

Experimentaciones morfológicas con cuerpos redondos a partir de planos seriados¹

Iconofacto · Vol. 6, N.º 7 / Páginas 134 · 150 / Medellín-Colombia / Diciembre 2010

Juan Esteban Vélez Vélez. Ingeniero Mecánico. Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Grupo de Investigación de Estudios en Diseño (GED). Línea de Investigación en Morfología Experimental (LIME). Correo electrónico: juan.velez.v@gmail.com

Diana Carolina Mejía Gómez. Ingeniera en Diseño de Producto. Universidad Pontificia Bolivariana (UPB). Grupo de Investigación de Estudios en Diseño (GED). Línea de Investigación en Morfología Experimental (LIME). Correo electrónico: carolina.mejia@correo.upb.edu.co

Sara Velásquez Ochoa. Estudiante de Diseño Industrial. Semillero de Investigación Morfolab. UPB. Correo electrónico: sama134@gmail.com

Juan Pablo Pérez. Estudiante de Diseño Industrial. Semillero de Investigación Morfolab. UPB. Correo electrónico: jppa_7@hotmail.com

Alejandro Salazar. Estudiante de Diseño Industrial. Semillero de Investigación Morfolab. UPB. Correo electrónico: yeyo_28@hotmail.com

Artículo recibido el 11 de agosto y aprobado el 19 de noviembre de 2010.

¹ Este artículo presenta resultados parciales del proyecto de investigación denominado “Mutaciones Geométricas”, llevado a cabo por el Grupo de Investigación de Estudios en Diseño —GED—.

RESUMEN: en este artículo se estudiarán múltiples transformaciones que pueden sufrir los sólidos redondos (cilindro, cono, esfera, elipse, hiperboloide y toro) utilizando técnicas de transformación basadas en la teoría de los planos seriados. Cada cuerpo se presentará de manera individual, diferenciando las variables de transformación de cada uno y aplicando, según sea el caso, distintas técnicas de construcción como el movimiento, el espacio, la posición y la dirección de cada uno de los planos. Por último, se mostrarán los resultados más relevantes mediante modelación digital. Se finalizará con las conclusiones del estudio y con un listado de posibles aplicaciones industriales.

PALABRAS CLAVE: cuerpos redondos, planos seriados, morfología geométrica.

ABSTRACT: This article studies multiple transformations of round solids (cylinder, cone, sphere, ellipse, hyperboloid, and doughnut) carried out through transformational techniques based on serial plane theory. Every object will be presented individually, differentiating the transformation variables in each case and applying different plane construction techniques such as movement, space, position, and direction. In the last part of the article the most relevant results will be shown through digital modeling. To finish, conclusions and a list of possible industrial applications will be presented.

KEY WORDS: Round bodies, serial planes, geometric morphology.

1. INTRODUCCIÓN

En el universo existen innumerables formas, bidimensionales y tridimensionales, naturales o fabricadas por el hombre, que pueden transformarse empíricamente o aplicando técnicas, básicas o complejas, de transformación (Patiño & Arbeláez, 2009). Dichas técnicas han sido estudiadas y probadas desde la arquitectura (Otto & Rasch, 1992) y desde la ingeniería (Hoberman Associates Inc., 2009). Algunos de estos desarrollos se han hecho con el fin de obtener resultados morfológicos novedosos que puedan ser aplicados en diferentes contextos culturales y sociales para responder así a la necesidad de creación del hombre, que está en constante evolución.

El mundo de las formas tridimensionales, compuesto también por figuras bidimensionales que habitan en esta dimensión, es muy amplio. Por lo tanto, varios científicos y geómetras han realizado clasificaciones, agrupando las formas de acuerdo a características comunes (Wagensberg, 2004). Dentro de los grandes grupos de clasificación se encuentran los cuerpos redondos básicos, que son el cilindro, la esfera, el cono, y otros más complejos como el elipsoide, el hiperboloide y el toro.

En cuanto a la aplicación de la técnica, que tiene como objetivos la transformación y la obtención de formas novedosas, se retomó una acción básica de la cotidianidad del entorno doméstico: partir o cortar con un elemento afilado frutas y verduras en rodajas, lo que en términos geométricos se conoce como obtención de planos seriados a partir de un sólido o, en sentido inverso, desarrollo de sólidos a partir de planos seriados.

A partir de la división de los sólidos redondos en planos seriados y en secciones iguales, se pueden realizar entonces múltiples modificaciones aplicando variables de transformación de manera controlada en cuanto a su forma, tamaño, posición y dirección.

Desde lo constructivo, las transformaciones pueden realizarse de forma manual con cualquier tipo de material. Algunos ejemplos son el cartón, el acrílico y la madera. Pero gracias al desarrollo tecnológico y a la invención de *software CAD* o programas de diseño asistido por computador, los procesos se han optimizado: se utiliza menos tiempo para obtener más resultados que permiten múltiples modificaciones y posteriores aplicaciones. De esta manera, y desde la experiencia personal, se ha hecho más fácil manipular las variables que intervienen en los procesos de transformación.

Considerando entonces criterios como facilidad de modelación (curva de aprendizaje rápida), precisión de los resultados y facilidad de manejo, se decidió hacer uso del programa *Rhinoceros 3D*, un *software* bastante utilizado en el campo del diseño industrial que permite, por un lado, la modelación de curvas y superficies complejas y, por otro, la adaptación de programas de “renderización” y, por tanto, la aplicación de materiales y acabados muy similares a los de la realidad.

Cabe anotar que los resultados obtenidos en este estudio no son más que elementos formales de experimentación. Se podría decir entonces que los resultados son formas novedosas, con una amplia gama de características que, en conjunto con otros elementos complementarios, pueden aplicarse al diseño industrial, a la arquitectura y al diseño de producto para dar solución a necesidades específicas a partir de una forma eficiente, con lo que se logra gran practicidad y un alto nivel de novedad.

En el universo existen innumerables formas, bidimensionales y tridimensionales, naturales o fabricadas por el hombre, que pueden transformarse empíricamente o aplicando técnicas, básicas o complejas, de transformación.

2. RESULTADOS

Antes de presentar las transformaciones geométricas resultantes del proceso de experimentación es necesario definir los cuerpos geométricos en cuestión. La definición más simple y clara es que los cuerpos redondos son todas aquellas figuras geométricas que tienen al menos una superficie curva. Así pues, cualquier cuerpo tridimensional que presente una deformación en por lo menos una de las superficies que lo conforman, a manera de curvaturas simples o dobles, es considerado un cuerpo redondo. Ahora bien, dentro de los cuerpos redondos existen cuerpos básicos. Estos últimos son los que se han utilizado en la investigación. Ellos son el cilindro, el cono, la esfera, la elipse, el hiperboloide y el toro.

Con la transformación de estos cuerpos el objetivo de esta investigación es encontrar nuevas formas, texturas, y volúmenes, de manera que se pueda generar un banco de nuevas geometrías de donde se puedan extraer soluciones formales a distintas problemáticas formales en el diseño de productos industriales. En el caso particular de esta investigación, los resultados fueron aplicados en el sector de la salud, específicamente en el campo de los albergues para desastres. Sin embargo, esto último no se mostrara en el artículo ya que su desarrollo está dedicado a la presentación de las transformaciones morfológicas.

La experimentación
consiste en tomar
cada uno de los
cuerpos y cortarlos
para formar una
serie de planos
seriados.

Para empezar el proceso de experimentación se deben tener en cuenta cuatro aspectos. Primero, se debe saber con exactitud qué cuerpos van a ser transformados; segundo, se debe conocer cuáles y cómo son las variables con las que estos cuerpos van a ser transformados; tercero, se debe definir una medida volumétrica estándar para los cuerpos que serán trabajados, de tal manera que los resultados respondan a un mismo patrón y puedan ser comparados; y cuarto, se debe definir la herramienta de transformación que se va a utilizar.

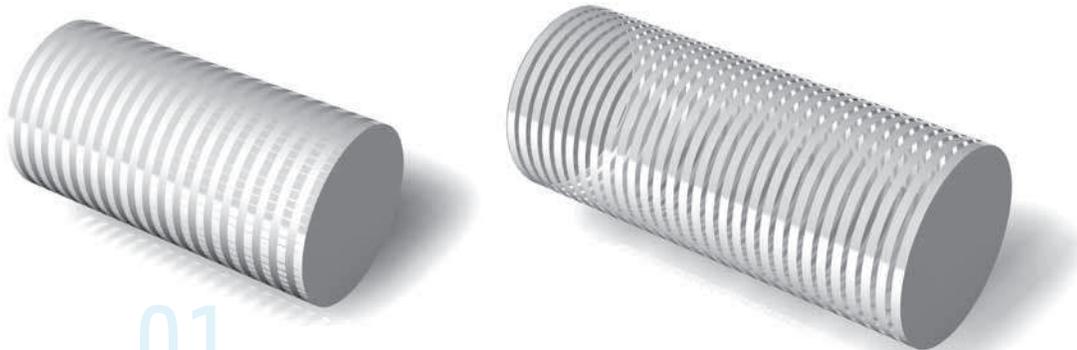
La experimentación consiste en tomar cada uno de los cuerpos (para esta investigación, cuerpos cuyas medidas oscilaban entre los 10 y 15 cm de altura y entre los 5 y 10 cm de diámetro) y cortarlos para formar una serie de planos seriados. A partir de esta modificación se empiezan a obtener, como resultado, cambios no sólo de forma, sino además de volumen (comparando el resultado con la forma inicial) y también de textura. De esta manera, se obtienen nuevas configuraciones geométricas, de las cuales se analizan el cambio de forma de la geometría, las variables que permanecen constantes y los nuevos datos y variables que puedan brindar las modificaciones.

Asimismo, este nuevo banco de formas permite obtener y analizar una serie de resultados e interpretaciones de los nuevos cuerpos, de manera que se pueda aprovechar mejor las características formales de los mismos. A continuación se presentarán las experimentaciones realizadas con cada cuerpo geométrico.

2.1 EL CILINDRO

El cilindro es un cuerpo de sección transversal circular con una altura determinada. Es una forma muy utilizada en el diseño industrial porque tiene usos muy versátiles. Además de ser un componente estructural, es una forma óptima para el transporte de fluidos, ya que su configuración morfológica permite igual distribución de los esfuerzos ocasionados por la presión. En adición a esto, comercialmente, se destaca su uso en objetos cuyo fin es la acumulación. En esta experimentación se inició modelando un cilindro de 5 cm de radio y 20 cm de alto. Se dividió en 20 planos iguales. En cuanto a las transformaciones de movimiento unidireccional sobre su propio eje (Figura 1), se puede decir que la forma del cilindro no

varía, lo importante de esta transformación es que el volumen crece puesto que la longitud del cilindro aumenta el doble de su distancia inicial (esta relación puede cambiar y dependerá de la distancia de separación entre los planos seriados). Es necesario destacar aquí que en el cilindro todos los planos seriados tienen la misma forma por tener un corte transversal circular y uniforme en toda su extensión. Si se analizan otras variaciones como la estrechez, la amplitud y el crecimiento volumétrico con la sucesión numérica de Fibonacci (Wong, 1979), se observa que pasa exactamente lo mismo que con la variación de movimiento sobre el eje: sólo varía la altura del cilindro. En consecuencia, se puede concluir que dependiendo de los valores que se den a la distancia entre cada plano seriado variará la altura del cilindro y por tanto su volumen.

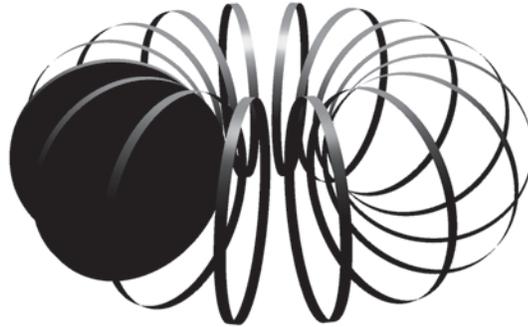


01

Figura 1. División de un cilindro en planos seriados modificando la distancia de separación entre estos.

Por otra parte, existen variaciones que afectan de manera dramática la forma del cilindro, lo que arroja nuevos resultados formales mucho más ricos, interesantes, y complejos que el cuerpo base del experimento. Entre estos resultados están las formas encontradas en la variación de posición de los planos seriados, como son la translación en línea recta, la translación en línea curva o aleatoria y las variaciones de dirección de los planos seriados sobre el eje vertical —radiación— (Figura 2). Con esto se empiezan a generar nuevas ventajas para la creación de estructuras con nuevos espacios entre los planos, lo que permitiría de alguna manera obtener mayor espacio, mayor visibilidad, mayor luminosidad y nuevas texturas. Aspectos que se pueden analizar en una etapa posterior del proyecto.

Además, es importante destacar que se empiezan a encontrar similitudes y relaciones entre las formas obtenidas y otros cuerpos geométricos. Se puede ver, por ejemplo, que cuando el cilindro es sometido a una variación de dirección de los planos seriados sobre el eje vertical se convierte en un toro hueco, con espacios muy interesantes entre cada plano a los que se les puede dar un uso estructural.



02

Figura 2. Variación geométrica del cilindro por radiación.

2.2 EL CONO

Para este proceso de experimentación se modeló un cono con un radio en la base de 10 cm y de 15 cm de altura. Éste también fue dividido en planos seriados (Figura 3). El cono es un cuerpo geométrico resultado de revolucionar un triángulo equilátero sobre un eje vertical, de tal manera que posee una base circular y una altura determinada.



03

Figura 3. Cono utilizado en la experimentación. Los planos seriados se muestran como líneas y aún no se ha alterado ninguna variable morfológica.

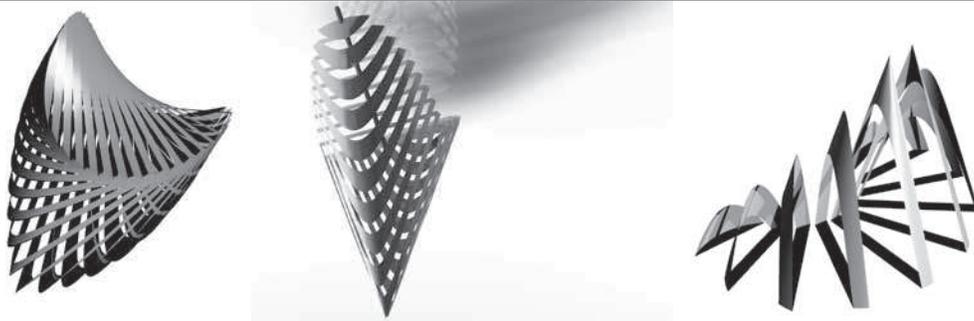
Del cono se debe destacar algo importante y es que del corte por planos seriados se obtienen planos desiguales entre sí (Figura 4).



04

Figura 4. Modificación morfológica del cono variando la distancia de los planos seriados. Obsérvese en la figura que los distintos planos de corte no son iguales entre sí, aunque, por la modificación realizada, el cuerpo posee una simetría especular con respecto al eje de rotación.

Al modificar la distancia entre los planos seriados, ya sea por repetición, estrechez, amplitud o Fibonacci, se observan dos variaciones principales del cuerpo. Por una parte, su base pasa de ser circular a tomar una forma que dependerá de la transformación que se esté realizando. Debido al crecimiento generado cuando se separan los planos a determinada distancia, se presenta, por otra parte, una variación en el aumento del volumen interior del cono. Variación obtenida de la comparación entre estos resultados con los de las variaciones de posición de los planos: translación (en línea recta o aleatoria) y variación en la dirección. En la Figura 5 se puede ver claramente que cuando sólo se modifica la distancia entre los planos o se rotan sobre un eje vertical, la base sigue siendo plana y se forma una estructura visualmente más estable y más estructurada. Sin embargo, las variaciones de dirección de los planos dan como resultado cuerpos formalmente más ricos, con más movimiento y, más importante aún, con formas que pueden llegar a ser totalmente innovadoras en la aplicación a objetos y problemáticas de diseño actuales.



05

Figura 5. Diferentes transformaciones efectuadas al cono.

2.3 LA ESFERA

La esfera es un cuerpo redondo, resultado de la revolución de una semi-circunferencia alrededor de un eje. Durante el proceso de modificación el cuerpo fue sometido a las mismas variaciones anteriores, pero por sus características formales, permaneció sin muchas variaciones y se destacó por mantenerse igual en cuanto a forma, tamaño, volumen y textura en la mayoría de los procesos experimentales.

Una de las variaciones más interesantes que ha sufrido la esfera es cuando se separan los planos seriados en línea recta. Con esto se obtiene una especie de elipsoide (Figura 6), lo que modifica la forma y el volumen contenidos. De esta manera se obtienen formas más estructurales, que dan la idea de volumen, pero que no lo configuran en su totalidad. En este punto, se debe destacar también que, estéticamente, el resultado es un conjunto de formas orgánicas y fluidas, que dan sombras y texturas no encontradas en la forma original y que dan pie a un proceso de análisis e investigación más detallado.

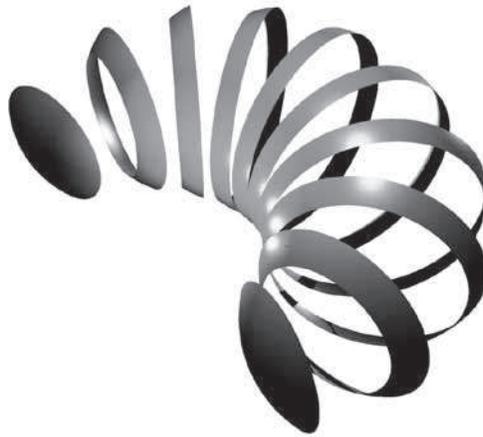


06

Figura 6. Transformación de la esfera en planos seriados modificando la distancia de los mismos en línea recta.

Por su parte, al igual que en el cono, la variación de la dirección de los planos da resultados formales interesantes, en donde la forma cambia totalmente si se toma como referencia el cuerpo original (Figura 7). Se genera así un cuerpo con mucho más volumen y con grandes espacios entre cada uno de los planos. Haciendo una analogía, se puede decir que la forma final es la de un cruasán o media luna.

Algunos de los procesos que implicaban rotar los planos sobre su propio eje no aplicaban a este cuerpo geométrico debido a que los planos seriados tiene un corte transversal circular, que hace que, al ser rotados, no haya ninguna variación.



07

Figura 7. Transformación de la esfera obteniendo una media luna.

2.4 EL TORO

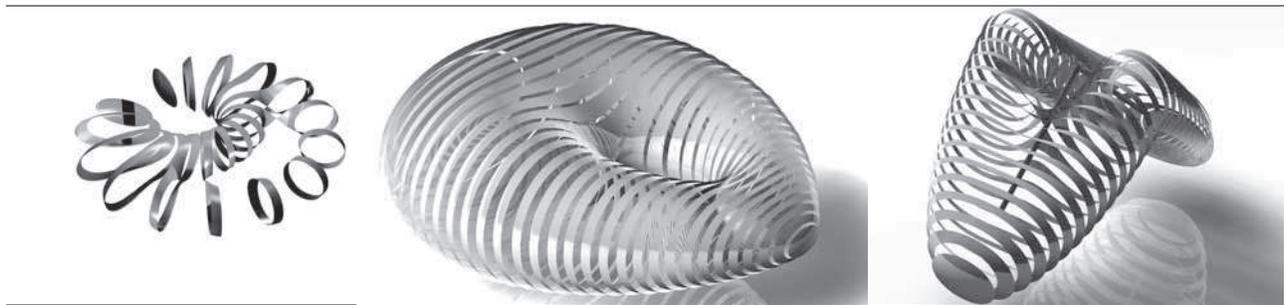
El toro es un cuerpo geométrico que resulta de la revolución de una circunferencia alrededor de un eje que está en el exterior de la línea generatriz. Particularmente, esta figura dio transformaciones muy interesantes durante el proceso de experimentación. El toro es uno de los cuerpos que más ha variado y que ha dado, estética y funcionalmente, resultados más variados.

El toro tiene forma de neumático (Figura 8), y al cortar esta geometría en planos seriados y al modificarlos, se mantienen algunos de los resultados presentados en los otros cuerpos. Por ejemplo, ya se sabe que al distanciar un plano de otro se logra aumentar el volumen. Pero en este caso también se evidencian nuevas propuestas estéticas y formales (Figura 9). Algo muy importante es que durante la experimentación se puede ver cómo se relacionan los cuerpos redondos entre sí y que la geometría de un cuerpo puede estar inscrita en otro haciendo parte fundamental de su estructura. Para ilustrar esto, la Figura 10 muestra la aparición de elipses y de un paraboloides hiperbólico al interior de la modificación de un toro.



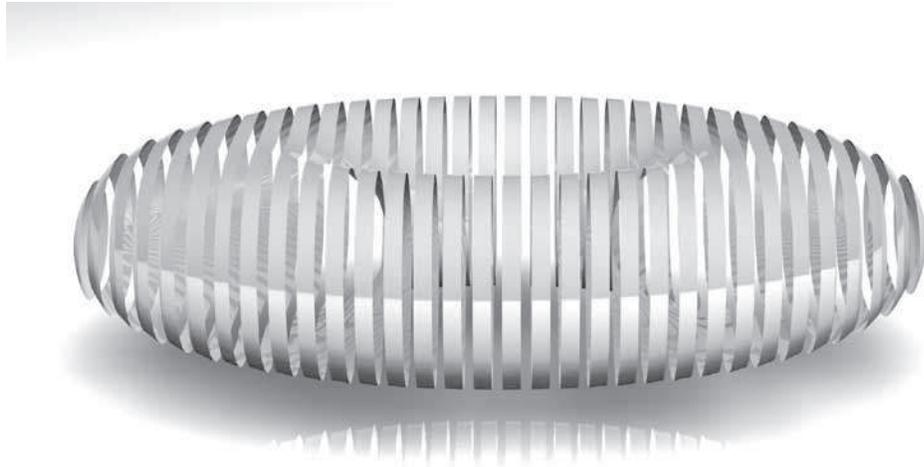
08

Figura 8. Forma inicial del toro. También se le conoce como "dónut".



09

Figura 9. Distintas modificaciones efectuadas al toro.



10

Figura 10. Al interior de esta figura se pueden observar elipses y un paraboloide hiperbólico.

2.5 EL HIPERBOLOIDE

El hiperboloide es una figura geométrica de doble curvatura anticlástica, reproducible mediante líneas rectas al ser una superficie reglada. Su configuración morfológica recuerda los relojes de arena (Figura 11).



11

Figura 11. Hiperboloide.

Al ser sometido al proceso de experimentación con planos seriados, este cuerpo tiene uno de los resultados formales más complejos y extraños, por decirlo de alguna manera. Aunque se mantiene una forma general legible, hay muchos cambios en la estructura que en ocasiones la hacen ver compleja, llamativa además por su movilidad y su fluidez (Figuras 12a y 12b).



Figura 12a. Modificación por planos seriados variando la línea directriz de ubicación de los planos en el hiperboloide.

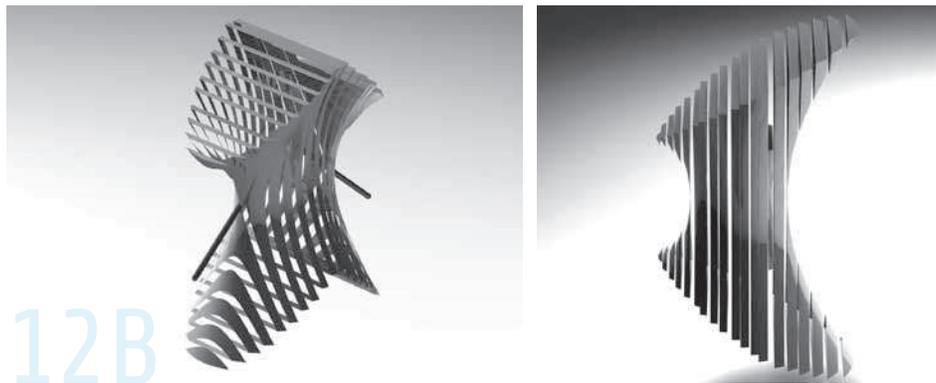


Figura 12b. Variación de la dirección y el cambio del tamaño de los planos seriados.

2.6 EL ELIPSOIDE

El elipsoide es una superficie curva cerrada cuyas tres secciones ortogonales principales son elípticas, es decir, originadas por planos que contienen dos ejes cartesianos (Figura 13). Es además el cuerpo con resultados más similares a los de la esfera. La transformación del elipsoide tiende a mantener una estructura muy similar a la forma original con pocas variaciones morfológicas. Se deben destacar las nuevas opciones de distribución formal, puesto que de una forma básica pueden surgir nuevas posibilidades y configuraciones de las que a su vez salen nuevas propuestas de texturas, sombras y espacios, que pueden ser aprovechados y estudiados para la producción de objetos industriales (Figura 14).



Figura 13. Elipsoide.

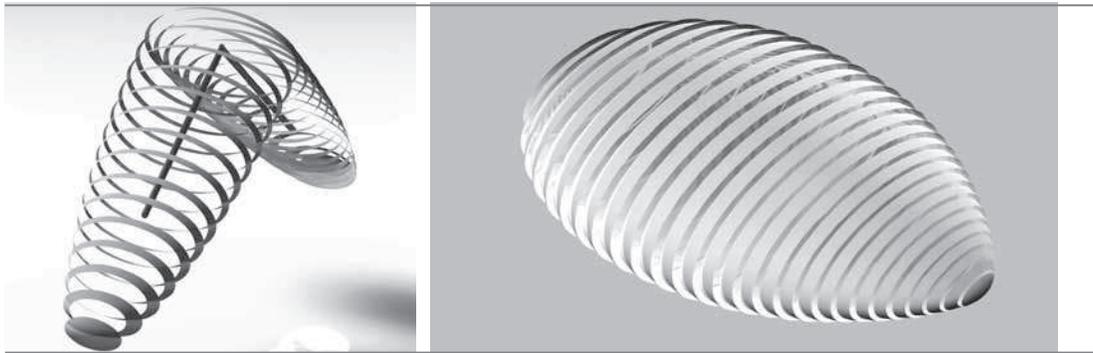


Figura 14. Modificaciones al elipsoide.

3. RECuento

Después de someter los diferentes cuerpos redondos a un corte de planos seriados y posteriormente a variaciones formales a partir de determinadas variables preestablecidas, se puede afirmar que:

La repetición de planos le da a la forma volumétrica un carácter estructural. Con ellos se gana espacio, luminosidad y visibilidad interior.

El aumento longitudinal produce una variación formal en las figuras esféricas, convirtiéndolas en elipses.

Tanto al aumentar como al disminuir el espacio entre los planos, la única dimensión que varía es la longitud. Ni la altura ni los planos seriados resultan afectados.



Si se desea ganar espacio interior, luminosidad y visibilidad, se debe aumentar la separación entre los planos, pero esto a su vez disminuye la solidez de la figura. De esta manera, se obtienen formas más estructurales que dan la idea de volumen, pero que no lo configuran en su totalidad. Si se desea disminuir el espacio interior y mantener iluminación y visibilidad, se debe disminuir la separación entre los planos y esto a su vez aumentará la compactación y estabilidad de la forma. De esta manera, se obtienen formas muy definidas que se acercan más al volumen compacto. Las translaciones en línea recta o aleatoria permiten cambiar la trayectoria, es decir, el recorrido de los planos seriados de manera ordenada, y por lo tanto, cada tipo de línea determinará la forma final de la estructura.

Al hacer algunas transformaciones, algunos cuerpos varían su forma original notablemente, haciéndose casi irreconocibles. Las formas obtenidas adquieren mayor expresión, a tal punto que en ocasiones parecen tener movimiento propio.

4. CONCLUSIONES

Siempre se ha visto al diseño industrial como la disciplina integradora de la técnica y el arte. Los diseñadores industriales son los encargados de suministrarle a los productos de consumo los valores estéticos que ninguna otra profesión es capaz de darles. Por esto, es importante que desde el manejo de la técnica de la transformación de la forma y de la modificación de los cuerpos conocidos y estudiados, los diseñadores industriales puedan generar bancos de formas con potenciales para convertirse en distintos productos de consumo. En este trabajo se ha evidenciado que transformar cuerpos geométricos tradicionales mediante técnicas previamente establecidas permite crear bancos de formas interesantes y novedosas para el diseño de objetos industriales.

REFERENCIAS

- Hoberman Associates Inc. (2009). *Portafolio: Hoberman Inc.* Recuperado el 17 de Junio de 2010, de <http://www.hoberman.com/portfolio.php>
- Otto, F., & Rasch, B. (1992). *Finding Form*. Munich: Axel Menges.
- Patiño, E., & Arbeláez, E. (2009). *Generación y transformación de la forma: morfología, geométrica, naturaleza y experimentación*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana.
- Wagensberg, J. (2004). *La rebelión de las formas: o como perseverar cuando la incertidumbre aprieta*. Barcelona: Tusquets Editores.
- Wong, W. (1979). *Fundamentos del diseño bi y tri dimensional*. Barcelona: Gustavo Gili S.A.