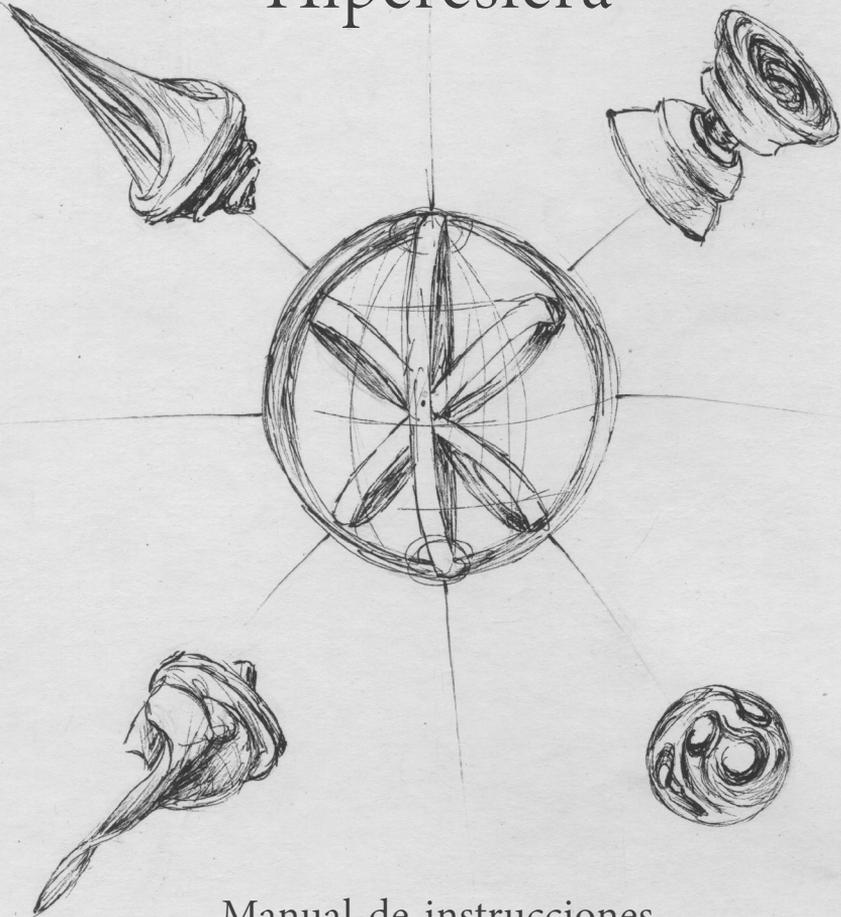


Hiperesfera



Manual de instrucciones
y guía conceptual

Ixtzel Luis

2024

Tienes siete años, piensa en tu juguete favorito. Peluches suaves con olor a fresa, coches veloces de madera, un caballo, un hada, un palo con la altura perfecta para usar de espada.

Luego aparecen canicas, juegas en el suelo para después despegarte de él saltando sobre una cuerda, aprendes a usar el yoyo, las peonzas y las perinolas y juras que nunca se te van a olvidar.

Logras resolver rompecabezas sobre una mesa plana, los puzzles en 3D te toman más tiempo pero una vez los solucionas no puedes esperar al siguiente.

A tus doce años ya comprendes estrategias en juegos de palabras, la física de hacer que una torre de bloques no caiga, las matemáticas necesarias para completar un sudoku.

A tus quince años ¿cuál es tu juguete favorito?

¿Y a tus veinticinco?

Masking y mecanismos autorreguladores	7
Formas matemáticas	
Superficie de Dini	9
Agujero negro	10
Esfera Armilar	11
Nudo matemático	12
Círculos concéntricos	13
Instrucciones	
Peonza I	15
Yoyo	16
Brazalete	17
Gurrufío	18
Peonza II	19
DIY Esfera armilar	20

Mientras pasan los años podemos sentir vergüenza o culpa al presentar ciertos comportamientos en público. Se nos ha enseñado que en situaciones sociales debemos estar presentes y atentos, las distracciones son vistas como algo negativo, una falta de respeto y autocontrol. Pero no siempre es así.

Ubiquémonos, por ejemplo, en una clase magistral, en una conferencia de zoom o en una exposición. Después de un tiempo, o inmediatamente, podríamos sentir la necesidad de mordernos las uñas o la piel a su alrededor, de enrollar mechones de pelo entre nuestros dedos, de mover rítmicamente la pierna o el pie sin darnos cuenta. Todos estos son puntos de apoyo que nos ayudan a enfocarnos en la realidad actual que estamos viviendo, hay diferentes maneras de lograr ese mismo resultado y la gran mayoría recae en lo que llamamos *Stimming* o Estereotipias.

Cada persona es diferente y podemos sentirnos más o menos identificados con los ejemplos anteriores, sin embargo, es común querer vivir socialmente sin sentirnos juzgados o fuera de lugar. Para las personas neurodivergentes, esta necesidad se traduce en una decisión de tapar ciertas características y actitudes que facilitan la clasificación por parte de los demás, a esta acción se le llama *Masking* o Enmascaramiento.

Es uno de los motivos por los que alguien puede sentirse obligado a, por ejemplo, no jugar en público. Es un límite que no solo se autoimponen personas neurodivergentes sino también neurotípicas, aunque sea en menor medida. Puede sentirse como si estuvieras actuando, leyendo y performando un guion, siempre consciente de la impresión que transmites a los demás. Ampliamente compartida, una sensación de tener que pretender ser “normal”.

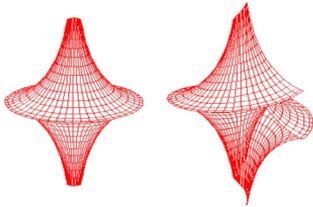
Las siguientes páginas de este libreto muestran una forma de *stimming* a través de la escultura y los juguetes. Nuestro cerebro necesita estar estimulado para poder funcionar en el día a día, es por eso que cuando sentimos la emoción de “aburrimiento” la catalogamos como algo negativo, ya que es el resultado de la no productividad, lo cual nos impide fabricar dopamina. ¿Qué hacen los niños cuando están aburridos? Jugar.

Aun si la necesidad de autoestimularnos no siempre nace del aburrimiento, sí proviene de la falta de estímulos en el cerebro, basta con activar cualquiera de los sentidos para lograrlo, incluso si es de forma pasiva. Una herramienta podrían ser estos juguetes-joya que tendríamos siempre a la mano, inspirados en formas matemáticas para también fomentar la conversación y curiosidad.



Superficie de Dini

En la geometría existe lo que se conoce como espacio euclídeo, es la concepción del espacio físico que más hemos utilizado, durante más de 2000 años. Lo solemos entender en tres dimensiones donde se puede modelar la realidad a través de vectores y coordenadas.



Superficie de Beltrami y de Dini, Vasyl Gorkavyy.

Imagina la silueta de un libro abierto, que parece uno de esos pájaros que dibujábamos de niños, ahora rota esa silueta hasta que quede vertical, esa línea de curvas es lo que llamaremos tractrix.

Si rotamos el tractrix sobre sí mismo, como una bailarina en una caja musical, se formará una pseudoesfera, o también llamada superficie de Beltrami. Si repetimos este mismo proceso, pero descendiendo poco a poco, se formará una helicoides creando nuestra superficie de Dini.



Cuernos de marjor (capra farconeri), Nick Taurus.

Estas son dos de las superficies pseudoesféricas que podemos modelar en el espacio euclídeo. En nuestro mundo táctil, podemos encontrar esta superficie descendente en ciertas caracolas, cuernos, tornillos y flores.



Agujero negro

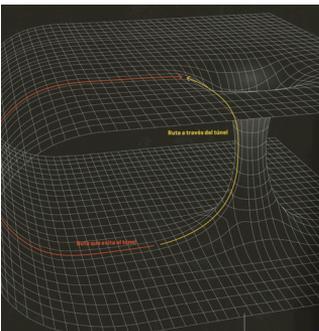
Cuando escuchamos hablar de agujeros negros nuestra mente puede virar a la ciencia ficción, a *Interestellar* o a *Star Trek*. Nos parecería incluso más ficticio si le agregamos las teorías de los agujeros blancos y los de gusano.

Son cuerpos que generan fuertísimas ondas gravitacionales. En su anatomía, los demás cuerpos celestes que pasan fuera del horizonte de sucesos son desviados a otras trayectorias o se quedan alrededor de su órbita, pero todo lo que atravesase el horizonte no podrá volver a salir por el mismo lugar, debido a su atracción gravitatoria.

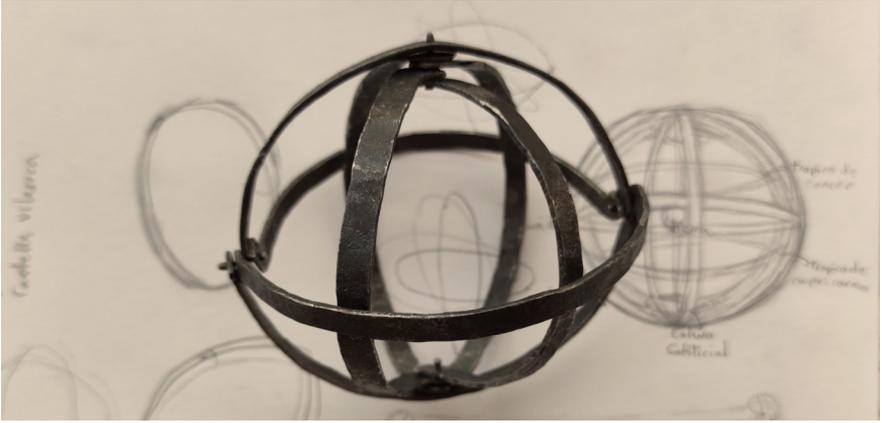
Si el agujero negro tiene la capacidad de tragar toda la energía que atraviese su horizonte de sucesos, el agujero blanco sería capaz de expulsarla en otro espacio y tiempo, para luego no dejar rastro de sí mismo. El puente entre ambas se conoce como agujero de gusano, algo que, junto con el agujero blanco, actualmente no se puede probar que existe, de la misma manera que por ahora no es posible saber qué sucede con la materia dentro de un agujero negro.



Anatomía de un agujero negro, National Geographic.



Esquema del agujero de gusano, National Geographic.



Esfera armilar

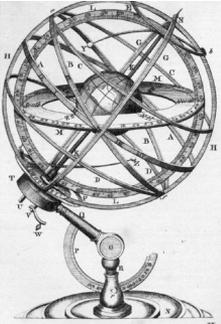
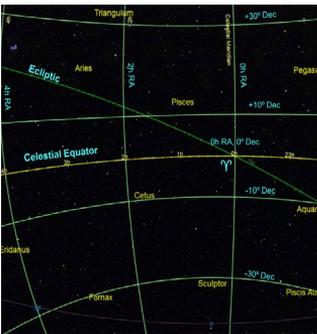


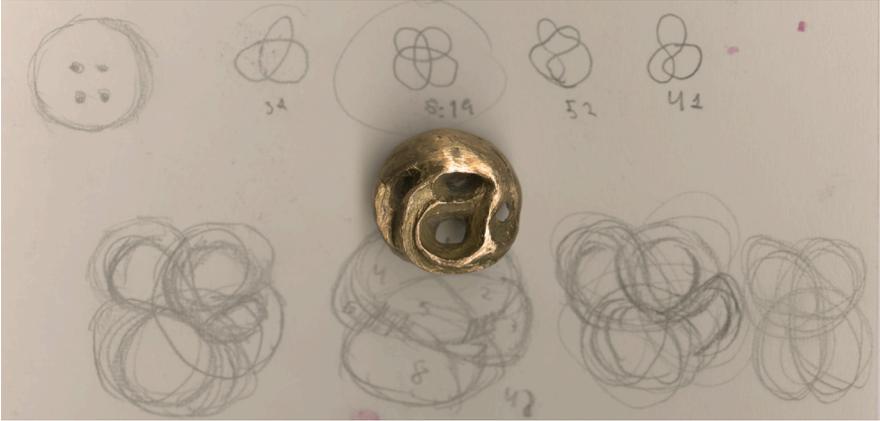
Diagrama de la esfera armilar, Enciclopedia Británica.



Vista celeste con paralelos y meridianos, StarryNight Software.

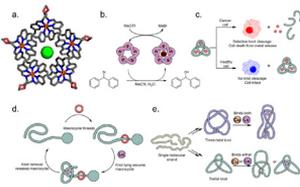
Como si fuera un compás o una brújula, la esfera armilar sirve de herramienta para entender nuestro planeta y lo que le rodea. Fue inventada muchos siglos antes de Copérnico, cuando la tierra era todavía el centro del universo. Siendo el centro, todos los demás cuerpos orbitan alrededor de ella, desde las primeras esferas árabes (astrolabios) y las chinas (usadas solo por la realeza), hasta las más actuales, se repiten elementos como el sol, los signos zodiacales y las estrellas, todos ellos acomodados en los semicírculos que rodean la esfera.

Como es móvil, es posible rotar los elementos para documentar ciertos fenómenos. Se representaba el recorrido del sol durante todo el año, que marca a su vez el zodiaco y los equinoccios. Si tiene un eje central y se angula a nuestra latitud, con la sombra del sol también se puede leer el tiempo. Con el avance tecnológico contemporáneo ha caído en desuso, sin embargo, fue uno de los elementos astronómicos más importantes desde su creación en el siglo VI a.C.



Nudo matemático

Imagina un donut. Es un cilindro curvado de manera que se unan su inicio y su final, dejando un agujero en medio. En topología, a esta forma se le llama Torus. Al contrario que con las cuerdas, un torus (o donut) no se puede desatar, es posible cortarlo y doblarlo pero será siempre una forma continua. Lo mismo sucede con los nudos matemáticos.



Nudos moleculares en química y su función, Fredrik Schauffelberger.

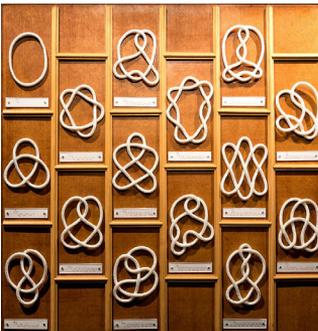


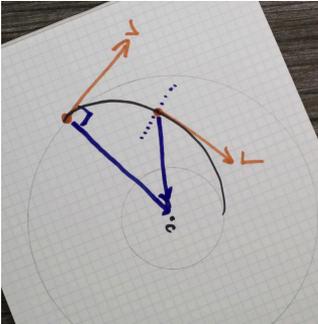
Tabla de los nudos más comunes, Matemateca (IME USP).

En el siglo XVIII se empezaron a clasificar estos nudos según el número de veces que se cruzaban, llegando hasta 11 y concluyendo que correspondían a números primos. Actualmente se siguen tabulando, y han logrado clasificar trescientos millones de nudos más desde 16 cruces hasta 19.

Cuando Lord Kelvin dejó de lado su estudio de los vórtices para comenzar con los nudos estaba buscando entender cómo se conformaba la materia, creía que ellos formaban los átomos de los elementos. Hoy en día, después de muchos cambios en la teoría, vuelven a usarse en las matemáticas aplicadas. En biología, por ejemplo, se usan para estudiar los efectos de las enzimas en las moléculas de ADN.



Círculos concéntricos



Esquema de la ley de momento angular, Michael Stevens.

Es más difícil encontrar líneas rectas que circunferencias en la naturaleza. Estas últimas las vemos tanto microscópicamente, por ejemplo en átomos, como a gran escala, nuestro propio planeta. Es común también encontrarlas unas dentro de otras, al tirar una piedra al agua y ver cómo se forman ondas a su alrededor, o incluso viéndonos al espejo, directamente a nuestros iris y pupilas. Estos son círculos concéntricos, donde dos o más círculos comparten un mismo eje pero diferentes radios y, por ende, diferentes diámetros.



Tronco de ciprés cortado por la mitad, James St. John.

Otro ejemplo serían las líneas imaginarias que usamos para explicar la ley de momento angular. Donde el círculo exterior marca el recorrido de una partícula a una velocidad determinada, esta se conecta con una curva descendente a un círculo interior, en el cual la partícula viajará a mayor velocidad que antes sin tener otra fuerza externa más que el movimiento curvo, siendo atraída siempre hacia el eje por la fuerza centrípeta: Una fuerza que busca siempre el centro.

Superficie de Dini



1. Sostén la punta de la peonza entre tus dedos, lo más alejado posible del centro.

2. Mientras lo sostienes, haz un movimiento circular, como si chasquearas los dedos.

3. Déjalo ir inmediatamente, cerca de la superficie plana. Puede que la peonza gire más horizontal que verticalmente, ¡sigue intentando!



Agujero negro



1. Para colocar la cuerda en formato collar, desenróllala y desaprieta el nudo corredizo de la punta, pásalo por un extremo del yoyo y en el centro aprieta el nudo corredizo.



2. Para usar el yoyo, desaprieta el nudo corredizo y enrolla la cuerda en el centro.



3. Coloca tu dedo medio dentro del nudo y apriétalo.



4. Con el yoyo en tu mano, asegúrate de que la cuerda esté por debajo de él y pegada a tu mano, de manera que, al soltarlo, pueda salir libremente.

5. Suelta el yo-yo moviendo tu mano desde el hombro hasta extender el codo y rápidamente gira la mano, tirándolo hacia arriba.

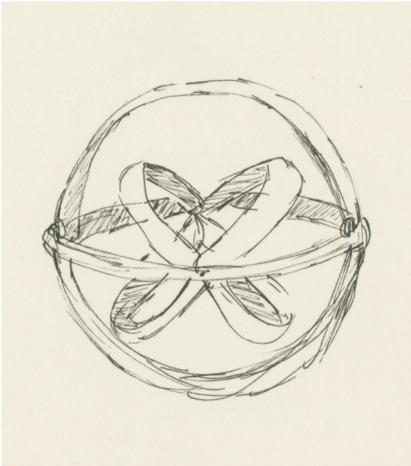
Esfera armilar



La esfera se divide en ocho semicírculos móviles de diferentes tamaños.

Si los juntas en pares de menor a mayor tamaño, obtendrás el brazalete.

Si los abres a distancias iguales, obtendrás la esfera.



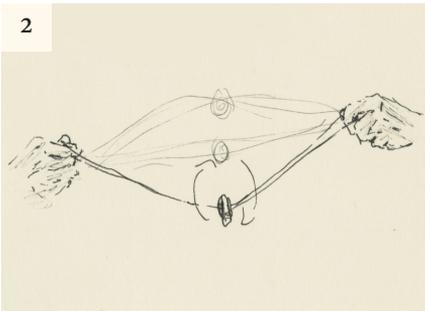
Puedes jugar mezclando pares y distancias para crear diferentes formas, como canastas, coronas o trampas.

¡Las posibilidades te las concedes tú mismo!

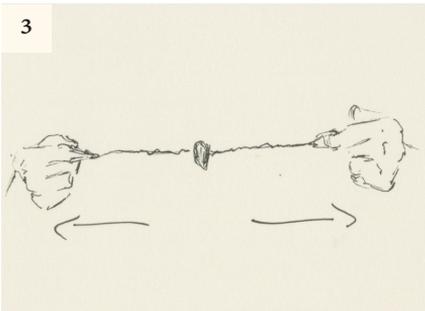
Nudo matemático



1-) Para insertar la cuerda correctamente busca los dos agujeros del centro. Pasa la cuerda por uno y luego por el otro desde el lado por donde salió. Ciérrala.



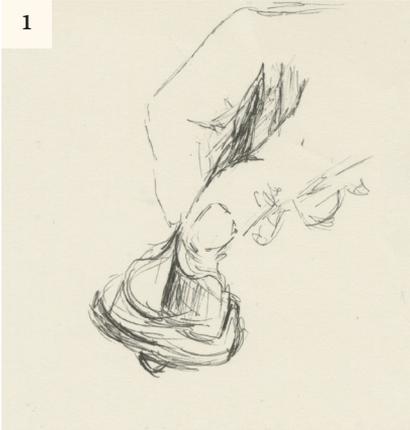
2-) Con la pieza en el centro, toma los dos extremos de la cuerda con un dedo de cada lado y hazla girar hacia ti.



3-) Cuando ya haya dado suficientes vueltas para que la cuerda se tense, hala dos extremos hacia los lados con suavidad, evitando que con la fuerza se deshagan las vueltas

4-) Continúa con este movimiento hasta que te canses, el gurrufío no se detendrá por sí solo.

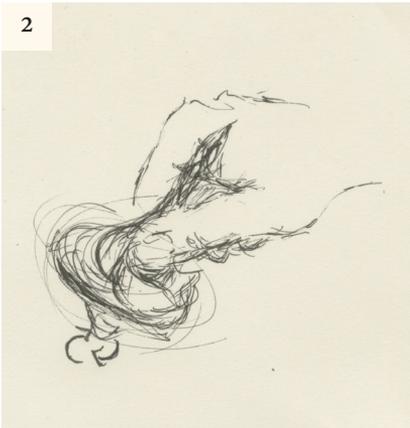
Círculos concéntricos



1-) Sostén la punta de la peonza entre tus dedos.

2-) Mientras la sostienes, haz un movimiento circular, como si chasquearas los dedos.

3-) Déjalo ir inmediatamente, cerca de la superficie plana. Ahora podrás ver dos circunferencias, una dentro de la otra, y un punto en el centro, que es el eje.



Do it yourself!

Crea tu propia esfera astronómica

Coloca tu mano en la posición de la primera imagen, con una regla mide el espacio entre el nudillo de tu meñique y el de tu pulgar. Ese será tu diámetro, es necesario para que el brazalette entre y no salga al bajar el brazo



Basándote en la tabla de medidas de la segunda imagen realiza una regla de tres con tu diámetro. Por ejemplo, si tu medida es 7 cm:

$$7 \times 9,9 \div 6,3 = 11 \text{ cm}$$

Repite este proceso con cada número. Como puedes ver, hay 8 filas de números, esto es porque necesitarás 8 pletinas de estas determinadas alturas, de 4 mm de ancho y 1 mm de grueso. Puedes comprarlas planas, o cortar láminas a medida, o aplanarlas tú mismo. También podrías probar usar alambres de distintos grosores y cerrar las puntas en aros, o cortar cartón o plástico ¡Es cuestión de experimentar!

1	(6,3)	→ 9,9
2	(6,4)	→ 10
3	(6,6)	→ 10,4
4	(6,7)	→ 10,5
5	(7,1)	→ 11,15
6	(7,3)	→ 11,48
7	(7,4)	→ 11,62
8	(7,4)	→ 11,62

$\frac{\pi d}{2}$

Aquí aprenderás a aplanarlas en forja, con calor y martillo. Necesitarás varillas de metal (no de latón o cobre, ya que se quiebran) de 3 mm de diámetro. Luego las cortarás a las medidas que ya habías tomado, dejando 1 cm de más en cada una. Por ahora puedes trabajar con varillas más largas para evitar quemarte.



Con un soplete calienta cada pieza hasta que estén al rojo vivo y golpéalas con un martillo sobre una superficie plana por ambos lados hasta que vuelva a su color original. Repite este proceso poco a poco, sin prisa, recuerda que toma tiempo.

Una vez aplanadas y cortadas todas, doblaremos los extremos de cada una de modo que queden en forma de L, este doblar permitirá que los semicírculos caigan en pares y, al abrirlas, se verá un círculo más continuo. Por eso es que al cortarlas dejamos 1 cm más, al calentarlas de nuevo y doblarlas se resta material del largo inicial. Para doblarlas es posible hacerlo con pinzas de forja o simplemente presionándolas en la esquina de un sargento o una mesa, y luego ajustándolas con el martillo.

Cuando estén todas planas el siguiente paso es hacer los semicírculos. Toma un papel y un compás, la medida del compás deberá ser la mitad de tu diámetro, es decir el radio. Sobre una línea traza el semicírculo con el compás. Este será tu patrón.

Empezando por la pletina mas corta empieza a curvarla siguiendo el patrón. Es ideal hacerlo sobre la parte redonda de un yunque, martillando a frío, también puedes probar otras superficies circulares, o redondearlas muy lentamente entre dos barrotes paralelos. La curvatura la verás colocando la pieza sobre el patrón en tu papel, ajustando hasta que quede alineada.

