tetraedros, o campo magnético exterior ao anel e a massa inicial dos tetraedros. Schödinger indica que o campo magnético, a carga dos tetraedros e o raio do anel permanecem constantes e que, portanto, também a velocidade de rotação do anel.





A seguir, já no Folium B, dá-se um salto no tempo: passamos para o dia 25 de Agosto de 1930 (25-Srpen-1930). As equações representam uma expressão newtoniana do campo gravitacional engendrado por  $N$  massas de valor variável de forma exponencial. Schödinger define o parâmetro (gravita\_ní parametr) a partir da constante de gravitação  $G$ , o número  $N$  de tetraedros, a massa inicial dos mesmos  $M_0$  e o raio  $R$ , que supomos tratar-se do raio do anel.

As figuras FB.1 e FB.2 do Folium B estão datadas do dia 30 de Agosto de 1930 (30-Srpen-1930). A figura FB.1 representa claramente os tetraedros encaixados em forma de anel, mas, ao lado, Schödinger escreve as palavras "gravita\_ní nestabilita" (instabilidade gravitacional), o que nos leva a pensar que, nessa fase do processo, o professor procura encontrar a colocação correcta dos tetraedros no anel para conseguir a estabilidade gravitacional. Julgamos que a

solução do problema vem representada claramente na sequência da figura FB.2. Nela, Schödinger esboça o que parece ser um padrão de repetição, distinguindo três tipos diferentes de tetraedros, segundo as suas massas ( $T_1= 400g$ ,  $T_2= 380g$  e  $T_3= 460g$ ) e estabelece a distância das barras que servem de união entre eles ( $l_1= 14cm$ ,  $l_2= 12cm$  y  $l_3= 10cm$ ). No nosso trabalho respeitámos estas dimensões e massas na altura de construir o anel. A única diferença é que não conseguimos formular o estranho composto de trifersterite de amerício e substituímo-lo por umas ligas, primeiro de cobre, e posteriormente de aço. Não sabemos se o professor chegou a experimentar com o referido composto ou se a consecução do mesmo era um dos objectivos do seu trabalho inacabado.

investigaciones en la física de materiales y establece la composición concreta de las masas que deberán conformar el anillo. Aparecen las primeras anotaciones sobre un extraño compuesto formado por tres moléculas de forsterita unidas a un átomo de americio (Am), elemento de elevada masa atómica, superior al mercurio y al plomo. La forsterita ( $Mg_2SiO_4$ ) es un silicato formado por la unión de dos cristales tetraédricos ( $SiO_4$ )<sup>4-</sup> a través de dos iones  $Mg^{+2}$ . Suponemos que la molécula final de forsterita y americio cristaliza también en forma tetragonal, según se observa en la figura FA.4. A partir de ese momento en los dibujos del profesor los tetraedros sustituyen a las esferas.





Lo más sorprendente es la afirmación que realiza el profesor Schödinger sobre la triformita de americio en el comienzo del Folium B: su masa aumenta exponencialmente en función del tiempo. En dicha exponencial, multiplicando al tiempo aparece la constante que Schödinger define como el parámetro tetraédrico (tetrahedrons parametr), cuyo valor viene dado por el valor de la carga de los tetraedros, el campo magnético exterior al anillo y la masa inicial de los tetraedros. Schödinger indica que el campo magnético, la carga de los tetraedros y el radio del anillo permanecen constantes y que, por lo tanto, también la velocidad de rotación del anillo.

A continuación, ya en el Folium B, aparece un salto en el tiempo: pasamos al 25 de agosto de 1930 (25-Srpen-1930). Las ecuaciones representan una expresión newtoniana del campo gravitatorio engendrado por N masas de valor variable de forma exponencial. Schödinger define el parámetro (gravitacní parametr) a partir de la constante de gravitación G, el número N de tetraedros, la masa inicial de los mismos  $M_0$  y el radio R, que suponemos se trata del radio del anillo.

Las figuras FB.1 y FB.2 del Folium B están fechadas el día 30 de agosto de 1930 (30-Srpen-1930). La figura FB.1 representa claramente los tetraedros engarzados en forma de anillo, pero a su lado Schödinger escribe las palabras "gravitacní nestabilita" (inestabilidad gravitatoria), lo que nos lleva a pensar que en esa fase del proceso, el profesor trata de encontrar la colocación correcta de los tetraedros en el anillo para conseguir la estabilidad gravitatoria. Suponemos que la solución del problema viene





representada claramente en la secuencia de la figura FB.2. En ella Schödinger esboza lo que parece un patrón de repetición, distinguiendo tres tipos diferentes de tetraedros, según sus masas ( $T_1= 400g$ ,  $T_2= 380g$  y  $T_3= 460g$ ) y establece la distancia de las barras que sirven de unión entre ellos ( $l_1= 14cm$ ,  $l_2= 12cm$  y  $l_3=10cm$ ). En nuestro taller hemos respetado estas dimensiones y masas a la hora de construir el anillo. La única diferencia es que no hemos podido conseguir el extraño compuesto de triforsterita de americio y lo hemos sustituido por un aleaciones primero de cobre, y posteriormente de acero. No sabemos si el profesor llegó a experimentar con el mencionado compuesto o la consecución del mismo era uno de los objetivos de su trabajo inacabado.

En la esquina superior izquierda del Folium C encontramos la inscripción "Anna zítra restaurace Cáslav", clave para descubrir que el autor de los manuscritos es el profesor Schödinger. La traducción -Anna mañana restaurante Cáslav- nos indica que se trata de una mera anotación al margen a modo de recordatorio. Rastreamos el nombre Anna en la Universidad de Charles y encontramos a una profesora de Filosofía casada con un profesor de Mecánica y Gravitación, finalmente nuestro Otto Schódinger, cuyo padre arregló la gran lámpara de San Nicolás: todo parece encajar.

El Folium C está escrito entre el 7 junio (Cerven) y el 18 de julio (Cervenec) de 1936. Encontramos en él una expresión para la evolución de la densidad del anillo en función del tiempo y otra para el tiempo (T) empleado en el colapso de dicha masa. Sin duda estas expresiones están extraídas de las teorías de S. Chandrasekhar, que en 1931 demuestra la evolución de los

distintos modelos estelares, considerando como tales a unas distribuciones de gas esféricamente simétricas y en equilibrio radiativo entre la presión del gas, producido por el colapso gravitatorio y la presión de radiación producida en las reacciones nucleares.

Concluimos que los planos y anotaciones del profesor Schödinger describen un artificio que denominaremos el *colapsor de forsterita*, pues su único propósito es reproducir de forma controlada y a partir de unas masas relativamente pequeñas, las condiciones de colapso un sistema extremadamente masivo, es decir: una estrella.

### FASES DEL COLAPSOR DE FORSTERITA

Tras distintas simulaciones informáticas y mediante la extrapolación de los pasos que faltan en el desarrollo de las expresiones matemáticas, podemos suponer que el funcionamiento del anillo seguiría las siguientes fases:

a) Fase de aceleración: El anillo rígido de tetraedros cargados con una carga  $q$  se encuentra en reposo. Se genera un campo eléctrico  $B$  con un potente electroimán circular de radio superior al del anillo y un campo eléctrico  $E$  de signo contrario a la carga de los tetraedros en el suelo del laboratorio, de forma que ambos campos sean perpendiculares. En ese momento, el anillo de tetraedros comienza a levitar sobre el suelo y comienza a girar.

No canto superior esquerdo do Folium C encontramos a inscrição “Anna zitra restaurec Cáslav”, chave para descobrir que o autor dos manuscritos é o professor Schödinger. A tradução –Anna amanhã restaurante Cáslav– indica que se trata de uma mera anotação à margem a jeito de lembrete. Procuramos o nome Anna na Universidade de Charles e encontramos uma professora de Filosofia casada com um professor de Mecânica e Gravitação, finalmente o nosso Otto Schödinger, cujo pai arranhou o grande lustre de São Nicolau: tudo parece encaixar-se.

O Folium C é escrito entre 7 de Junho (Cerven) e 18 de Julho (Cervenec) de 1936. Encontramos nele uma expressão para a evolução da densidade do anel em função do tempo e outra para o tempo ( $T$ ) empregue no colapso da referida massa. Sem dúvida, estas expressões são extraídas das teorias de S. Chandrasekhar, que em 1931 demonstra a evolução dos diferentes modelos estelares, considerando como tais umas distribuições de gás esféricamente simétricas e em equilíbrio radioactivo entre a pressão do gás, produzido pelo colapso gravitacional, e a pressão de radiação produzida nas reacções nucleares.

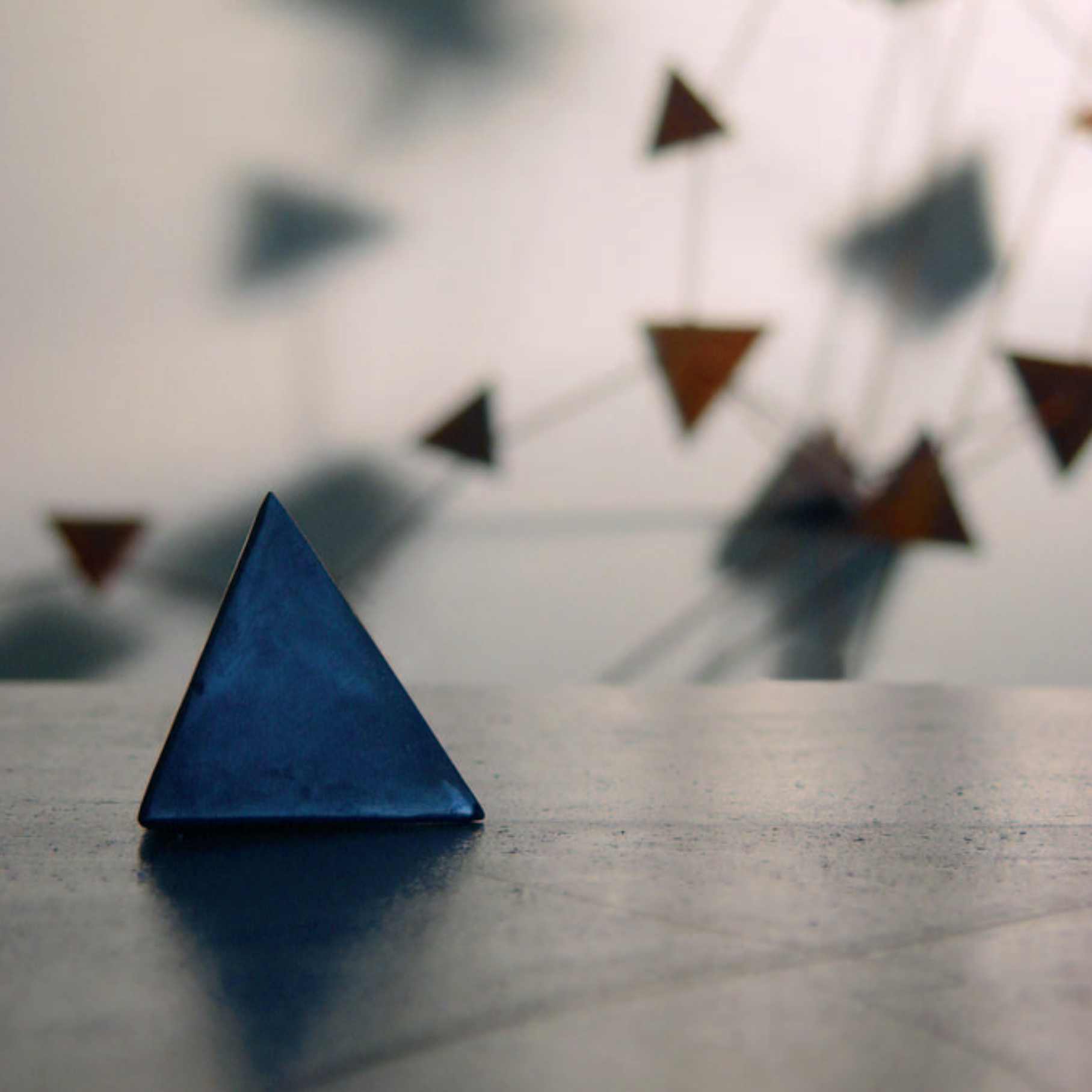
Concluimos que os planos e anotações do professor Schödinger descrevem um artefacto que denominaremos *colapsor de forsterite*, pois o seu único propósito é reproduzir, de forma controlada e a partir de massas relativamente pequenas, as condições de colapso de um sistema extremamente maciço, quer dizer: uma estrela.

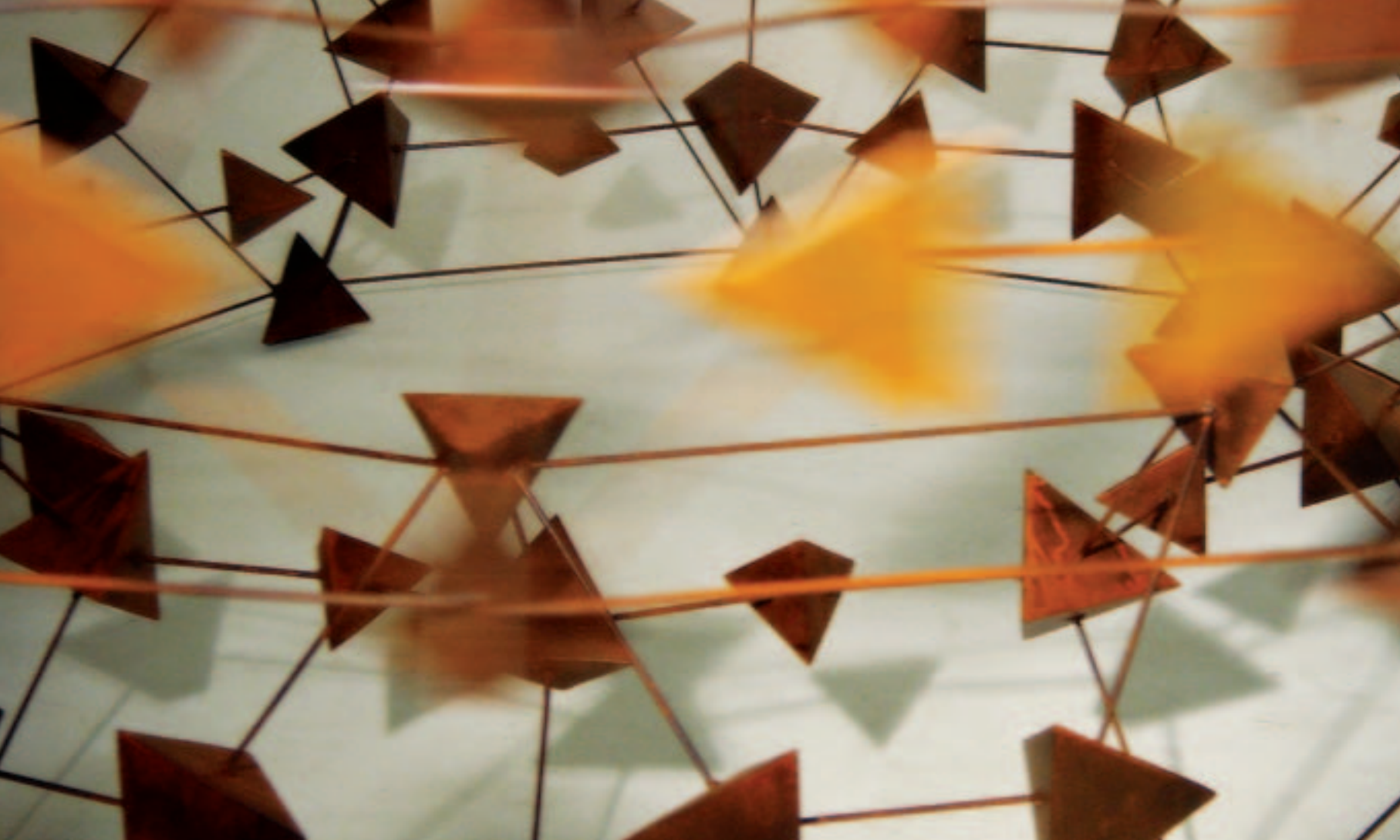
### FASES DO COLAPSOR DE FORSTERITE

Depois de diferentes simulações informáticas e mediante a extrapolação dos passos que faltam no desenvolvimento das expressões matemáticas, podemos supor que o funcionamento do anel seguiria as seguintes fases:

a) Fase de aceleração: O anel rígido de tetraedros carregados com uma carga  $q$  encontra-se em repouso. Gera-se um campo eléctrico  $B$  com um potente







b) Fase de multiplicación de la masa: Una vez alcanzada la velocidad óptima de rotación, la masa experimenta un aumento exponencial, produciéndose un considerable aumento energético del sistema, que podría ponerse de manifiesto con la emisión de radiación sincrotrón.

c) Fase de colapso: Cuando la masa acumulada del sistema de tetraedros alcanza el valor de la masa de la Tierra ( $5'98 \cdot 10^{24}$ kg), en el laboratorio se compensa la acción de la gravedad terrestre. Es de suponer que, a partir de este valor, los cuerpos en el entorno

electro-íman circular de raio superior ao do anel e um campo eléctrico E de sinal contrário à carga dos tetraedros no chão do laboratório, de forma a que ambos os campos sejam perpendiculares. Nessa altura, o anel de tetraedros começa a levantar sobre o chão e começa a girar.

b) Fase de multiplicação da massa: Uma vez alcançada a velocidade óptima de rotação, a massa sofre um aumento exponencial, produzindo-se um considerável aumento energético do sistema, que poderia manifestar-se com a emissão de radiação de sincrotrão.

c) Fase de colapso: Quando a massa acumulada do sistema de tetraedros alcança o valor da massa da Terra ( $5'98 \cdot 10^{24}$ kg), inicia-se no laboratório a acção da gravidade terrestre. É de supor que, a partir deste valor, os corpos em redor do anel sejam atraídos por ele. Apesar disso, o anel continua a girar e, portanto, a massa do mesmo a aumentar. Podemos imaginar as consequências que sobre o laboratório, no seu redor –supomos que em todo o planeta–, deveriam produzir-se quando o anel alcançasse uma massa semelhante à do Sol ( $1'98 \cdot 10^{30}$ kg) ou ainda maior num espaço tão reduzido. Schödinger tenta que, apesar de se ter iniciado o colapso das massas circundantes, incluindo a Lua, os planetas mais próximos e o Sol, o anel consiga alcançar as vinte massas solares, ponto em que se assegura (*"Physics of Stellar Evolution and Cosmology"*, H.S. Goldberg; M.D. Scadron) a produção de um possível buraco negro (*black hole*).

## CONCLUSÕES

A análise detalhada dos manuscritos encontrados pelos investigadores na Faculdade de Física da Universidade de Istambul em 1992 conduz às seguintes conclusões, que, se bem que não sejam definitivas, nos delineiam um cenário mais que provável sobre a composição, a estrutura e o funcionamento do que denominámos *O anel de Schödinger*.

**PRIMEIRA:** Todos os dados indicam que os citados manuscritos pertencem ao professor Otto Schödinger, nascido em Dresde a 4 de Janeiro de 1883 e desaparecido a 14 de Fevereiro de 1945, durante o bombardeamento dessa mesma cidade pelas tropas anglo-americanas. Podemos afirmar que viveu praticamente toda a sua vida em Praga, exercendo o cargo de professor de Mecânica e Gravitação na Universidade de Charles e formando parte da comunidade judaica da cidade. Foi aí que aprendeu o ofício de ourives, do seu pai, e se familiarizou com o trabalho em grandes estruturas metálicas. Cabe destacar a influência - que supomos que terá marcado o desenvolvimento do seu trabalho como cientista - do grande lustre da igreja Checo-Hussita de São Nicolau. A estrutura circular lobulada da mesma inspira as primeiras figuras dos manuscritos e condiciona o desenho final do anel.

del anillo son atraídos por él. A pesar de ello, el anillo sigue girando y por tanto, la masa del mismo sigue aumentando. Podemos imaginar las consecuencias que sobre el laboratorio, el entorno –suponemos que en todo el planeta– deberían producirse cuando el anillo alcanzara una masa similar a la del Sol ( $1'98 \cdot 10^{30}$ kg) o



incluso mayor, en un espacio tan reducido. Schödinger apuesta porque, a pesar de haber empezado el colapso de las masas circundantes, incluidas la Luna, los planetas próximos y el Sol, el anillo logre alcanzar las veinte masas solares, punto en el que se asegura (*"Physics of Stellar Evolution and Cosmology"*, H.S. Goldberg; M.D. Scadron) la producción de un posible agujero negro (*black hole*).

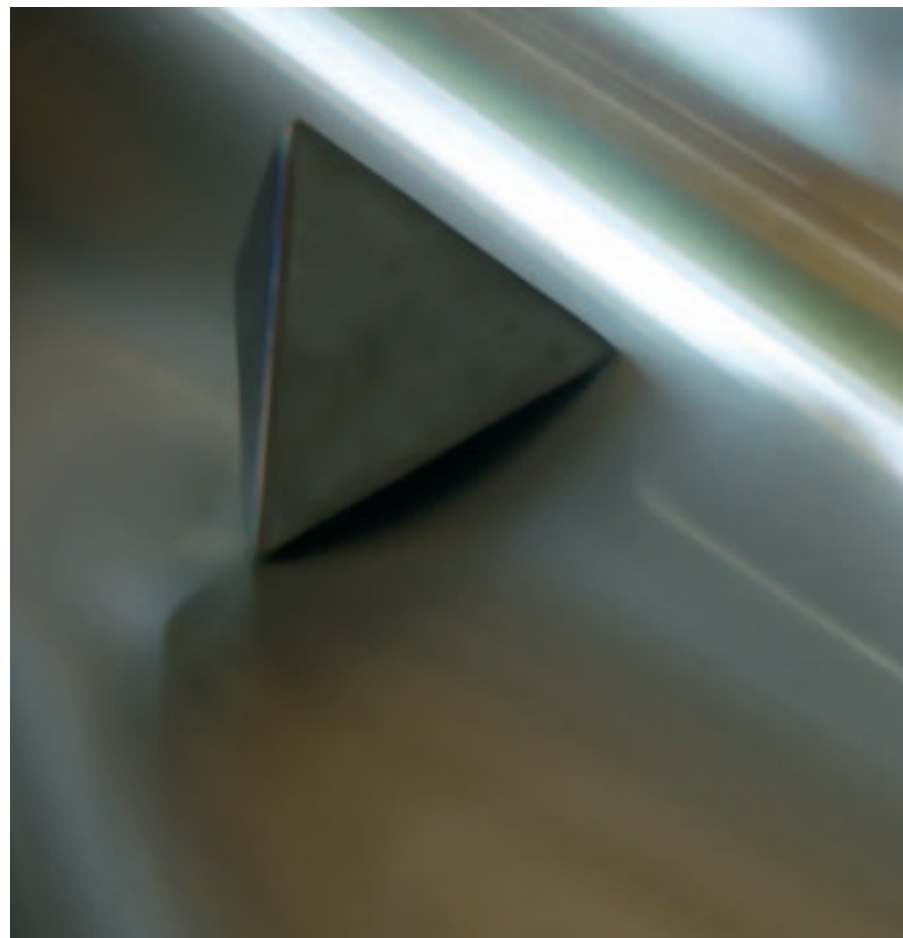


## CONCLUSIONES

El análisis detallado de los manuscritos encontrados por los investigadores en la Facultad de Física de la Universidad de Estambul en 1992 conduce a las siguientes conclusiones, que si bien no son ni mucho menos definitivas, nos delimitan un escenario más que probable sobre la composición, la estructura y el funcionamiento de lo que hemos denominado *El anillo de Schödinger*.

**PRIMERA:** Todos los datos nos indican que los citados manuscritos pertenecen al profesor Otto Schödinger, nacido en Dresde el 4 de enero de 1883 y desaparecido el 14 de febrero de 1945, durante el bombardeo de esa misma ciudad por las tropas angloamericanas. Podemos afirmar que vivió prácticamente toda su vida en Praga, ejerciendo como profesor de Mecánica y Gravitación en la Universidad de Charles y formando parte de la comunidad judía de la ciudad. Es allí donde aprendió el oficio de orfebre de su padre y se familiarizó con el trabajo en grandes estructuras metálicas. Cabe destacar la influencia –que suponemos marcó el desarrollo de su trabajo como científico– de la gran lámpara de la iglesia Checo-Husista de San Nicolás. La estructura circular lobulada de la misma inspira las primeras figuras de los manuscritos y condiciona el diseño final del anillo.

**SEGUNDA:** Os manuscritos descrevem pormenorizadamente uma estrutura em forma de anel, formado por 60 tetraedros de triforsterite de amerício - um composto desenvolvido expressamente pelo professor Schödinger - encaixados segundo uma sequência exacta. As equações e notas encontradas indicam que o anel mais não é do que o núcleo de um complexo sistema de campos magnéticos e eléctricos que têm como último objectivo produzir a rotação da estrutura circular. Com isso, devido às propriedades específicas do triforsterite de amerício (a sua massa aumenta exponencialmente com a velocidade angular), podemos concluir que, decorrido um certo tempo, chega a alcançar uma massa ligeiramente superior a dez massas solares, suficientes para produzir o *colapso gravitacional sem retorno* do anel, dando lugar a um mais que provável buraco negro.





**TERCEIRA:** Face à impossibilidade de conseguir - por falta de dados - a descrição exacta dos mecanismos que produzem a rotação do anel, tendo em conta a dificuldade criada pela carência da formulação concreta do composto de forsterite e amerício e considerando as tremendas consequências - de dimensões cósmicas - que implicaria pôr em marcha esta máquina no nosso planeta, o nosso trabalho de investigação conclui com a reconstrução do anel seguindo os desenhos e esboços do professor Schödinger, vendo-nos obrigados a substituir o triforsterite de amerício por uma liga de aço. ■



**SEGUNDA:** Los manuscritos describen pormenorizadamente una estructura en forma de anillo, formado por 60 tetraedros de triforsterita de americio - un compuesto desarrollado expresamente por el profesor Schödinger - engarzados siguiendo una secuencia exacta. Las ecuaciones y notas encontradas indican que el anillo no es más que el núcleo de un complejo sistema de campos magnéticos y eléctricos que tienen como último objetivo producir la rotación de la estructura circular. Con ello, debido a las propiedades específicas de la triforsterita de americio (su masa aumenta exponencialmente con la velocidad angular) podemos concluir que, trascurrido un tiempo finito, se llega a alcanzar una masa ligeramente superior a diez masa solares, suficientes para producir el *colapso gravitatorio sin retorno* del anillo, dando lugar a un más que probable agujero negro.

**TERCERA:** Ante la imposibilidad de conseguir -por falta de datos- la descripción exacta de los mecanismos que producen la rotación del anillo, teniendo en cuenta la dificultad que supone la carencia de la formulación concreta del compuesto de forsterita y americio y considerando las tremendas consecuencias -de dimensiones cósmicas- que conllevaría la puesta en marcha de la máquina en nuestro planeta, nuestro trabajo de investigación concluye con la reconstrucción del anillo siguiendo los dibujos y bocetos del profesor Schödinger, viéndonos obligados a sustituir la triforsterita de americio por una aleación de acero. ■

obra exposta



obra expuesta

**ESCU LTURA EM AÇO DE ALFONSO DONCEL, DE 340 cm. DE**

diâmetro exterior, 240 cm. de diâmetro interior e 48 cms de altura, em forma de anel toróide, realizada com 120 tetraedros encaixados sequencialmente utilizando 220 varetas calibradas de 5 mm. Desmontável em quatro partes. Apresentação e instalação suspensa, mediante 10 cabos de aço. Peso aproximado de 40 kilogramas. Possibilidade de giração contínua automática mediante rotor de 3,5 rpm, com rede de 220 v. AC, de desenho próprio.

Escultura em aço de **alfonso doncel**, de 200 cm. de diâmetro exterior, 100 cm. de diâmetro interior e 48 cms de altura, em forma de anel toróide, realizada com 60 tetraedros encaixados sequencialmente utilizando 110 varetas calibradas de 5 mm. Apresentação e instalação suspensa, mediante 5 cabos de aço, ou vertical numa parede. Peso aproximado de 20 kilogramas. Possibilidade de giração contínua automática mediante rotor de 3,5 rpm, com rede de 220 v. AC, de desenho próprio.

10 fotografias originais de **pedro casero**, de 70 x 52 cm., positivadas sobre papel ultrametálico e montadas em DIBOND, numeradas e assinadas. A tiragem da série é de 10 cópias de cada exemplar + 1 prova de autor. Disponível por unidades ou em catálogo com as 10 fotografias da coleção. Em ambos os casos, é incluído um certificado de originalidade assinado pelo autor.

**ESCU LTURA EN ACERO DE ALFONSO DONCEL, DE 340 cm.**

de diâmetro exterior, 240 cm. de diâmetro interior y 48 cms de altura, en forma de anillo toroide, realizada con 120 tetraedros ensamblados secuencialmente utilizando 220 varillas calibradas de 5 mm. Desmontable en cuatro piezas. Presentación e instalación suspendida, mediante 10 cables de acero. Peso aproximado de 40 kilogramos. Posibilidad de giro contínuo automático mediante rotor de 3,5 rpm, a red 220 v. AC, de diseño propio.

Escultura en acero de **alfonso doncel**, de 200 cm. de diâmetro exterior, 100 cm. de diâmetro interior y 48 cms de altura, en forma de anillo toroide, realizada con 60 tetraedros ensamblados secuencialmente utilizando 110 varillas calibradas de 5 mm. Presentación e instalación suspendida, mediante 5 cables de acero, o vertical en un muro. Peso aproximado de 20 kilogramos. Posibilidad de giro contínuo automático mediante rotor de 3,5 rpm, a red 220 v. AC, de diseño propio.

10 fotografias originais de **pedro casero**, de 70 x 52 cm., positivadas sobre papel ultrametálico y montadas en DIBOND, numeradas y firmadas. La tirada de la serie es de de 10 copias de cada ejemplar + 1 prueba de autor. Disponible por unidades o en carpeta con las 10 fotografias de la colección. En ambos casos, se incluye certificado de originalidad firmado por el autor.



4 infografias originais de **luis fano**, de 70 x 50 cms, positivadas sobre papel fotografico e montadas em DIBOND, numeradas e assinadas. A tiragem da série é de 10 cópias de cada exemplar + 1 prova de autor. Disponível por unidades ou em catálogo com as 4 infografias da colecção. Em ambos os casos, é incluído um certificado de originalidade assinado pelo autor.

Catálogo descritivo do projecto, com textos de **javier cano**, **alfonso doncel** e **laura morala**; inclui reprodução das notas fac-similadas de Otto Schödinger, as fotografias de **pedro casero**, as infografias de **luis fano** e um DVD com a curta-metragem de **luis fano**; banda musical de **arni giraldo**. Desenho e maquetação de **luis fano** e **pedro casero**.

DVD, contendo curta-metragem de animação em 3D de aproximadamente 6 minutos de duração, de **luis fano**, com guião de **laura morala**. Banda musical composta e editada por **arni giraldo**. Inclui uma sequência de diapositivos.

4 Panéis/displays com material referente ao projecto, maquetados por **luis fano**.

Vitrinas com diversos objectos e documentação relativa ao projecto. ■

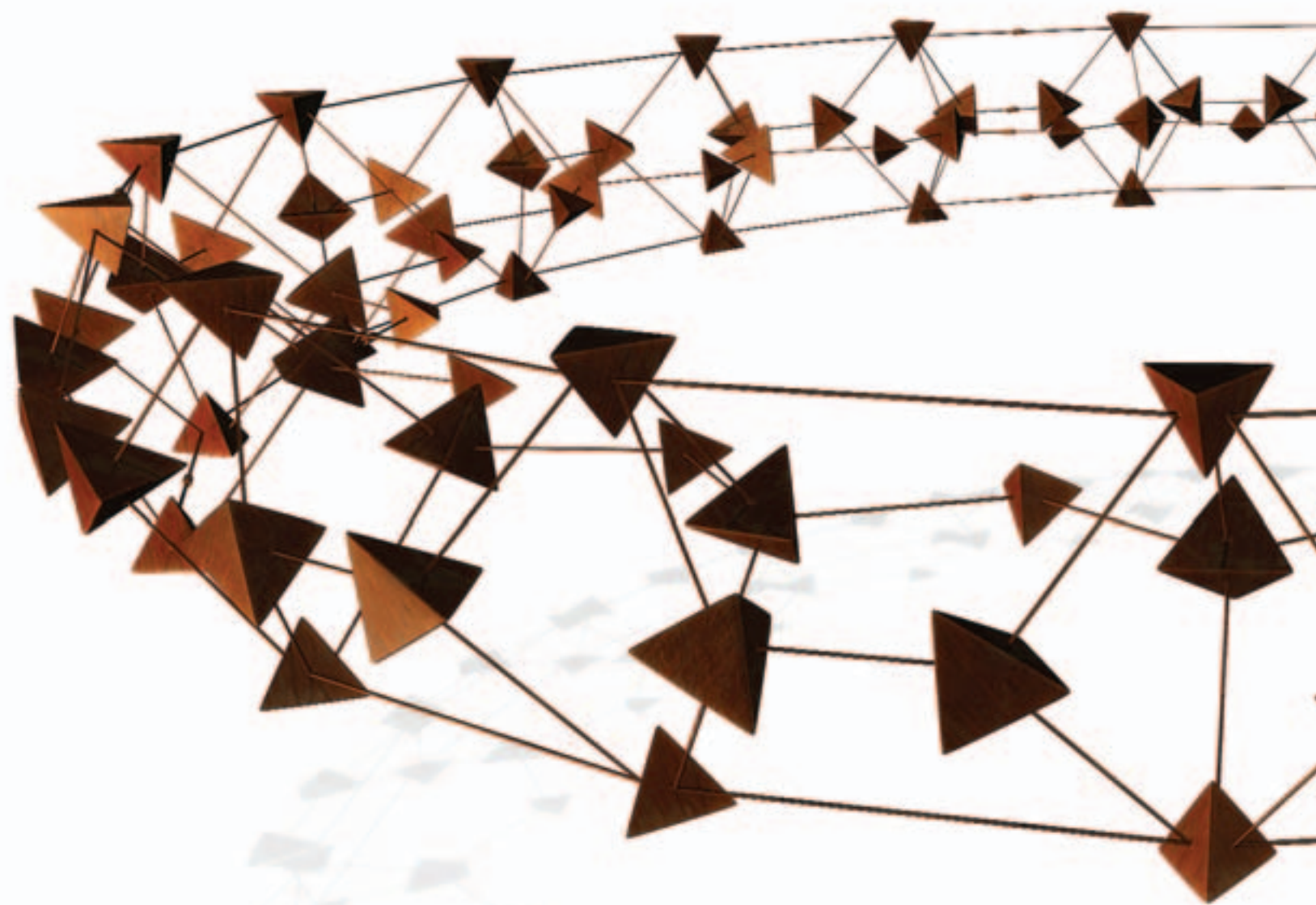
4 infografías originales de **luis fano**, de 70 x 50 cms, positivadas sobre papel fotográfico y montadas en DIBOND, numeradas y firmadas. La tirada de la serie es de 10 copias de cada ejemplar + 1 prueba de autor. Disponible por unidades o en carpeta con las 4 infografías de la colección. En ambos casos, se incluye certificado de originalidad firmado por el autor.

Catálogo descriptivo del proyecto, con textos de **javier cano**, **alfonso doncel** y **laura morala**; incluye reproducción de las notas facsímiles de Otto Schödinger, las fotografías de **pedro casero**, las infografías de **luis fano** y un DVD con el cortometraje de **luis fano**; banda musical de **arni giraldo**. Diseño y maquetación de **luis fano** y **pedro casero**.

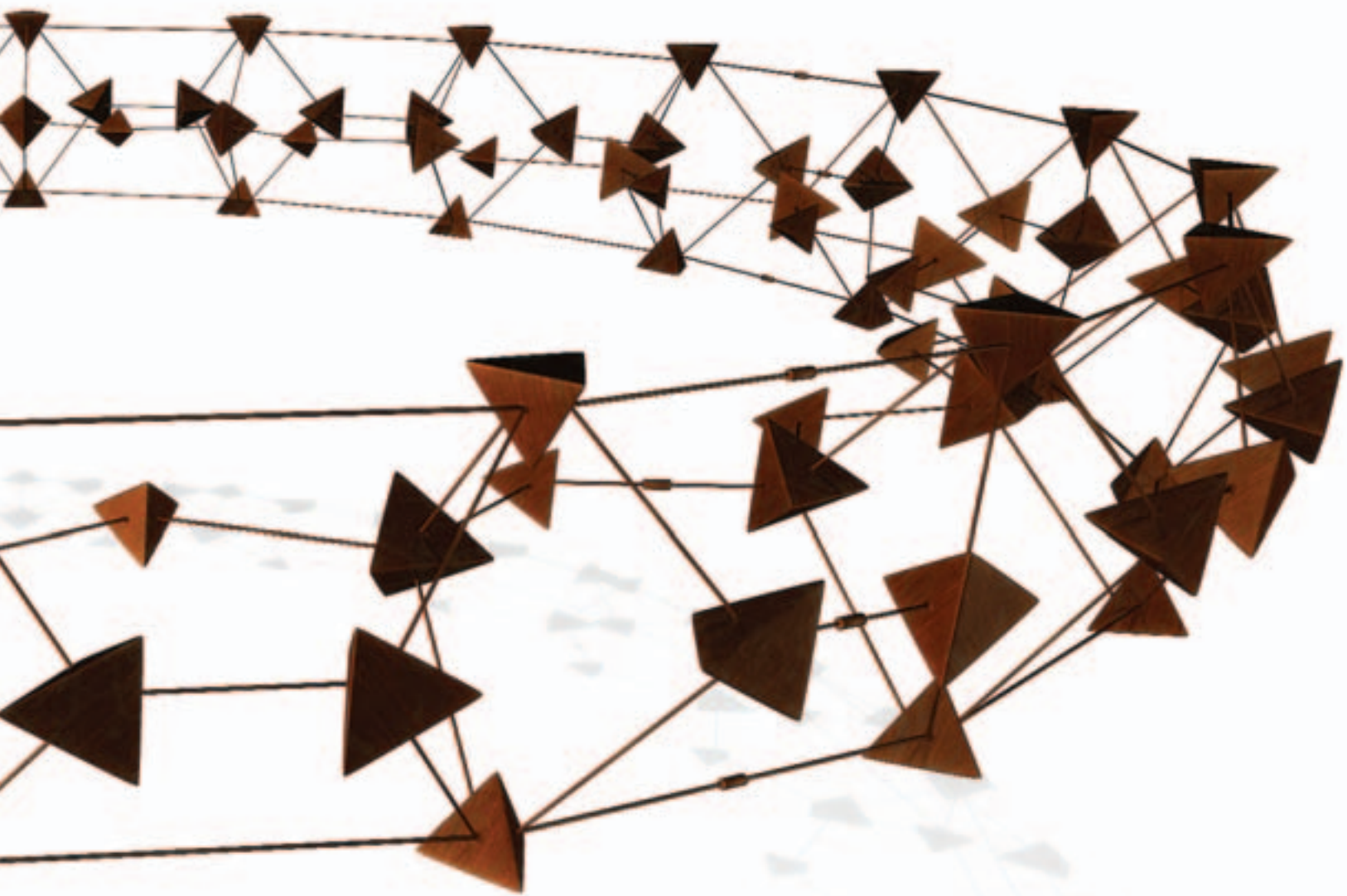
DVD, conteniendo cortometraje de animación 3D de 6 minutos aproximadamente de duración, de **luis fano**, con guión de **laura morala**. Banda musical compuesta y editada por **arni giraldo**. Incluye secuencia de diapositivas.

4 Paneles/displays con información referente al proyecto, maquetados por **luis fano**.

Vitrinas con diversos objetos y documentación relativa al proyecto. ■





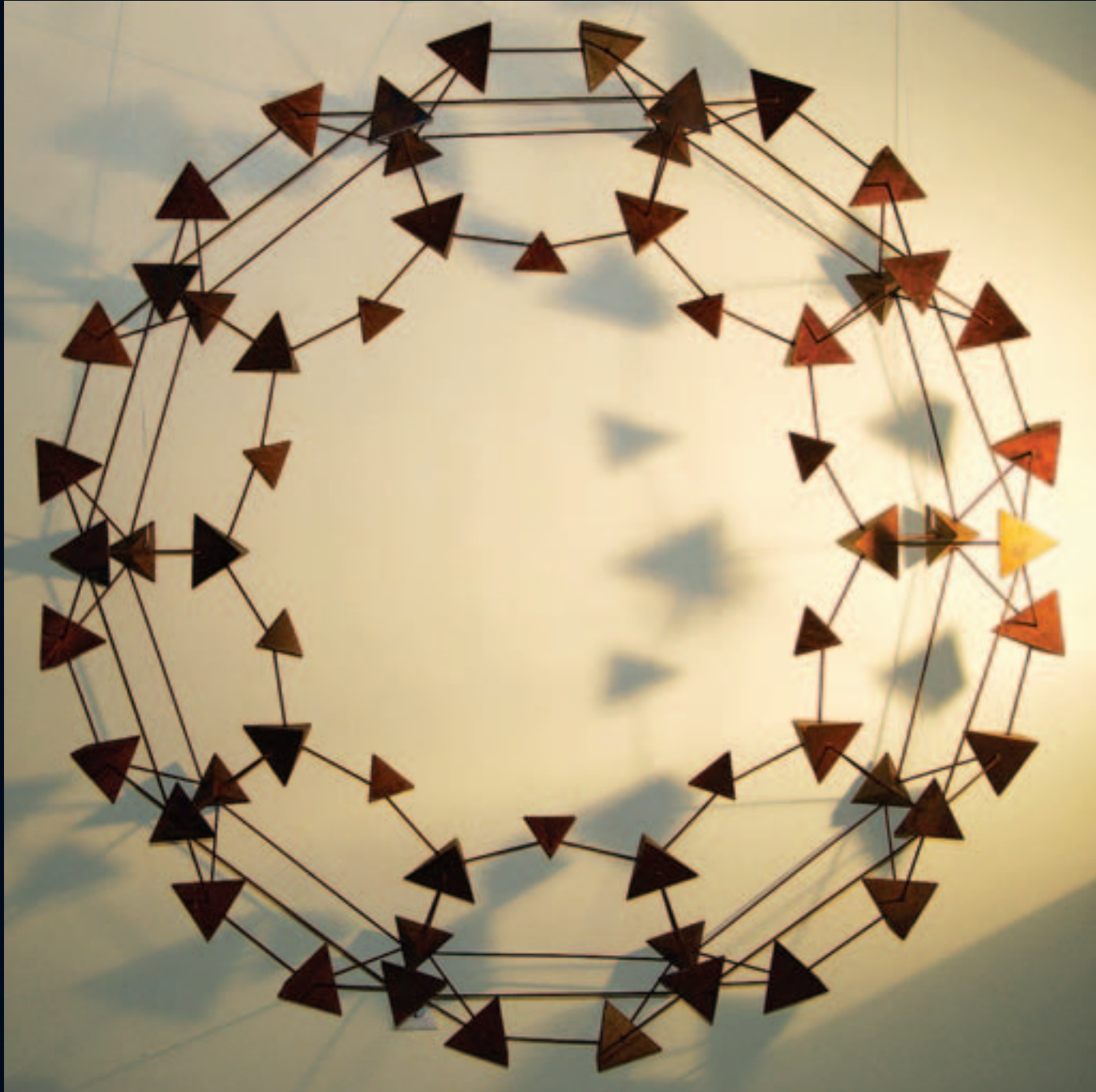


Pág. anterior: **"el anillo de Schödinger"**

Escultura de acero. 340 cms. diámetro exterior, 240 cms. diámetro interior, 48 cms. altura  
120 tetraedros ensamblados con 220 varillas calibradas.  
Alfonso Doncel, 2007

**"el anillo de Schödinger"**

Escultura de acero. 200 cms. diámetro exterior, 100 cms. diámetro interior, 48 cms. altura  
60 tetraedros ensamblados con 110 varillas calibradas.  
Alfonso Doncel, 2007



**"tetraedrum I"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 70 x 52 cms.  
Pedro Casero, 2007





**"tetraedrum II"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 52 x 70 cms.  
Pedro Casero, 2007





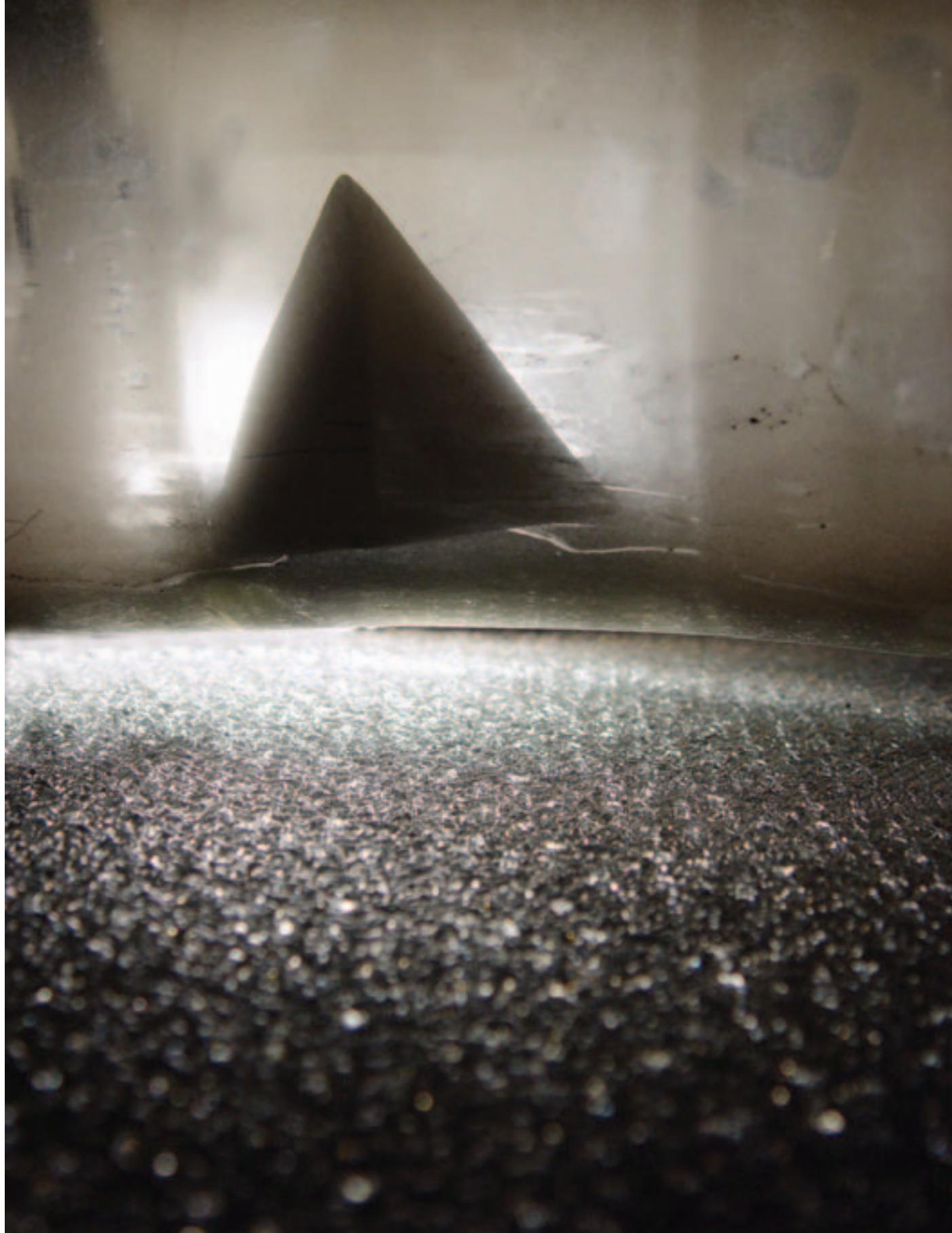
**"tetraedrum III"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 52 x 70 cms.  
Pedro Casero, 2007



**"tetraedrum IV"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 52 x 70 cms.  
Pedro Casero, 2007



**"tetraedrum V"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 70 x 52 cms.  
Pedro Casero, 2007





**"tetraedrum VI"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 70 x 52 cms.  
Pedro Casero, 2007



**"tetraedrum VII"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 52 x 70 cms.

Pedro Casero, 2007



**"tetraedrum VIII"**

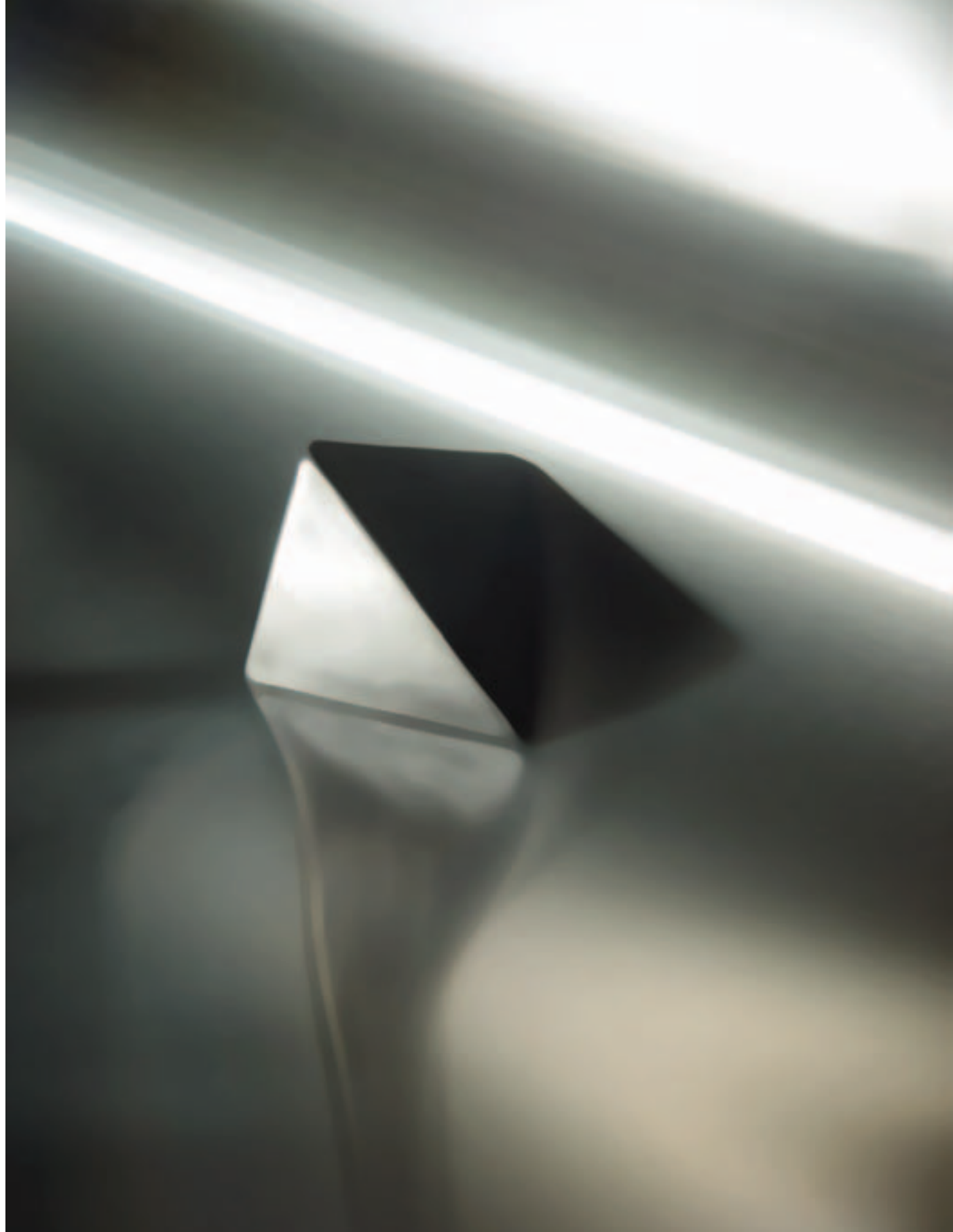
Fotografía en papel metallic/dibond. 52 x 70 cms.  
Pedro Casero, 2007





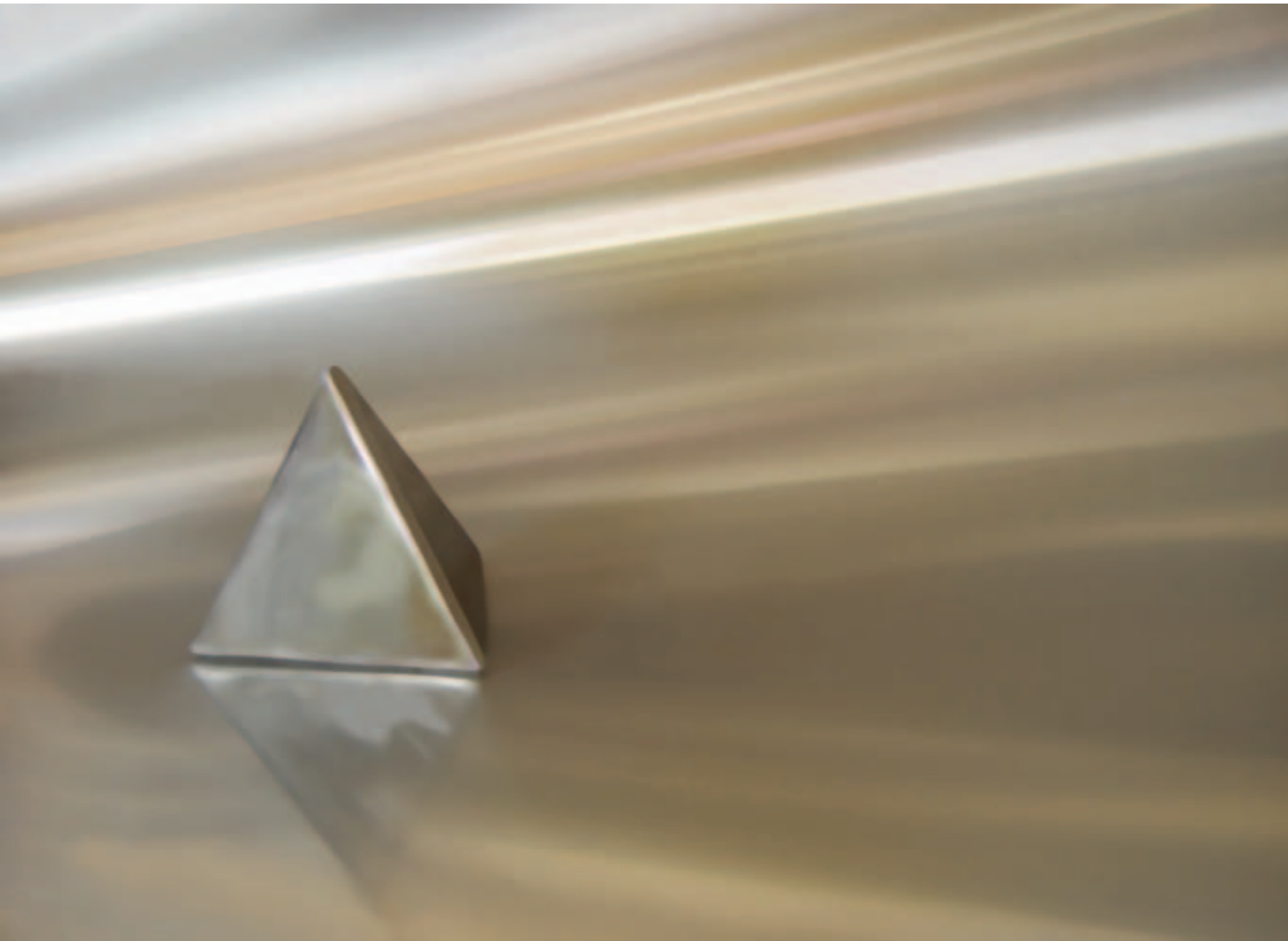
**"tetraedrum IX"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 52 x 70 cms.  
Pedro Casero, 2007



**"tetraedrum X"**

Fotografía en papel metallic/dibond. 70 x 52 cms.  
Pedro Casero, 2007



**"obsesión I"**

Infografía en papel fotográfico/dibond. 70 x 50 cms.

Luis Fano, 2007



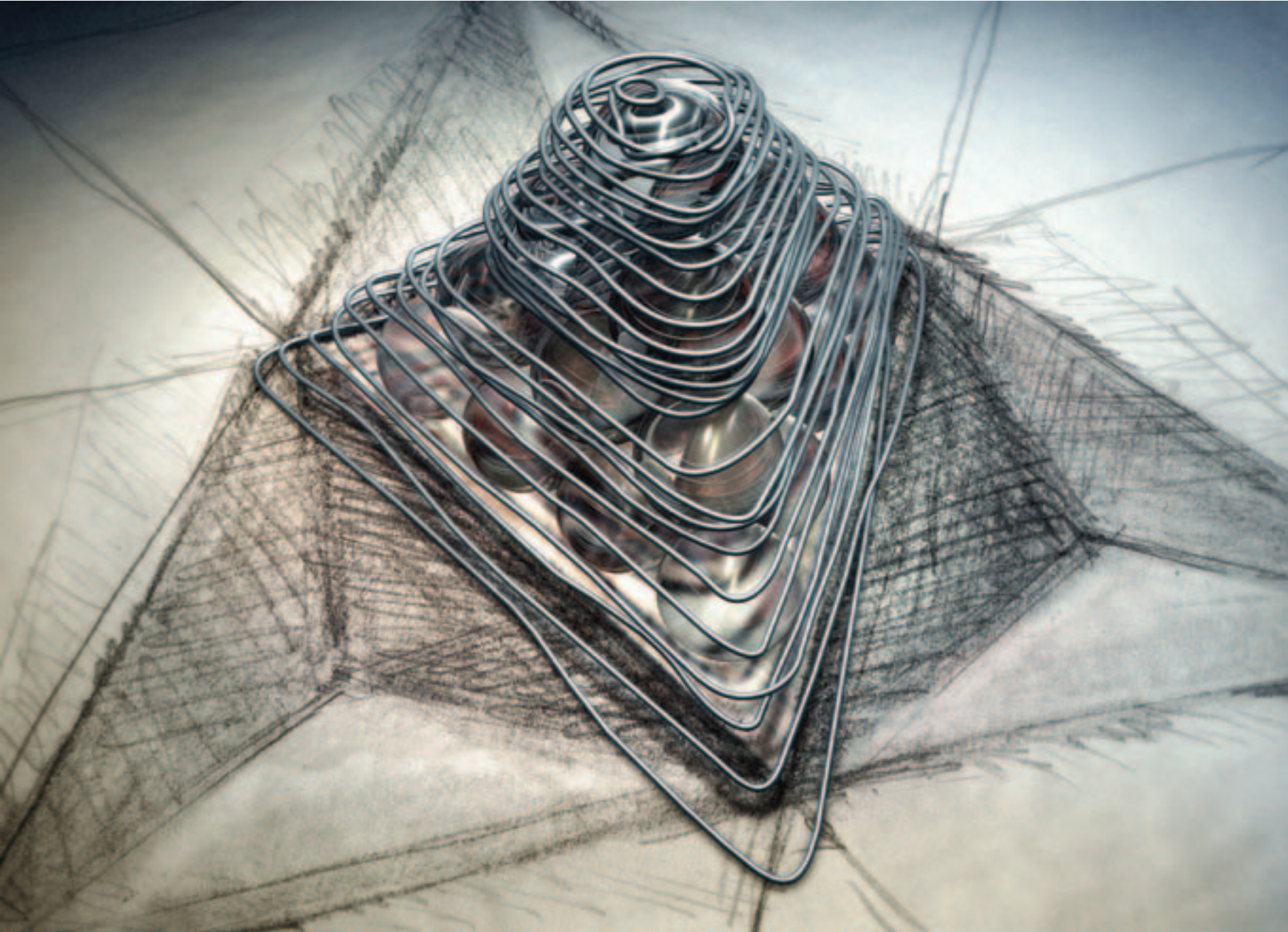


**"obsesión II"**

Infografía en papel fotográfico/dibond. 70 x 50 cms.

Luis Fano, 2007



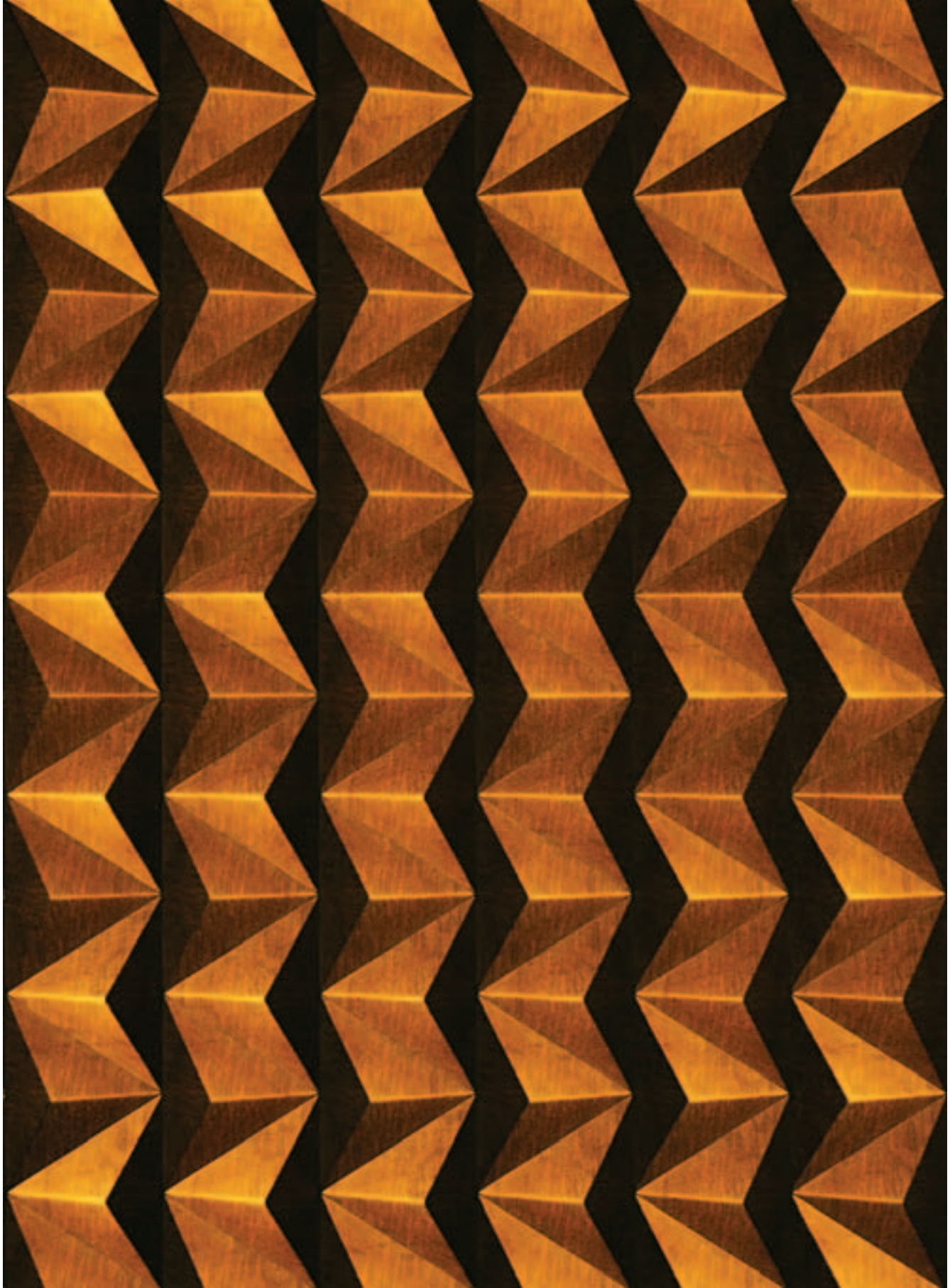


**"obsesión III"**

Infografía en papel fotográfico/dibond. 50 x 70 cms.

Luis Fano, 2007





**"obsesión IV"**

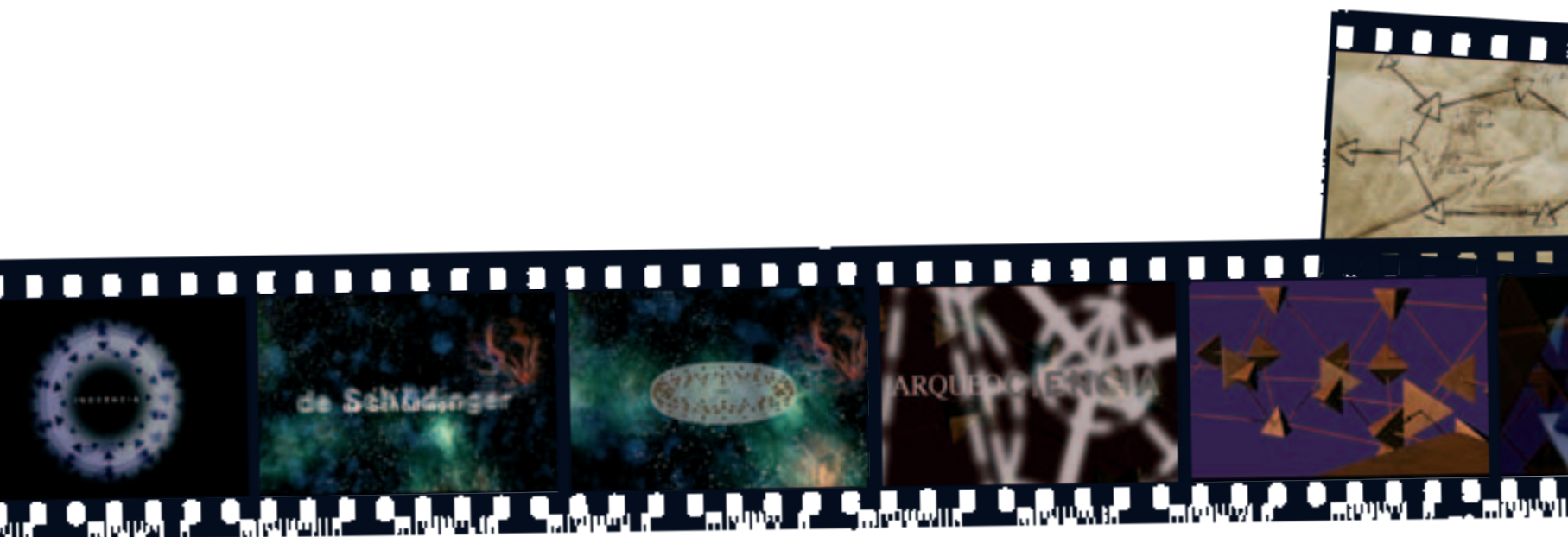
Infografía en papel fotográfico/dibond. 50 x 70 cms.

Luis Fano, 2007





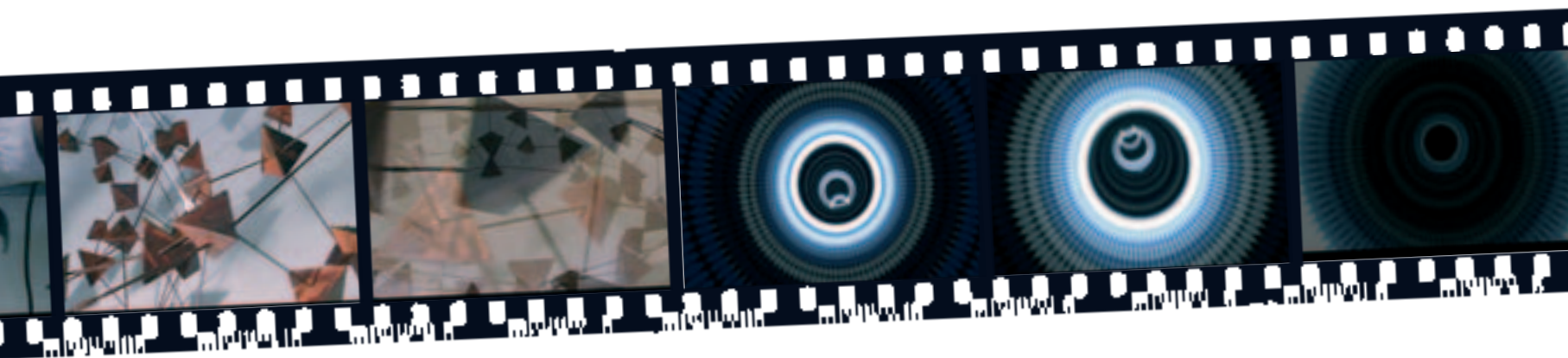
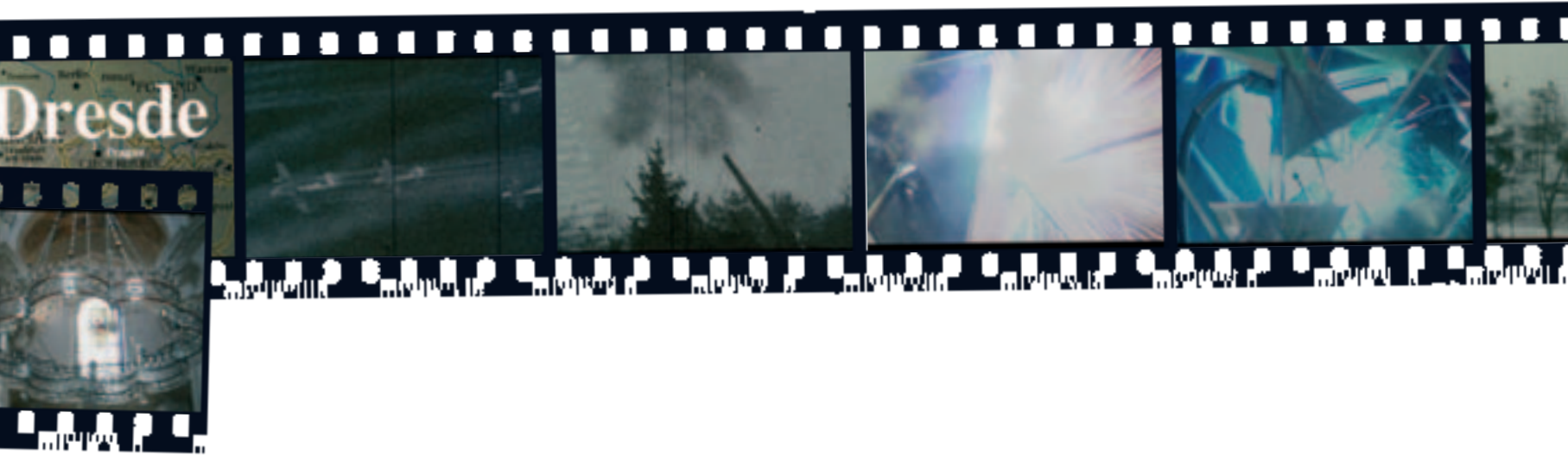




**"El anillo de Schödinger"**

Cortometraje de 6 minutos de duración  
Dirección, animación 3D y edición: Luis Fano  
Guión y producción: Laura Morala  
Música y efectos de sonido: Arni Giraldo  
Filmación: Daniel Almoril





autores  
currícula  
referencias



autores  
currícula  
referências

**alfonso doncel** (Badajoz, 1963) declara-se pintor, mas ao longo da sua trajetória tem-se dedicado à escultura, à fotografia, ao desenho gráfico e à narrativa, assim como a projectos interdisciplinares, incluindo a investigação. De formação escultórica, este artista plástico desenvolveu ao longo de muitos anos técnicas experimentais tão pessoais como inconfundíveis, sempre utilizando o relevo sobre o plano, como a justaposição de tela sobre tela ou a aplicação de pigmentos sobre resina de poliéster, criando texturas espantosas. Realizou numerosas exposições individuais e colectivas de pintura e escultura, tanto em Espanha como em Portugal, entre as quais se destacam "*RAS 3*" (1994-95), "*Hipótesis de veratis*" (2001), "*Indicios*" (2004-2005) e "*La Raya, una invitación al pensamiento expansivo*" (2005-2006).

**pedro casero** (Tomelloso, Ciudad Real, 1955) é fotógrafo e reside em Badajoz desde 1984. Foi professor e director de cursos de fotografia nas Universidades de Granada e Extremadura. A sua fotografia evoluiu claramente para uma interpretação mais pessoal e subjectiva da realidade quotidiana utilizando como pontos cardeais da sua trajetória o uso da luz e da cor. Das suas exposições individuais e colectivas cabem destacar "*paisajes-retratos-interiores*" (1993-1994), "*agua y lo aire*" (1996), "*Entrelucidas*" (1997-1999), "*artistas extremeños contra el racismo*" (1997), "*Fotografía extremeña contemporánea*" (1999), "*arte urbano*" (1999), "*Sobre la ilusión*" (2003), "*La realidad imaginada*" (2005-2006), "*La raya, una invitación al pensamiento expansivo*" (2005-06), "*Ad hoc*" (2006-2007).

**luis fano** (Don Benito, Badajoz, 1968) é desenhador gráfico com ampla experiência em desenho e ilustração criativa. Formado no C.E.N.P (Madrid) na especialidade de Arte Publicitária, actualmente especializa-se em software 3D. Exerce a sua profissão como criador na empresa Indugrafic, de

Badajoz. *Portfolio web: [www.luisfano.com](http://www.luisfano.com)*

**alfonso doncel** (Badajoz, 1963) se declara pintor, pero a lo largo de su trayectoria se ha asomado a la escultura, la fotografía, el diseño gráfico y la literatura, así como a proyectos interdisciplinares, incluida la actividad investigadora. De formación escultórica, este artista plástico ha desarrollado a lo largo de muchos años técnicas experimentales tan personales como inconfundibles, siempre utilizando el relieve sobre el plano, como el cosido de tela sobre tela o la aplicación de pigmentos sobre resina de poliéster, creando texturas asombrosas. Ha realizado numerosas exposiciones individuales y colectivas de pintura y escultura, tanto en España como en Portugal, entre las que destacan "*RAS 3*" (1994-95), "*Hipótesis de veratis*" (2001), "*Indicios*" (2004-2005) y "*La Raya, una invitación al pensamiento expansivo*" (2005-2006).

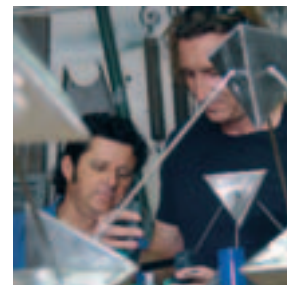
**pedro casero** (Tomelloso, Ciudad Real, 1955) es fotógrafo y reside en Badajoz desde 1984. Ha sido profesor y director de cursos de fotografía en las universidades de Granada y Extremadura. Su fotografía ha evolucionado claramente hacia una interpretación más personal y subjetiva de la realidad cotidiana utilizando como ejes cardinales de su trayectoria el uso de la luz y del color. Entre sus exposiciones individuales y colectivas caben citar "*paisajes-retratos-interiores*" (1993-1994), "*agua y lo aire*" (1996), "*Entrelucidas*" (1997-1999), "*artistas extremeños contra el racismo*" (1997), "*Fotografía extremeña contemporánea*" (1999), "*arte urbano*" (1999), "*Sobre la ilusión*" (2003), "*La realidad imaginada*" (2005-2006), "*La raya, una invitación al pensamiento expansivo*" (2005-06), "*Ad hoc*" (2006-2007).

**luis fano** (Don Benito, Badajoz, 1968) es diseñador gráfico con amplia experiencia en diseño e ilustración creativa. Formado en el C.E.N.P (Madrid) en la especialidad de Arte Publicitario, actualmente se está especializando en software 3D. Ejerce su profesión en la empresa Indugrafic, de Badajoz. *Portfolio*  
web: [www.luisfano.com](http://www.luisfano.com)

**laura morala forte** (Badajoz, 1968) es licenciada en Ciencias Físicas por la Universidad de Barcelona, en la especialidad de Física de la Tierra y el Cosmos. Es aficionada a la creación plástica y literaria, y ha trabajado con Alfonso Doncel con anterioridad en el estudio Color y Emociones, publicado en el IV Congreso Nacional del Color, promovido por la facultad de Física de la UEX en 1987. En la actualidad ejerce como docente en el Colegio Diocesano San Atón, de Badajoz.

**arni giraldo** (Badajoz, 1962) es Director de Fotografía Televisión, y desde 1990 trabaja para la cadena Telecinco como Director de Servicios Artísticos. Es profesor de distintos cursos y masters, entre los que cabe destacar el de Dirección de Fotografía en la Universidad Europea de Madrid, e imparte clases magistrales a Profesores FP (Imagen) a través del Ministerio de Cultura. Músico autodidacta e intérprete apasionado, ha editado ampliamente a lo largo de los últimos años; destaca "Por Amor al Arte" con el grupo "A Contraluz", presentado en el Teatro Monumental de Madrid, emitido por la 2 RTVE. En la actualidad se ha introducido en la producción televisiva. Fotógrafo desde 1982, ha sentido pasión por la fotografía realizando trabajos sobre *realidad paralela*.

En 2005 ha participado como compositor y fotógrafo en la edición del libro objeto *La raya, una invitación al pensamiento expansivo*, 2006, publicado por Ediciones del Oeste.

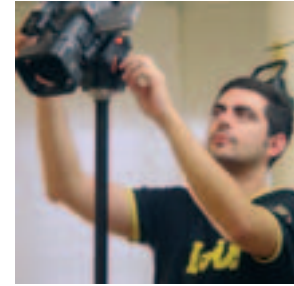


**laura morala forte** (Badajoz, 1968) é licenciada em Ciências Físicas pela Universidade de Barcelona, na especialidade de Física da Terra e do Cosmos. É uma apaixonada pela criação plástica e literária, e trabalhou com Alfonso Doncel anteriormente no estudo *Color y Emociones*, publicado no IV Congresso Nacional da Cor, promovido pela facultade de Física da Universidade da Extremadura em 1987. Actualmente exerce o cargo de docente no Colégio Diocesano de San Atón, de Badajoz.

**arni giraldo** (Badajoz, 1962) é Director de Fotografia Televisão, e desde 1990 trabalha para a cadeia Telecinco como Director de Serviços Artísticos. É professor de diferentes cursos e mestrados, entre os quais se destacam o de Direcção de Fotografia na Universidade Europeia de Madrid, e dá aulas no magistério de Professores FP (Imagem) através do Ministério da Cultura. Músico autodidacta e intérprete apaixonado, editou abundantemente ao longo dos últimos anos; destaca-se "Por Amor al Arte" com o grupo "A Contraluz", apresentado no Teatro Monumental de Madrid, emitido pela RTVE 2. Actualmente, tem-se empenhado na produção televisiva. Fotógrafo desde 1982, apaixonou-se pela imagem ao realizar trabalhos sobre *realidade paralela*. Em 2005 participou como compositor e fotógrafo na edição do livro objecto *La raya, una invitación al pensamiento expansivo*, 2005-06, publicado por Ediciones del Oeste.

**miguel ángel sánchez javier** (La Pesga, Cáceres, 1957) é Engenheiro Técnico Industrial na especialidade de Estruturas e Instalações pela Universidade de Salamanca. Actualmente, é professor do ensino secundário no I.E.S. "Campos de San Roque" de Valverde de Leganés (Badajoz).





**josé manuel fuente campo** (Cáceres, 1981) é Engenheiro Técnico Industrial na especialidade de Electrónica Industrial pela Universidade de Extremadura. Actualmente, finaliza os estudos superiores de Engenharia Industrial, direccionando a sua trajectória para projectos de engenharia eléctrica. Actualmente, usufrui de uma bolsa na Iberdrola.

**daniel almoril román** (Badajoz, 1979) é Licenciado em Comunicação Audiovisual pela Faculdade de Ciências da Informação da Universidade Complutense de Madrid, e completou a sua formação em Cinematografia e Montagem na Escola TAI (Madrid), assim como em Efeitos Especiais na Universidade de Alcalá de Henares. Tem ampla experiência em montagem audiovisual; actualmente, dirige a produtora *Del Oeste Producciones, SL*.

**miguel ángel sánchez javier** (La Pesga, Cáceres, 1957) es Ingeniero Técnico Industrial en la especialidad de Estructuras e Instalaciones por la Universidad de Salamanca. En la actualidad es profesor de secundaria con destino en el IES “Campos de San Roque” de Valverde de Leganés (Badajoz).

**josé manuel fuente campo** (Cáceres, 1981) es Ingeniero Técnico Industrial en la especialidad de Electrónica Industrial por la Universidad de Extremadura. En la actualidad cursa estudios superiores de Ingeniería Industrial, enfocando su trayectoria hacia los proyectos de ingeniería eléctrica. Actualmente disfruta de una beca en Iberdrola.

**daniel almoril román** (Badajoz, 1979) es Licenciado en Comunicación Audiovisual por la Facultad de Ciencias de la Información de la Universidad Complutense de Madrid, y completó su formación en Cinematografía y Montaje en la Escuela TAI (Madrid), así como en Efectos Especiales en la Universidad de Alcalá de Henares. Tiene amplia experiencia en montaje audiovisual; en la actualidad dirige la productora *Del Oeste Producciones, SL*.

epílogo



epílogo



### o anel de schödinger parâmetros constructivos dos anéis de 60 e 120 T

As esculturas são realizadas mediante a soldadura de tetraedros de aço com barras do mesmo material, seguindo uma sequência que origina anéis toróides.

Utilizam-se tetraedros ocios realizados com aço laminado de três tamanhos: de 14 cm de aresta (T1), de 12 cm (T2) e de 10 cm (T3). Os tetraedros obtêm-se a partir da conexão exacta de duas lâminas romboidais de aço de 2 mm de espessura, por dobragem, soldadura de aço anaeróbia (gás argónio + CO<sub>2</sub>), mecanizadas posteriormente mediante desbastação e polimento.

As barras de união são de aço calibrado de 5 mm de diâmetro, mecanizadas nas extremidades em forma de cone para facilitar a montagem e otimizar a superfície de soldadura.

Os anéis toróides obtêm-se por repetição (10 vezes no 60 T e 20 vezes no 120 T) de uma cadeia padrão formada por 5 tetraedros: três tetraedros de 14 cm de aresta (T1) situados no mesmo plano unem-se a dois tetraedros (T2) situados a 90 graus do citado plano, utilizando 6 barras de 150 mm de comprimento.

Os grupos assim formados ligam-se mediante um tetraedro mais pequeno (T3) e 5 barras de aço: uma de 11,40 cm (que une os dois T1 do exterior do anel), duas de 17,50 cm (que unem dois T1 do interior do anel com o T3) e outras duas barras de reforço, de 44,50 cms, que unem os T2 de grupos adjacentes, pela parte superior e inferior da escultura. A união dos grupos segue uma sequência lógica que implica a rotação de 18 graus (no anel grande; 36 graus no pequeno) do grupo adjacente relativamente ao anterior. Entre dois grupos esconde-se no seu interior uma circunferência virtual que se forma tangencialmente aos cinco tetraedros situados no mesmo plano.

No anel de 120 tetraedros utilizaram-se 220 barras no total (5,7 metros lineares) unidas aos tetraedros mediante 440 pontos de soldadura, usando um aparelho de arco anaeróbio, procedendo posteriormente ao polimento das uniões com abrasivos de metal, evitando suprimir material e debilitar estes pontos. No anel pequeno utilizou-se metade deste material.

### el anillo de schödinger parámetros constructivos de los anillos de 60 y 120 T

La esculturas están realizadas mediante la soldadura de tetraedros de acero con barras del mismo material, siguiendo una secuencia que origina anillos toroides.

Se utilizan tetraedros huecos realizados con acero laminado de tres tamaños: de 14 cm de arista (T1), de 12 cm (T2) y de 10 cm (T3). Los tetraedros se obtienen mediante la conexión exacta de dos láminas romboideas de acero de 2 mm de espesor, por plegado, soldadura de arco anaerobia (gas argon + CO<sub>2</sub>), mecanizadas posteriormente mediante desbastado y pulido.

Las barras de unión son de acero calibrado de 5 mm de diámetro, mecanizadas en los extremos en forma de cono para facilitar el montaje y optimizar la superficie de soldadura.

Los anillos toroides se obtienen por repetición (10 veces en el 60 T y 20 veces en 120 T) de una celda patrón formada por 5 tetraedros: tres tetraedros de 14 cm de arista (T1) situados en el mismo plano se unen a dos tetraedros (T2) situados a 90 grados del citado plano, utilizando 6 barras de 150 mm de longitud.

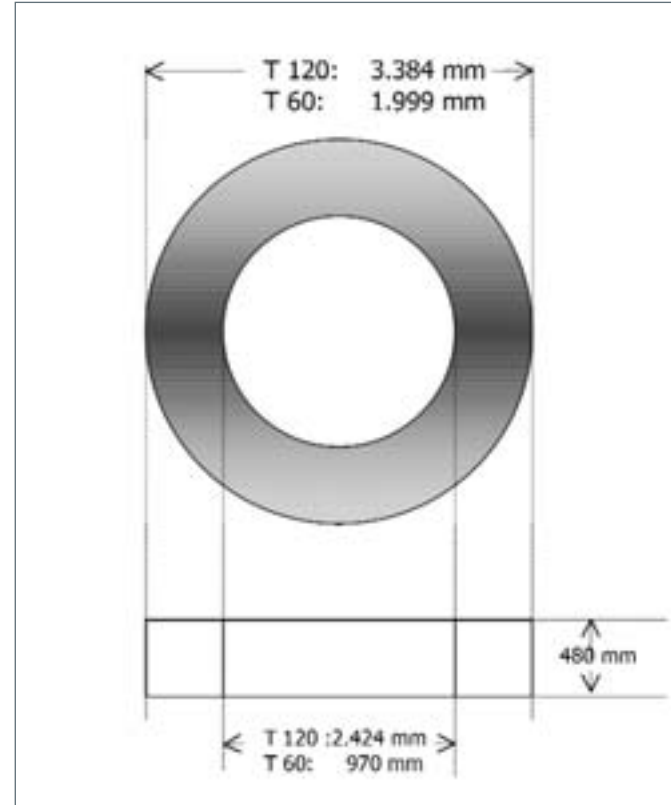
Los grupos así formados se conectan mediante un tetraedro más pequeño (T3) y 5 barras de acero: una de 11,40 cm (que une los dos T1 del exterior del anillo), dos de 17,50 cm (que unen dos T1 del interior del anillo con el T3) y otras dos barras de refuerzo, de 44,50 cm, que unen los T2 de grupos adyacentes, por la parte superior e inferior de la escultura. La unión de grupos sigue una secuencia lógica que implica el giro (18 grados en el anillo grande; 36 grados en el pequeño) del grupo adyacente respecto al anterior. Entre dos grupos se esconde en su interior una circunferencia virtual que se forma tangencialmente a los cinco tetraedros situados en el mismo plano.

En el anillo de 120 tetraedros se han utilizado 220 barras en total (5,7 m lineales) unidas a los tetraedros mediante 440 puntos de soldadura, usando un equipo de arco anaerobio, procediendo con posterioridad al pulido de las uniones con abrasivos de hilo metálico, evitando suprimir material y debilitar estos puntos. En el anillo pequeño se utilizó la mitad de este material.

Para facilitar su transporte, el anillo de 120 T se puede desmontar en cuatro piezas de 90 grados, actuando sobre 12 cilindros roscados de 30 mm que unen 24 puntos situados en barras de 6 mm (que en estos casos sustituyen a las barras de 5 mm en los lugares correspondientes) a las que se ha realizado un roscado de métrica 6 x 100, de 15 mm de longitud en cada extremo. Cada pieza desmontable tiene su ubicación exacta, siguiendo las marcas realizadas a tal efecto. El anillo pequeño (60 T) es de una sola pieza.

Para la realización de la escultura se han fabricado tres matrices de aproximación: M1 para realizar la soldadura y mecanizado de los tetraedros; M2 para soldar los tetraedros en los grupos de repetición y M3 para configurar el anillo mediante la soldadura de los grupos entre sí.

La escultura es ligeramente flexible, porque las figuras que originan la soldadura de tetraedros entre sí eluden el triángulo y porque las barras se unen a las caras de tetraedros huecos, por lo que la lámina a la que se sueldan las barras tiene una lógica flexión en el punto de soldadura. Por último, el grosor de las barras es el mínimo para mantener la estructura. En caso de presentación suspendida, consideramos necesario el uso de al menos 10 puntos de suspensión.



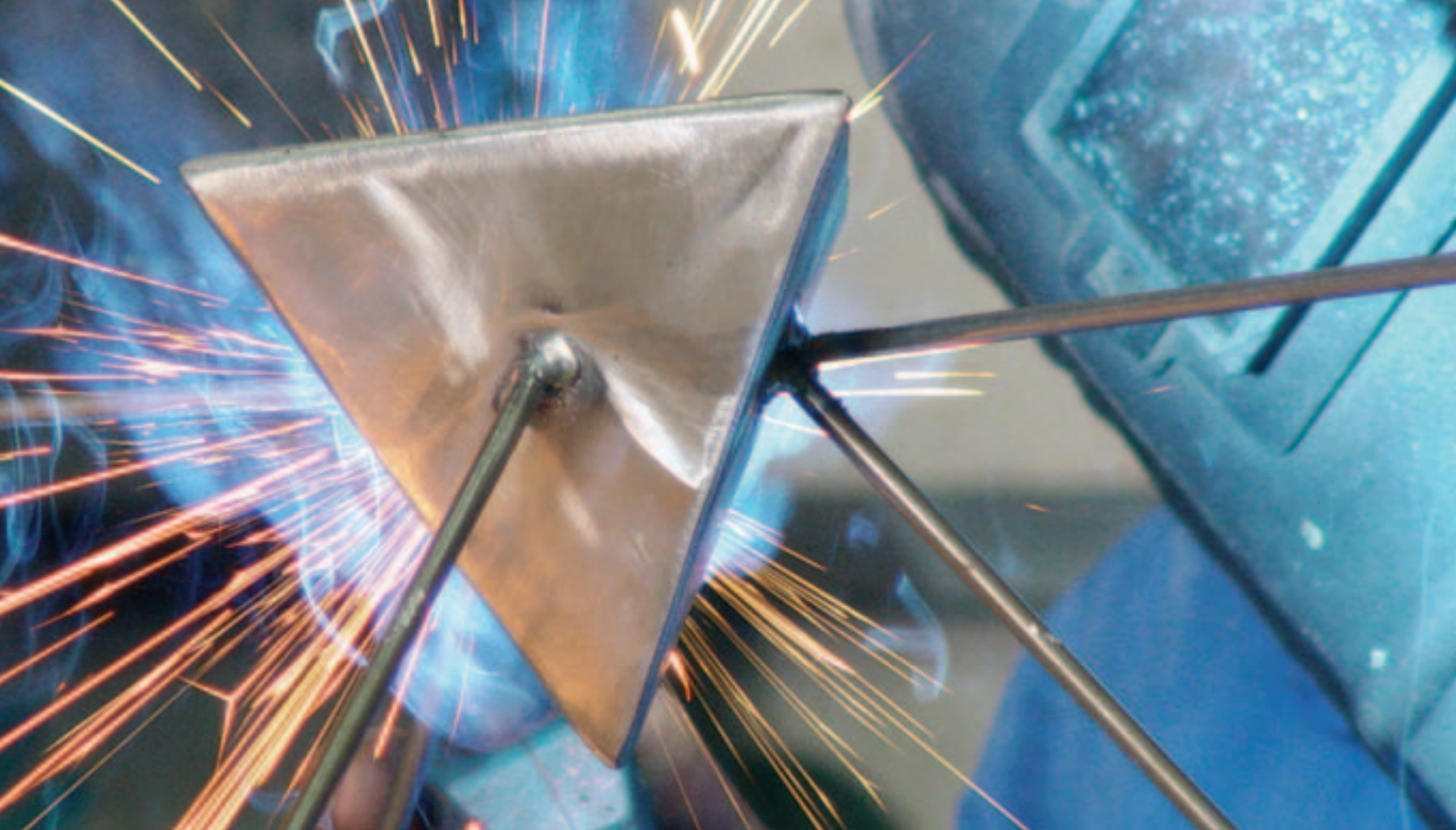
**Dimensiones generales de los anillos toroides 60 y 120 T.**

**Dimensões gerais dos anéis toróides 60 y 120 T.**

Para facilitar o seu transporte, o anel de 120 T pode desmontar-se em quatro peças de 90 graus, agindo sobre 12 cilindros com roscas de 30 mm que unem 24 pontos situados em barras de 6 mm (que nestes casos substituem as barras de 5 mm nos lugares correspondentes) às quais se fez uma enroscagem de medida 6 x 100, de 15 mm de comprimento em cada extremidade. Cada peça desmontável tem a sua localização exacta, seguindo as marcas realizadas para o efeito. O anel pequeno (60 T) é de peça única.

Para a realização da escultura fabricaram-se três matrizes de aproximação: M1 para realizar a soldadura e mecanização dos tetraedros; M2 para soldar os tetraedros nos grupos de repetição e M3 para configurar o anel mediante a soldadura dos grupos entre si.

A escultura é ligeiramente flexível, porque as figuras que originam a soldadura de tetraedros entre si evitam o triângulo e porque as barras se unem às faces de tetraedros ocios, pelo que a lâmina à qual



se soldam as barras tem uma lógica flexão no ponto de soldadura. Por último, a grossura das barras é mínima suficiente para manter a estrutura. Em caso de apresentação suspensa, consideramos necessário o uso de pelo menos 10 pontos de suspensão.

Para dar textura à escultura procedeu-se à supressão prévia da calamina superficial mediante polimento do metal e lavagem com detergentes e desengordurantes, seguidos de uma suave oxidação superficial. Posteriormente, estabilizou-se com verniz de protecção de metais, matizado por suspensão de partículas de carbonato cálcico.

*La preparación de las piezas, la soldadura, la construcción y el patinado de la escultura se han realizado en el estudio taller de Alfonso Doncel, en el taller de Agustín Hidalgo y en el taller de Manuel Domínguez, de Badajoz, en el año 2006. ■*

Para dar textura a la escultura se ha procedido a la supresión previa de la calamina superficial mediante pulido del metal y lavado con detergentes y desengrasantes, seguido de una suave oxidación en superficie. Posteriormente se ha estabilizado con barniz de protección de metales, matizado por suspensión de partículas de carbonato cálcico.

*La preparación de las piezas, la soldadura, la construcción y el patinado de la escultura se han realizado en el estudio taller de Alfonso Doncel, en el taller de Agustín Hidalgo y en el taller de Manuel Domínguez, de Badajoz, en el año 2006. ■*



## Usos, desusos y aplicaciones de la figura del tetraedro a lo largo de la historia

A pesar de ser el tetraedro un poliedro de forma simple y totalmente regular, no existen muchos objetos de uso común basados en su forma.

Como medio de almacenamiento, el tetraedro es una forma desastrosa: no es posible rellenar el espacio con ella, que sería la forma de no desperdiciar volumen entre las piezas; tampoco resulta fácilmente apilable al no tener caras paralelas; además, es muy ineficaz: para contener un litro de producto son necesarios más de 7,2 dm<sup>2</sup> de "pared", mientras que utilizando un cubo, con 6 dm<sup>2</sup> es suficiente. A pesar de todos estos inconvenientes, la empresa sueca *Tetrapak*® desarrolló, en la década de 1950, un de cartón metalizado en forma tetraédrica, únicamente porque su fabricación resultaba singularmente sencilla: bastaba con enrollar una hoja de papel formando un cilindro, para después aplastar sus dos extremos, pero en direcciones perpendiculares, logrando con ello un tetraedro perfecto. Actualmente se utilizan envases prismáticos, de caras paralelas y base a 90 grados, por su capacidad de apilación y almacenaje.

En cualquier posición que sea apoyado un tetraedro, uno de sus vértices queda vertical hacia arriba. Por este motivo se usa en balizamiento de carreteras ya que, al ser indiferente la posición en la que se apoyen, su colocación es rápida y sencilla, y no pueden ser derribados por los vehículos; actualmente se ha abandonado a favor de los conos, por su facilidad para la reflexión de la luz.

Es una forma sencilla con gran facilidad para trabarse y engancharse, puesto que sus vértices son muy agudos y dirigidos en las cuatro direcciones. Por este motivo se busca su forma en elementos cuya principal función sea engancharse, como las anclas de barco, o trabarse entre sí, como las escolleras de hormigón armado para defensa contra el oleaje. Existen al menos tres modelos de uso frecuente basados en la forma de un tetraedro regular:



## Usos, desusos e aplicações da figura do tetraedro ao longo da história

Apesar do tetraedro ser un poliedro de forma simples e totalmente regular, não existem muitos objectos de uso comum baseados na sua forma.

Como meio de armazenamento, o tetraedro é uma forma desastrosa: não é possível preencher o espaço com ela, que seria a forma de não desperdiçar volume entre as peças; também não é facilmente empilhável, ao não ter faces paralelas; além disso, é muito ineficaz: para conter um litro de produto são necessários mais de 7,2 dm<sup>2</sup> de "parede", enquanto que utilizando um cubo, 6 dm<sup>2</sup> são suficientes. Apesar de todos estes inconvenientes, a empresa sueca *Tetrapak*® desenvolveu, na década de 1950, uma de cartão metalizado em forma tetraédrica, unicamente porque a sua fabricação era singularmente simples: bastava enrolar uma folha de papel em forma de cilindro, para depois dobrar os seus dois extremos, mas em direcções perpendiculares, conseguindo com isso um tetraedro perfeito. Actualmente utilizam-se embalagens prismáticas, de faces paralelas e base de 90 graus, pela sua capacidade de apilación e armazenagem.

Qualquer que seja a posição em que um tetraedro é apoiado, um dos seus vértices fica vertical virado para cima. É por este motivo que se usa no balizamento de estradas, já que, ao ser indiferente a posição em que se apoie, a sua colocação é rápida e simples, e não pode ser derrubado pelos veículos; actualmente foi abandonado a favor dos cones, pela sua facilidade na reflexão da luz.

É uma forma simples facilmente trabalhável e encaixável, posto que os seus vértices são muito agudos e dirigidos nas quatro direcções. Por este motivo, procura-se a sua forma em elementos cuja principal função seja encaixar, como as âncoras dos barcos, ou conjugar-se entre si, como as quebra-mares de betão armado para defesa contra as marés. Existem pelo menos três modelos de uso frequente baseados na forma de um tetraedro regular:

- Os *tetrapodos*, formados por quatro troncos de cone colocados segundo as alturas de um tetraedro normal, entre os seus vértices e o seu centro.
- Os *dolosse* (plural de dolos), desenhados pelo engenheiro Eric M. Merrifield, formados por três peças direitas, duas materializando as arestas opostas de um tetraedro normal e uma terceira unindo-as pela sua perpendicular.
- Os *akmon* (bigorna), desenvolvidos no Laboratório de Hidráulica de Delf (Holanda), de forma semelhante aos doloses, mas mais robusta.

No início do século XX, Alexander Graham Bell, inventor do telefone, experimentou intensamente com papagaios, com o fim de desenvolver o voo tripulado com veículos mais pesados do que o ar e chegou, depois de uma série de experiências, a esta forma. Os papagaios tetraédricos são compostos de múltiplas cadeias com forma de tetraedro, em que se materializam unicamente duas das suas faces. Chegou a construir papagaios enormes, formados por um grande número destas cadeias. Em 1907 construiu um de 3.393 cadeias que arrastou um barco a vapor, sendo capaz de elevá-lo a 50 m com um tripulante a bordo. Tentou depois outras construções ainda maiores, e equipadas com motor... mas não deram o resultado desejado: faltava potência aos motores e as construções eram excessivamente frágeis, pelo que abandonou o projecto, dedicando-se a outras actividades.

Teve um uso recente baseado na sua capacidade de permanecer em pé depois da queda: a sonda espacial *Mars Pathfinder* da NASA também teve a forma de tetraedro, cujas faces se abriram como pétalas ao aterrar, a 4 de julho de 1997, para permitir a saída do robot *Sojourner* que transportava no seu interior.

Outro objecto habitual de forma tetraédrica é o dado de quatro faces (D4), utilizado em alguns jogos de rol. Não mostrando uma face para cima, costumam ter marcado o valor do lance nos vértices ou na base. ■

- Los *tetrápodos*, formados por cuatro troncos de cono colocados según las alturas de un tetraedro regular, entre sus vértices y su centro.
- Los *doloses* (plural de dolos), diseñados por el ingeniero Eric M. Merrifield, formados por tres piezas rectas, dos materializando las aristas opuestas de un tetraedro regular y una tercera uniéndolas por su perpendicular.
- Los *akmon* (yunque), desarrollados en el Laboratorio de Hidráulica de Delf (Países Bajos), de forma similar a los doloses, pero más robusta.

A principios del siglo XX, Alexander Graham Bell, inventor del teléfono, experimentó intensamente con cometas, con el fin de desarrollar el vuelo tripulado con vehículos más pesados que el aire, y llegó tras una serie de experimentos a esta forma. Las cometas tetraédricas están compuestas de múltiples celdas con forma de tetraedro, en el que se materializan únicamente dos de sus caras. Llegó a construir cometas enormes, formadas por un gran número de estas celdas. En 1907 construyó una de 3.393 celdas que arrastró con un barco de vapor, siendo capaz de elevarla a 50 m con un tripulante a bordo. Intentó después otras construcciones aún más grandes, y equipadas con motor... pero no dieron el resultado deseado: a los motores les faltaba potencia y las construcciones resultaban frágiles en exceso, por lo que abandonó el proyecto, dedicándose a otras actividades.

Tuvo un uso reciente basado en su capacidad de permanecer en pie tras una caída: la sonda espacial *Mars Pathfinder* de la NASA también tuvo forma de tetraedro, cuyas caras se abrieron como pétalos al amortizar, el 4 de julio de 1997, para permitir la salida del robot *Sojourner* que llevaba en su interior.

Otro objeto habitual de forma tetraédrica es el dado de cuatro caras (D4), utilizado en algunos juegos de rol. Al no mostrar una cara hacia arriba, suelen llevar marcado el valor de la tirada en los vértices o en la base. ■

el anillo  
de schödinger



the ring  
of schödinger

## introduction

## reality, cause and causality

Schödinger's ring recounts two well differentiated, but related stories: one is the cause – or perhaps the consequence – of the other. The two tales share the same creative team and are both necessary to communicate the intended message to the spectator. They are a simultaneous reflection about the truth in science, about our confused navigation amongst reality, suspicious truth and fiction, about constructivism and mathematical art and lastly, about humankind's passion for machinery, artifice and archeoscience. Schödinger's ring is inspired by the intimate essence of artistic production: the search for utopia, the ultimate aspiration of *Reason*.

On one hand, the piece of art develops on a fortunate causality, what in scientific terms is described as *serendipity*. In April 1992 a Physical Sciences student discovered a set of manuscripts inside an old book which had been destined to be destructed and forgotten. In 1998 the student runs into the material again while moving houses. This time conscientious research leads her, as if following a trail of clues, to the reconstruction of the biography of the author, Otto Schödinger, a German scientist born in Dresden. Otto, son of the metal craftsman who restored the astonishing chandelier in Saint Nicholas church in Prague, dedicated several years of his life to the design of a complex device – an *infernal machine*. The device had a surprisingly similar shape to that of Saint Nicholas' lamp and had it worked, it would have significantly changed the concept of matter as currently shared by scientists.

On the other hand, almost simultaneously a multidisciplinary creative team commences the analysis, design and build of a celibate machine, an absurd and complicated device in which one figure – a tetrahedron – must interact in a harmonic manner to become a piece of art. The results is a sculptural object in the shape of a toroidal ring similar, by chance, to the machine that obsessed Otto Schödinger, but serving simply no purpose.

Inspired by these two perspectives, the artistic team rebuilds, in the manner an archeoscientific experience, the ring that obsessed Otto Schödinger. A useless, complex and spectacular machine, beautiful in itself, which is in sum, an artifice whose engine is nothing but... reflection.

The reconstruction of Schödinger's ring was directed by the painter and sculptor Alfonso Doncel. The creative team comprises Pedro Casero (photography), Laura Morala (scripts and facsimiles), Luis Fano (3D image and infography), Arni Giraldo (music), with the collaboration of Miguel Sanchez and Mane Fuentes (engineers) and Daniel Almoril (filming and editing). ■

## the celibate machine

## alfonso doncel

Umberto Eco notes that it was Duchamp who coined this term to refer to a machine that is beautiful because it lacks purpose or because it has an absurd purpose; in summary an expendable, useless machine with simple architecture. The Ring of Schödinger fits the term even though it hides behind the appearance of a diabolical machine, such as the one described by Kafka in *In the penal colony*. In that case the executioner, fascinated by the machine, immolated himself as homage to his creation. Otto did not have the chance to follow through – he lived through some difficult times – but it is possible that had he finished his project he would not have survived as it was evident his machine was not harmless.

In order to fulfill this project we mixed – in the right proportions – a space physics that intends to be astronautic, two incredulous but tenacious engineers able to give special shape to an impossible concept, an alchemist photographer who invents images by exploring reality, a player with sounds, a synthesizer of inexistent spaces and a metaphysical sculptor. After stirring vigorously we are left with a residual movement in which what we have agreed to call the *ring of Schödinger* emerges as if by magic.

The conception of this piece commences with a descent to the absurd. How to make sense of something that does not have a sense. How to try and make a pirouette with your hands and feet tied. How to fake a curved and dynamic geometry from a bunch of straight lines and vortices, while pretending to make sense of the diabolical creation in scientific terms. A paradox in itself but... what is real and what is not?

It is attractive to immerse yourself in these concepts placidly and voluntarily. Converting this object in a choral conception was no harder than choosing the best colleagues, who accepted with pleasure the challenge despite of the amount of work that would be coming their way. Suddenly, I shifted from navigating blindly in absurdity to engaging in an intellectually enjoyable activity, such as talking, thinking, drawing and building. In summary, we would create for no other reason than we just could.

I remember some facts that may have driven me to work on these concepts. The first one was my visit in 1985 to an exhibition by Pere Formiguera and Joan Fontcuberta - photographer as well as editor, critic and researcher - in the Museum of Contemporary Art of Seville. The exhibition, entitled *Fauna*, collected a series of impossible animals discovered by a alleged researcher – by then obviously disappeared – presented in an impeccable scientific wrapping. At the time I used to expend a couple of mornings per week with a group of PhD students who carried out their research work in the museum, tutored by Maria Lobato, the museum's director. Most of them were researching on Spanish contemporary art, especially the post civil war period, and in this context the work of *Fontcuberta and Formiguera* seemed to us beyond avant-garde. The detail that called my attention most was contemplating the set up of an old-fashioned natural art museum within a contemporary art museum. It was neither the first nor the last exhibition of this nature for *Fontcuberta*.

In 1982 he displayed in the same venue his *Herbarium* collection and later in 1997 *Sputnik*, his work on the cosmonaut-pilot *Ivan Istochnikov*. In this instance he brought to light an incredible story about an astronaut which had been concealed by the Russian secret services but had now been discovered by a Catalan photographer.

The second fact was the tracking – in real time – of the fascinating *Pathfinder* expedition to the red planet in 1997. NASA's JPS (*Jet Propulsion Laboratories*) sent a crewless spacecraft to Mars which carried a small off-road vehicle. Once released on the surface, the vehicle sent for 67 days astonishing images of the Martian surface under an orange sun.

While reviewing the detailed story of the expedition I learned about the intriguing and undisclosed participation of the filmmaker *Roman Polansky* in the first of NASA's moon landing expeditions as part of the special race between Russians and Americans. Simultaneously I came about Royston M.

Robert's book *Serendipity: Accidental Discoveries in Science*. A series of situations apparently unconnected that made me wonder: are all these fascinating and vibrant stories true or are they inventions of creative minds which, as in the case of Fontcuberta, try to distract us or lead us into terrain that we can only escape upon reflection?

Many of the discoveries that make our lives more comfortable today or which have shed light on manhood history have been fortuitous. Although *serendipity* – the chance discovery – is a figure used by many researchers to tint their discoveries with a romantic and humane aura, it is also true that we would not enjoy certain knowledge if it was not for some accidental breakthroughs. For example, in 1907 a farmer who was working his land over Herculano found fragments of sculpted marble which brought us to unearth *Pompey*. Other workmen discovered in 1974 *Quin Shihuangdi's* mausoleum with thousands of terracotta figures. *The Taung Child* in 1924, the *Neanderthal Man* in 1857 and the *Aztec Disc* the lead to the discovery of the *Huitzilopochli* temple in 1978 were all found by farmers digging the land.

In other cases – we could call these *pseudo-serendipities* – fortune puts an end to the investigation path that leads the researcher towards their discovery. This was the case of *Charles Goodyear*, who after a thousand and one trials, came about the process of vulcanization when he accidentally left a piece of rubber and some sulphur over a hot stove. Few people know that Dr. Fleming, before discovering penicillin, had previously found ptyalin, an antibiotic contained in human saliva - today considered an enzyme – which no doubt sharpened his senses to culminate such significant breakthrough.

Loaded with this baggage of ideas, we set off to work on the project. We understood that reality need not be the same as its representation, and that in many instances interpretation is the key. Sometimes we do not want to see further than what we were initially seeking; humans tend to search for confirmation of a subjective view of the world that surrounds us: a scientific analysis as authentication of our reality. Starting from an idea, we developed a conceptual icon that could be manipulated – how contemporary –; we then organised the surrounding reality and created a context that the spectator would be able to interpret. Therefore the emphasis is not so much on an image or the history surrounding it, but on how it is positioned and on whether the created environment determines its meaning. Only the previous must be unreal; *the ring of Schödinger* is authentic: it has been physically manufactured.

An expedition to Mars sending a ship in the shape of a tetrahedron so that it frees a toy that dazzles mankind; an impossible fauna which shown in a scientific environment seems to belong to reality; causality as detonator of hidden findings and lucubration as a form of communication. These would be the tools; now we needed to give birth to the icon.

To this end we started off with a useless conception of the artistic object, even of the most intimate of the plastic concepts: if it does not make sense to plagiarize nature, least of all it is to fake that which is not nature. Consequently we set off to explore the beauty of artifice and machinery, a subject of fascination to mankind.

We intended to carry out this search starting from the very beginning: from the *first figure*. In fact, the tetrahedron was selected as the base for the design from amongst the *platonic solids*: known symmetries, well researched and probably highly used throughout history. The first solid in the series is the tetrahedron, the figure that needs the least number of faces to be a solid, the origin of the excursion outside of the bi-dimensional plane. This is the start of a journey through the history of geometry, but due to its particular symmetry this figure is soon abandoned in favour of the next solid shape, the cube.



The use of tetrahedron presents numerous difficulties, hence its almost inexistent application to human uses throughout history. For this reason the use of this figure in the *Mars Pathfinder* programme is especially remarkable: the small robot *Sojourner* travelled enclosed inside a tetrahedron so that on ejection on the Martian surface it would open out its faces and release its contents. No matter in which position the box would fall it would be an adequate position as it indeed happened – a useful tetrahedron!

This problem - the difficult symmetry of the tetrahedron – expectedly became a lure in itself. The team found a worthy challenge in making a figure such as a tetrahedron *dance* in the space, like the tamer that trains a hundred piranhas for their next show seeking a premiere. Indeed, once immersed in the task, we learned that its symmetry was as unkind as promised in the literature we consulted, due fundamentally to the angle between its faces: seventy degrees and thirty one minutes. This makes the tetrahedron impossible to stack and makes it incompatible with the classic cannons of harmony and sequencing. This was without doubt one of the fundamental reasons why we decided to insist on the absurd.

We decided to focus on the design of a ring in the shape of a torus made of tetrahedrons arranged in a logical sequence in space. We build a base figure that would originate a loop through repetition so that its rotation would generate a gentle and familiar shape: a *donut*. The technical team took some months to find an appropriate sequence as it was necessary to conciliate this first intention with the later constructive development and the possibilities of different materials.

Working with iron was an enjoyable novelty as it is hard enough to obtain a good consistency and sweet enough that it responds to our desires. We had the invaluable help of some technicians who made things easier by resolving the inevitable technical issues as soon as they aroused. It is enjoyable to work with colleagues who are able to focus their energies on resolving any problem as soon as they see it, so that the path to the final objective seemed to be built upon solutions, not on obstacles.

Hence, once intentions had been described, concepts had been built, work had been allocated and the stands had been delimited, we only had to start the machinery. Miguel Angel and Mané – the engineers – took charge of giving a tangible shape to the initial design, measuring and drawing the work plans for the sculptor and the graphic designer. Pedro Casero relished the details of the process and generated information for the short movie, while he simultaneously configured his contribution in the shape of images that only he seemed to have witnessed: a different view, another reality. Laura Morala gave meaning to this story and in one single dream she convinced us all that the *ring* indeed made sense. Luis Fano worked with Laura in a format that extracted our intentions from the plane and allowed for a global visit, while he created a new interpretation: he is the first one to see the completed figure. Arni Giraldo put music to this format and provoked new sensations. While I worked in a routine manner, maybe to avoid thinking, I saw the ring grow.

When I see the oxidised *ring* turning suspended in the centre of my studio I repeat a thought that accompanies me every time I am near the end of a project. I am trapped by *Wilde* between the two tragedies of life: to not obtain that which we desire and to obtain it. Slowly but surely I understand that we received our price while we walk the path, in small doses during the process. Like in life itself. ■

#### REFERENCES

- Fontcuberta J, Formiguera, P: *Fauna*. Photovisión, Barcelona, 1986.
- Roberts, Royston M: *Serendipia: descubrimientos accidentales en la ciencia (Serendipity: accidental discoveries in science)*. Alianza Editorial, SA. Madrid, 1992.
- La belleza de las máquinas (History of Beauty)*. Eco, U: *Storia della Bellezza*. RCS Libri, Milán, S.p.A. Milán, 2004. Lumen, SA, Barcelona, 2004.
- Raeburn, P. *Mars: uncovering the secrets of the red planet*. RBA Publications, SA. Barcelona, 1998.

## Between Diophantus and the fibrillated space: Otto Schödinger, a missing link

Javier Cano\*

Throughout history mankind has been inspired by numbers to discover and create models which intend to imitate universal laws. Still, the existence of these norms is consubstantial with and inherent to the world. Mathematics is one of the most appropriate instruments to represent this subjacent and imperceptible order. In this way, if we apply the Roland Barthes' *Writing Degree Zero* method to arts we observe that during the Renaissance period there was a correspondence between vision and Euclidian geometry. On the other hand Baroque, with its exaltation, ended up at the opposite extreme -projective geometry-, opening the door to the development of topology. Euclid, Newton or Lobatchevski incarnate this evolution of the spatial characteristics.

As noted, universal laws have always existed. In the context of our analysis, Heron of Alexandria formulated in the first century of our era a series of principles about length, surface and volume which in a way defined three-dimensional objects. In his work *Stereometrica* he outlined a tetrahedron,  $A^1A^2A^3A^4$ , which developed the properties of *solid geometry* within an Euclidean space. But perhaps we need to go back to the times of *Diophantus*, in the third century before Christ to progress our knowledge thanks to the theory of numbers that Baroque was able to develop with such mastery. These jumps in time have demonstrated how the boundaries between different disciplines have been slowly eroded: between mathematics and dialectics, geometry and arithmetic, number theory and logic, and even between science and art.

Additionally, in order to understand Schödinger we need to take into account not only platonic solids but also the kinetic question. In the Classical times, the notion of movement analyzed by Archimedes while working on specific weights made possible Galileo's eventual break from Classic reasoning. Aristotle and his disciples Estraton and Hiparco - who disagreed with Aristotle's ideas - contributed to the evolution of thought with their research about weight, acceleration and resistance. In this way, at the beginning of the Middle Age, it is worth referring to *qualities* when we talk about - for example - weight: objects are not equal or unequal, they are *similar* or *dissimilar*. Evidently the terms heavy and light (in the Aristotle sense) or the concept of different states of gravity (in the Plato sense) were already in use<sup>1</sup>.

Lucrecio added the concepts of empty space and constant speed. After a long parenthesis since the Neo-Platonism, movement was the object of conscientious research during the Renaissance and Baroque, which culminated in an intense debate amongst contemporary scientists. Throughout the various thought movements from Kant (how not!) to nowadays there is a missing link, incarnated in the figure of Otto Schödinger. A scientist that helped, from his perspective, further define the bonds between science and beauty. He made art active participant of the workings of an increasingly complex world, where the term nature is diluted in a purely mathematical structure, as Galileo had already pointed out.

At this point in history, when we become conscious of the concept of complementarity, we need to go back to Moebius, who in *Barycentric Calculus* tried to demonstrate that the concept of a vector was implicitly defined by the ideas of force and speed. He based his analysis in the centre of gravity theory and in this way he threw one of the vortices of the tetrahedron out to infinite. In 1854 Bernhard Riemann gave his Göttingen inaugural lecture *On the Hypotheses which lie at the Bases of Geometry*. In his work he developed a new framework for developing mathematics in multidimensional spaces and for testing within a true geometry of space, which were both non-trivial questions at the end of the 19th century. The German mathematician Georges Cantor developed the corollaries of the progression and the issue of infinite. Boltzmann's conclusions, also at the end of the 19th century, made it possible to find a relationship between a mathematical concept and an enigmatic physical quality. The *Boltzmann constant* establishes a relationship amongst energy, temperature and its magnitude and hence has been widely used in astrophysics and cosmology. Einstein added time and consequently movement to the equation (this was initiated by the Ernst Mach's critics of Newtonian concepts in 1883) and was well received from the start by a series of artists interested in breaking from 'static' art: Duchamp, Boccioni, Malevich... who were key to this adventure.

Historically artists have been especially interested in movement and the debate amongst contemporaries was therefore easily initiated. We could mention for instance Gaston Bachelard hypothesis and his interiorised analysis of kinetics "in which, according to him, sight follows movement voluntarily in order to teach us how to feel it in an integral and interior manner, as if mobility was the essence of kinematics"<sup>2</sup>. Or Minsky's idea of joining art with science and psychology "thanks to the use of virtual technology"<sup>3</sup>; Virilio's way of remotely experiencing phenomenon that affect our beliefs, "clearly differentiating the experience of our sensitivity from the motor illusion"<sup>4</sup>; Lea Vergine's extensive work on programmed art throughout 1950-1960; and lastly Popper's linkages between perception and emotion:

*"Les illusions optiques en rapport avec les volumes sont légion: angles de vue, superposition dans l'espace réel, etc..."*<sup>5</sup>.

Consequently we witnessed a refocusing regarding this topic, which culminated in Mandelbrot's rejection of some of the old notions regarding what is called 'the eternal dimension'. This disintegrated the conceptual frame in which physics developed: disintegration of extension and duration, of position and speed, reaching even Kaluza-Klein's multidimensional theory, the concept of 'space of the phases', the theory of the cosmic cords or in most recent mathematics, the 'fibrillated space' hypothesis.

Schödinger perfectly incarnates the crossroad we witnessed during the first decade of the 20th century. The Check physicist lived in a time when technological development did not exist in the way we understand it today; the abstract language of mathematics was not enough to represent the invisible parts of our world. Schödinger found an article entitled *On The Analogy of Crystal Symmetry in the Plane* by the Hungarian mathematician George Pólya, which assisted him in avoiding this difficulty. Understanding Pólya's deductions helped him apply mathematics' geometric transformations to complete the notion of *rhythm* by using elements of representation. This finding, together with his research in crystallography, his interest in platonic solids (from their scientific and philosophical aspects) and his research in Wentzel Jamnitzer's *Perspectiva corporum regularium* (edited in 1568), drove him to draw some regular polyhedrons, repeat them in series and locate them in space in different directions. In this way and against all mathematical objectivity he was ahead of Buckminster Fuller in conceiving the triangle as an open shape able to form the four spatial triangles that generate the tetrahedron.

Pólya revealed to Otto the old Pythagoras principle that *everything is a geometrical shape*. For this reason Schödinger tackled his problem about spatial structure, surface and three-dimensional projection not just as a mathematical problem, but also as a question of expression: the topic itself is not fundamental anymore. Structure, combination, movement, energy and gravity become basic concepts to understand the world. By engaging the spatial structure, he brought in gravitational mass, inertial mass and their equivalences.

The equations found in the manuscript drove him to unblock an issue that had been hidden in the darkest corners of physics since the times of Newton: the inertial mass quantifies a special kind of space-matter interaction between the object under observation and the rest of the universe. Otto Schödinger did not believe that the relationship between the gravitational mass and the inertial mass was always lineal. So instead of measuring the gravitational mass of an object he only measured its inertial mass. He was therefore able to determine the constant that relates them, establishing that the gravitational mass increases exponentially as a function of time and speed. Later in 1952 Sciama found evidence indicating that the universal gravitational constant depends on the density or matter distribution in the universe. This acceleration and the multiplication of the mass, when configured in a *torus shaped ring* would, according to his hypothesis, produce a collapse when the mass the system becomes equal to the mass of the earth.

Otto's mechanical arrangement diverged from the classical idea that matter moves in space according to strict laws. Still, Otto retained the notion that there are differences in the qualities of matter depending on its configuration and movement<sup>6</sup>. This hypothesis has helped artists in the 20th century discard Parmenides' permanence theory. Movement cracked the static concept that had prevailed up to the times of Kant (again!). The time and movement conjunction became part of life and art, and works that had been frozen since eternity<sup>7</sup> now became identified with the space-time arrangement. From working with appearances and baroque and romantic anamorphous styles, artists took refuge in geometry and movement. In this way, they got rid of short sighted despotism and discarded the theory of Hildebrand, who at the end of the 19th century maintained that movement could not be captured in any piece of art. Artists evolved from 'representing' to 'presenting':

*"La soif de mouvement, semble progre à notre époque. Elle s'y manifeste à la suite logique et nécessaire de divers efforts magnifiques commencés avec les recherches de science amusante des âges de la Renaissance et du Baroque et qui, en se développant vigoureusement, on été autan d'ardents romantismes... Toutes les inquiétudes, toutes les nécessités, toutes les inventions, toutes les acquisitions de notre temps concourent à nous confirmer dans notre volonté de nous exprimer par le mouvement, d'être et de vivre dans le mouvement et, bien sur, de nous y mouvoir..."*<sup>8</sup>.

Otto Schödinger's research faced the same question that Newton and Laplace asked themselves regarding physical identity: What is the nature of physical reality and to which point can it be understood? Otto focussed his efforts on finding a methodology to search for new ways of perception, new visions that would expand reality, meaning *vision* from the perspective of expression. Therefore he did not leave out the relationship between art and movement, as he was aware of the scientific-photografic compositions by Etienne-Jules Marey and Edward Muybridge, of the works of Degas and Rodin, of the puntillist experiences of Seurat and of the futuristic mumbblings where, as Frank Popper points out, the idea of movement associated with perception was conceived for the first time.

*"Si è spesso sottolineato il carattere intellettuale del futurismo. Forse per la prima volta nell'arte moderna 'l'idea' del movimento precede sia la sua percezione sia la sua emozione"*.

He was also involved in the kinetic exit from Boccoccian's figuration, which was interpreted as a hesitation in his analysis of spatial dynamics:

*“Sviluppando alcune fondamentali intuizioni già elaborate negli ambiti del Futurismo (lo sbocco cinetico della figurazione boccioniana come esito estremo della sua dinamica spaziale), del Costruttivismo (l'accentuazione del momento metodologico) e del Surrealismo (l'automatismo dell'opera), gli artisti cinetici mirano a sperimentare una gamma estremamente ricca di possibilità di movimento nell'opera d'arte, che per essi va a coincidere con la messa in atto di puri meccanismi. Le opere cinetiche sono infatti strutture semoventi e continuamente variabili, che tuttavia obbediscono a procedure di funzionamento determinate dal calcolo e da una rigorosa programmazione, pure se in frequente rapporto dialettico con fattori aleatori. Ciò che caratterizza queste opere è pertanto il movimento, che da un punto di vista estetico significa possibilità di modificare il proprio assetto strutturale col variare delle condizioni spaziali e temporali, modificando nel contempo i dati che se ne offrono alla percezione umana”.*

And he did not either stray away from Balla's investigations, characterized by analytic and composing procedures, similar to those followed by Duchamp in his 1913's *Nu descendant l'escalier*.

As a result, movement became part of life and art. Boccioni himself noted in his *Forme uniche della continuità nello spazio* that an object's environment determines its prolongation in space, creating at the same time its own light. And in his *Aesthetics and Futurist Art* he displayed his analysis on simultaneity, lines of force, the 'complementarities of colour and the interior-exterior relationship'<sup>10</sup>. Later Severini, in consonance with Archipenko, emphasized the idea of rotation and translation, making way to the use of the engine and consequently to movement in reality. In this same line of research, the avant-garde of the inter-war period was encouraged by the kinaesthetic experiments of Vladimir Baranoff-Rossiné with his famous *Optophonic Piano*, by the kinetic works based on Naum Gabo's and Lazlo Moholy-Nagy's method (visible in 1922-1930 *Light-Prop for an electrical stage*), where appreciation and perception play a significant role depending on natural phenomena (wind or heat):

*“Nous répudions l'erreur millénaire héritée de l'art égyptien qui voyait dans les rythmes statiques les seuls éléments de la création plastique. Nous proclamons dans les arts plastiques un élément neuf: les rythmes cinétiques, formes essentielles de notre perception du temps réel”*<sup>11</sup>

And as we travel well into the 20th century, machine mechanics and even cybernetics were brought into play with the objective to position art in a different framework.

Thanks to Otto Schödinger's contributions art was subject to constant interactions based in the transfer of concepts from other disciplines such as physics, mathematics or engineering. Every movement possibility was researched in order to interlink the mechanisms that trigger it not just with the constantly changing structural effects, but also with the calculations made for that specific action, with programming and with the dialectic relationship thus generated:

*“mentre gli informali elaboravano una 'movimentazione' del quadro sul piano bidimensionale della tela, configurando uno spazio e una dialettica di segni capaci di condurre l'occhio in una ispezione sempre rinnovabile, gli inventori di forme matematiche tentavano le vie della 'movimentazione' tridimensionale, costruendo strutture immobili che, viste da più prospettive, apparivano mutevoli e cangianti, o addirittura struttura mobili 'cinetiche'. Così, mentre i primi costruivano delle opere 'aperte' nel senso che disponevano costellazioni di elementi dai rapporti multipli, i secondi costruivano opere non solo 'aperte' ma addirittura 'in movimento'...in rapporto alle possibilità dinamiche dell'oggetto in quanto struttura sottomessa a determinate leggi fisiche... Non sarà dunque impossibile programmare, con la lineare purezza di un programma matematico, 'campi di accadimenti' nel quale possiamo verificarsi dei processi causali. Avremo così una singolare dialettica tra caso e programma, tra matematica e azzardo, tra concezione pianificata e libera accettazione di quel avverrà, dato che in fondo avverrà purtuttavia secondo linee formative predisposte, che non negano la spontaneità, ma le pogono degli argini e delle direzioni possibili...”*<sup>12</sup>.

With his ring Otto initiated, together with some of his contemporary scientists, a modification in the established order up to that point in history. He triggered off reconsideration of the spatial conditions and, from an aesthetic perspective, it disrupted the data offered by human perception itself. Unfortunately, up to today the significance of his role has not been recognised. Some scientists<sup>13</sup> trace his contribution when they talk about matter, energy and transformation while considering the aesthetic aspects. For Copernico, Galileo, Einstein and now for Schödinger art was a piece of information that went together with science<sup>14</sup>: reducing the world to geometrical shapes and the idea of simultaneity opened new possibilities to our knowledge. ■

(\*) José-Javier Cano Ramos (Plasencia, Spain, 1957) has a degree in Geography and History – Arts Major – from Extremadura University and has completed additional studies in town planning and artistic heritage in Salamanca. He is currently finalizing his PhD thesis on the normative sculptor Ángel Duarte.

He has led the Museums and Arts Services of Extremadura (Spain), performing as manager and teacher of Arts and History. He is currently the director of the Centre for Conservation and Restoration of Cultural Patrimony.

He is a public speaker, researcher, article writer and art critic. He has directed and participated in numerous projects related to classic and contemporary art, focusing his research on Pérez Comendador, Wolf Vostell, Ángel Duarte, Luís Canelo and the latest generations.

<sup>1</sup> These ideas were transmitted to us by Simplicio and they are collected in SAMBURSKY, S., *El mundo físico a finales de la Antigüedad (Physical World of Late Antiquity)*. Alianza Editorial, Madrid, 1990, p. 96 y ss.

<sup>2</sup> BACHELARD, G. *La formation de l'esprit scientifique*. Vrin, Paris, 1967, p. 15.

<sup>3</sup> "When Marvin Minsky presented his aesthetic speech *The Future union of Art, Science and Psychology*, in Linz, Austria (1990) within the *Ars Electronica*, his lecture became a true intellectual provocation. The 'Mentopolis' scandal became evident (*Mentopolis*: name given by Germans to Minsk's book, *The Society of Mind*). From that moment, Minsky became the philosopher of interactive art. He received the international applause of the artistic and scientific community, which allowed dignifying the interactive aesthetic work initiated in the 1960's. Minsky's aesthetic theory establishes that both science and art must keep in mind both cognitive processes and research. It should not be the case of creating programmes to make "art", but that individual artists should create their own technology." Refer to "Marvin Minsky" by Daniel Rivera. *Journal La Jornada*. Mexico, December 1996.

<sup>4</sup> Refer to VIRILIO, P., *L'art du moteur*. Gallée, Paris, 1993.

<sup>5</sup> POPPER, F., *Naissance de l'art cinétique*. Gauthier-Villars, Paris, 1967, p. 100. POPPER F., *L'arte cinética*. Giulio Einaudi Editore, Turin, 1970, p. 53.

<sup>6</sup> CAPEK, M., *El impacto filosófico de la física contemporánea (The Philosophical Impact of Contemporary Physics)*, Tecnos, Madrid, 1973, p. 95 y ss.

<sup>7</sup> BÉRTOLA, E. DE, *El arte cinético, (Kinetic Art)* Ediciones Nueva Visión, Buenos Aires, 1973, pp. 11-22.

<sup>8</sup> CASSOU, J., "On parle d'un regard fixe", en *Mouvement 2*, Galerie Denise René, París, 1964, s.p.

<sup>9</sup> TEMPI, A.E., "Arte cinetica e programmata-Op-art" (*Programmed and kinetic art*), Galería de Arte Niccolli. Fondazione Monte di Parma, Parma, 2001.

<sup>10</sup> BOCCIONI, U., *Estética y arte futurista (Aesthetics and Futurist Art)*. Acantilado, Barcelona, 2004.

<sup>11</sup> The term kinetic is applied to the plastic arts for the first time in GABO and PEVSNER's *Realist Manifesto*, published in Moscow in 1920, clearly demonstrating the existing preoccupation for creating rhythmical pieces as the base of real time perception. They looked to create movement through the use of engines, renouncing therefore to the 'thousand-year-old delusion' that held the static rhythms as the only elements of the plastic and pictorial arts. According to them, rhythm should emerge from art as the base of perception for real time. From this moment on, the kinetic concept was used as something not only integral to movement, but also to the interaction with the spectator. Thus a difference emerges between different approaches: first works of art based on the perceptible interaction of the receptor, second pieces constructed around spatial interaction and third, those which looked for the interdisciplinary action between science, art and technology. GABO, N. y PEVSNER, N., "Manifeste Réaliste" (*Realist Manifesto*). Electa, Milán, 1989, pp. 23- 24.

<sup>12</sup> ECO, U. "Arte programmato" (*Programmed Art*). Negozio Olivetti, Milán, 1962.

<sup>13</sup> Véase VILLANI, G., *La chiave del mondo. Dalla filosofia alla scienza: l'onnipotenza delle molecole*. CUEN, Nápoles, 2001.

<sup>14</sup> MILLER, A. I., *Einstein y Picasso. The space, the time and the ravages of beauty*. Tusquets, Barcelona, 2007, pp. 284-285.



**Otto Schödinger (1883-1945)****biographic notes**

Hans Schödinger, Otto's father, is born on 1862 in Prague, in the bosom of a silversmith craftsmen's family. On December 1880, takes a trip to the Saxon town of Dresden, on his brother's company, for a work purpose. A year later Hans weds Martha Wiemberg; on the 4<sup>th</sup> January 1883 the twins Otto and Ruth are born. On 1885 the couple moves to Prague to take charge of the family business: a modest silversmith workshop.

On 1888 – at five years old – Otto Schödinger begins his schooling at the Deutsche Knabenschule on Masná Street, a few blocks away from his home, on number 76 of Maislova Street in Prague. One of his classmates is some Franz Kafka, who, like him, comes from a Czech-German family and lives at the same street as Otto's for some years. Otto continues his education at the Palác Kinských Secondary School on Staroměstské Náměstí .

On 1901 he passes successfully his secondary school examinations and entered the University of Charles – at the Medicine and Philosophy Faculty – to study science; he was interested on physics and astronomy in particular. After finishing his education, on 1912 he grants a post of professor of mechanics and gravitation at this University, where he gives lessons both in Czech and in German.

On this year he marries his workmate Anna Köhl, a philosophy professor. Anna comes from a wealthy and liberal family from Budapest, being one of the few women who take their degree on the twentieth century's first decade at the prestigious University of Prague.

On 1913 Otto's father dies; his workshop shuts up and her mother and sister go back to Dresden.

Otto moves to his parents' house and sets up his laboratory in the old workshop. It might be this moment when Otto starts to define the lines of his later research works. Months later, during a visit to Anna's family in Budapest, Otto runs across the reputable mathematician Georges Pólya and his wife, the Swiss Stella Weber, and a friendly bond springs up between them that will last until the end of their lives, as the numerous correspondence (1917-1944) found at the University of Stanford (California) proves.

On 1918, Otto and Anna have his son Franz and two years later their daughter Hanna. Otto works tirelessly on his theories about gravitational collapse while he actively takes part in the segregation of the Faculty of Physical Sciences from the Faculty of Philosophy and Medicine. Physics, chemistry and mathematics are reaching so a spectacular development that makes it necessary the opening of new faculties. Otto lives closely the upheaval which is going through in the mathematics and physics fields. Einstein's relativistic theories (1915) formulated on Minkowski's space-time basis (1907), establish the new conceptions on Universe's structure formulation and on field of gravity's and electric fields' formulation. A vast range opens for experimentation and the scientific society strives to find evidences that prove those theories' validity. The eclipse of the sun on May 1919 that was observed by Eddington, is the first proof of how the sun's field of gravity can bend the stars' beam, Einstein's thesis.

On 1922, Schödinger travels to Paris invited to a conference named "Stellar structure study: Isothermal and politropic gas spheres". As he himself writes on a letter to his friend Pólya, during a dinner organized by The Sorbonne University, he meets the newly doctorate Theilard de Chardin (1885-1955), a French palaeontologist and philosopher, with who he had an interesting and polemic discussion. On it, Otto explains to him the physical-mathematical theories that he is working on at the moment: he wants to construct a matter-collapser capable of generating an extreme-density point. It is easy to suppose that the description of the dramatic consequences that would imply the implementation of such a mechanism would have a tremendous impact on the philosopher's restless and illustrious mind. It is curious how, years after, Theilard de Chardin would amaze the scientific society with his *Omega Point* theory (Science and Christ, 1965), a point that puts an end to human history.

On 1923, professor Schödinger starts his calculations on the matter-collapser and traces the ring's first outlines. He is familiar with the steel work. His father, as a good craftsman, taught him all the secrets of the trade, even knowing that the young Otto would not continue with the tradition. In fact, the constructing of a ring-shape steel structure is not completely strange for Otto. His father Hans had worked for years repairing the great circular lamp on the Sv. Mikuláš Russian-orthodox church, located on Staroměstské Náměstí, a few meters from his home. It is to be expected that at the beginning of the past century's thirties, the ring's construction should had been quite advanced, not so the part of the mechanism responsible for making it spin and levitate.

On 1939, the Nazi army closes down the University and arrests more than one thousand students. His son Franz, of 21 years old, is one of them. Otto must give up his job. Before the arriving of the soldiers, he rescues from his office the most part of his manuscripts and books; he hides them in his home. He suspects that his collapser can turn into a lethal weapon in the inadequate hands; it is to be supposed that he undertakes the destruction of the ring and of everything that could be connected with it. It is natural that, during the invading army's searches of houses, a set of metallic tetrahedrons forming odd shapes would be found harmless, being in an old silversmith craftsman's workshop.

During 1943 the Schödinger's situation gets worse every day; they are still without news about their son. Anna's Hungarian family ask them to leave Prague and meet them in Budapest where, by intercession both of Monsignor Giuseppe Roncalli - papal nuncio on Turkey – and The Red Cross, they have the possibility of obtaining baptism certificates that make easy the exile to Palestine, via Istanbul. It is the same strategy used by their friends Pólya and Stella, on 1940, to get out of the country and reach the USA. The last letters between Schödinger and Pólya, at the beginning of 1944, are a interesting mathematical riddle, in which Schödinger tells to his friend his evasion plans in a coded message.

In the middle of March 1944, Anna, her daughter Hanna and her two grandsons set off to Budapest while Otto travels to Dresden on her sister Ruth's search. Anna takes with her the few valuables that they still own, and also, it is guessed, his husband's research work manuscripts hidden among the pages of a physics book. When Otto arrives at Dresden he encounters, at this stage of the war, a town full of women and old men, where getting any means of transport to take his sister Ruth and he to Budapest via Vienna is practically impossible. Otto is trapped in Dresden and he must renounce the possibility of meeting his wife in Budapest, as they had planned. Anna, Hanna and the children must continue their journey alone.

At the end of December 1944, the group manages to get to Istanbul together with a score of Hungarian refugees. Before embarking in the direction of Palestine, they are obliged to get rid of all their belongings; Anna sells at the Great Bazaar her last silver cutlery and possibly gives her husband's manuscript up to a Galata district's bookseller.

On the 13<sup>rd</sup> February 1945, the anglo-american air force bombs the town centre of Dresden with incendiary bombs. On the 14<sup>th</sup> February 1945, Otto Schödinger and his sister Ruth crowded in one of the trains that await their departure to Vienna at the Hauptbahnhof (Central Station); the air force bombs the town again, this time focusing on the rail station and on several hospitals. It caused thousand of dead and missing, among them Otto Schödinger.

What happened afterwards with the book and the manuscripts hidden inside it; how much longer stayed in the bookshop at that Galata district, how they arrived at the University of Istanbul, why nobody found and analysed them before, who ordered them to be thrown on the rubbish, and many other issues form a part of Otto Schödinger's mystery and of his tragic story, which could be the origin of a new and exciting research work. ■

## The Otto Schödinger's ring

**laura morala**

"God wants, the man dreams, the work is born"

*Fernando Pessoa (1888-1935)*

### ABSTRACT

The accidental find of a few manuscripts at the Physics Faculty (Fizik Bölümü) of the University Of Istanbul on 1992, means the starting point of an intense research work carried out in six years, which concludes, first with the recuperation of an amazing scientific study ignored by the scientific society of the twentieth century; also with the vindication of a scientist's name, who saw his own life cut short by the Second World War's misfortune and finally with the reconstruction of the core of the machine that should had generated the greatest gravitational field ever imagined.

### INTRODUCTION

The objectives of this research work are: to decipher the annotations, equations, calculations and drawings that appears on the three sheets of paper that composes the manuscript; to date the document, including the author's name and his geographical location; and finally, to reproduce and materialize in our laboratory the prototype described on it.

We have used, on the monitoring and interpretation of the handwritten calculations, the electromagnetism basic laws, the gravitational fields classic formulation and the elementary assumptions on stellar evolution. Archives and registers were consulted for the author's biographic reconstruction. Metallurgical techniques have been employed on the natural-scale prototype's manufacturing.

The handwritten work to be analysed consists of three sheets of paper to be named henceforth as Folium A, Folium B and Folium C. They were found inside a copy of the book "An introduction to the study of Stellar Structure" by S. Chandrasekhar (University of Chicago, Dover Publications, New York, 1939), which has also been retained by the researchers. A first examination of the three papers shows us that we are facing simple worksheets, annotations like a first-draft with schematic drawings, physical formula and inscriptions both in Czech and in English.

## THE INTERPRETATION OF THE MANUSCRIPTS: SCHÖDINGER'S THEORY

The first formula on Folium A are dated in the 13<sup>th</sup> March 1923 (*13-Brézen-1923*) and they seem to correspond to the application of the *Lorentz's law* (1853-1928) to a particle with ( $m$ ) matter and charge ( $q$ ), moving at speed ( $v$ ) inside a magnetic field of intensity ( $B$ ). The law indicates that such particle describes a circular trajectory with a  $R$  radius. We find in Czech explanatory notes about the notation used: matter (*hmotnost*), charge (*naboj*), speed (*rychlost*).

It can be noticed that the drawings that go with the formula do not stand for one single particle rotating in the  $B$  magnetic field, but they show first a sort of a lobed ring (figure FA.1), and then the same ring marked out by eight spheres (figure FA.2). It does not seem to bear any relation between the formula and the figures. We assume that the Lorentz's law is a starting point of the research work and that the annular structure repeats itself like an objective to reach.

It is to be emphasized the importance of a small annotation in the upper right margin of Folium A. It can be read "*sv. Mikuláš*" on it. At the first moment we took it as a reference to some scientific work involved either with the electromagnetic induction or with the moving of the particles on circular trajectories that could have been useful on the study's development. After an intense inquiry through the publications earlier than 1923, we cannot find any written by a "Saint Nicholas". It is neither on record the existence of any college, faculty or institution bearing that name which may be related with the subject. We are obliged to seek for a different explanation.

It is logical to start the search of the manuscripts' author in Prague, since it is Czech the language used on the annotations. Some clues, to be clarified further on, take us to deduce that this unknown scientist is professor Otto Schödinger, from the University of Charles. We investigate his biographic data and visit what was his native home at number 76 of Maislova Street. There we make an accidental find: near the house there is a church called *Sv. Mikuláš*. When entering it, the great lamp –of about four meters of diameter– that practically occupies the central part of the church, draws powerfully our attention. After inquiring into it, the name of Hans Schödinger, Otto's father, shows up as the craftsman responsible for the restoration and maintenance of the lamp on the last decade of the nineteenth century. That it must had been a very difficult to forget impression the one that should had created on a child's mind the nearby and continued vision of a structure of such dimensions, hung up above his head, defying gravity under a dome full of frescos allegorical of divine paradises, is out of doubt. We guess that at the beginning of his theoretic work, the image of a circular structure floating on the air should had been reiterative and a certain source of inspiration.

The next annotations of Folium A are dated on the 29<sup>th</sup> March 1923 and the words in English "gravitational collapse" appear. Professor Schödinger examines the evolution of a system of particles in which the main source of energy is the nuclear fusion produced by its gravitational collapse. We must take into consideration that this issue was in fashion on those years. Since in 1915 Einstein proposed the relativistic equations' system to describe the gravitational field, a high number of distinguished scientists would get involved in the difficult task of providing solutions for the aforementioned system: *Schwarzschild* (1916), *Reissner-Norstrom* (1916), *de Sitter* (1916), *Weyl* (1917) and *Lense-Thirring* (1918). Perhaps the star event is the Einstein's theories corroboration by the experimental verification of them, fact that was executed by *Eddington*, and in a parallel way *Dyson*, by observing the eclipse of the sun on the 29<sup>th</sup> May 1919 and proving how the stars beam was bended by the sun's gravitational field effect, a phenomenon anticipated on Einstein's theories. We suppose that Schödinger, influenced by these discoveries, reflects about the possibility of constructing a mechanism which accelerates or compels the gravitational collapse of a system, surely of a gas cloud.

After defining as basic for the mentioned mechanism the ring-shaped structure (figure FA.3), Schödinger focuses his investigations on the physics of the materials and establishes the specific composition of the masses that would constitute the ring. Then have its appearance the first annotations about a strange compound formed by three molecules of forsterite linked to an americium atom ( $Am$ ), an element of elevated atom mass, higher than mercury and lead. Forsterite ( $Mg_2SiO_4$ ) is a silicate made up of the union of two tetrahedric crystals ( $SiO_4$ )<sup>-4</sup> through two ions  $Mg^{+2}$ . We assume that the final molecule of forsterite and americium crystallizes also in a tetragonal shape, as it is shown in figure FA.4. Henceforth, the tetrahedrons replace the spheres in the professor's drawings.

The most surprising issue is professor Shödinger's statement on the americium trifosterite at the beginning of Folium B: its mass increases exponentially depending on time. In that exponential, when multiplying time a new constant appears, that Schödinger defines like tetrahedric parameter (*tetrahedrons parametr*), whose value depends on the tetrahedrons charge, the magnetic fields exterior to the ring and the tetrahedrons' initial mass. Schödinger indicates that the magnetic field, the tetrahedrons' charge and the radius of the ring remain constant, and therefore, also the ring's rotation speed.

Immediately after, now on Folium B, a time gap turns up: we go on to the 25<sup>th</sup> August 1930 (25-Srpen-1930). The equations represent a newtonian expression of gravitational field created by  $N$  exponentially variable masses. Schödinger defines the parameter (*gravitacni parametr*) from the universal gravitation constant  $G$ ,  $N$  number of tetrahedrons, their  $M_0$  initial mass and the radius  $R$ , which we assume corresponds to the radius of the ring.

Figures FB.1 and FB.2 from Folium B are dated on the 30<sup>th</sup> August 1930 (30-Srpen-1930). Figure FB.1 clearly represents the tetrahedrons joined into a ring's shape, but by its side Schödinger writes the words "*gravitáčni nestabilita*" (gravitational instability), what makes us think that, at this stage of the process the professor is trying to discover the tetrahedrons' appropriate location into the ring in order to reach the gravitational stability. We suppose that the problem's solution is clearly represented on the sequence at figure FB.2. On it, Schödinger outlines what seems a repetition's pattern, distinguishing three different types of tetrahedrons, depending on its masses, ( $T_1= 400g$ ,  $T_2= 380g$  y  $T_3= 460g$ ) and establishes the length of the metallic bars that serve as junction between them ( $l_1= 14cm$ ,  $l_2= 12cm$  y  $l_3= 10cm$ ). When constructing the ring in our workshop, we have respected these dimensions and masses. The only difference is that we have not been able to elaborate the rare americium trifersterite compound and we have replaced it by some alloys, first of copper and then of steel. We do not know whether the professor came to experiment with the aforementioned compound or the achievement of it was one of his unfinished work aims.

In the upper left corner of Folium C we can find the inscription "*Anna zitra restaurace Cáslav*", key to discovering that the manuscripts' author is professor Schödinger. The translation -Anna tomorrow restaurant Cáslav- indicates us that it is a simple annotation in the margin like a sort of reminder.

We trawled through the files of the University of Charles for the name of Anna and we find a philosophy professor married to a mechanics and gravitation's professor, finally our Otto Schödinger, whose father repaired the huge lamp at Saint Nicholas: every piece seems to match.

Folium C is written between the 7<sup>th</sup> June (Cerven) and the 18<sup>th</sup> July (Cervenec) 1936. On it we find an expression for the evolution of the ring's density depending on the time and another for the time (T) employed on the said mass' collapse. There can be no doubt that these expressions are taken from S. Chandrasekhar 's theories, which in 1931 demonstrate the evolution of the various stellar models, considering as such to some gas distributions, spherically symmetrical and in radioactive balance between the gas pressure, produced by the gravitational collapse and the radiation pressure produced in the nuclear reactions.

We arrive at the conclusion that professor Schödinger's planes and annotations describe a gadget that we shall call the *forsterita collapser*, since its single purpose is reproducing, in a controlled way and from a few relatively small masses, the collapse conditions of an extremely massive system, that is to say: a star.

## PHASES OF THE FORSTERITE COLLAPSER

After various computer simulations and by means of the extrapolation of those steps that are missing in the mathematical expressions' development, we may assume that the ring's operation would adopt the following phases:

- Acceleration phase: The rigid tetrahedric ring with a  $q$  charge stands still. An electric field  $B$  is generated with a potent circular electromagnet that has a radius higher than the ring's and an electric field  $E$  of the sign opposed to the tetrahedrons's charge on the laboratory's ground, so that both fields can be perpendicular. At that moment, the tetrahedron's ring starts to lift from the ground and begins to spin.
- Mass multiplication phase: Once the optimal rotation speed is reached, the mass experiments an exponential increase, producing a notable energetic increment of the system, which could be revealed by sincrotron radiation emission.
- Collapse phase: When the tetrahedron's system accumulated mass reaches the value of the Earth mass ( $5.98 \cdot 10^{24}$  kg), the action of the terrestrial gravity gets balanced in the laboratory. It is to be supposed that, from that value on, the bodies next to the ring are attracted by it. Even so, the ring continues rotating and therefore, its mass keeps increasing. It is easy to imagine the consequences that in the laboratory, the surroundings – we may guess on the entire planet – should outcome when the ring would arrive at a mass similar to the Sun's ( $1.98 \cdot 10^{30}$  kg) or even higher, in a so reduced space. Schödinger advocates that, even the collapse of the surrounding masses, including the Moon, the nearby planets and the Sun, would have started, the ring would succeed in reaching the twenty solar masses, a point when the production of a possible black hole ("*Physics of Stellar Evolution and Cosmology*", H.S. Goldberg; M.D. Scadron) is assured.

## CONCLUSIONS

The detailed analysis of the manuscripts found by the researchers at the Faculty of Physics of the University of Istanbul on 1992, leads to the following conclusions that, even though not being definitive at all, displays to us a scene more than probable about the composition, structure and functioning of what we have designated as *The Otto Schödinger's ring*.

**FIRST:** All the data indicates us that such manuscripts belongs to professor Otto Schödinger, born in Dresden on the 4<sup>th</sup> January 1883 and missing the 14<sup>th</sup> February 1945, during the bombing of that town itself by the anglo-american army. We can assert that he lived practically all his life in Prague as a professor of Mechanics and Gravitation at the University of Charles and being part of the Jewish community of the town. There was where he learned the craftsman trade from his father and become familiar with the steelwork on big structures. It should be noted the influence – that we assume made the difference on the development of his work as a scientist – of the great lamp at the Saint Nicholas Czech-Hussist Church. Its lobed circular structure inspires the first figures on the manuscripts and determines the ring's final design.

**SECOND:** The manuscripts describes in detail a ring-shaped structure, formed by 60 americium triforsferite tetrahedrons – a compound expressly developed by professor Schödinger – joined according to an accurate sequence. The equations and notes found indicate that the ring is just the core of a complex magnetic and electric fields' system whose final aim is producing the rotation of the circular structure. Having this into account, owing to the americium triforsferite specific properties (its mass increases exponentially with the angular speed), we can conclude that, after a finite period of time, a mass is reached that should be lightly higher to ten solar masses, enough to produce the *gravitational collapse's point of no return* of the ring, occasioning a more than probable black hole.

**THIRD:** Considering the inability to obtain – due to a shortage of data – the precise description of the mechanisms responsible for the rotation of the ring, having into account the difficulties that imply the lack of the forsterite and americium compound's exact formulation and bearing in mind the terrible consequences – of cosmic dimensions – that would bring with the starting of the machine in our planet, our research work concludes with the reconstruction of the ring according to professor Schödinger's drawings and outlines, finding ourselves compelled to substituting the americium triforsferite for a steel alloy. ■

## Exhibited work

Sculpture in iron by **alfonso doncel**, exterior diameter of 340 cm., interior diameter of 240 cm. and 40 cm. high, in the shape of a torus ring, consisting of 120 tetrahedrons assembled sequentially using 220 calibrated sticks 5 mm. thick. Can be dismantled into 4 pieces. Presented and installed hanging from 10 iron wires. Approximate weight 40 Kg. Possibility of automatic continuous rotation provided by a 3.5 rpm rotor designed ad hoc connected to a 220 V AC electrical network.

Sculpture in iron by **alfonso doncel**, exterior diameter of 200 cm., interior diameter of 100 cm. and 40 cm. high, in the shape of a torus ring, consisting of 60 tetrahedrons assembled sequentially using 110 calibrated sticks 5 mm. thick. Can be dismantled into 4 pieces. Presented and installed hanging from 5 iron wires or hanging vertically on a wall. Approximate weight 20 Kg. Possibility of automatic continuous rotation provided by a 3.5 rpm rotor designed ad hoc connected, to a 220 V AC electrical network.

10 original photographs by **pedro casero**, measuring 50 x 70 cm. developed on ultra-metallic paper and mounted on dibond, numbered and signed. The series is made up of 10 copies of each picture plus an author's test. Available individually or in a folder including the 10 photographs in the collection. A certificate of authenticity signed by the author is included in both cases.

4 original infographics by **luis fano** measuring 50 x 70 cm., developed on photographic paper and mounted on dibond, numbered and signed. The series is made up of 10 copies per picture plus an author's test. Available individually or in a folder including the 4 infographics in the collection. A certificate of authenticity signed by the author is included in both cases.

Project catalog, with texts by **javier cano**, **alfonso doncel** and **laura morala**, including reproduction of Otto Schödinger's facsimile notes, photographs by **pedro casero**, infographics by **luis fano**, soundtrack by **arni giraldo**. Design and edition by **luis fano** and **pedro casero**.

DVD containing animated short movie in 3D with a duration of approximately 6 minutes, by **luis fano** with script by **laura morala**. Original soundtrack by **arni giraldo**. Includes sequence of diapositives.

4 displays with material related to the project, edited by **luis fano**.

Glass displays with several objects and documents related to the project. ■



## Authors - CVs - References

**alfonso doncel** (Badajoz, Spain, 1963) declares himself a painter, although throughout his artistic career he has dipped into sculpture, photography, graphic design and narrative as well as interdisciplinary projects, including research activities. Initially a sculptor, this multidisciplinary artist has developed through the years experimental techniques which are as individual as they are distinct. He favours the use of relief, typically by sawing material on material or by applying pigments on polyester resins, which create astonishing textures. He has exhibited his picture and sculpture works in numerous occasions individually and collectively both in Spain and in Portugal.

Highlights include *RAS 3* (1994-95), *Hipótesis de veratis - Hypothesis of truth* (2001), *Indicios - Traces* (2004-2005) and *La Raya, una invitación al pensamiento expansivo - The line, an invitation to expansive thought* (2005-2006).

**pedro casero** (Tomelloso, Spain, 1955) is a photographer. He has been a director and photography teacher at the Universities of Granada and Extremadura (Spain). His work has clearly evolved towards a persona and subjective interpretation of everyday reality, using light and colour as his guiding beacons. Highlights of his individual and collective exhibitions are *paisajes-retratos-interiores - landscapes-portraits-interiors* (1993-1994), *agua y/o aire - water and/or air* (1996), *Entrelucidas - Netting* (1997-1999), *artistas extremeños contra el racismo - artists from Extremadura against racism* (1997), *Fotografía extremeña contemporánea - Contemporary photography from Extremadura* (1999), *arte urbano - urban art* (1999), *Sobre la illusion - About Illusion* (2003), *La realidad imaginada - The imagined reality* (2005 - 2006), *La Raya, una invitación al pensamiento expansivo* (The line, an invitation to expansive thought) (2005-2006) and *Ad Hoc* (2006-2007)

**luis fano** (Don Benito, Badajoz, Spain, 1968) is a graphic designer with extensive experience in modelling and creative illustration. He studied in C.E.N.P (Spanish Centre of New Professions) (Madrid, Spain) majoring in Advertising Art and he is currently specialises in 3D software (Bodypaint's Cinema4D). He works as a creative in Indugrafic, Badajoz (Spain). Web portfolio: [www.luisfano.com](http://www.luisfano.com)

**laura morala-forte** (Badajoz, Spain, 1968) has a degree in Physics, major in Earth and Cosmos Physics, from the University of Barcelona (Spain). She enjoys literary and creative arts and has worked with Alfonso Doncel in the analysis *Color y Emociones - Color & Emotions*, published at the 4th Color National Congress promoted by the School of Physics of the University of Extremadura (Spain) in 1987. She currently teaches in the San Aton Diocesan School in Badajoz (Spain).

**arni giraldo** (Badajoz, Spain, 1962) is the director of *Fotografía* Television and since 1990 he works for Telecinco Spanish television channel as Artistic Services Director. He teaches at several independent courses and Masters Degrees, such as the Photography Direction Masters at the European University of Madrid, as well as teaching professional college teachers through the Ministry of Culture. A self-taught musician and passionate interpreter, he has created and edited profusely in the last years, highlighting *Por amor al arte - For the Love of Art* with the group *A Contraluz*, presented in the Monumental Theatre at Madrid (Spain) and released on Spanish national TV. He has been recently getting involved in television production. A fervent photographer since 1982, he has worked on *parallel reality*. In 2005 he participated as composer and photographer in the object-book *La Raya, una invitación al pensamiento expansivo - The line, an invitation to expansive thought* (2005-2006), published by Ediciones del Oeste.

**miguel ángel sánchez-javier** (La Pesga, Spain, 1957) has a degree Structures and Installations Engineering from the University of Salamanca (Spain). He is a teacher at "Campos de San Roque" Secondary School in Valverde de Leganés (Spain).

**josé manuel fuente-campo** (Cáceres, Spain, 1981) has a degree in Electronic Technical Engineering from the University of Extremadura (Spain). He is currently completing his MEng in Industrial Engineering majoring on electrical engineering projects.

**daniel almoril-román** (Badajoz, Spain, 1979) has a degree in Audiovisual Communication from the School of Journalism at Complutense University of Madrid. He completed Cinematography and Edition from the TAI School in Madrid (Spain) and Special Effects from the University of Alcalá de Henares (Spain). He has wide experience in audiovisual editing. He is the director of Del Oeste Productions, Ltd.



## AGRADECIMIENTOS

### INSTITUCIONES

Universidade de Évora  
Universidad de Extremadura (UEx)  
Diputación de Badajoz  
Gabinete de Iniciativas Transfronterizas de la Junta de Extremadura  
Colegio Oficial de Arquitectos de Extremadura (COADE)  
Concejalía de Cultura y Educación del Ayuntamiento de Don Benito

### EMPRESAS

Indugrafic, SL  
Kobra sonido profesional  
La Vinatería  
Del Oeste Producciones, SL  
Galería Rina Bouwen

### ATREZZO

Universidad de Charles, Praga  
Universidad de Estambul  
Departamento de Química Analítica. Facultad de Ciencias (Uex)  
IES Zurbarán de Badajoz  
Colegio Diocesano San Atón  
Talleres Málaga  
Hanno Sauer

### COLABORAN

Talleres Martín, Badajoz  
Talleres Málaga, Badajoz  
Talleres Remedios, Badajoz  
Almacenes San Blas, Badajoz  
Rina Bouwen  
Javier Cano Ramos  
Antonio Sáez Delgado  
Jaime Olivera  
Daniel Jiménez (COADE)  
Marilán Pérez Bueno  
Montaña Hernández Martínez (GIT, Junta de Extremadura)  
Javier Bodas (Diputación de Badajoz)  
Jorge Candela (COADE)  
José Carlos Escudero  
Yolanda Aguas y Enrique de Miguel  
M<sup>a</sup> Beatriz Rodrigues Correia  
Juan Calderón  
Mar Doncel Luengo  
Isabel Morala  
Pilar Mogollón Cano-Cortés (UEx)  
Eduardo Fonseca Dos Santos  
Carmen Pérez  
Alí Rheza Darvish  
Pilar Mogollón Cano-Cortés  
María José Martínez Pinilla  
Manuel Nũñez García  
Isabel Galán Mata  
Arsenio Muñoz de la Peña  
Paco Luis Cumbreira  
Diego Muñoz  
Angel Zamoro Sierra  
Ildade Jesus Casimiro Felicio  
Benito Velasco  
Hanno Sauer  
Rafa Tena



Este catálogo se terminó de imprimir  
en los talleres gráficos de Indugrafic, S.L.  
el día 4 de mayo de 2007,  
festividad de San Víctor







