Un Mundo Geométrico

ARTE, CIENCIA Y EDUCACIÓN

P. Coullet (INPHYNI, Universidad de la Costa Azul)
J. San Martín (CMM, Universidad de Chile)

En homenaje a Enrique Tirapegui (1940-2020)
www.unmondegeometrique.com

Exposición en el MAC (Museo de Arte Contemporáneo)
Santiago de Chile, noviembre 2022-enero 2023

Presentación general

Este proyecto expositivo es el resultado de una larga colaboración entre la Universidad de Chile (UCHILE) y la Universidad de la Costa Azul (UCA) que se remonta a mediados de los años 70. Iniciado por Enrique Tirapegui, entonces profesor asociado de la Universidad de Niza, no ha cesado en estos largos años. El objetivo del proyecto que aquí se presenta es situar la ciencia en el mundo de la cultura, y en particular en el del Arte y la Historia de las Civilizaciones. El tema elegido, la geometría, se presta especialmente bien a este objetivo. La exposición se divide en tres secciones: Arte y Geometría, Física y Geometría y, por último, Educación y Geometría. Se trata de una exposición didáctica acompañada de una serie de conferencias sobre estos tres temas.

La exposición está prevista para noviembre de 2022 en el Museo de Arte Contemporáneo de Santiago en el Parque Forestal. Le seguirá, en 2023, una serie de tres exposiciones en la Costa Azul (Mouans Sartoux, Cannes y Sophia-Antipolis) sobre el mismo tema, en colaboración entre la UCA, UCHILE, los municipios interesados y el departamento de enseñanza secundaria del Rectorado. Durante estos actos se expondrán obras de Gottfried Honegger y Edmond Vernassa.

"Arte y Geometría": Exposición de varias obras de Christian Correa, artista chileno de la geometría, acompañada de dos exposiciones de Realidad Aumentada de obras de Gottfried Honegger y Edmond Vernassa.

"Física y Geometría": Exposición de varios espejos curvos que ilustran la reflexión de la luz.

"Educación y geometría": Los elementos de Euclides y su versión visual de Oliver Byrne (1847).

Un homenaje a Enrique Tirapegui que nos dejó la noche del 10 de marzo de 2020

El origen del proyecto

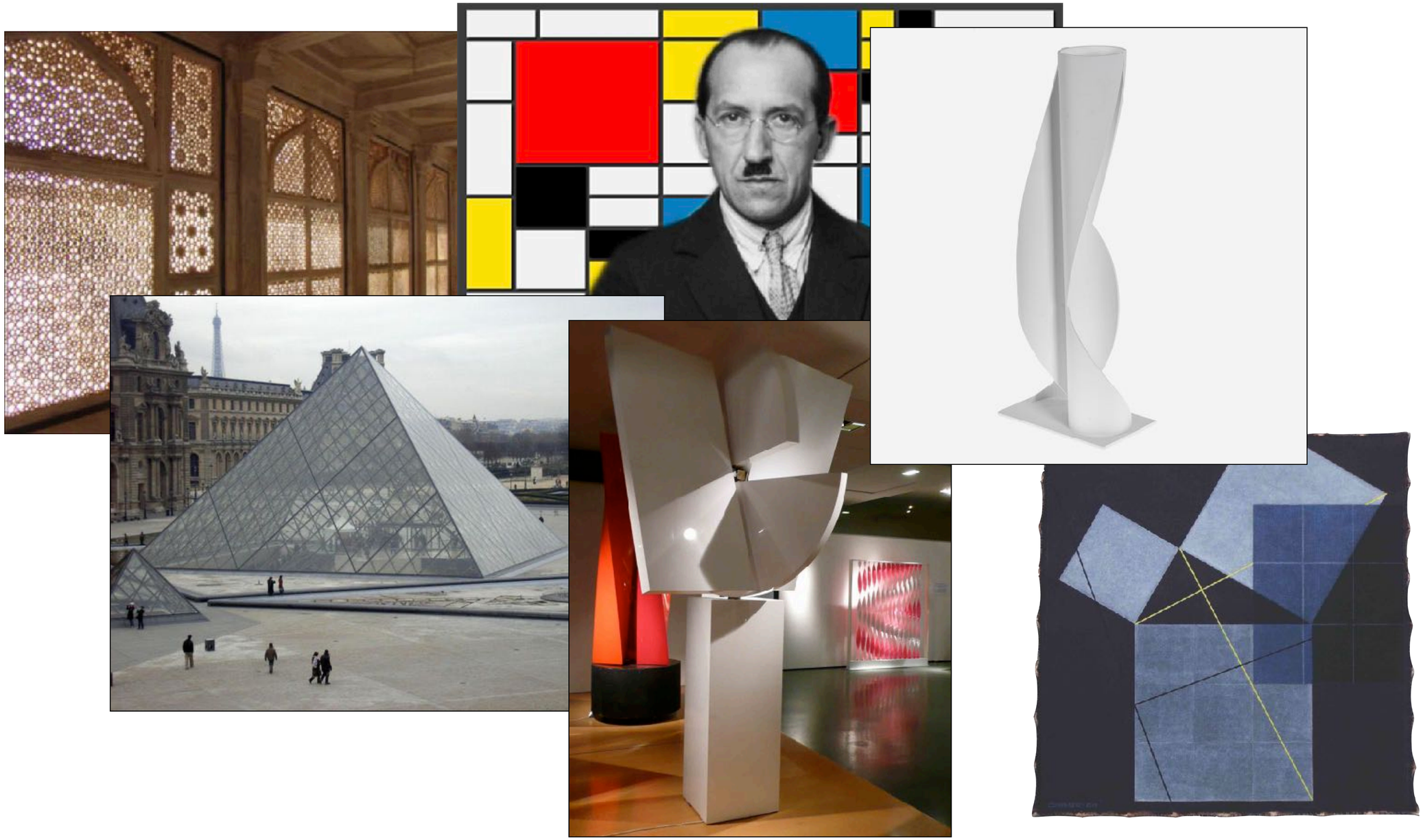
La exposición "Un mundo geométrico" nació de un encuentro casual con el artista Francisco Brugnoli, entonces director del Museo de Arte Contemporáneo (MAC) de Santiago de Chile. El proyecto se desarrolló con Enrique Tirapegui, Francisco y matemáticos del CMM (Centro de Modelamiento Matemático), entre ellos Jaime San Martín, Alejandro Maass (director del CMM) y Alejandro Jofre. Christian Correa Serrey, artista chileno, se unió a nosotros.

Este proyecto se basa en una experiencia desarrollada en la Université de la Côte d'Azur en el ámbito de la Geometría y el Arte para estudiantes de secundaria, mediante la creación en 2005 de un Instituto de Cultura Científica, el "Instituto Robert Hooke", que se ha convertido en el Servicio de Cultura Científica de la Université de la Côte d'Azur. El instituto ha sido el origen de varias exposiciones sobre el tema de la geometría: "La Cité de la Géométrie" en la Facultad de Ciencias, "Le Monde est Rond" en el Espace de l'Art Concret de Mouans Sartoux, "Une cité de la géométrie" en el liceo técnico y profesional de los Eucaliptos de Niza y un espacio de exposición permanente de las obras del artista nizardo Edmond Vernassa en la Universidad.

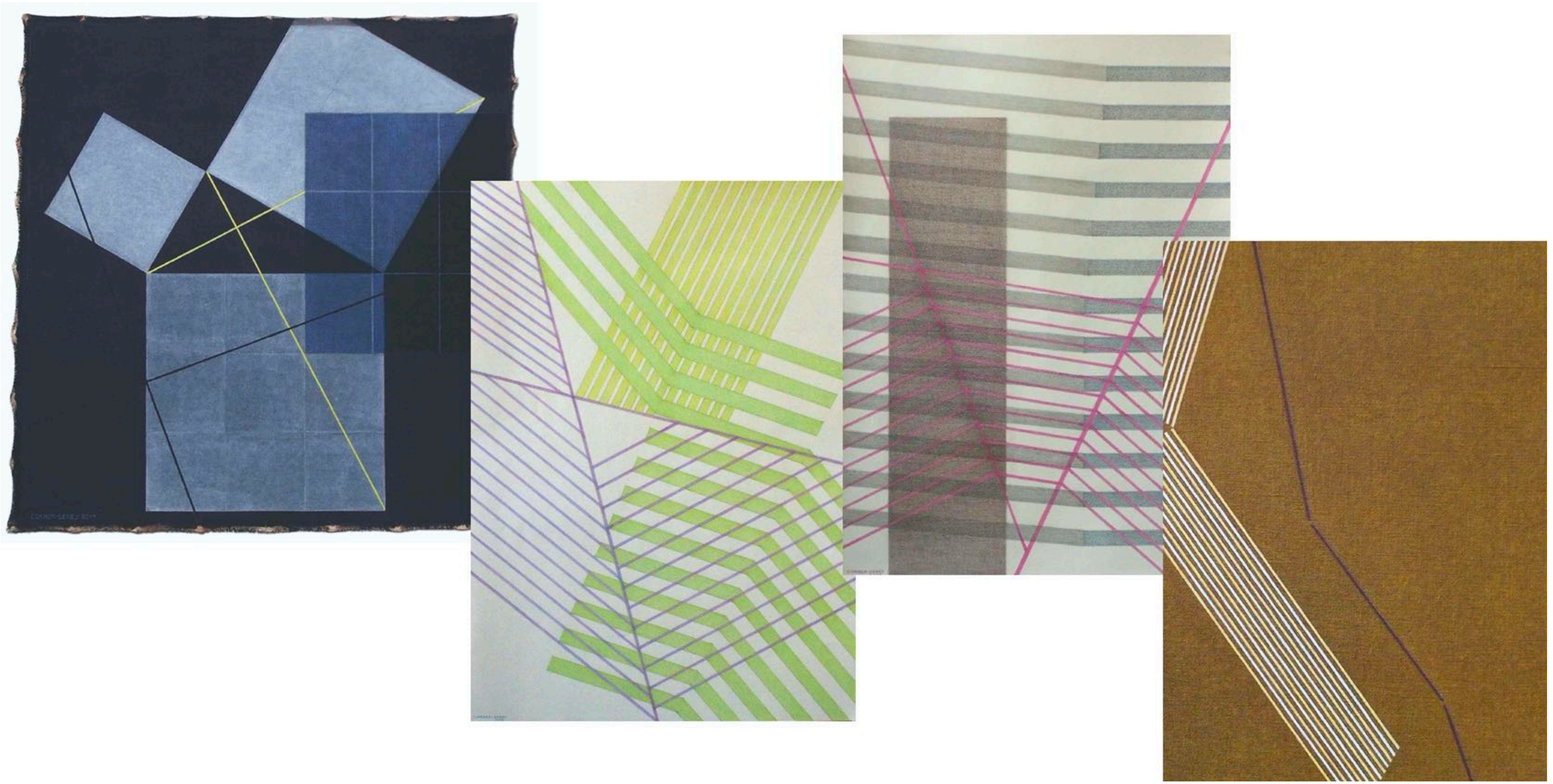
También estuvo en el origen del espacio "Luz" del Museo de Ciencias Árabes del Sultanato de Omán. Dirigió el proyecto "Euclides" en el marco de la operación MEDITES de la Universidad de la Costa Azul, financiado por los Proyectos de Inversión del Futuro de 2014 a 2018, proyecto que permitió experimentar, en varios colegios y liceos del departamento, una enseñanza creativa de la física basada en la geometría.

La exposición que se presenta en el MAC de Santiago está dirigida a un público amplio. Se prestará especial atención a los profesores de Matemáticas y Física, en particular mediante una serie de conferencias. El objetivo es darles elementos de la cultura histórica de su disciplina que a menudo han desaparecido de la enseñanza. Uno de los temas elegidos es el de la luz y, más concretamente, su reflejo en los espejos curvos. Por un lado, ilustra la ventaja de la descripción geométrica sobre el análisis matemático y, por otro, presenta imágenes de una estética poco común.

Arte y geometría



« Estructuras de dimensiones mínimas » de Christian Correa Serrey



http://www.moving-art.net/painting/artist/Christian_Correa_Serey.aspx?sflang=es

Gottfried Honegger (1917-2016), un maestro del « Arte Concreto »



Gottfried Honegger está considerado uno de los pilares del arte concreto. Es autor de numerosas obras monumentales.
Trabaja según el principio de las variaciones sobre un mismo tema: "Volumen", "Estructura" y "Estelas".
En los años sesenta y setenta, Honegger utilizó una programación matemática vertical y determinada. El uso del ordenador le permitió desarrollar su investigación plástica.
Al mismo tiempo, desarrolló su trabajo como escultor a partir de 1968.



https://www.lemonde.fr/arts/article/2016/01/19/la-mort-de-gottfried-honegger-artiste-qui-voulait-changer-le-monde_4849568_1655012.html

En el MAC se presentará un vídeo de exposición de realidad aumentada con comentarios

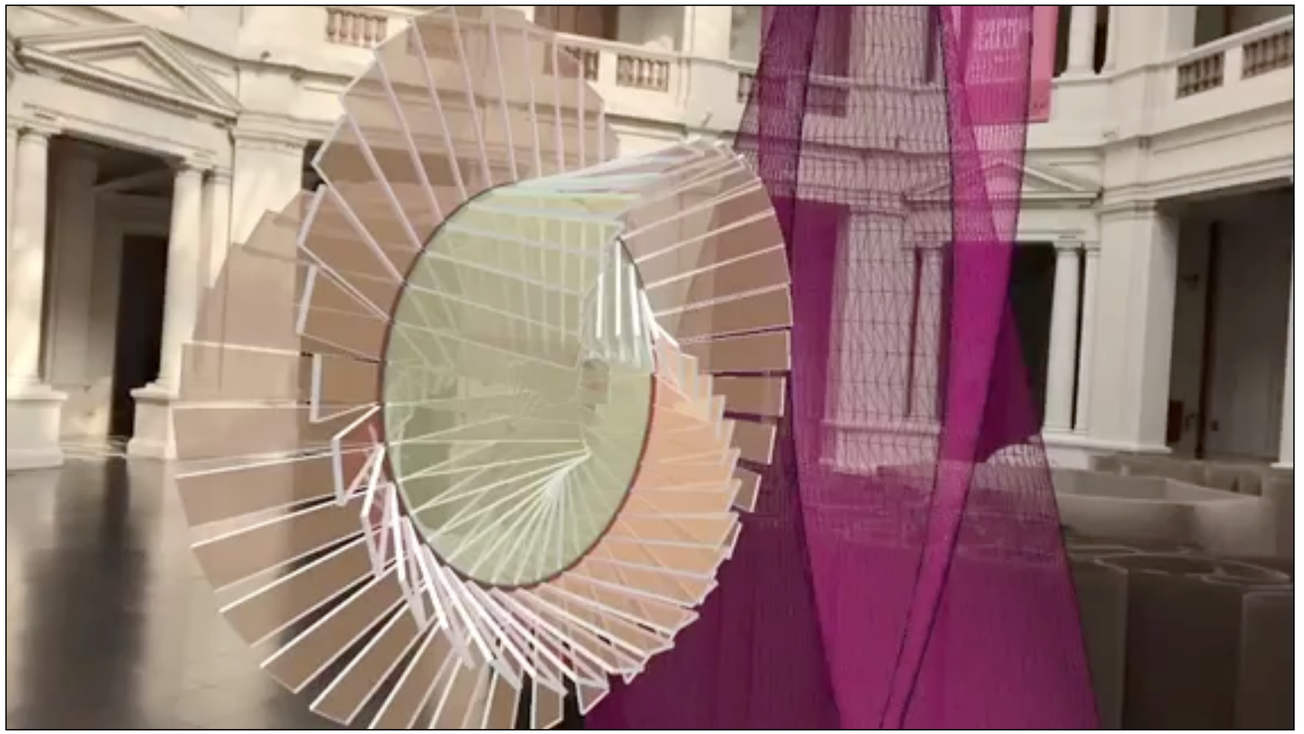
Edmond Vernassa (1926-2010), Pionero del Plexiglás



Bautizada como "homenaje a Mobius" por Edmond Vernassa, esta obra monumental demuestra el increíble espíritu geométrico y mecánico del artista. Cada uno de los 36 elementos está formado por cuatro palas ortogonales. Estos elementos están dispuestos uno al lado del otro en un soporte circular alrededor del cual pueden girar libremente. Están desplazados entre sí por un ángulo preciso. Todo ello se pone en movimiento mediante un motor situado en la base de la obra. Una cadena acciona uno de los elementos, que a su vez acciona todos los demás elementos mediante juntas universales.



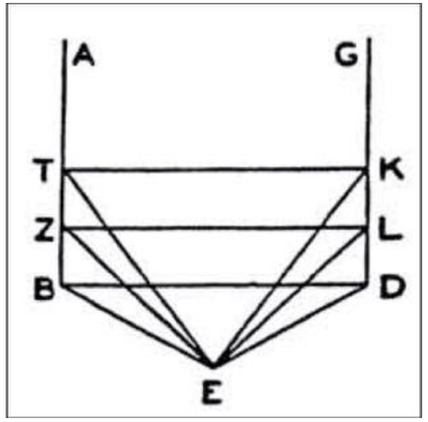
https://www.vernassa.art



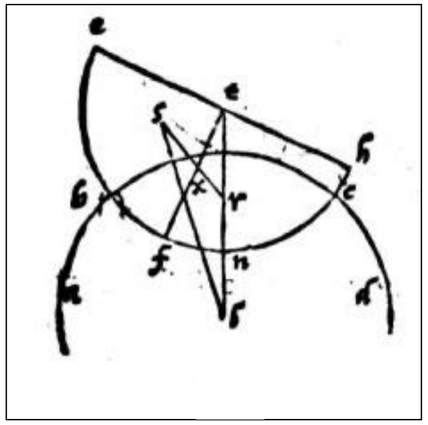
https://www.youtube.com/watch?v=x4e4S1VM7ck

En el MAC se presentará un vídeo de una exposición de realidad aumentada.

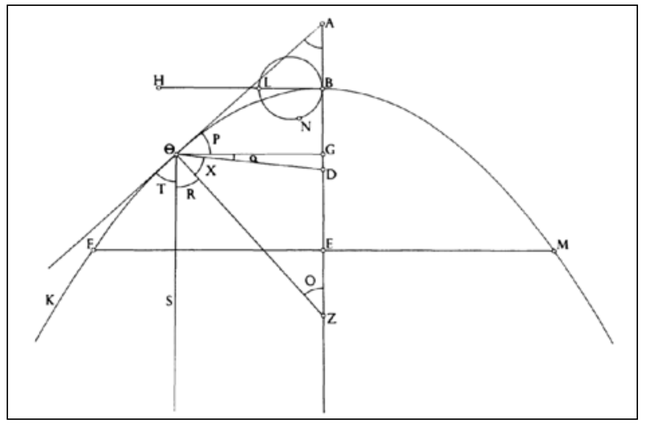
Física y Geometría



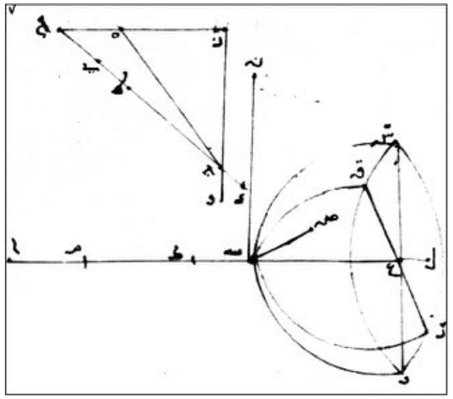
La perspectiva
Euclides (300 a.C.)



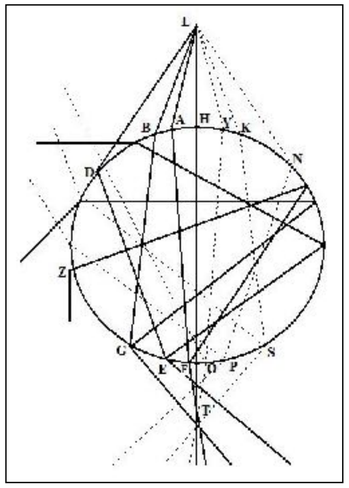
La estabilidad de los cuerpos flotantes
Arquímedes (-250)



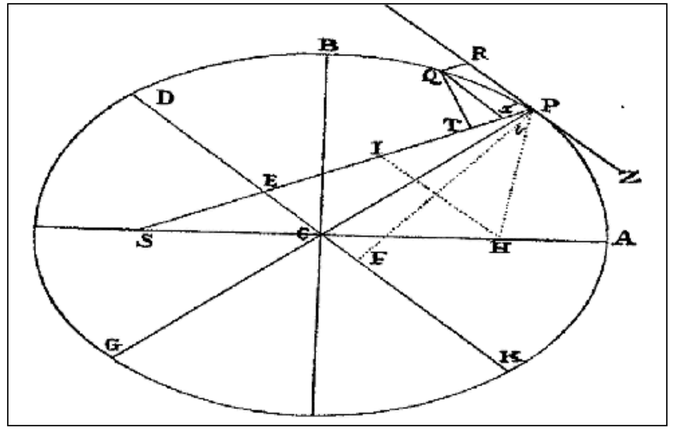
El espejo parabólico
Diocles (-200)



La lente hiperbólica
Ibn Sahl (984)



El arco iris, al Farisi
(1300)



La ley universal de la gravitación, Newton
(1687)

La física moderna nació hace unos 23 siglos. Durante 20 siglos, los fenómenos naturales se describieron únicamente en el lenguaje de la geometría. A través de una serie de conferencias, intentaremos sensibilizar a los profesores de Matemáticas y Física.

Breve historia de la física

El nacimiento de las matemáticas parece coincidir con la aparición de la escritura. Todas las grandes civilizaciones, desde el Indo hasta Egipto, pasando por Mesopotamia, desarrollaron independientemente una cultura matemática. Por un lado, las matemáticas surgieron de la modelización de las regularidades de ciertos fenómenos naturales, como el movimiento de los astros en la esfera celeste, y por otro, de problemas concretos como el cálculo de superficies o el reparto de herencias.

Fue en Grecia, en el siglo VII a.C., donde las matemáticas adquirieron su carácter abstracto casi definitivo y donde nació lo que hoy llamamos matemáticas puras. Su espectacular desarrollo se resume en los "Elementos de Euclides", que datan del siglo III a.C. Los "Elementos" son el escrito matemático más antiguo que ha llegado hasta nosotros. Eudemo de Rodas, considerado el primer historiador de la ciencia y alumno de Aristóteles, nos ha dejado sin embargo algunas pistas para reconstruir la historia de las matemáticas entre Tales (620-545 a.C.) y Euclides (300 a.C.). Su historia de la geometría griega sólo se conoce parcialmente, pero fue objeto de una obra posterior del filósofo neoplatónico Proclus en el siglo IV de nuestra era. Es una de las grandes fuentes de la historia de las matemáticas en la época helénica.

La física, que debe entenderse como el intento de desmitificar los fenómenos naturales, nació en Mileto con tres filósofos: Tales, Anaximandro y Anaxímenes. Desarrollaron una verdadera filosofía de la naturaleza sustituyendo las explicaciones mitológicas por argumentos racionales. Anaximandro (610-546 a.C.), alumno y sucesor de Tales en la escuela de Mileto, fue el que más lejos llegó en este sentido. Fue el primero en dejar constancia de sus estudios en una obra que desgraciadamente no ha sobrevivido. Es a Aristóteles y a sus comentaristas a quienes debemos elementos del pensamiento de Anaximandro.

Del encuentro de esta filosofía de la naturaleza con las matemáticas nació la física tal y como la conocemos. La primera obra que ha llegado hasta nosotros como testimonio de este encuentro se debe, una vez más, a Euclides. En una obra sobre "Óptica" que se le atribuye, describe la perspectiva desde un punto de vista geométrico. La física siguió el desarrollo de las matemáticas. Esencialmente geométrica, durante casi 20 siglos, desde Euclides hasta Newton, utilizó ampliamente el cálculo diferencial a partir del siglo XVIII, lo que le permitió abordar problemas más complejos, como la dinámica de los fluidos. La física se volvió "probabilística" a mediados del siglo XIX con la llegada de la física estadística, que permitió relacionar el comportamiento microscópico de los átomos con las propiedades macroscópicas de la materia. A principios del siglo XX, la física cuántica utilizaba el formalismo abstracto de los operadores. Al mismo tiempo, Einstein desarrolló una teoría de la gravitación basada en una geometría diferencial no euclidiana. Por último, desde el final de la Segunda Guerra Mundial, tras los primeros cálculos utilizados para la fabricación de la bomba atómica, y luego la carrera armamentística durante la Guerra Fría, la simulación digital se ha convertido en una práctica habitual entre los físicos. A su vez, la inteligencia artificial podría resultar una herramienta especialmente eficaz para analizar el mundo real y su complejidad.

La multiplicidad de imágenes en un espejo cóncavo.



El espejo se expondrá en el vestíbulo del MAC. Es el punto de entrada a la exposición.

Aberraciones geométricas



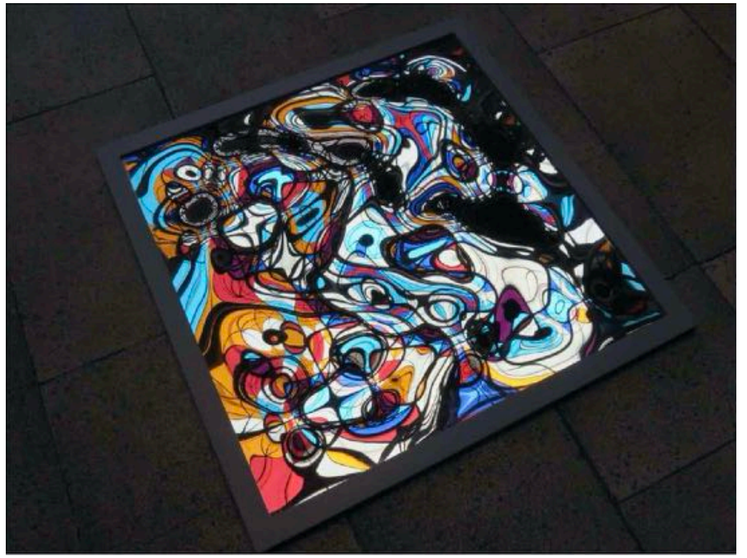
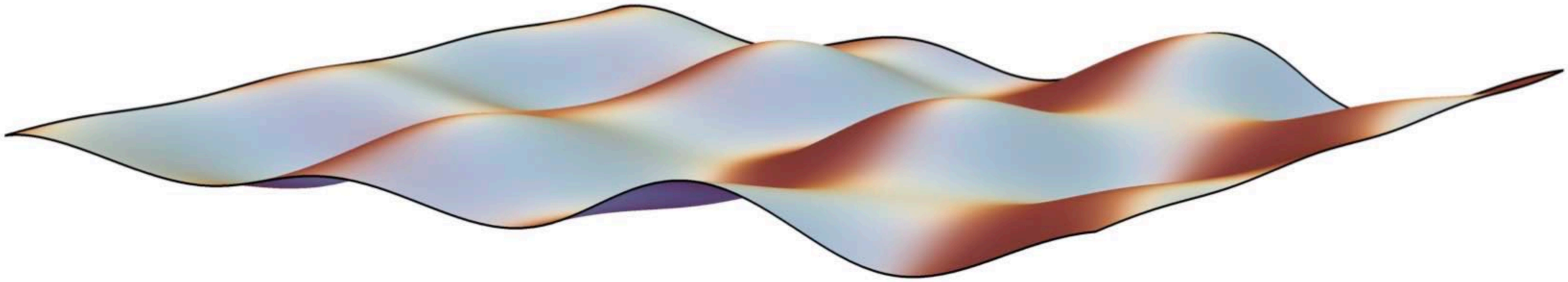
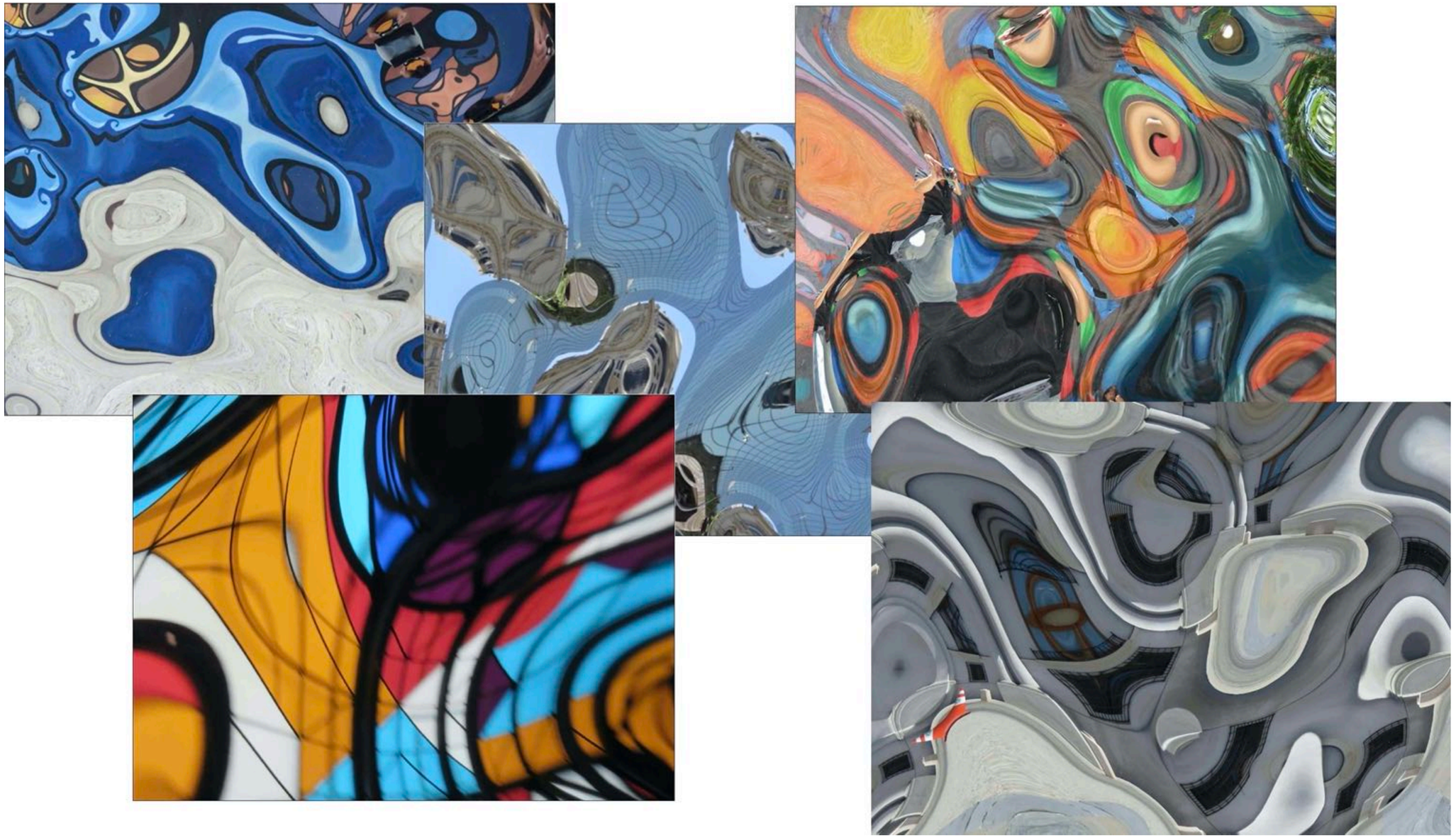


Imagen de las vidrieras del Centro Gabriel Mistral (GAM) de Santiago



El espejo expuesto en el MAC fue diseñado y construido por P. Coullet y J.L. Filippi

Imágenes aberrantes de Santiago a través del espejo curvo.

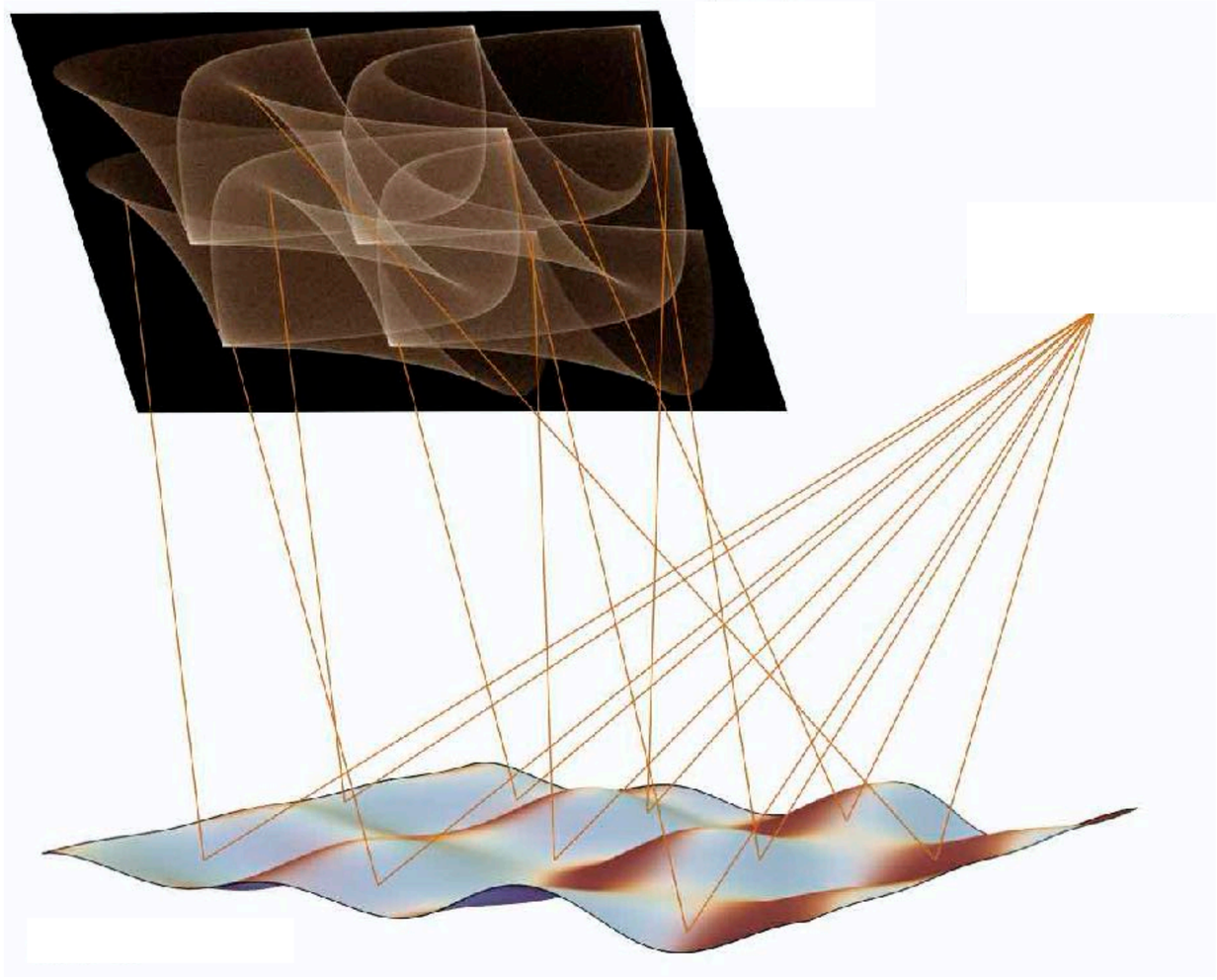


Exposición de fotografías de Santiago (A Tirapegui y P. Coullet, Santiago diciembre 2014)

La luz singular

Pliegues y fragmentos de luz

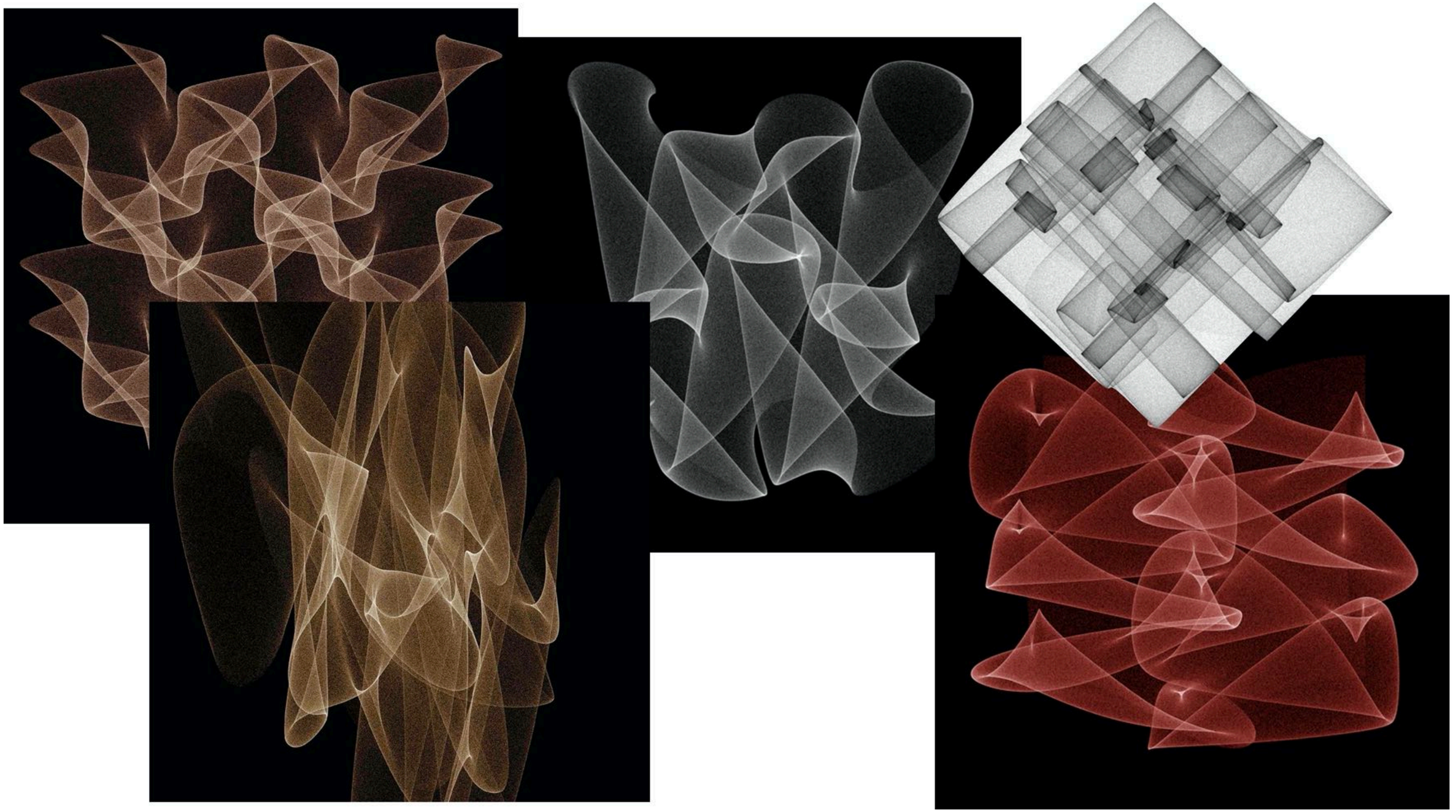
Un proyector de vídeo ilumina la superficie del espejo. Las imágenes se observan en las paredes de la sala de exposiciones del MAC. Los pliegues de luz se materializan en las líneas de mayor intensidad. Los fruncidos corresponden a los puntos de intersección de estas líneas y son de una intensidad luminosa aún mayor.



Proyección de imágenes en movimiento reflejadas en el espejo curvo



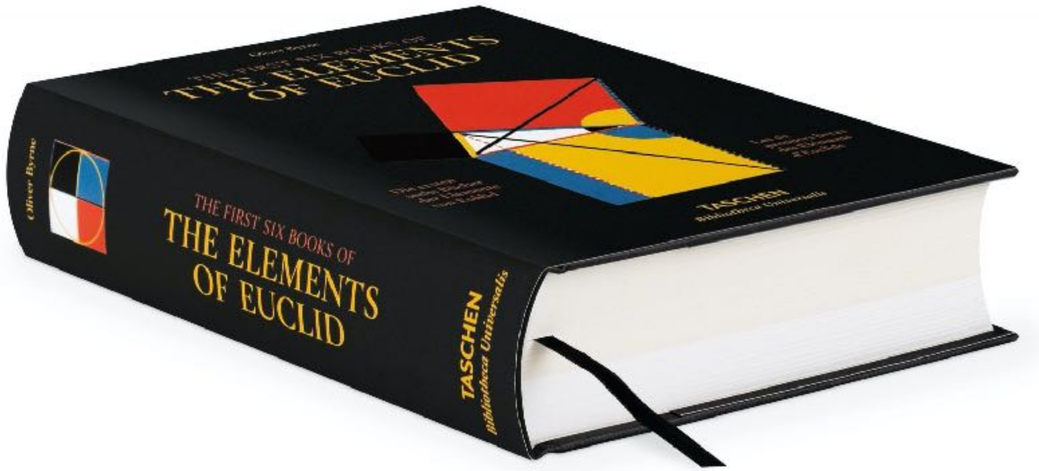
https://www.youtube.com/watch?v=iL-sKBr9WK8



Exposición de imágenes que ilustran los "Pliegues y Fronteras" de la luz.

Educación y Geometría

Desesperado por enseñar geometría, Oliver Byrne (1810-1880), un ingeniero civil de origen irlandés, desarrolló en 1847 un método creativo para enseñarla. En 2017, TASCHEN publicó "los seis primeros libros de los Elementos de Euclides en los que se utilizan diagramas y símbolos de colores en lugar de letras para simplificar el aprendizaje". Esta publicación ha despertado un gran interés. El sitio web de Nicholas Rougeux (https://www.c82.net/euclid/) es excepcional por su diseño e interactividad.



Oliver Byrne (1847)

« Los Elementos de Euclides se han convertido, de común acuerdo, en la base de la ciencia matemática en todo el mundo civilizado.

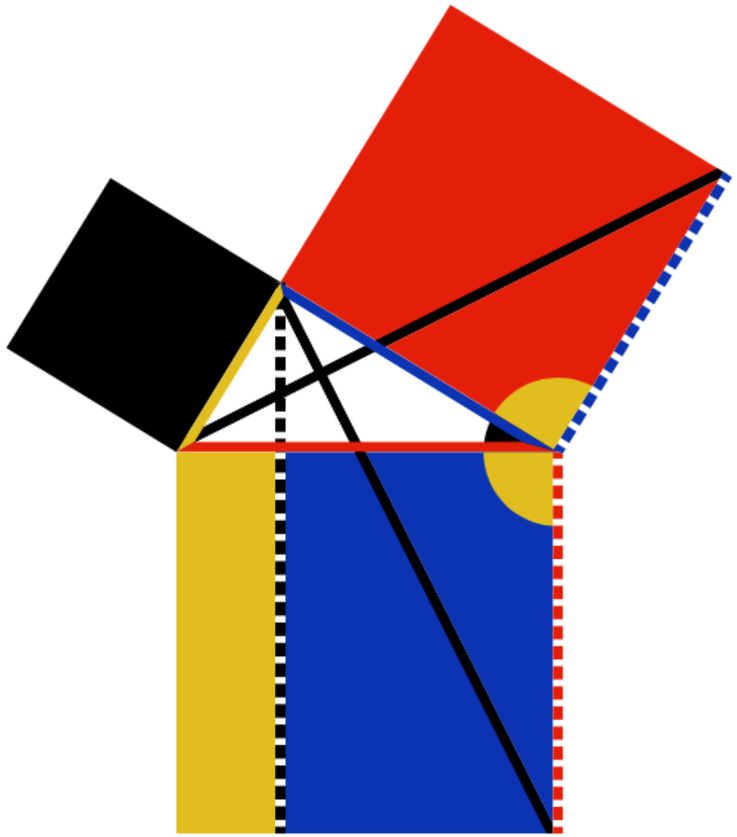
La aritmética, la agrimensura, la hidrostática, la neumática, la óptica, la astronomía física, etc., dependen de las proposiciones de la geometría.

Las demostraciones contenidas en los libros de Euclides se realizaban generalmente por medio de palabras, letras y diagramas negros o no coloreados; pero como el uso de símbolos, signos y diagramas coloreados en las artes y ciencias lineales hace que el proceso de razonamiento sea más preciso y la realización más rápida, se han adoptado en consecuencia en este caso. »

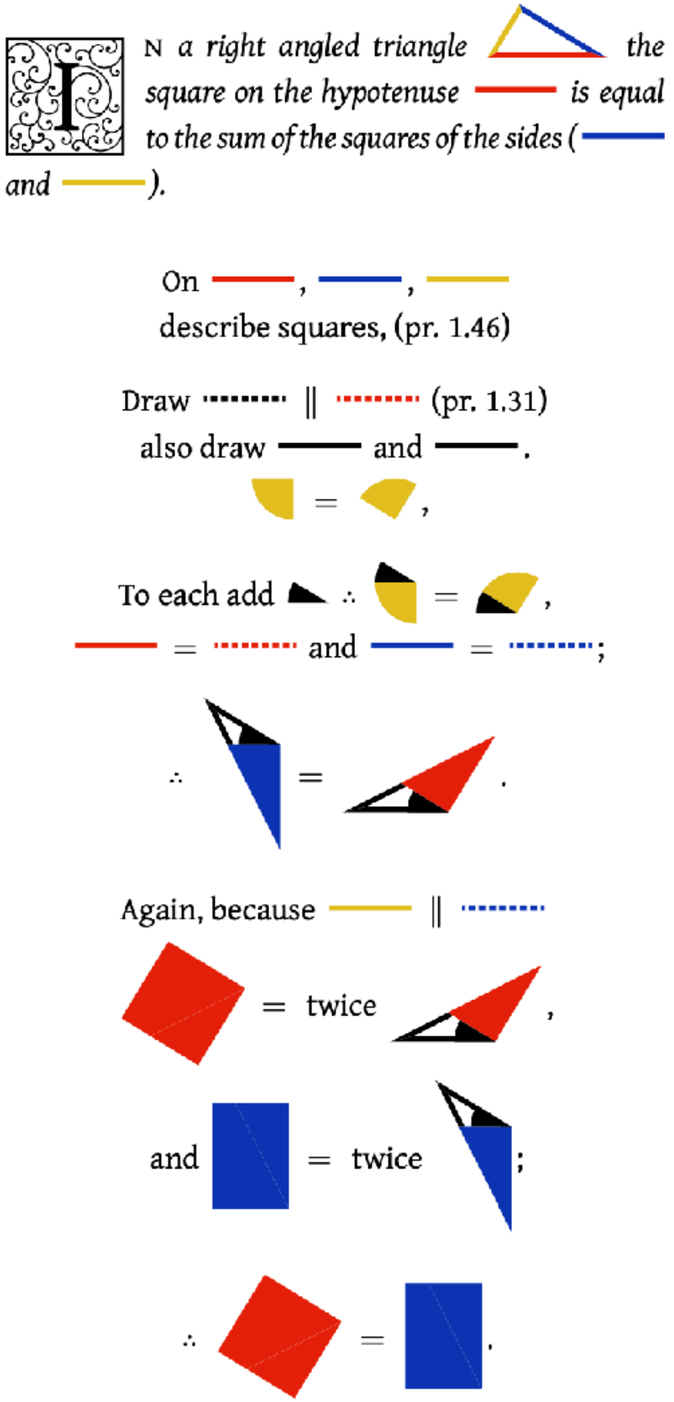
« Con una estética en gran medida inusual, los Elementos de Euclides de Oliver Byrne combinan audaces colores primarios y precisión matemática en un deslumbrante despliegue de color, forma y geometría. En este encuentro culminante entre el arte y la ciencia, cada página anuncia el vigor del Stijl y la Bauhaus, pero también la infografía que constituye gran parte de los datos que consumimos hoy ».

Ediciones Taschen

El Teorema de Pitágoras a la manera de O. Byrne



El método visual de Oliver Byrne se ilustra con una serie de cuadros con elementos de plexiglás, incluida la demostración del famoso teorema de Pitágoras.



Presupuesto estimado

2 viajes de ida y vuelta Niza-Santiago (Jean-Luc Filippi) y estancias de 3 meses (marzo-abril y octubre de 2022)
3500 euros

Realización del gran espejo cóncavo
3000 euros

Realización del espejo deformante
1000 euros

Impresión de 20 fotografías (100 cm x 100 cm)
2000 euros

Plexiglás para realizar los cuadros que ilustran los Elementos de Euclides según O. Byrne
2000 euros

Corte de plexiglás
2000 euros

Total
13500 euros