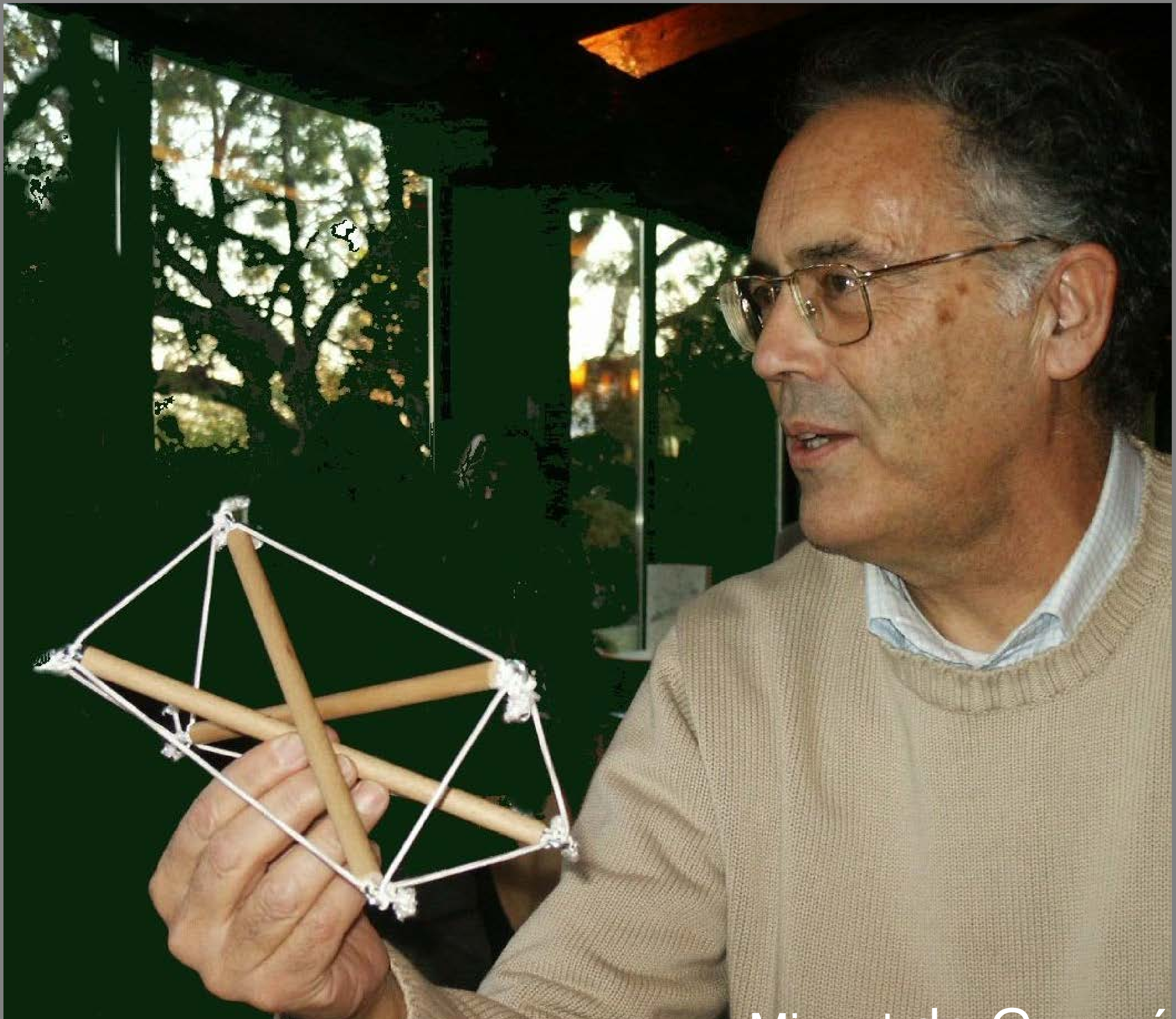
TENSEGRIDADE

UN DESAFÍO Ó EQUILIBRIO

Alicia Pedreira Mengotti
Covadonga Rodríguez-Moldes



Miguel de Guzmán

Artículos

Tensegridad. De la escultura a la célula

Tensegrity. From the Sculpture to the Cell

Miguel de Guzmán

Resumen

Las configuraciones espaciales conocidas como "estructuras de tensegridad" aparecieron hace más de 50 años en las esculturas de Kenneth Snelson. Sus propiedades matemáticas son interesantes desde diferentes puntos de vista y presentan un buen número de problemas aún sin resolver. Sus aplicaciones al diseño en arquitectura e ingeniería parecen ser muy amplias. Investigaciones recientes sobre la estructura del citoesqueleto y otros campos biológicos y médicos sugieren que tales estructuras pueden constituir una pista importante para explicar la arquitectura de la vida. El artículo que sigue resume algunos aspectos de este campo aparentemente tan fértil.

De: miguel_guzman@mat.ucm.es

Enviado: miércoles, 10 de marzo de 2004 15:26

Para: covadonga

Asunto: Re: Sobre tensegridad desde Galicia.....................

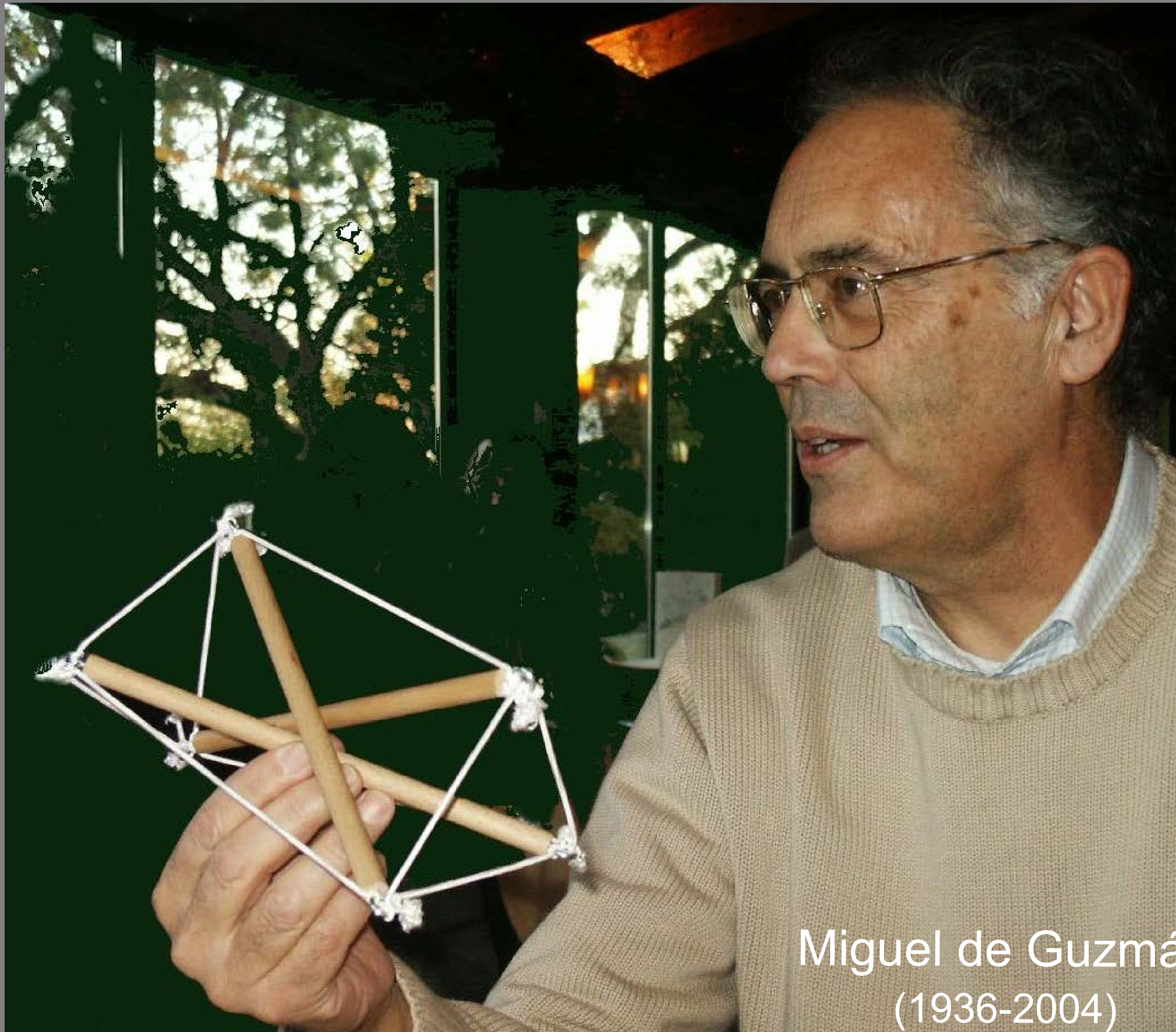
Yo también hago muchos modelos que me ayudan para desentrañar las matemáticas que hay en ellos. Incluyo uno del cuboctaedro en este mensaje. También llevaré algunos a la conferencia.

Tal vez os interese entrar en el foro sobre tensegridad que hemos abierto unos pocos forofos del tema recientemente. Vuestras aportaciones serán bienvenidas.

Dirección: http://tensegridad.mdeguzman.net

Un saludo.

Miguel de Guzmán



Miguel de Guzmán
(1936-2004)

1. Tensegridade: orixe, definicións, aplicacións

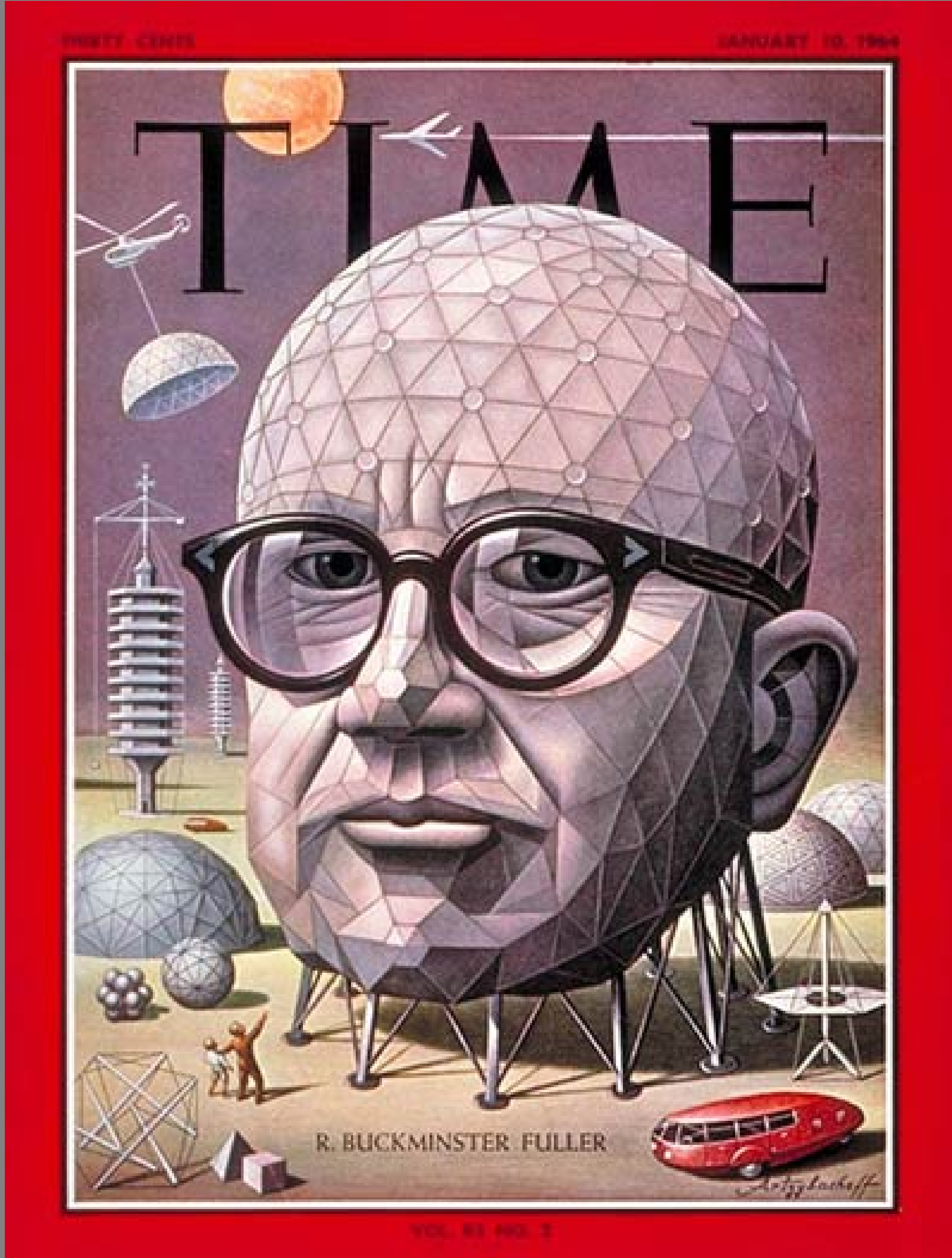
Richard Buckminster Fuller

(1895-1983)

Cúpula da Biosfera, Expo 67 . Montreal (Canadá)

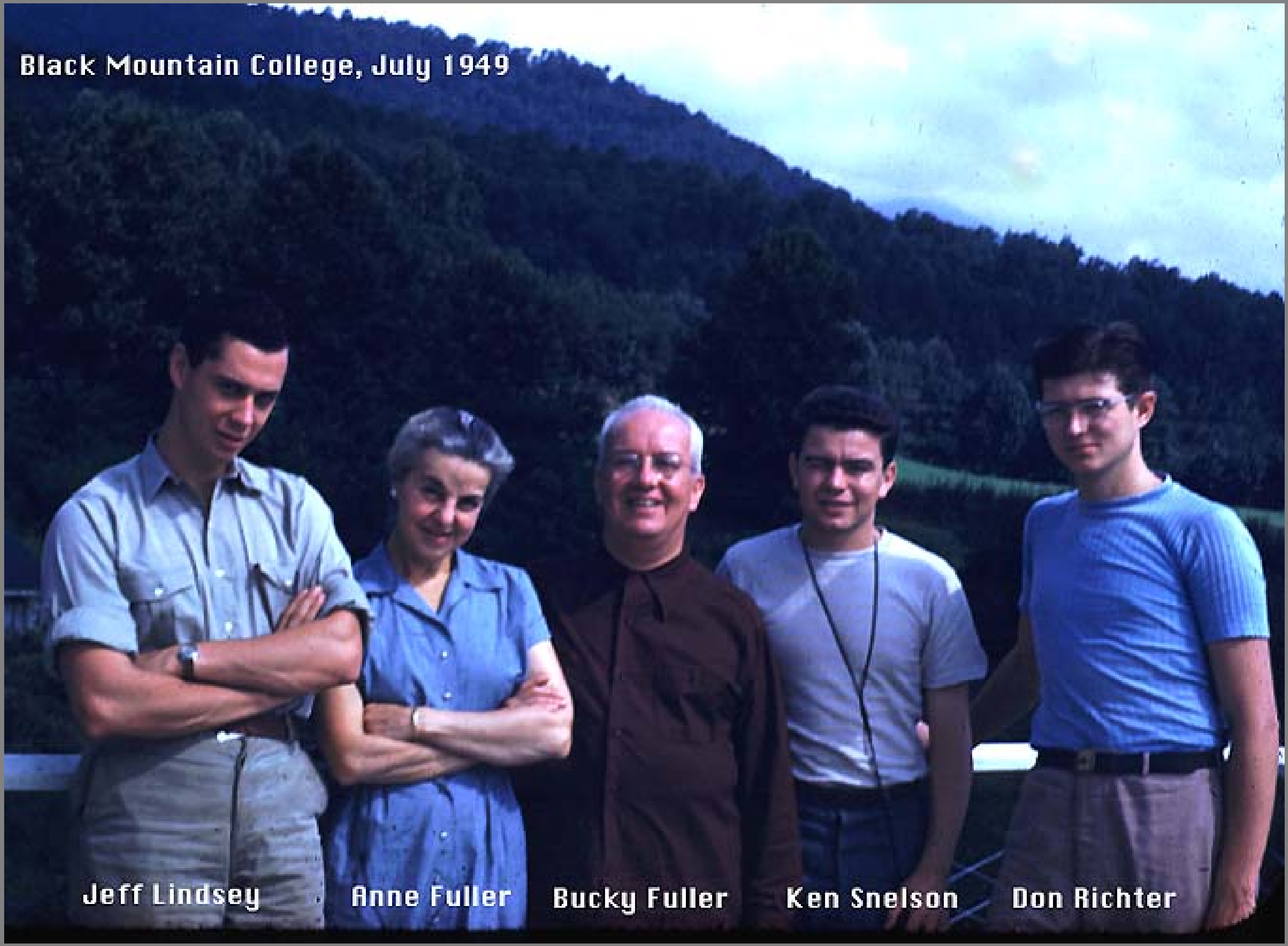
Dymaxion map

Buckminster



tensional

int***egrity***


Black Mountain College, July 1949
Jeff Lindsey
Anne Fuller
Bucky Fuller
Ken Snelson
Don Richter

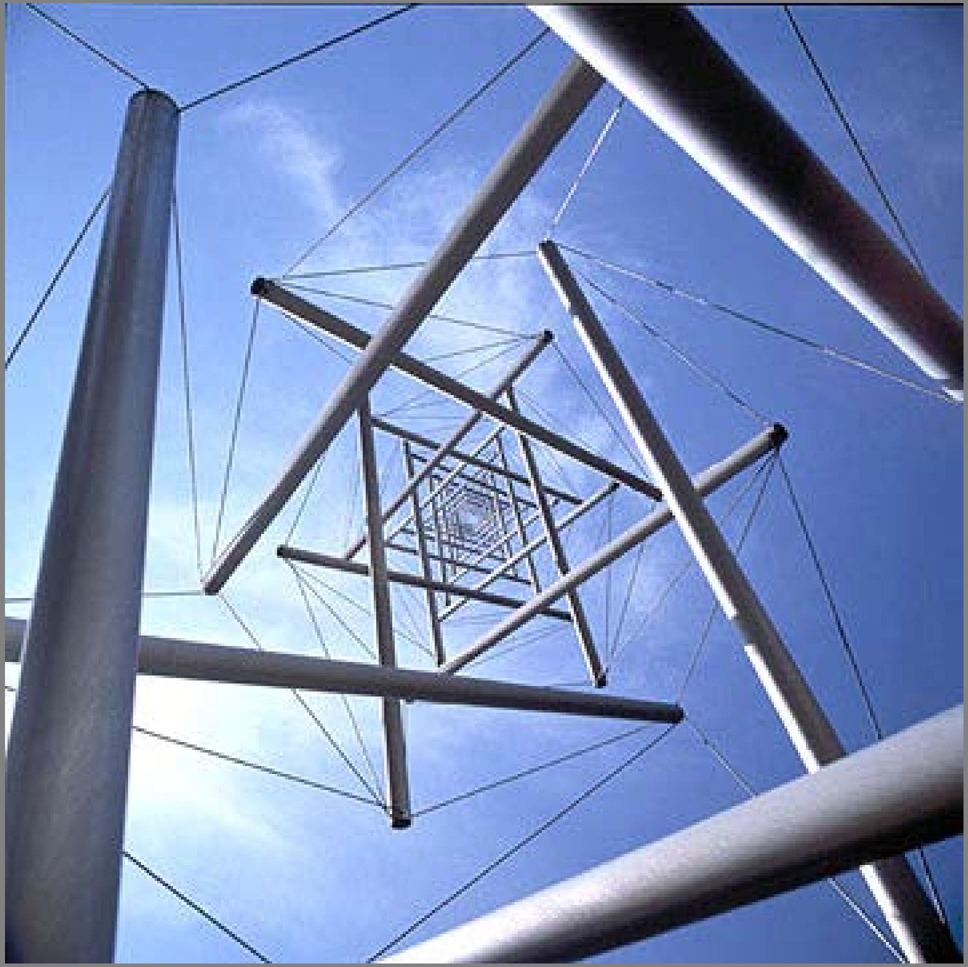
Kenneth Snelson
(1927)

***Easy Landing*, 1977**
Baltimore

***Avenue K*, 1968**
Hannover

***Rainbow Arch*, 2001**
New York

Needle Tower, 1968
Sculpture Garden, Washington, D.C

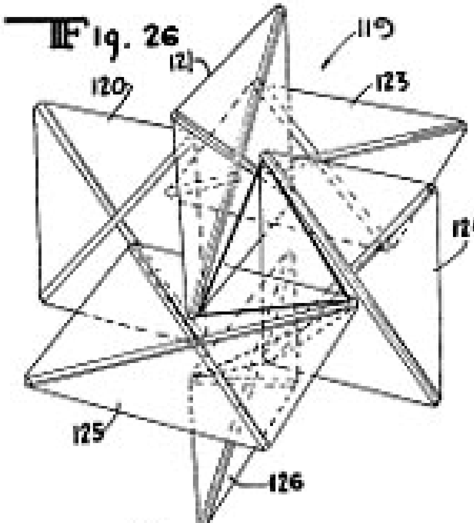


Coronation Day (1980)
Salamanca, ciudad de la escultura

CONTINUOUS TENSION, DISCONTINUOUS COMPRESSION STRUCTURES

Filed March 14, 1960 9 Sheets-Sheet 8

Fig. 26



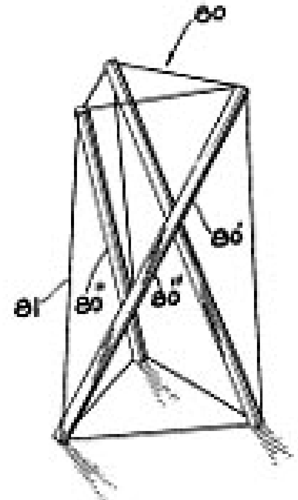


Fig. 22b

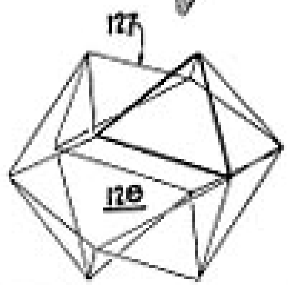


Fig. 26b

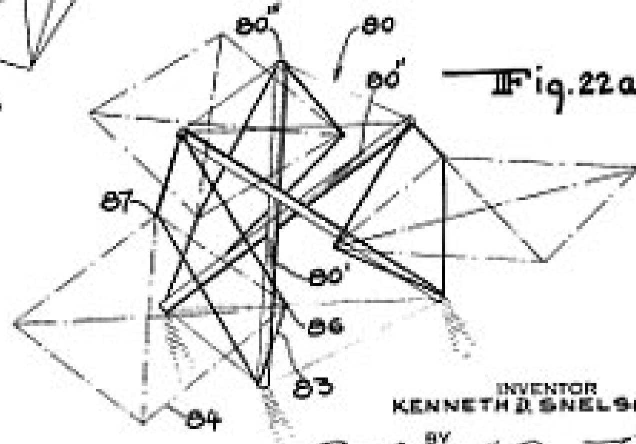


Fig. 22a

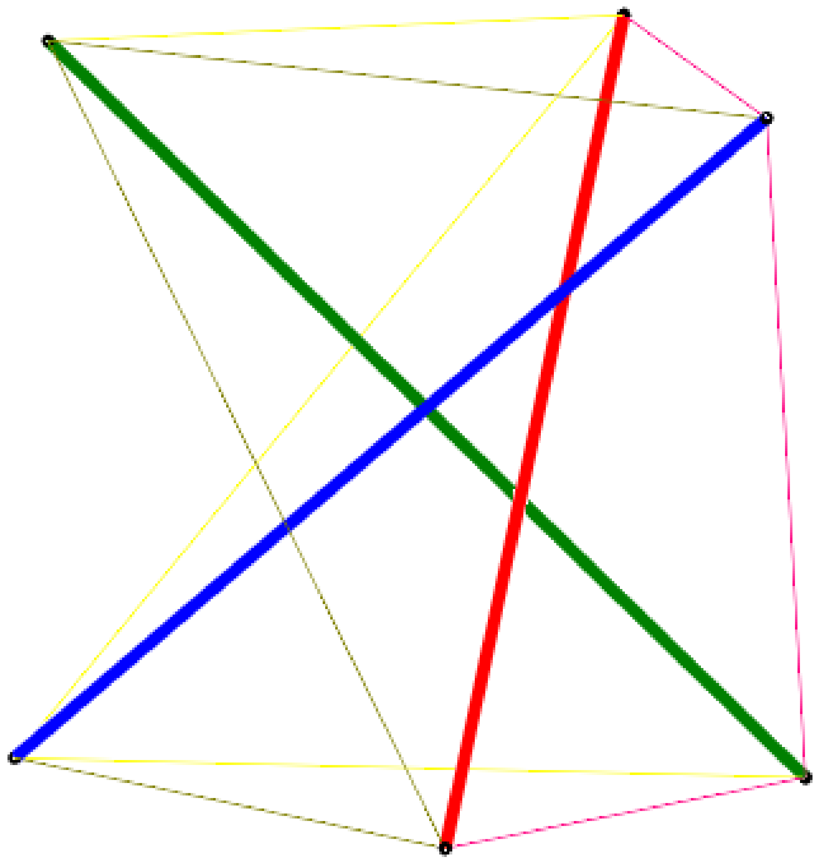
INVENTOR
KENNETH D. SNELSON

BY

ATTORNEYS

0 z 1 z 2 z 3 z

ELEMENTO SIMPLE DE TENSEGRIDAD: El prisma triangular oblicuo



ESTRUCTURAS DE TENSEGRIDADE

DEFINICIÓNS

(*Fuller*)
Illas de compresión nun océano de tensión

(*Snelson*)
Elementos extendidos, separados uns doutros, en tensión ou en compresión formando un enreixado no que os elementos en compresión permanecen separados entre eles e os elementos en tensión están conectados formando una rede en continua tensión.

(Anthony Pugh)
Conxunto de compoñentes en discontinua compresión interactuando cun conxunto de compoñentes en continua tensión para definir un volume estable no espacio.

(René Motro)
Sistema estable, nun estado de equilibrio propio, formado por un conxunto discontinuo de compoñentes en compresión dentro dun conxunto continuo de compoñentes en tensión.

DEFINICIÓNS

(***Miguel de Guzmán***)

Consideramos unha configuración xeométrica constituida por un número finito de puntos no espacio, non catro nun plano, e por uns cantos segmentos que unen estes puntos.
Esta configuración admite unha estructura de tensegridade cando é posible asignar a cada punto da configuración, vectores en dirección de cada un dos segmentos da configuración que concurren nel de tal forma que:

- **a resultante dos vectores asignados a cada punto é nula**
- **para cada segmento da configuración a suma dos dous vectores asignados aos seus extremos é cero*.***

APLICACIÓNS

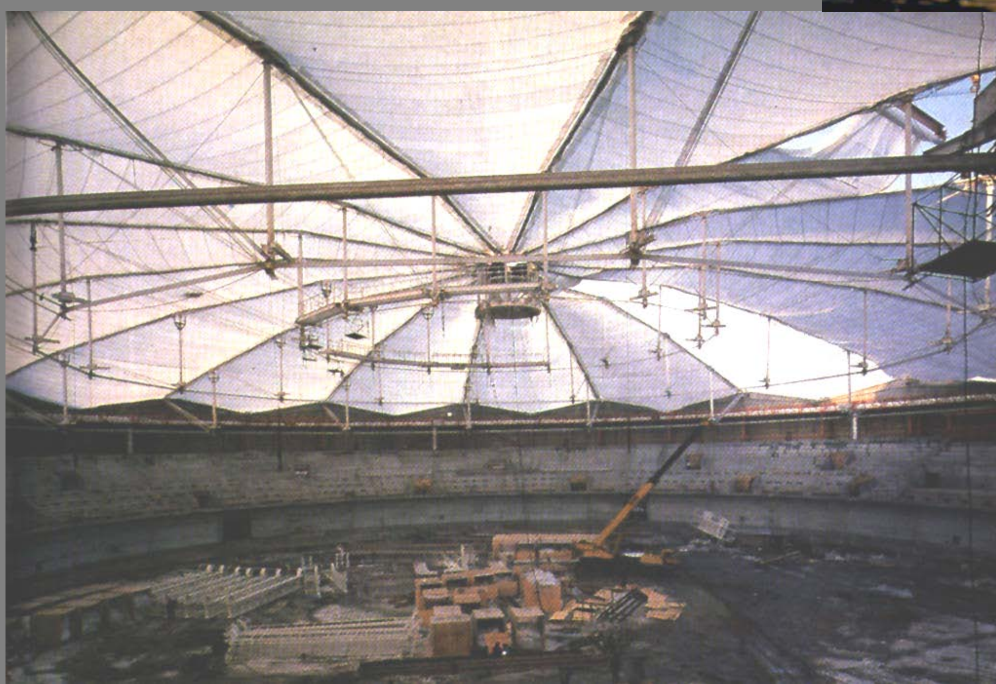
Blur Building
EXPO.02
Yverdon les Bains (SUIZA)

Elisabeth Diller
Ricardo Scofidio

APLICACIÓNS

APLICACIÓNS

Georgia Dome (1992)
Atlanta



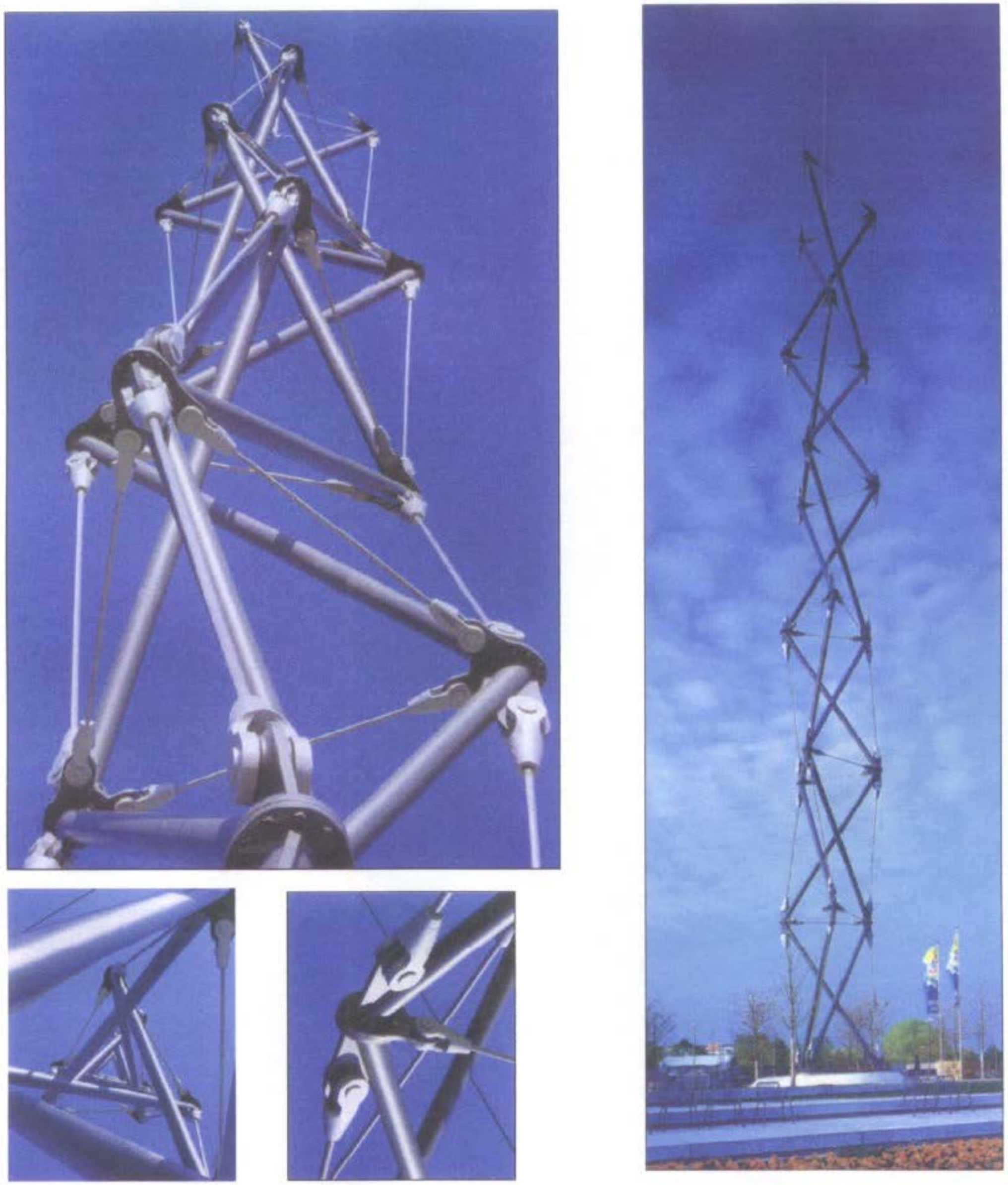
Pavillón de esgrima e ximnasia (1988)
Seul

APLICACIÓNS

Aeroporto de Denver (1995)
Curtis Worth Fentress
James H. Bradburn

APLICACIÓNS

APLICACIÓNS

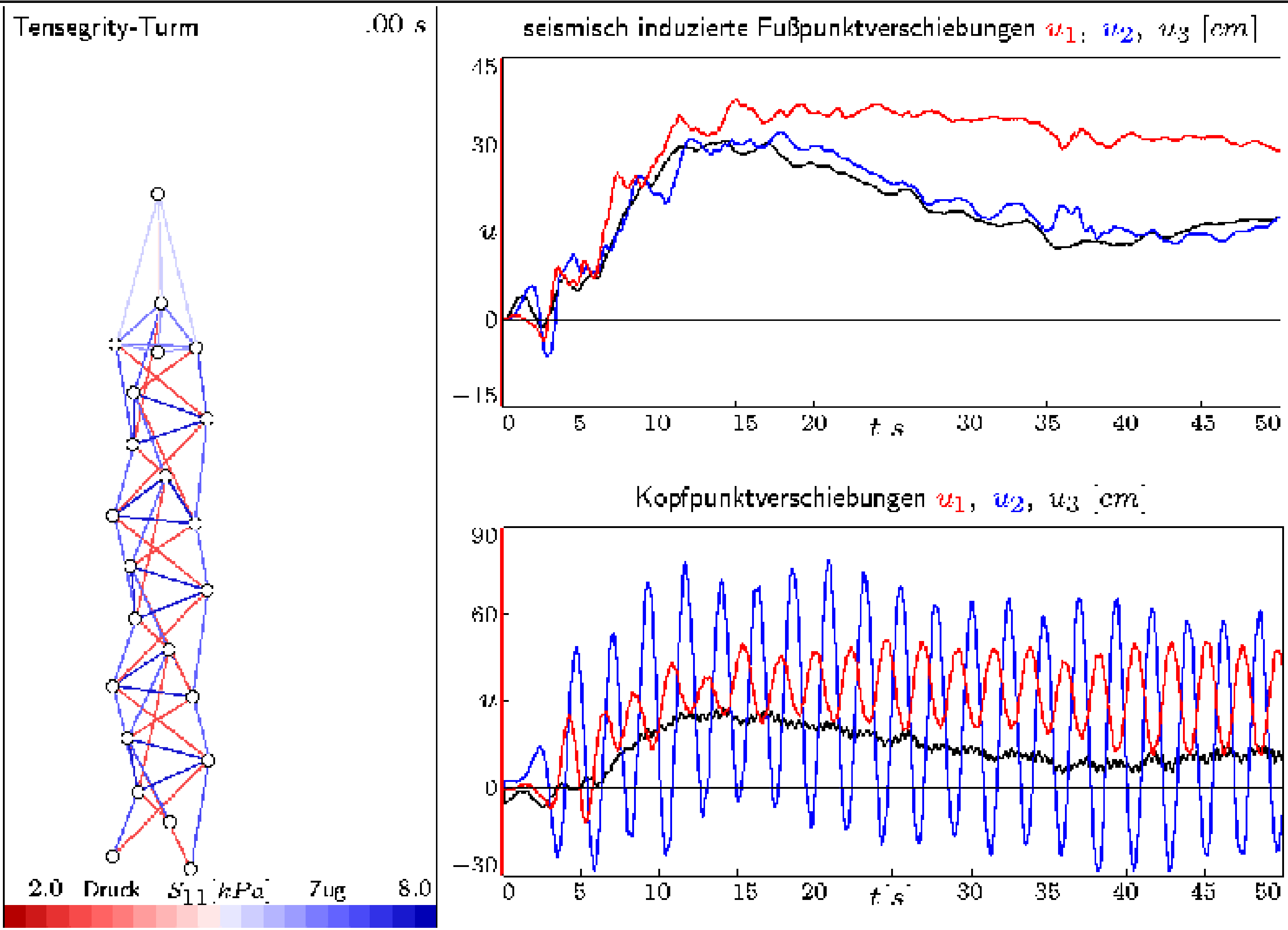


Tower of Rostock (1994)

Jörg Schlaich

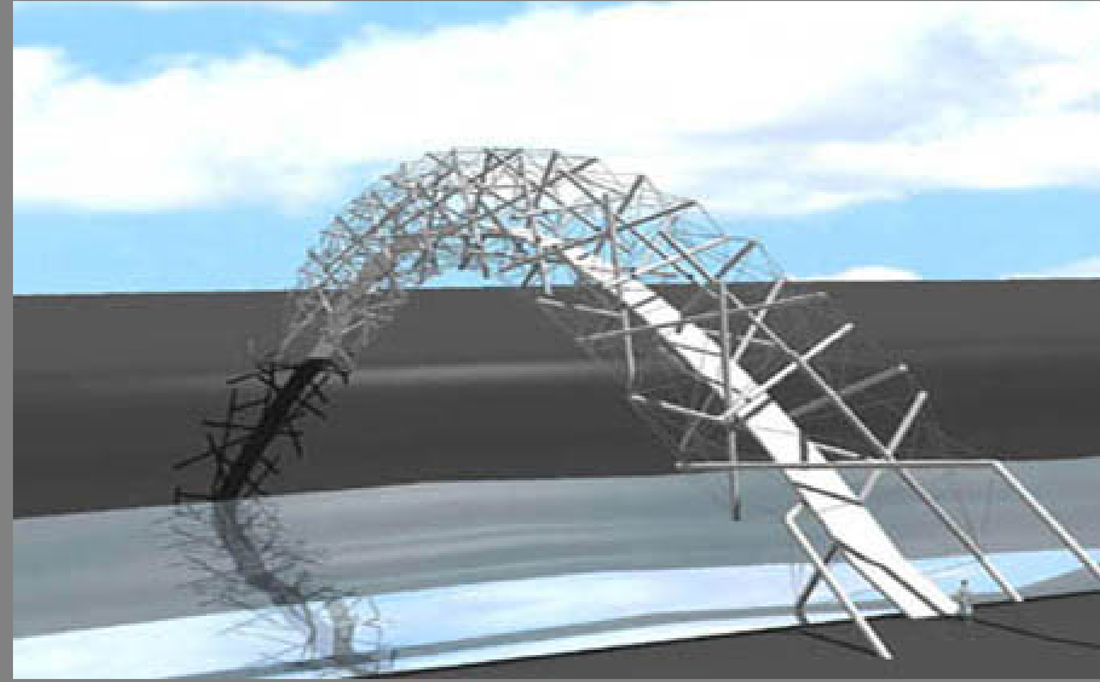
Responsable dos cálculos:

Arturo Ruiz de Villa



tensegrityrostock

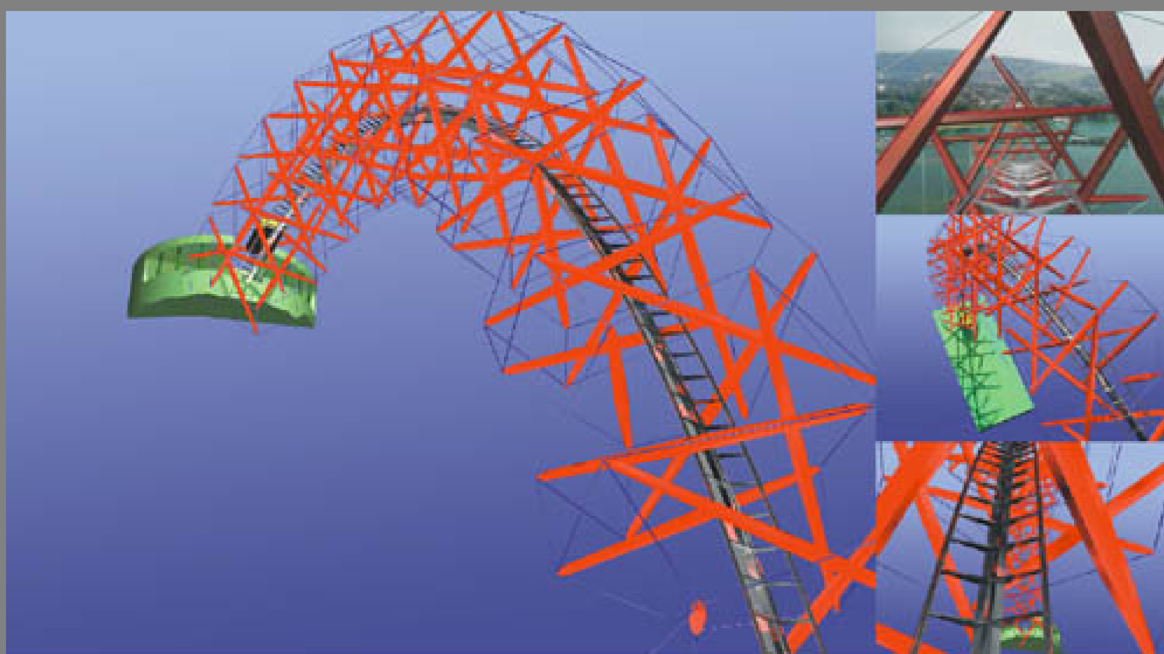
APLICACIÓNS



Tensegrity Brücke (2004)

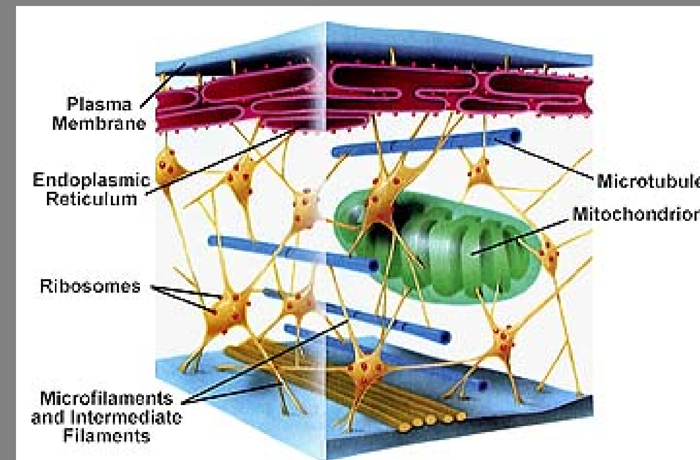
Axel Linde

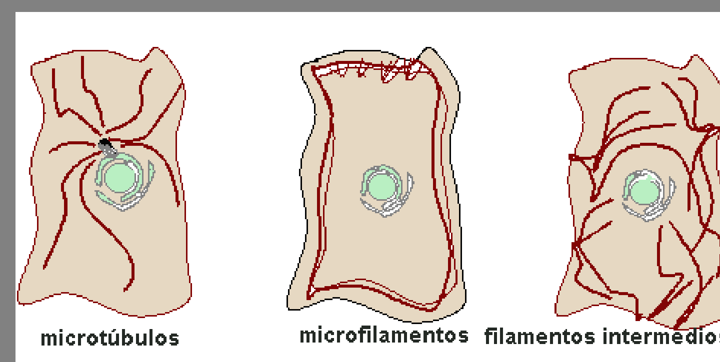
Manuel Loesaus



Citoesqueletes

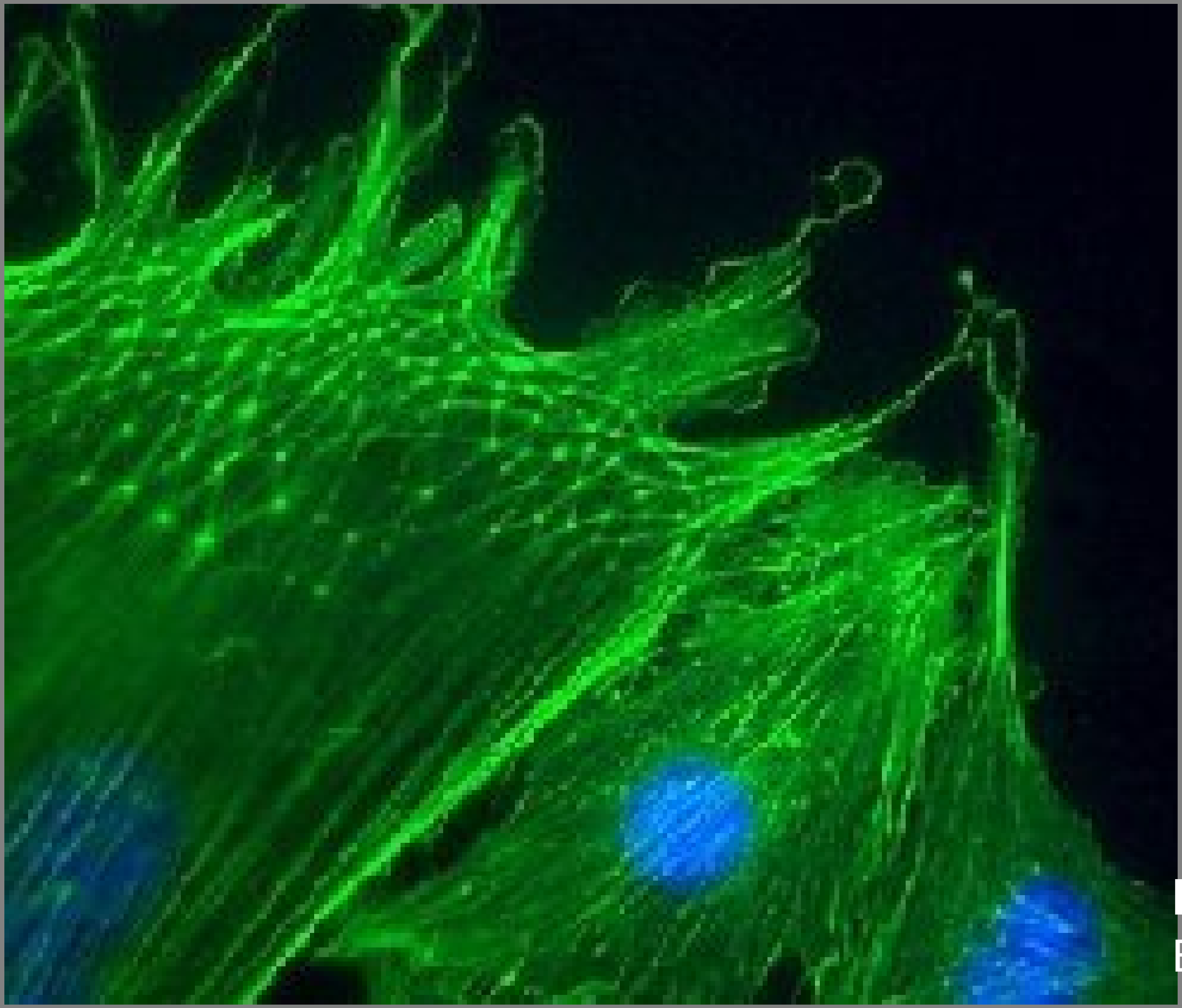
APLICACIÓNS





APLICACIÓNS

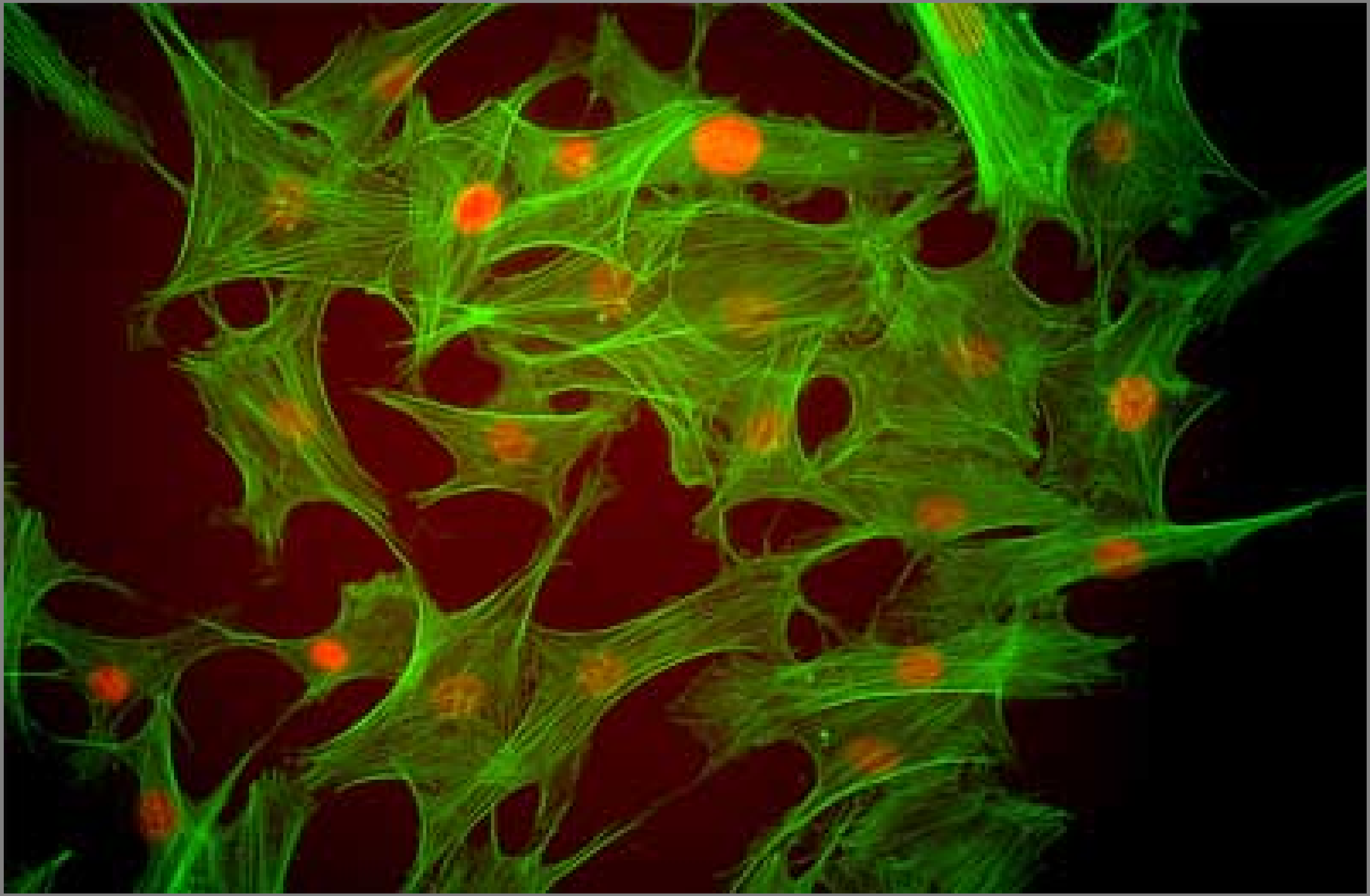
Citoesqueletes



Donald Ingber
Bostón.

Microfilamentos

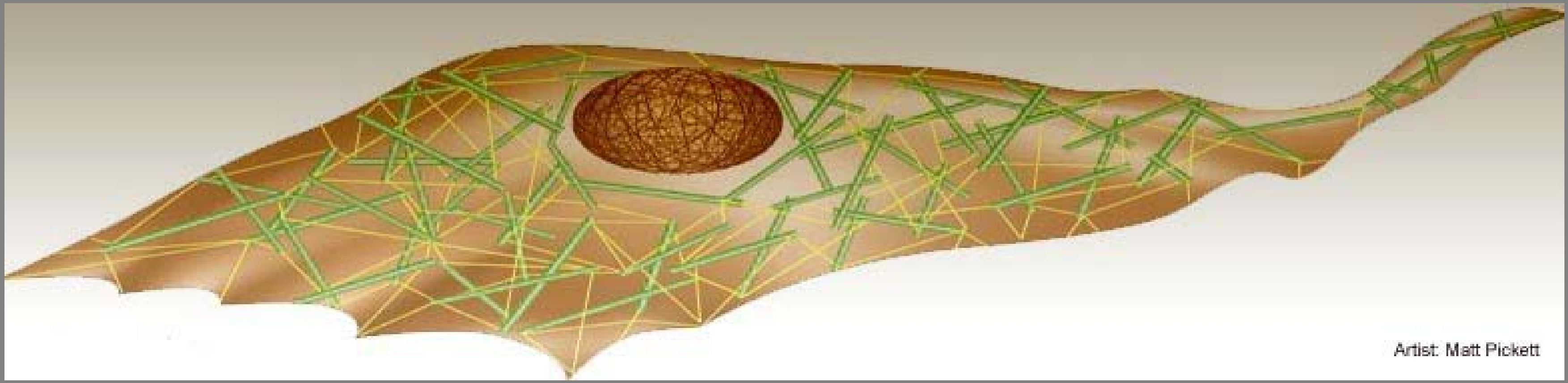
APLICACIÓNS

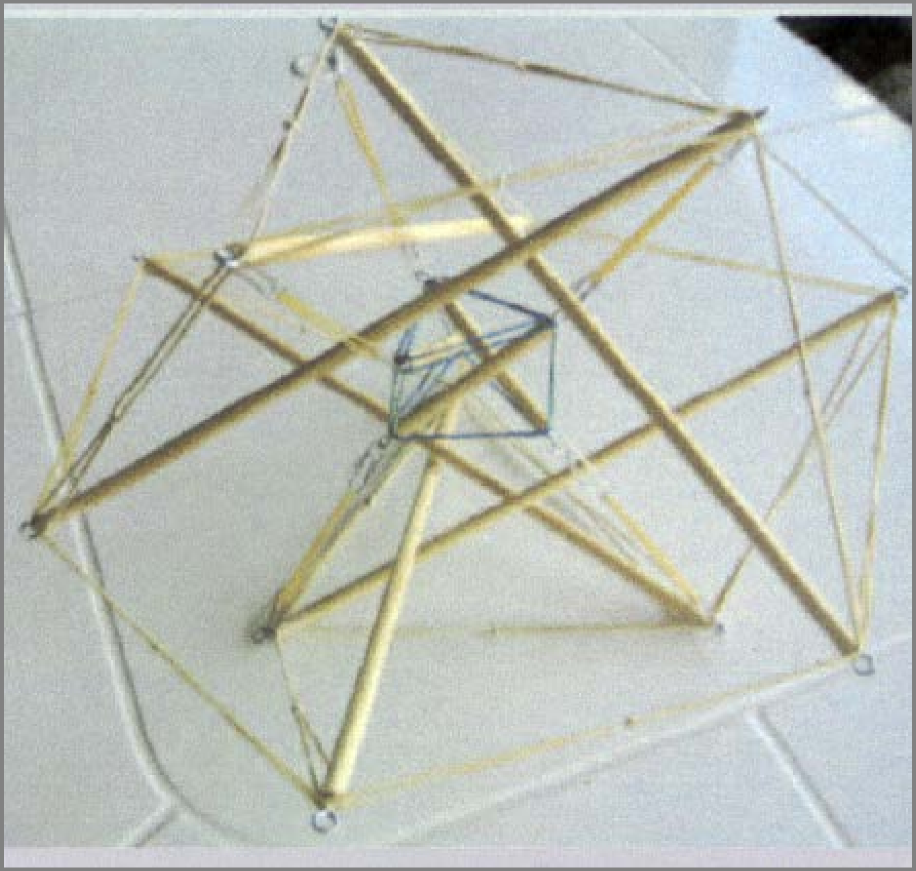


Microfilamentos tensados

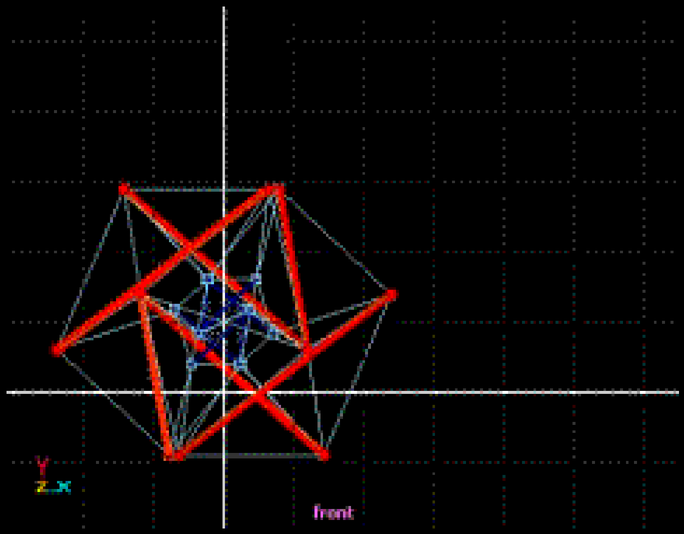
Tom Polte e Don Ingber

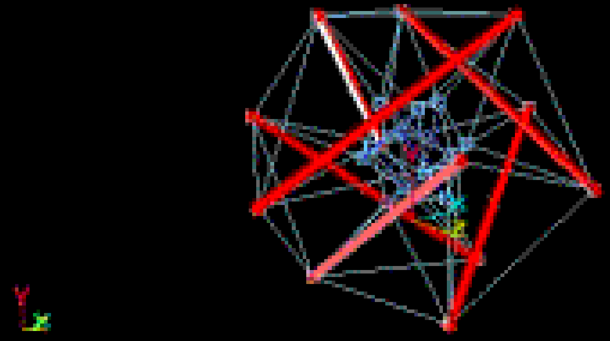
APLICACIÓNS

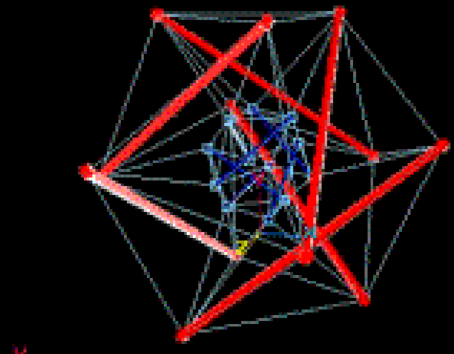




Miguel de Gumán



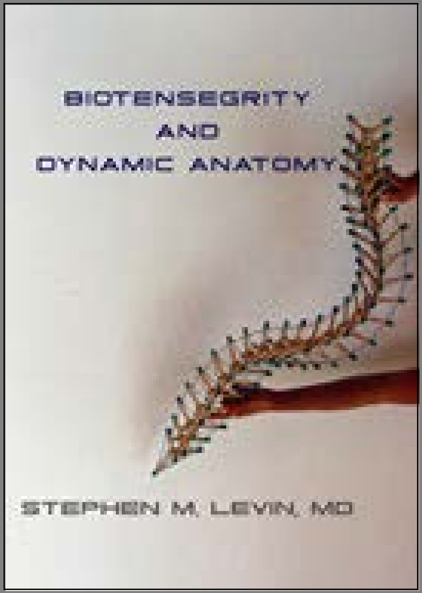




Eddy Y. Xuan
Biomedical Communications
University of Toronto, Canada

Biotensegridade

APLICACIÓNS



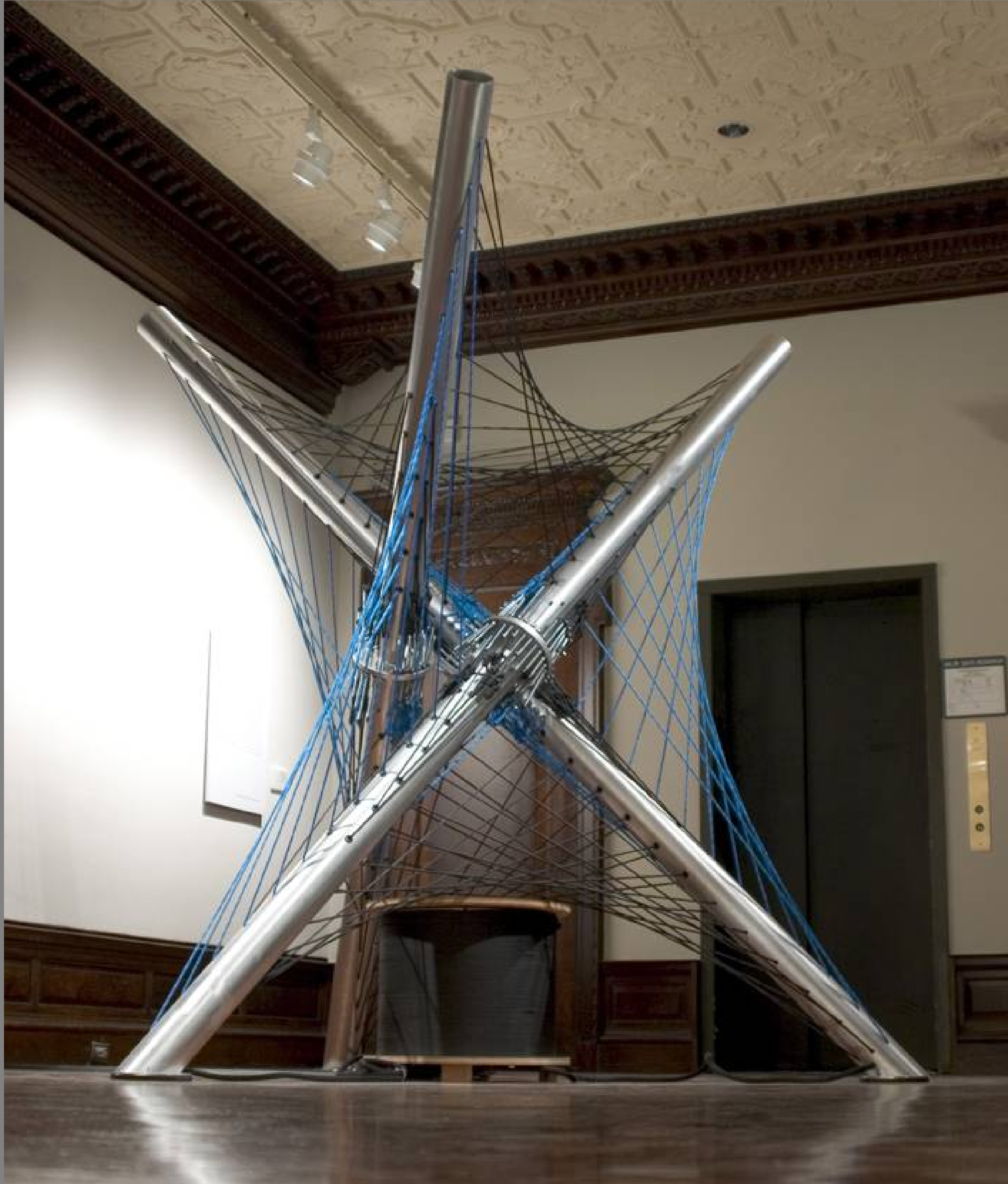
Stephen M. Levin

Tensegrity Leg_foot_(360p).flv

Tensegrity Torso_(360p) .flv

Tensegrity Arm _(360p) .flv

APLICACIÓNS



"Rope and Sound" (2005)
The Smithsonian's Cooper-Hewitt National Desing Museum
New York

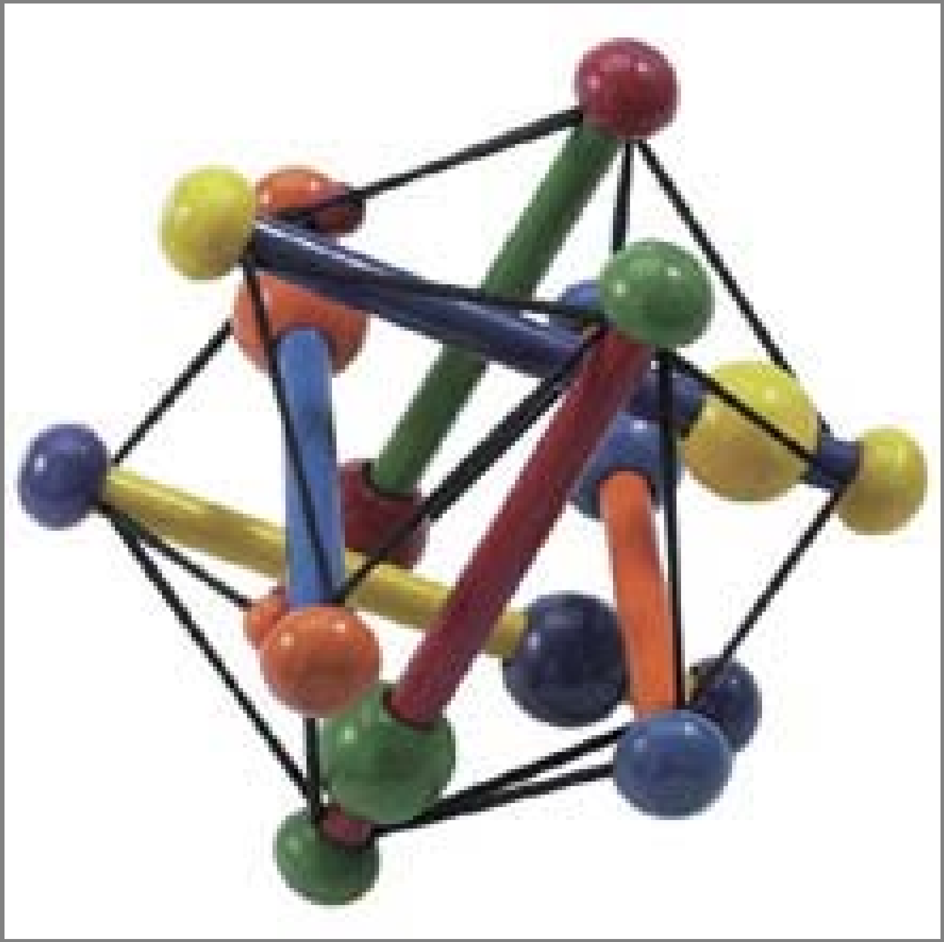
APLICACIÓNS

koenig associates
contemporary furniture

Suspend Coffee

List price is $1475

APLICACIÓNS



Manhattan Toy

Skwish

The smooth-textured Skwish Classic fascinates babies with its web of brightly colored rods, beads, and balls.

Dimensions: 6"

Age: 0-12 months

$15.00

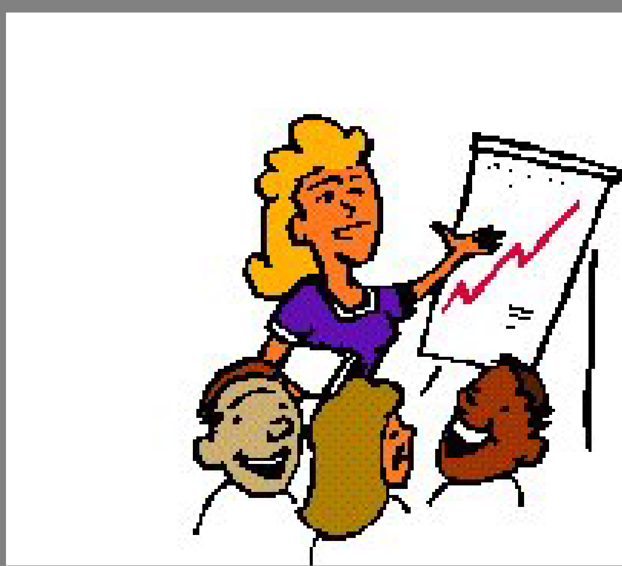
APLICACIÓNS

CONTENEDOR
Errose Landa

APLICACIÓNS

Paz e ventura no 2005

APLICACIÓNS



APLICACIÓNS

ensinanza e aprendizaxe das matemáticas a tódolos niveis

Todavía pouco exploradas

Cristobal Budiño
3º ESO

Tania e Lucía
3º ESO

Yaiza
3º ESO

Obradoiro en Albacete

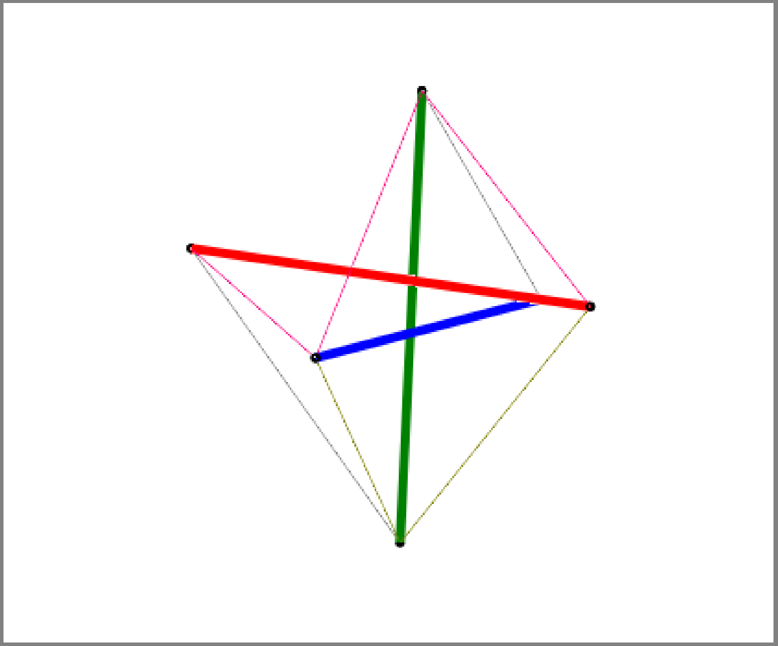
Obradoiro para profesores en Lugo

APLICACIÓNS

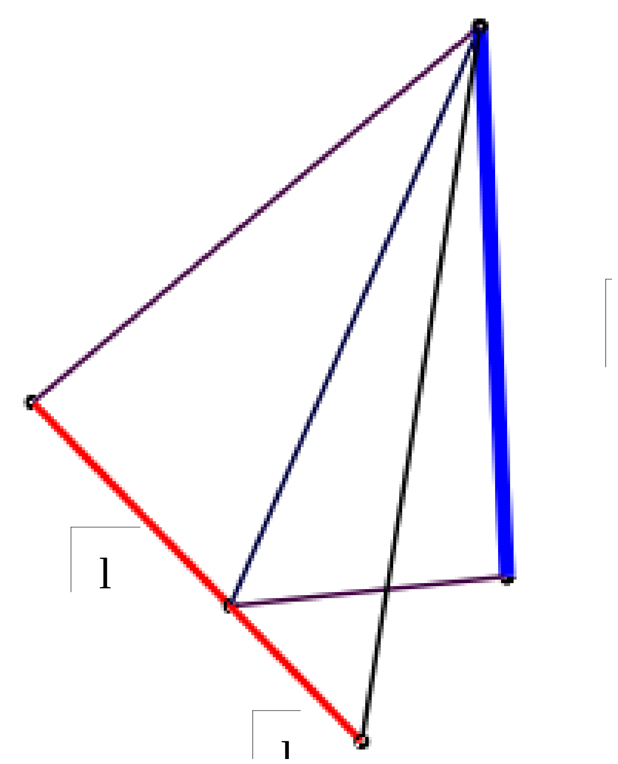
2. Unha proposta para o estudio xeométrico da tensegridade

UNHA TENSEGRIDADE SIMPLE: A TENSEGRIDADE CANÓNICA

É a formada por tres barras da mesma lonxitude, l, perpendiculares entre si e situadas cada unha a unha mesma distancia,d, das demáis



(B1x, B1y , B1z) , (B2x, B2y , B2z) , (B3x, B3y , B3z) , (L1x, L1y , L1z) , (L2x, L2y , L2z) , (L3x, L3y , L3z)



(R2x, R2y, R2z) , (R3x, R3y , R3z) , (R4x, R4y , R4z) , (R1x, R1y , R1z) , (R5x, R5y , R5z) , (R6x, R6y , R6z)

$$\left[x(l,d) := \sqrt{\left(\frac{l}{2}-\frac{d}{2}\right)^2 + d^2 + \left(\frac{l}{2}+\frac{d}{2}\right)^2} \right]$$

$$x(l,d) := \sqrt{\frac{l^2 + 3\cdot d^2}{2}}$$

de forma análoga:

$$x'(l,d) := \sqrt{\left(\frac{l}{2}-\frac{d}{2}\right)^2 + d^2 + \left(\frac{l}{2}-\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$x'(l,d) := \sqrt{\frac{l^2 + 3\cdot d^2 - 2l\cdot d}{2}}$$

La longitud total de los tendones será :

$$L(l,d) := 6x + 3x'$$

$$L(l,d) := 6\cdot\sqrt{\frac{l^2 + 3\cdot d^2}{2}} + 3\cdot\sqrt{\frac{l^2 + 3\cdot d^2 - 2l\cdot d}{2}}$$

Así si $l := 20$ y $d := 4$ se tiene

$x(l,d) = 14.97$ $x'(l,d) = 12$ $L(l,d) = 125.8$

O si $l := 12$ y $d := 3$ entonces

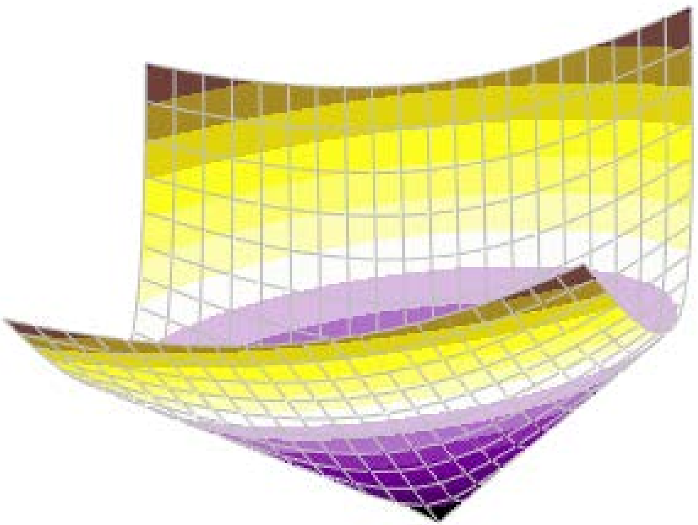
$x(l,d) = 9.25$ $x'(l,d) = 7.036$ $L(l,d) = 76.587$

Ecuación de la tensegridad canónica

A partir de (i): $x(l,d) := \sqrt{\dfrac{l^2 + 3\cdot d^2}{2}}$ podemos escribir:

$$x := x(l,d)$$

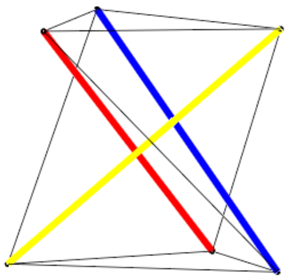
$\boxed{l^2 + 3\cdot d^2 - 2\cdot x^2 = 0}$ que será la ecuación de la tensegridad canónica



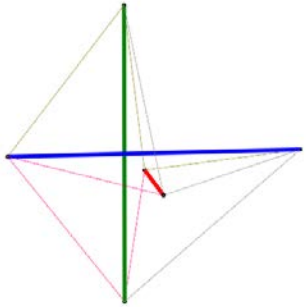
Θ, Θ

un problema

TENSEGRIDADE SIMPLE



TENSEGRIDADE CANÓNICA

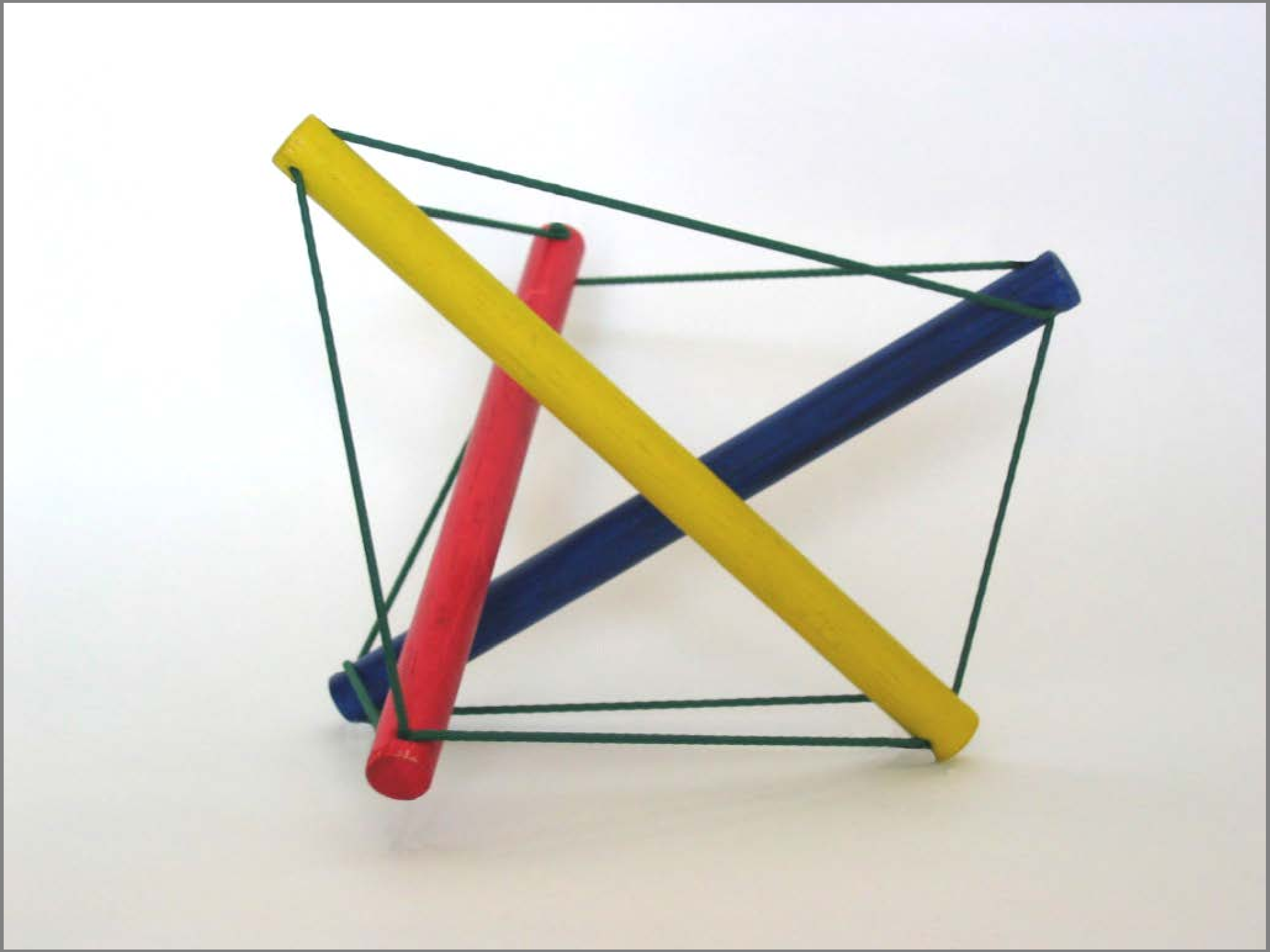


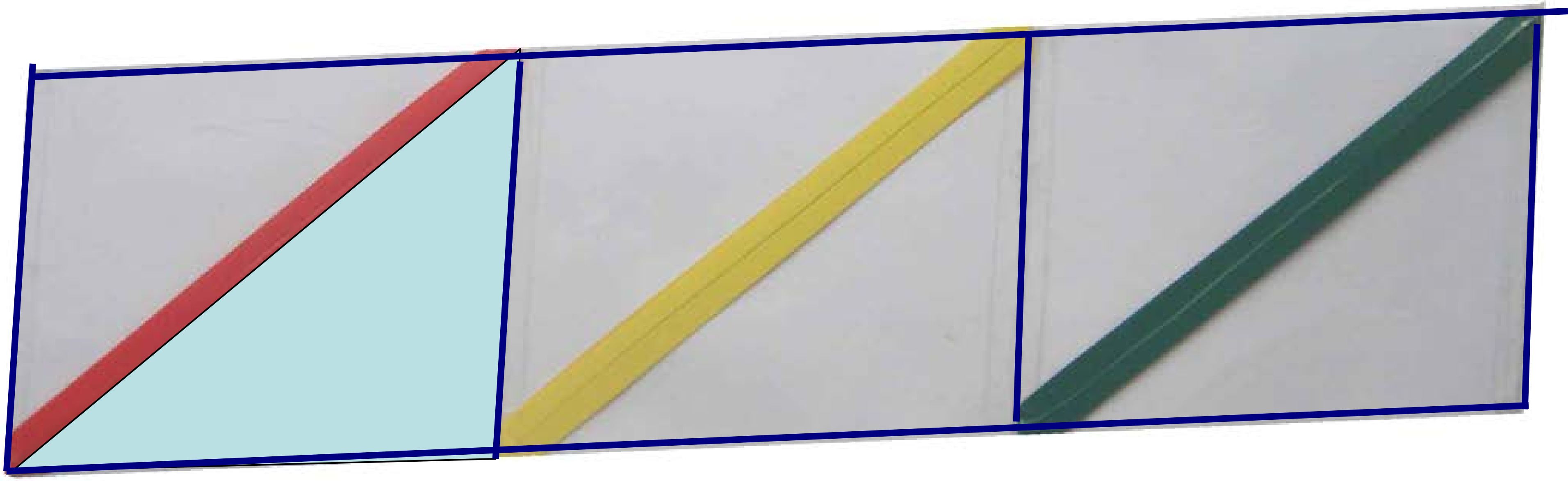
DADA UNHA TENSEGRIDADE SIMPLE CUALQUERA, SE A LONXITUDE TOTAL DOS SEUS TENDÓNS É L, ¿EXISTE SEMPRE UNHA TENSEGRIDADE CANÓNICA QUE TEÑA ESA MISMA LONXITUDE DE TENDÓNS?

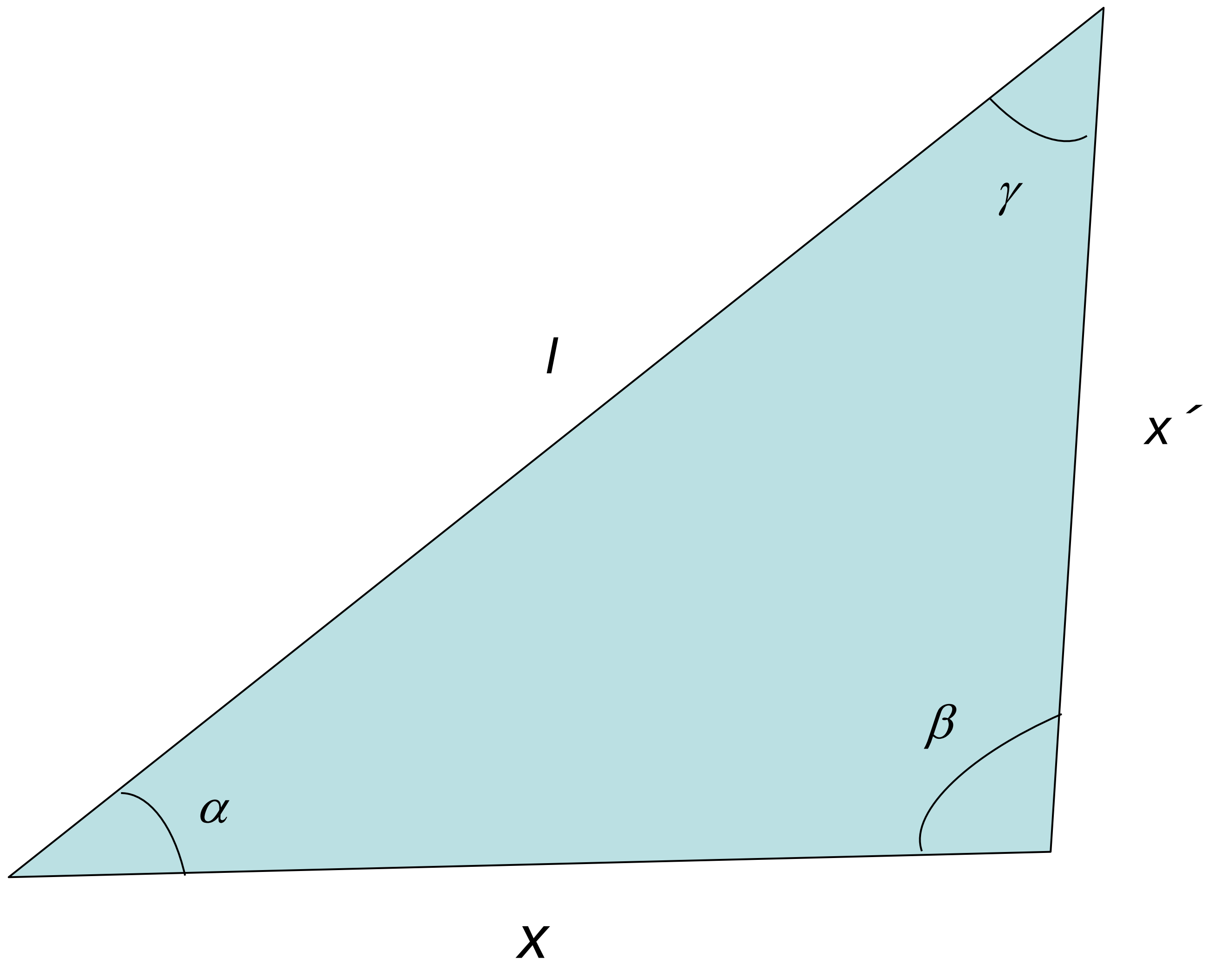
$$L = 6 \cdot \sqrt{\frac{l^2 + 3 \cdot d^2}{2}} + 3 \cdot \sqrt{\frac{l^2 + 3 \cdot d^2 - 2\, l \cdot d}{2}}$$

Trátase de expresar d en función de L e l

Outros resultados



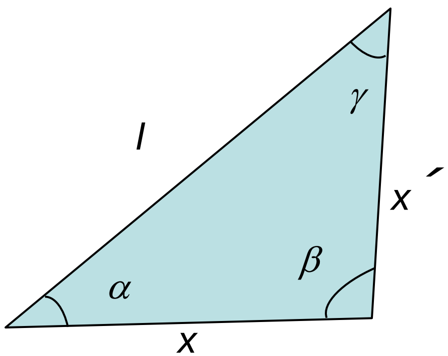



γ
l
x´
β
α
x

Novas consideracións sobre o problema

Tendo en conta que $\gamma = \pi - (\alpha + \beta)$

aplicando o teorema do seno:



$$x = \frac{l \cdot sen(\alpha + \beta)}{sen\beta} \qquad x' = \frac{l \cdot sen\alpha}{sen\beta} \qquad (*)$$

Nunha tensegridade canónica suponse que

$$l^2 + 3d^2 - 2x^2 = 0 \Rightarrow d^2 = \frac{2x^2 - l^2}{3}$$

Sustituindo x

$$d = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\left(\frac{2sen^2(\alpha + \beta)}{sen^2\beta}\right) - 1} \qquad (**)$$

Nesta expresión pódese observar que partindo dos datos dun triángulo podemos obter a medida que dá a tridimensionalidade a unha tensegridade canónica, é dicir, a distancia entre cada dúas barras.

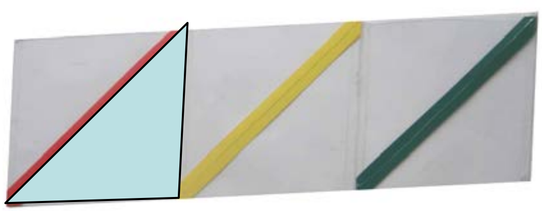
Retornando ao problema proposto:

Dada unha tensegridade simple cualquera, se a lonxitude total dos seus tendóns é l, ¿existe sempre unha tensegridade canónica que teña esa mesma lonxitude de tendóns?

Utilizando resultados anteriores o problema pode transformarse neste:

Dada unha tensegridade simple calquera na que $L = 6x + 3x´$ con x e $x´$ cumprindo as relacións (*), hai que ver se existe d tal que $l^2 + 3d^2 - 2x^2 = 0$.

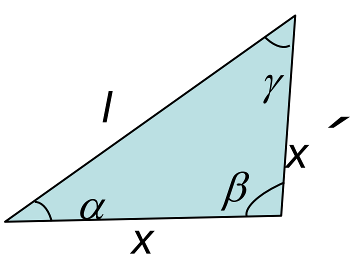
Para iso o radicando de (**) debe ser positivo $\left(\dfrac{\sqrt{2}\cdot sen(\alpha+\beta)}{sen\beta}\right)^2 - 1 > 0$



Como $\alpha + \beta < \pi$ isto equivale a que $\left(\dfrac{\sqrt{2}\cdot sen(\alpha+\beta)}{sen\beta}\right) > 1$

ou sexa $\dfrac{sen(\alpha+\beta)}{sen\beta} > \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow sen\alpha\cdot cos\beta + cos\alpha\cdot sen\beta > \dfrac{1}{\sqrt{2}}\cdot sen\beta$

dividindo por $sen\beta$ que é distinto de 0:



$sen\alpha\cdot ctg\beta + cos\alpha > \dfrac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow ctg\beta > \dfrac{1-\sqrt{2}\cdot cos\alpha}{\sqrt{2}\cdot sen\alpha}$ polo tanto

$$tg\beta < \frac{\sqrt{2}\cdot sen\alpha}{1-\sqrt{2}\cdot cos\alpha}$$

que da a condición para que unha tensegridade simple poda convertirse nunha canónica en función dos elementos do triángulo que define cada tensegridade.

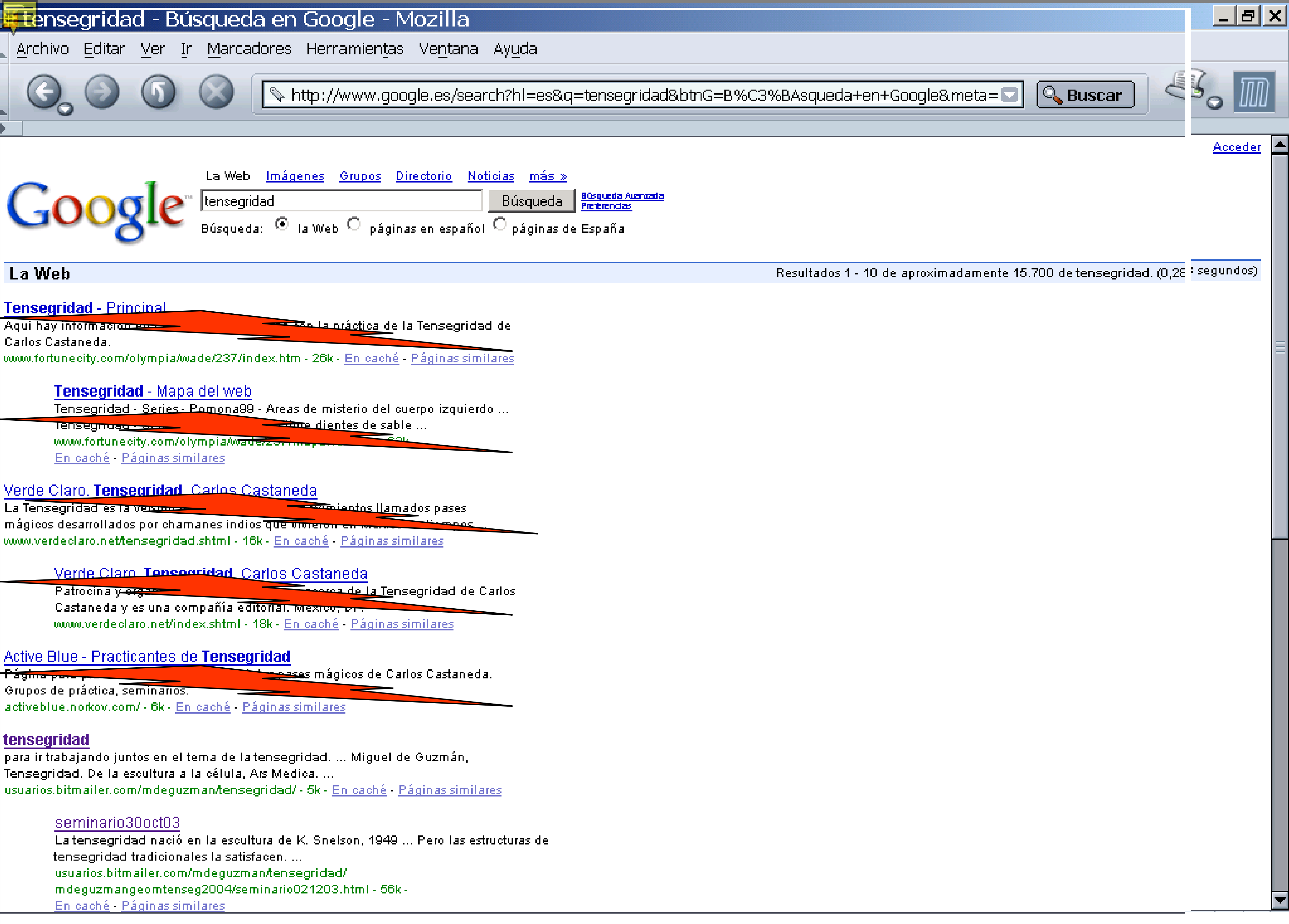
Miguel de Guzmán, Tensegridad. De la escultura a la célula, Ars Medica. Revista de Humanidades 2002; 2, 166-176

www.kennethsnelson.net

Valentín Gómez Jáuregui. *Tensegrity structures and their application to architecture*. Submitted to the School od Architecture, Queen´s University, Belfast

Anthony Pugh. *An introduction to tensegrity*. University of California Press, Berkeley, CA, USA,1976.

René Motro, *Tensegrity. Structural Systems for the Future* (Kogan Page Science, London, 2003)


tensegridad - Búsqueda en Google - Mozilla
Archivo Editar Ver Ir Marcadores Herramientas Ventana Ayuda
http://www.google.es/search?hl=es&q=tensegridad&btnG=B%C3%BAsqueda+en+Google&meta=
Buscar
Acceder
La Web Imágenes Grupos Directorio Noticias más »
tensegridad
Búsqueda
Búsqueda Avanzada
Preferencias
Búsqueda: la Web páginas en español páginas de España
La Web
Resultados 1 - 10 de aproximadamente 15.700 de tensegridad. (0,28 segundos)
Tensegridad - Principal
Aqui hay informacion ... la práctica de la Tensegridad de Carlos Castaneda.
www.fortunecity.com/olympia/wade/237/index.htm - 26k - En caché - Páginas similares
Tensegridad - Mapa del web
Tensegridad - Series - Pomona99 - Areas de misterio del cuerpo izquierdo ...
... dientes de sable ...
www.fortunecity.com/olympia/wade/
En caché - Páginas similares
Verde Claro. Tensegridad. Carlos Castaneda
La Tensegridad es la ... movimientos llamados pases mágicos desarrollados por chamanes indios que vivieron en ...
www.verdeclaro.net/tensegridad.shtml - 16k - En caché - Páginas similares
Verde Claro. Tensegridad. Carlos Castaneda
Patrocina y ... acerca de la Tensegridad de Carlos Castaneda y es una compañía editorial. Mexico, DF.
www.verdeclaro.net/index.shtml - 18k - En caché - Páginas similares
Active Blue - Practicantes de Tensegridad
Página ... pases mágicos de Carlos Castaneda. Grupos de práctica, seminarios.
activeblue.norkov.com/ - 6k - En caché - Páginas similares
tensegridad
para ir trabajando juntos en el tema de la tensegridad. ... Miguel de Guzmán, Tensegridad. De la escultura a la célula, Ars Medica. ...
usuarios.bitmailer.com/mdeguzman/tensegridad/ - 5k - En caché - Páginas similares
seminario30oct03
La tensegridad nació en la escultura de K. Snelson, 1949 ... Pero las estructuras de tensegridad tradicionales la satisfacen. ...
usuarios.bitmailer.com/mdeguzman/tensegridad/mdeguzmangeomtenseg2004/seminario021203.html - 56k -
En caché - Páginas similares

Carlos Castaneda y Chamanismo

Figuras frente al Espejo

OYEME CACHITA

Serie de movimientos de pases magicos de todas las series , combinados en una serie larga , que se ejecutan acompañados con la cancion "oyeme cachita" del autor Rafael Hernandez. Este baile es considerado como "teatro del infinito".

Enseñado en el seminario de tensegridad de la ciudad de Mexico de octubre de 1999.

Esta serie se efectua mientras nos encontramos parados.

Primer Grupo

1 .- Ofreciendo el acto al Infinito .

-----Sin movimiento de pies-----

Empieza uno con el cuerpo erguido , los pies separados aproximadamente 40 centimetros. Los brazos que al inicio , se encuentran en caida natural a su costado respectivo , se empiezan a elevar hacia el frente , describiendo medio circulo al frente mientras se elevan y terminan en lo alto , al mismo tiempo que la cara se eleva para mirar al cielo .

Despues de un pequeño momento con los brazos en alto y la cara mirando también lo alto , se bajan al mismo tiempo ambos brazos mientras uno empieza a inclinar el tronco del cuerpo hacia delante y luego hacia abajo , terminando la coronilla de nuestra cabeza apuntando al frente , hasta que ambas manos acaban su viaje en el hueco interno que queda entre nuestras rodillas , con las palmas de las manos mirandose mutuamente , pero sin tocarse.

El tiempo , para esta primer serie de movimientos seria el de llevar una cuenta de 2 segundos aproximadamente. (un segundo arriba , un segundo abajo).

2 .- Brazos en forma de Espantapajaros.