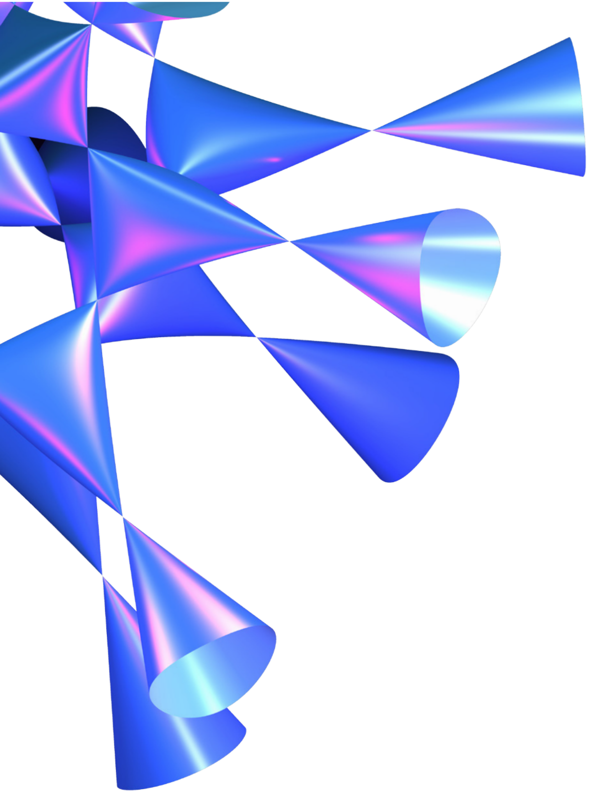
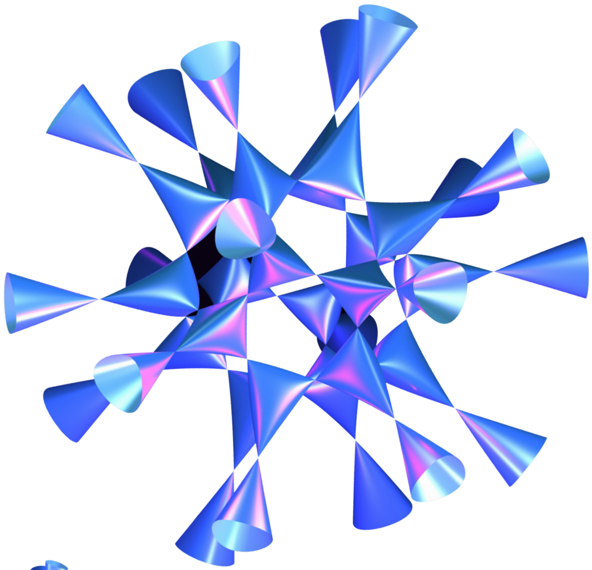
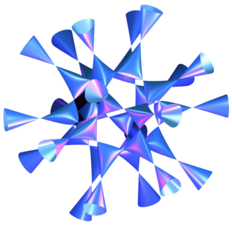
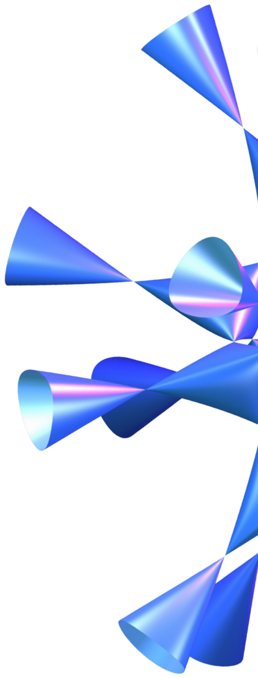






IMAGINARY
open mathematics

GUIA DA EXPOSIÇÃO



Festival da MATEMÁTICA
RIO DE JANEIRO > 2017

PARCEIROS ESTRATÉGICOS

IMAGINARY open mathematics — ESCOLA Eleva — INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INT MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

REALIZAÇÃO

impa — SBM

PATROCINADOR OFICIAL

BNDES

APOIO

MINISTÉRIO EDUCAÇÃO — MINISTÉRIO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES — BRASIL GOVERNO FEDERAL

INTRODUÇÃO

O Festival da Matemática tem o orgulho de trazer a exposição IMAGINARY para somar perspectivas e multiplicar olhares sobre a matemática.

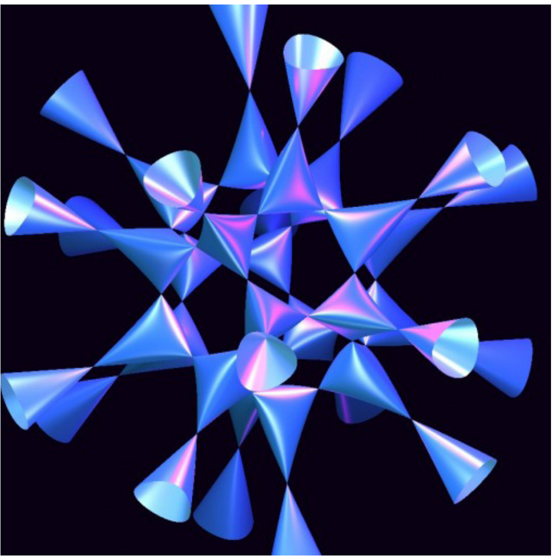
O projeto IMAGINARY surgiu em 2008, no Instituto de Pesquisa em Matemática (Mathematisches Forschungsinstitut) de Oberwolfach, na Alemanha, como uma exposição interativa itinerante sobre a matemática. Desde então, ele se transformou em uma plataforma colaborativa aberta para todos os pesquisadores e entusiastas disponibilizarem e pesquisarem conteúdo didático e interativo para aulas e exposições de matemática. Um projeto que une matemática e arte na busca por um conhecimento aberto que leva a beleza da matemática dos centros de pesquisa para o grande público apreciar e aprender.

Nesta exposição, o Festival da Matemática realiza uma versão independente da exposição, reunindo conteúdos fascinantes encontrados na plataforma IMAGINARY e em outras fontes.
IMAGINARY é uma organização sem fins lucrativos visando promover a matemática aberta e interativa. Todas as exposições e informações na plataforma de comunicação matemática www.imaginary.org.
Além de criador, o Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach é acionista da IMAGINARY.

CORREDOR 1

MATEMÁTICA ESPETACULAR

Há muito mais na matemática do que aprendemos na escola. A matemática pode ser misteriosa, fascinante, curiosa e até surpreendente. Nesta sala de introdução, mostramos um pouco do que pode ser encontrado na plataforma IMAGINARY: vídeos didáticos, imagens espetaculares e jogos educativos bem divertidos.



SUPERFÍCIE SEXTICA DE BARTH

BARTH SEXTIC

Oliver Labs

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/OLIVER-LABS

Esta superfície de grau 6 (sextica) foi construída por Wolf Barth em 1996. Ela apresenta 65 pontos singulares, dos quais 15 são invisíveis por estarem localizados no infinito. Na verdade, 65 é o número máximo de pontos singulares que uma sextica pode possuir, conforme provaram Jaffe e Ruberman em 1997. A construção de Barth foi uma grande surpresa pois, por muito tempo, os geometras acreditaram que uma superfície de grau 6 não poderia ter mais que 64 pontos singularies.

Uma das características mais notáveis da sextica de Barth é a simetria icosaedral. Mas nem todas as sexticas com 65 pontos singulares têm este tipo de simetria: na verdade, até existe uma família a três parâmetros de superfícies que têm quase todas 65 pontos singulares! Isto é, quando escolhemos os três parâmetros ao acaso nessa família sempre obtemos uma sextica com 65 pontos singulares.

SUPERFÍCIES DE VIDRO

GLASS SURFACES

Luc Benard, Richard Palais

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/RICHARD-PALAIS-AND-LUC-BENARD

Esta imagem é o resultado da colaboração entre o matemático Richard Palais e o artista gráfico Luc Benard. Ela ganhou primeiro lugar na categoria ilustração do National Science Foundation / Science Magazine 2006 Visualisation Challenge e foi capa da edição de 22 de setembro de 2006 da revista Science.

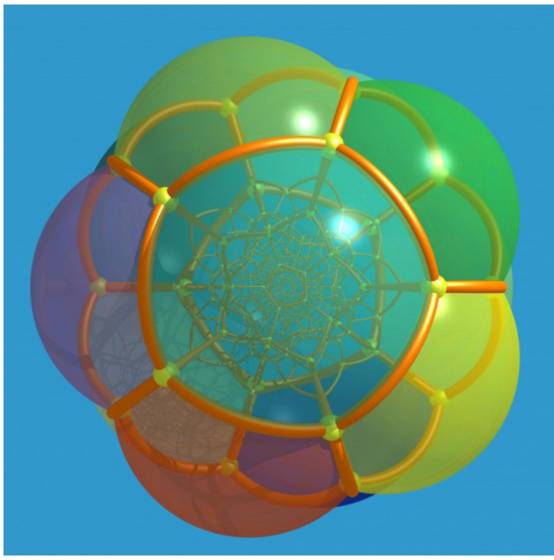
As cinco superfícies representadas são (começando no canto inferior esquerdo e rodando no sentido dos ponteiros do relógio): a garrafa de Klein, o 4-nóide simétrico, a superfície respiradora (“bretaher”), a superfície de Boy e a superfície de Sievert-Enneper. Elas foram criadas usando o programa 3D-XplorMath, desenvolvido por Richard Palais e Hermann Karcher, e foram combinadas e renderizadas por Luc Benard usando o software Bryce.

HECATONICOSACHORON

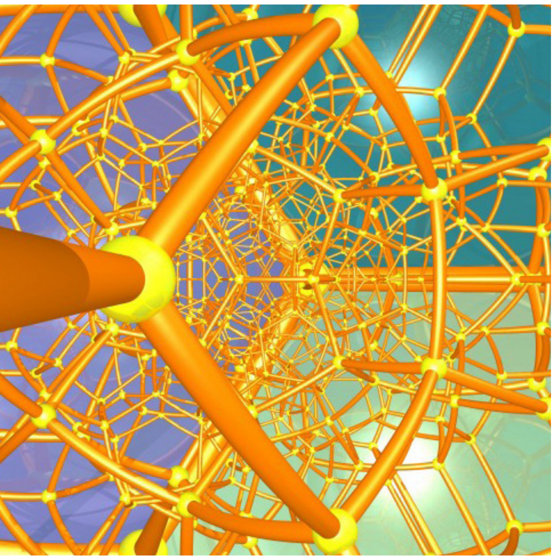
THE HECATONICOSACHORON 1

Aurélien Alvarez, Étienne Ghys, Jos Leys

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/JOS-LEYS-ETIENNE-GHYS-AND-AURELIEN-ALVAREZ



Trata-se de um análogo em quatro dimensões do dodecaedro: enquanto que o dodecaedro 3-dimensional tem 12 faces (pentágonos), 30 arestas e 20 vértices, o hecatonicosachoron é um poliedro regular de dimensão 4 com 120 “faces” 3-dimensionais, cada uma das quais é um dodecaedro. Ele tem 720 faces 2-dimensionais, todas pentágonos claro. Também tem 1200 arestas e 600 vértices.



HECATONICOSACHORON (POR DENTRO)

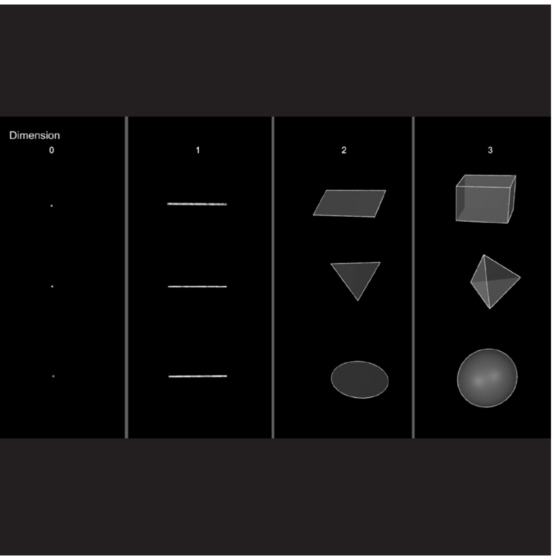
THE HECATONICOSACHORON (INSIDE)

Aurélien Alvarez, Étienne Ghys, Jos Leys

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/JOS-LEYS-ETIENNE-GHYS-AND-AURELIEN-ALVAREZ

Estas imagens mostram o hecatonicosachoron pelo lado de dentro mediante um tipo de projeção estereogáfica: neste caso não é a projeção esterográfica usual, que vai da esfera no espaço 3-dimensional para o plano, e sim a projeção esterográfica da esfera no espaço de quatro dimensões para o espaço de três dimensões.

Esta projeção mostra muito bem as simetrias do hecatonicosachoron. Observe também que as faces 2-dimensionais do objeto são todas pedaços de esferas e que as arestas são todas pedaços de círculos.

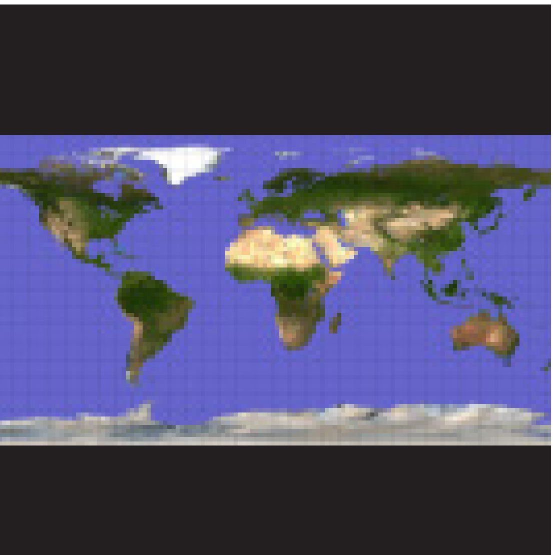


DIMENSÃO E EXEMPLOS DE VARIEDADES

DIMENSION E EXAMPLES OF MANIFOLDS

Pierre Berger

HTTPS://IMAGINARY.ORG/FILM/DIMENSION



A ESFERA DA TERRA

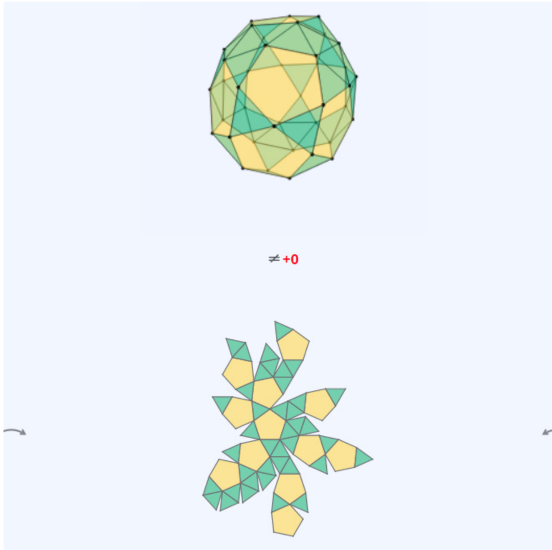
THE SPHERE OF THE EARTH

Daniel Ramos, MMACA (Museu de Matemàtiques de Catalunya)

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/THE-SPHERE-OF-THE-EARTH

DESCUBRA O POLITOPO

MATCH THE NET



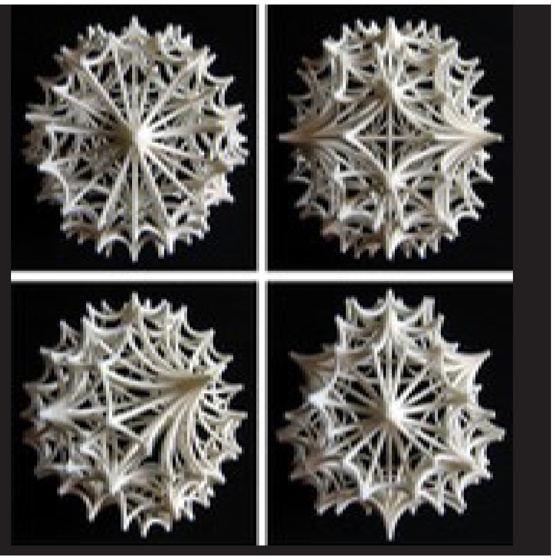
Michael Joswig, Georg Loho, Benjamin Lorenz,
Rico Raber & the polymake team

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/MATCHTHENET

SALA 1

SUPERFÍCIES MISTERIOSAS

Costumamos imaginar uma superfície como um objeto com apenas duas dimensões, como um plano. Está correto, mas nem toda a superfície é plana. Elas também podem conter curvaturas. O que muitos não sabem é que superfícies podem ser geradas a partir de fórmulas, criando formas muito inusitadas. A criação e a descoberta de novos tipos de superfícies são desafios aos quais muitos matemáticos se dedicam. Veja algumas dessas superfícies nesta sala.



COLMÉIA HIPERBÓLICA DUAL

DUAL HYPERBOLIC HONEYCOMB

Roice Nelson

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=YZZJGEIUCNG&T=54S

SUPERFÍCIE MÍNIMA DE LAWSON

LAWSON MINIMAL

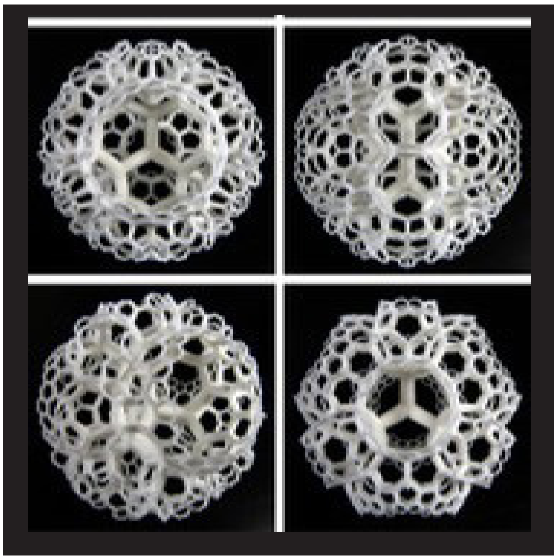
Nicholas Schmitt, Wjatscheslaw Kewlin

HTTPS://IMAGINARY.ORG/HANDS-ON/LAWSONS-MINIMAL-SURFACE-OF-GENUS-2

COLMÉIA HIPERBÓLICA
HYPERBOLIC HONEYCOMB

Roice Nelson

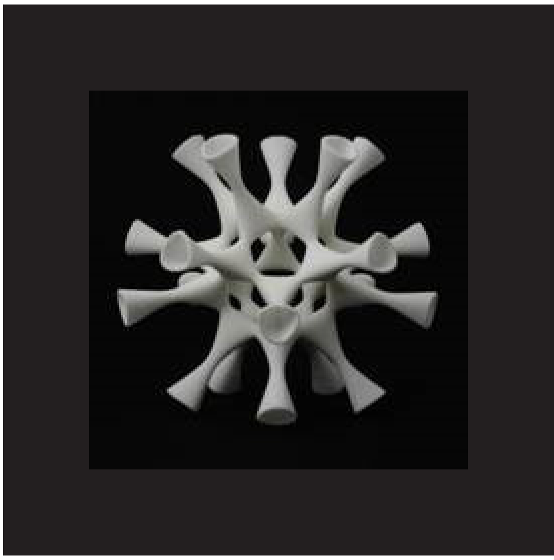
HTTP://ROICE3.BLOGSPOT.COM.BR/



SUPERFÍCIE SEXTICA DE BARTH
BARTH SEXTIC

Oliver Labs

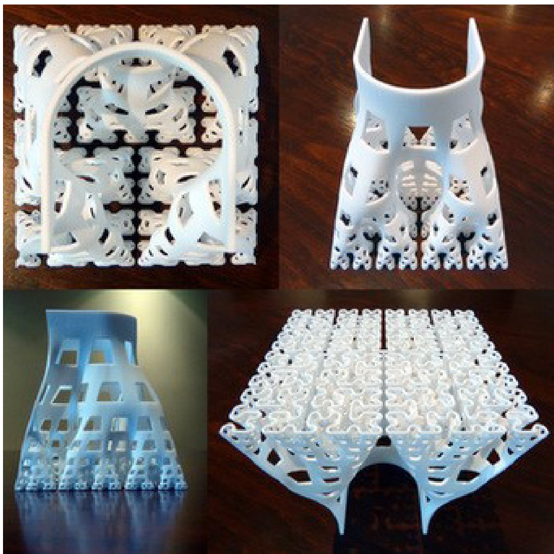
HTTPS://IMAGINARY.ORG/HANDS-ON/FOUR-MATH-SCULPTURES



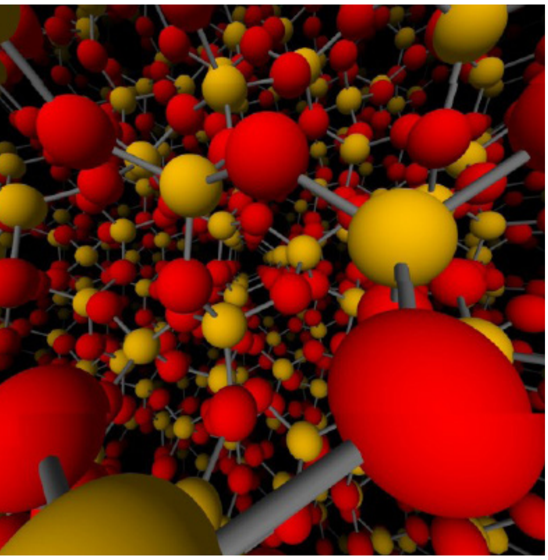
CURVA DE HILBERT
HILBERT CURVE

Henry Segerman

HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/HILBERT_CURVE



SALA 1

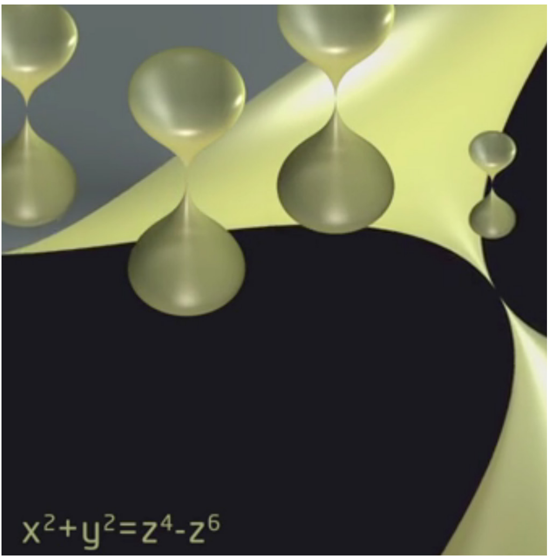


VÔO PELOS CRISTAIS

CRYSTAL FLIGHT

Jeff Weeks

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/CRYSTAL-FLIGHT



ANIMASURFER

ANIMASURFER

CMAF/University of Lisbon 2012

HTTPS://IMAGINARY.ORG/FILM/ANIMASURFER

SALA 2

DIMENSÕES INCRÍVEIS

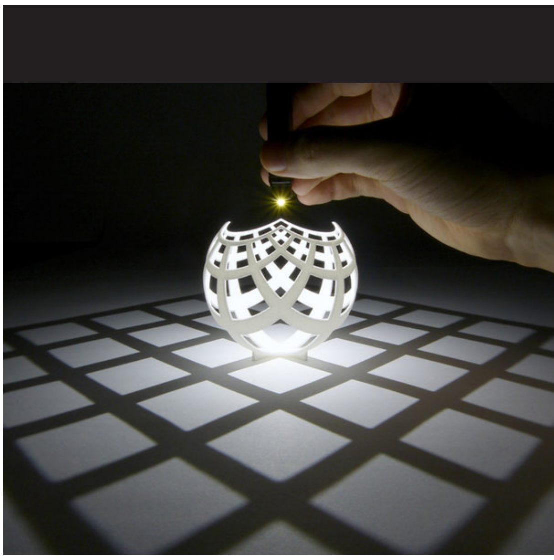
A relação entre o plano e o espaço é muito curiosa. Nós utilizamos diversas superfícies planas para representar o mundo, como um desenho em uma folha de papel, a tela do computador ou uma fotografia. Para realizar essa representação, criamos uma série de métodos diferentes que permitem visualizar o mundo tridimensional em apenas duas dimensões. Não existe um modo único e preciso de fazer essa tradução. Nesta sala apresentamos alguns experimentos que transitam entre o plano e espaço e tratam da deformação que ocorre nesta planificação de figuras espaciais.

PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO LADRILHAMENTO POR QUADRADOS

GRID (STEREOGRAPHIC PROJECTION)

Henry Segerman

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=VX-0LAECZGK

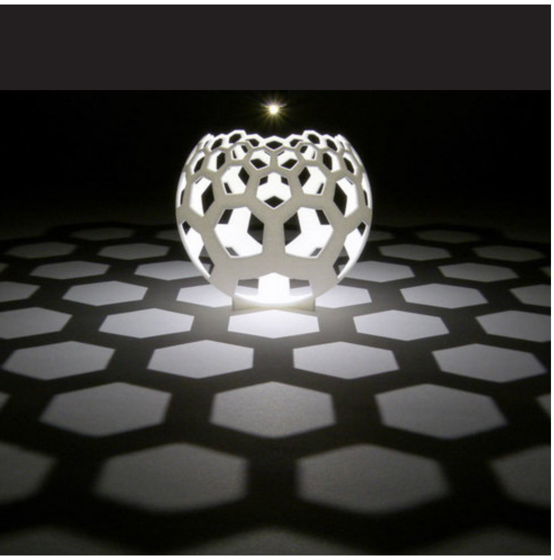


PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO LADRILHAMENTO TRIANGULAR (5,3,2)

(5,3,2) TRIANGLE TILING (STEREOGRAPHIC PROJECTION)

Henry Segerman

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=TPGD2GLHQPI



PROJEÇÃO ESTEREOGRÁFICA DO LADRILHAMENTO POR HEXÁGONOS

HONEYCOMB (STEREOGRAPHIC PROJECTION)

Henry Segerman

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=YZZJGEIUCNG

CURVA ESPACIAL COM SOMBRAS

SPACE CURVE

Oliver Labs

HTTPS://IMAGINARY.ORG/HANDS-ON/FOUR-MATH-SCULPTURES

ILUSÃO VISUAL DO CILINDRO AMBÍGUO

AMBIGUOUS CYLINDER ILLUSION

Kokichi Sugihara

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=OWFFCO7K9V8

CORREDOR 2

SIMETRIA FASCINANTE

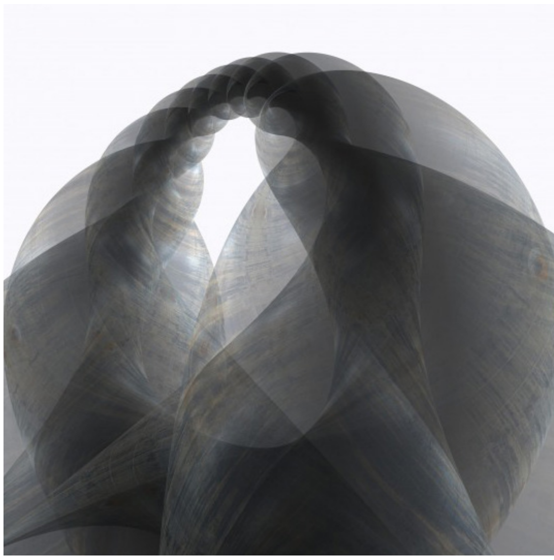
Muito da beleza do mundo está associada ao conceito de simetria. Conhecemos a simetria pelo que é igual e refletido, mas a ideia de simetria vai muito além da reflexão. A simetria na matemática une semelhança com movimento. Ela é um tipo de transformação que resulta em objeto ou imagem igual ao original. Pode provar-se matematicamente que existem, ao todo, 17 tipos de simetria. Nesta sala você encontrará trabalhos e interatividade para expandir seu conhecimento sobre o conceito de simetria na matemática.

TORUS CONTORCIDO

TWIZZLE TORUS

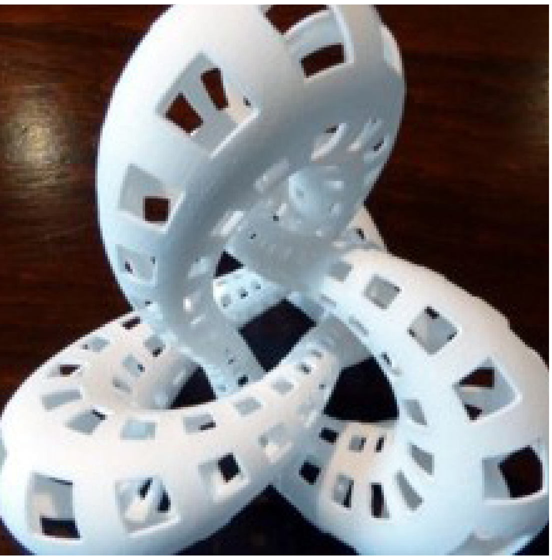
Nicholas Schmitt

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/ULRICH-PINKALL-NICHOLAS-SCHMITT-CHARLES-GUNN-AND-TIM-HOFFMANN



O Twizzle Torus é uma superfície anular com curvature media constant na esfera 3-dimensional, que é o espaço curvado em si mesmo. Para representar esta superfície precisamos começar por projetar a esfera no nosso espaço plano. Felizmente, isso pode ser feito de tal forma que as características principais da forma da superfície sejam preservadas. Por exemplo, a simetria de parafuso que o Twizzle Torus tem na esfera 3-dimensional ainda pode ser observada na projeção.

Na verdade o Twizzle Torus é apenas um dos exemplos mais simples de uma enorme família de superfícies anulares cada vez mais complexas que apresentam características semelhantes de curvatura. Esta superfície foi desenvolvida por Nicholas Schmitt (GeometrieWerkstatt Tübingen), o qual desenhou e calculou a imagem usando o programa XLab.



NÓ FIGURA 8 SIMÉTRICO

SYMMETRIC FIGURE 8 KNOT

Henry Segerman

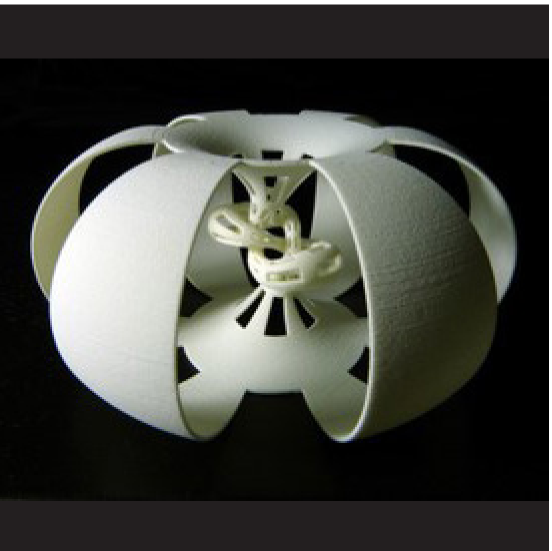
HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=OHQFZL_B7Y0

ENGRENAGEM TRIPLA

TRIPLE GEAR

Saul Schleimer

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=I9IBQVHFEQS&T=1S



COMPLEMENTO DO NÓ FIGURA 8

FIGURE 8 KNOT COMPLEMENT

Henry Segerman

HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=XGF5JY_V5GE

GECLA
GECLA

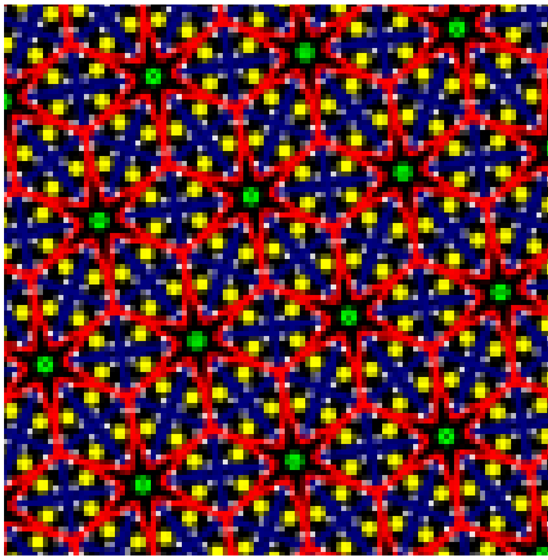
Associação Atractor

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/GECLA

MORENAMENTS
MORENAMENTS

IMAGINARY, Martin von Gagern

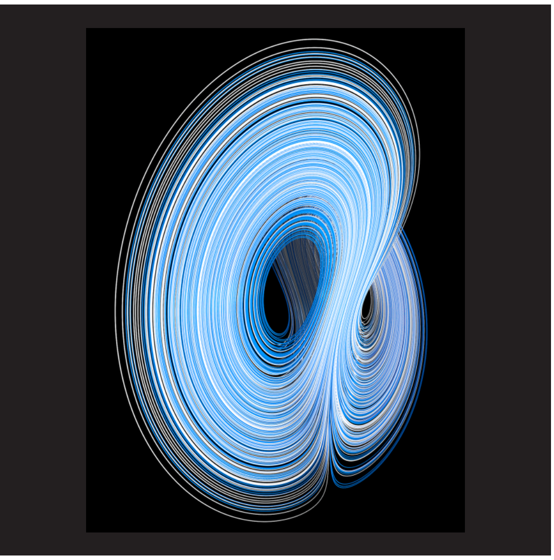
HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/MORENAMENTS



SALA 3

NÚMEROS SURPREENDENTES

A matemática pode assumir diversos papéis em nossas vidas. Por exemplo, ela pode ser um objeto de conhecimento, uma forma diferente de olharmos a natureza ou uma ferramenta para criarmos efeitos especiais em um filme. Você não precisa ser um matemático para perceber a beleza dos números. IMAGINARY é uma plataforma que busca estimular essa curiosidade pela matemática, seja através de um jogo, uma fórmula ou até mesmo uma visualização de dados.



ATRATOR DE LORENZ

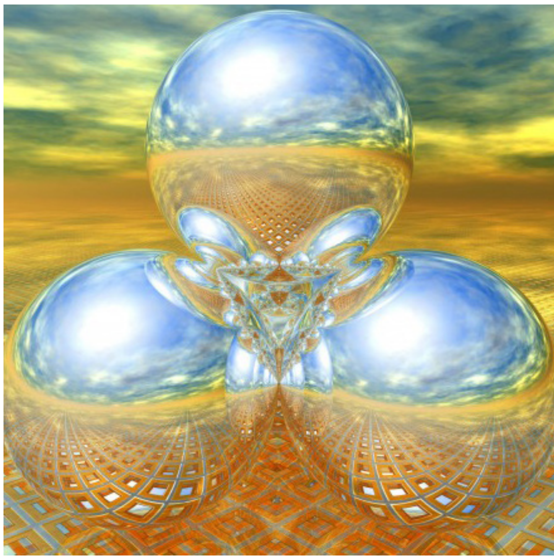
THE LORENZ ATTRACTOR

Jos Leys

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/THE-LORENZ-ATTRACTOR

O modelo atmosférico de Lorenz é um modelo físico tão simplificado que não captura muito da natureza real da atmosfera. Mesmo assim, Lorenz notou que o modelo tem comportamentos muito interessantes. Se considerarmos duas “atmosferas” praticamente idênticas (ou seja, dois pontos extremamente próximos no modelo de Lorenz), costumamos observar rapidamente uma separação na evolução das duas: as atmosferas se tornam completamente diferentes. Lorenz notou que o seu modelo é muito sensível às condições iniciais: ou seja, é caótico. Além disso, o que é ainda mais interessante, se usarmos um grande número de atmosferas como ponto de partida, mesmo que todas evoluam de uma forma meio doida e imprevisível, todas se acumulam em um mesmo objeto com a forma de uma borboleta, um atrator estranho.

BACIAS DE WADA
WADA BASINS

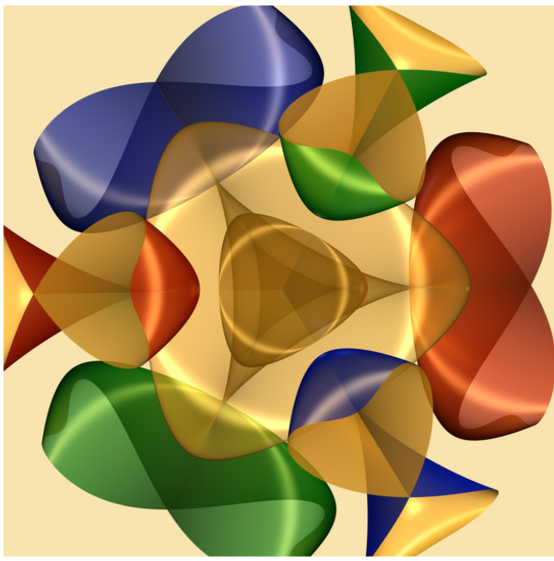


Luc Benard
HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/RICHARD-PALAIS-AND-LUC-BENARD

Esta imagem replica resultados de experimentos de espalhamento caótico (“chaotic scattering”). No experimento temos quatro bolas idênticas, com superficies espelhadas, numa formação piramidal em que cada bola toca as outras três. Olhando nos espaços entre três bolas, as imagens refletidas forma um fractal 3-dimensional que foi estudado pelo matemático japonês Wada em 1917.

Este objeto tem uma propriedade notável, chamada propriedade de Wada, a qual se refere ao fato de existirem três bacias de atração do sistema dinâmico tão enroscadas umas nas outras que qualquer ponto no bordo de uma delas também está no bordo de todas as demais. A imagem foi composta e renderizada usando o software Bryce.

SUPERFÍCIE DE STEINER
ROMAN CANDY

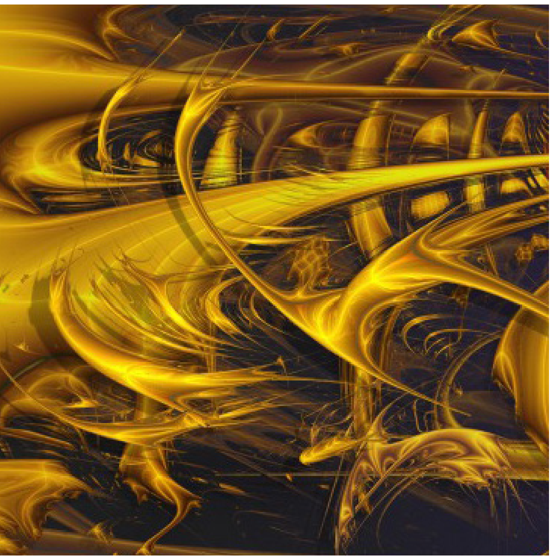


Bianca Violet
HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/SURFER-GALLERY-BY-BIANCA-VIOLET

O plano projetivo real (RP2) é o espaço das linhas que passam pela origem no espaço tridimensional real (R3). Durante uma visita a Roma, o matemático Jakob Stenier concebeu um mapa de RP2 a R3. A superfície resultante se auto-intersecta, e é atualmente conhecida como superfície romana ou superfície de Steiner.

Existe um ponto triplo na origem e cada um dos três planos de coordenadas é tangente à superfície. Além da origem, os segmentos ao longo dos eixos de coordenadas consistem de pontos duplos e terminam em seis pontos cuspidais.

Na imagem, vemos uma superfície de Steiner amarela, cercada de seis pedaços da superfície de Steiner, se encontrando nos pontos cuspidais, enfatizando o alto grau de simetria da superfície.



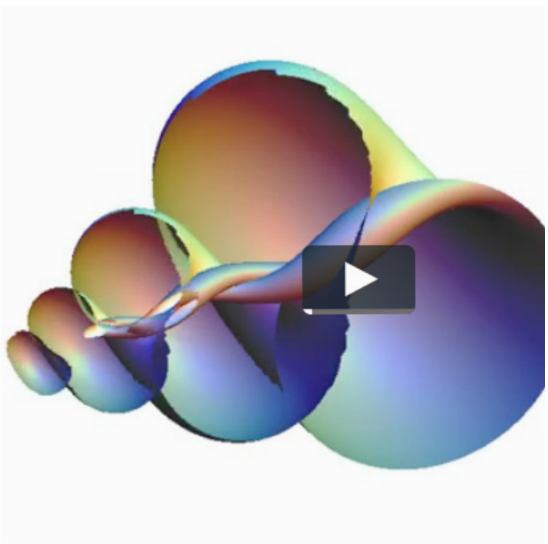
LYAPUNOV DIVERTIDO

LYAPUNOV PLAY

Luc Benard

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/RICHARD-PALAIS-AND-LUC-BENARD

Mario Markus, do Instituto Max Planck de Fisiologia Molecular usou sistemas dinâmicos para estudar populações animais – a mudança ao longo do tempo de variáveis como a disponibilidade de alimentos, a fertilidade, o tamanho etc – onde há a necessidade da capacidade de reprodução alterna quasi-periodicamente entre dois valores. Esse tipo de Sistema pode mostrar tanto um ciclo estável quanto uma evolução caótica, dependendo da fertilidade. Estabilidade ou caos podem ser analisadas pelo cálculo do expoente de Lyapunov. As imagens de Markus-Lyapunov são mapas coloridos do expoente de Lyapunov contra a fertilidade, usando os eixos horizontal e vertical. Apenas o domínio de estabilidade é mostrado, de forma que caos (isto é, áreas com expoente de Lyapunov positivo) é representado em azul escuro. O expoente varia de 0 a menos infinito, com cores variando gradativamente de claras para o escuras. No valor zero, a fronteira entre a estabilidade e o caos, a cor pula subitamente do azul escuro para o claro. Naturalmente, há muito de arbitrário nesse mapa de cores, e isso cria a oportunidade para escolhas baseadas em considerações estéticas. As imagens são reconstruções sobrepostas das sete originais de Markus-Lyapunov.



3DXPLORMATH

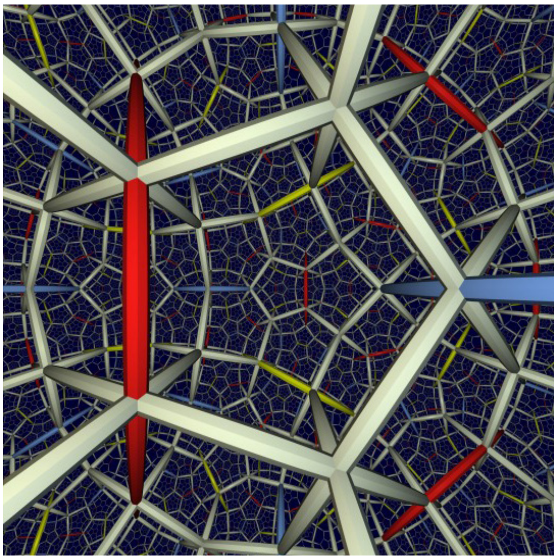
3DXPLORMATH

IMAGINARY, 3DFS Consortium

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/3D-XPLORMATH

ESPAÇO HIPERBÓLICO

HYPERBOLIC SPACE



Charles Gunn

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/ULRICH-PINKALL-NICHOLAS-SCHMITT-CHARLES-GUNN-AND-TIM-HOFFMANN

A imagem permite a inspeção do espaço hiperbólico tridimensional, preenchido por inúmeros dodecaedros. O espaço hiperbólico é um espaço curvo com curvatura negativa. Isso significa que, na medida em que as distâncias aumentam, ele diverge mais fortemente que o nosso espaço plano.

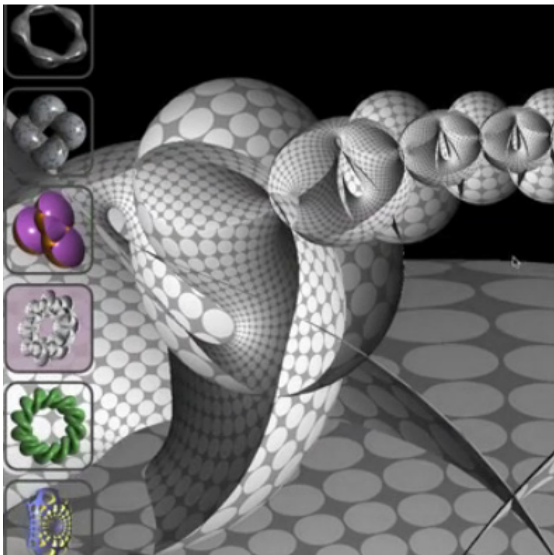
No espaço hiperbólico, os dodecaedros se encontram em ângulos retos. Entretanto, isso não é aparente porque nossa experiência é adaptada à geometria euclidiana. Aqui, assim como no caso do espaço euclidiano preenchido por cubos, 8 dodecaedros se encontram em cada vértice.

O preenchimento do espaço hiperbólico por dodecaedros, como o mostrado na figura, aparece em topologia quando tentamos realizar o espaço ao redor dos anéis de Borromeo. As hastes vermelhas, amarelas e azuis correspondem aos três anéis que causam esse entrelaçamento. A imagem mostra um cenário da forma como um habitante do espaço hiperbólico o conceberia. Até mesmo o cálculo da iluminação foi adaptado para a ótica hiperbólica.

A cena foi desenvolvida com o jReality, e a imagem em si foi gerada pelo Renderman. O trabalho foi apoiado pala DFG research Centre Matheon.

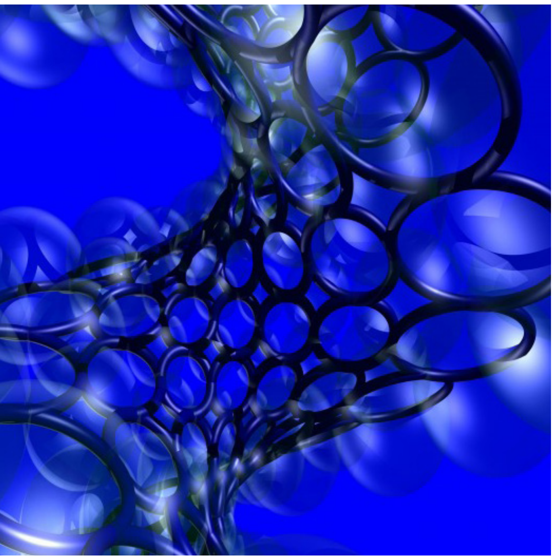
QI

QI



GeometrieWerkstatt

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/QI



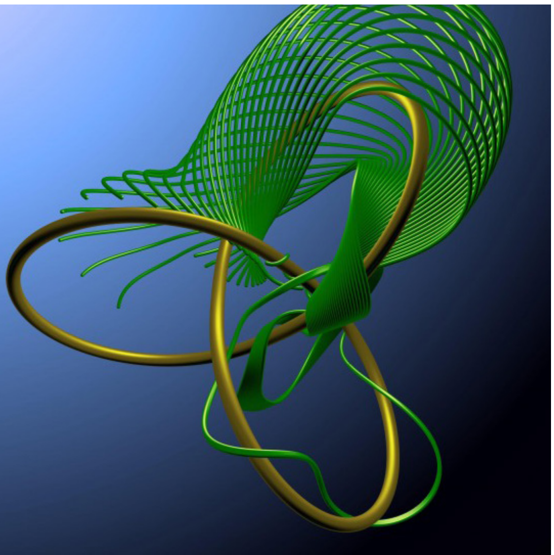
SUPERFÍCIES MÍNIMAS DISCRETAS
DISCRETE MINIMAL SURFACE

Tim Hoffmann
HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/ULRICH-PINKALL-NICHOLAS-SCHMITT-CHARLES-GUNN-AND-TIM-HOFFMANN

O estudo de superfícies mínimas é um dos temas clássicos da geometria diferencial, e consistem de superfícies onde a curvatura média zera em todos os pontos. As superfícies mais conhecidas dessa classe são a Catenóide e a Helicóide. Uma das várias características interessantes das superfícies mínimas é a existência de uma família associada. Isso significa que as superfícies podem ser deformadas de modo a permanecer mínimas (são até mesmo isométricas umas as outras e seus planos tangentes são paralelos). Helicóides e Catenóides pertencem à mesma família associada. Como resultado, podem ser deformadas uma na outra e as superfícies intermediárias também são mínimas.

A imagem mostra uma discretização da superfície mínima no meio do caminho entre a Catenóide e a Helicóide. Ela é composta por esferas e círculos que se tocam em seus pontos de contato. Há também uma família associada a essas superfícies mínimas discretas e tanto os raios das esferas correspondentes e as posições dos círculos correspondentes são iguais.

A cena foi gerada com o jReality e a imagem em si foi gerada usando o POV-Ray.

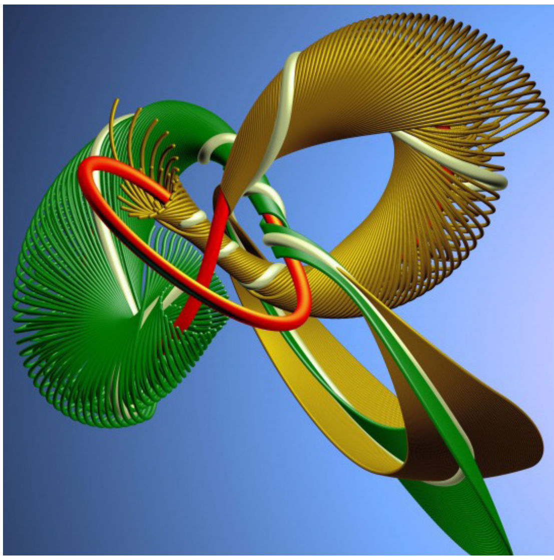


MATRIZ REAL
REAL MATRIX

Étienne Ghys, Jos Leys
HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/JOS-LEYS-ETIENNE-GHYS-AND-AURELIEN-ALVAREZ

FLUXO DE ANOSOV

ANOSOV FLOW

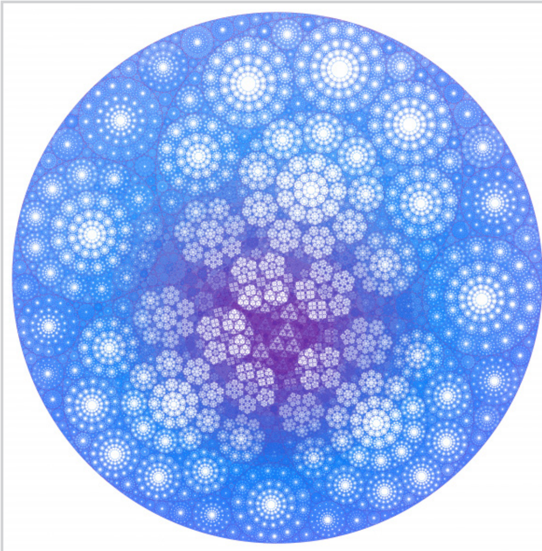


Étienne Ghys, Jos Leys

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/JOS-LEYS-ETIENNE-GHYS-AND-AURELIEN-ALVAREZ

EMPACOTAMENTO DE CÍRCULOS

CIRCLE PACKING



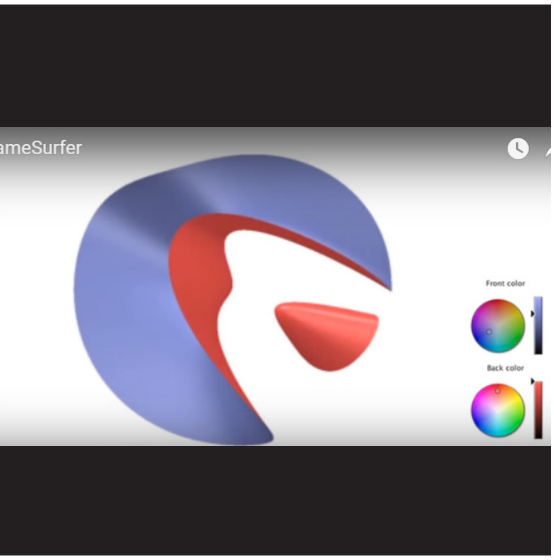
Francesco de Comité

HTTPS://IMAGINARY.ORG/GALLERY/CIRCLE-PACKING-EXPLORATIONS

Há várias formas de se construir conjuntos de círculos tangentes. Uma delas é chamada tamis de Apolonio: preenche recursivamente o espaço entre círculos tangentes. Esse método deixa grandes espaços vazios dentro dos círculos iniciais. Uma solução é preencher esses círculos também usando o mesmo algoritmo, mudando alguns parâmetros para induzir aleatoriedade e alcançar resultados surpreendentes.

Uma outra forma é denominada cadeia de Steiner: introduzir uma cadeia de círculos tangentes entre dois círculos.

Combinando essas duas técnicas, com um pouco de aleatoriedade, podemos gerar um número infinito de formas.

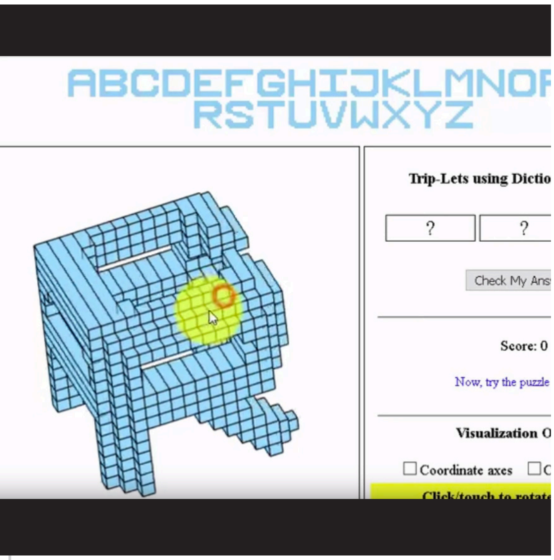


SURFER

SURFER

IMAGINARY,
Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/SURFER

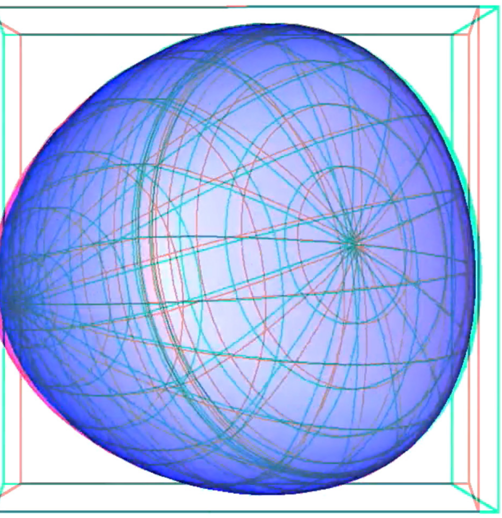


TRIP-LETS

TRIP-LETS

Humberto José Bortolossi, Rogério Vaz de Almeida Jr

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/TRIP-LETS



MATHLAPSE

MATHLAPSE

Hermann Karcher, Bianca Violet

HTTPS://IMAGINARY.ORG/FILM/MATHLAPSE-SURFACES-OF-CONSTANT-WIDTH

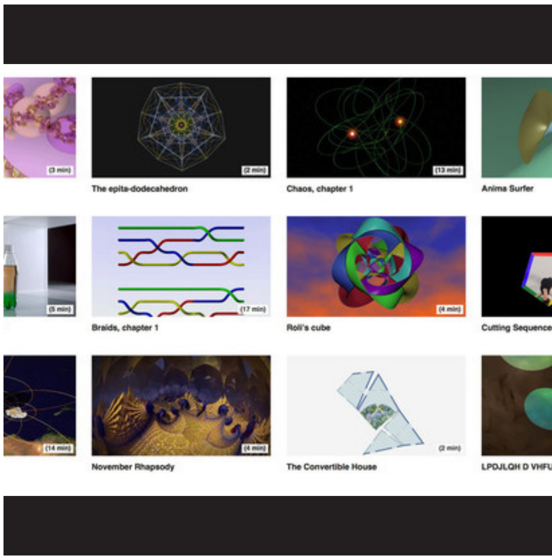
SALA 3

GALERIA DE FILMES

FILMSLIDER

IMAGINARY

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/FILM-SLIDER

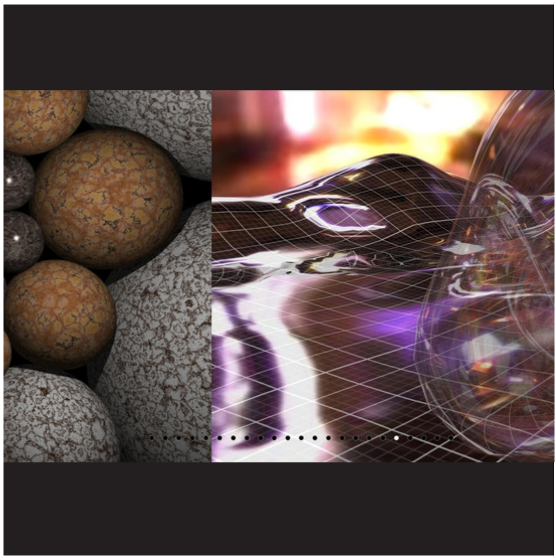


GALERIA DE IMAGENS

GALLERY SLIDER

IMAGINARY

HTTPS://IMAGINARY.ORG/PROGRAM/GALLERY-SLIDER



IMAGINARY
open mathematics

Festival da MATEMÁTICA
RIO DE JANEIRO > 2017

CURADORIA
Diego Nehab

NARRATIVA EXPOSITIVA E DESIGN
Ambos

PRODUÇÃO EXECUTIVA
Parceria Ilimitada

PARCEIROS ESTRATÉGICOS

IMAGINARY open mathematics

ESCOLA Eleva

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA INT
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

REALIZAÇÃO

impa

SBM

PATROCINADOR OFICIAL

BNDES

APOIO

MINISTÉRIO EDUCAÇÃO

MINISTÉRIO CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

BRASIL GOVERNO FEDERAL