MODELO DE GRAFICACIÓN DE ESTRUCTURAS HIPERGEOMÉTRICAS

Adolfo Catral Sanabria
Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"
acatral@latinmail.com

Resumen.

El artículo, resultado de un proyecto de investigación se centra principalmente en representar de forma visual funciones más allá de la tercera dimensión, es decir, funciones de más de tres variables como también la representación gráfica dinámica de figuras hipergeométricas, en espacios más de la tercera dimensión. El teorema que se utiliza es el de *Equidistancia Angular Vectorial*, y el concepto *Semiequidistancia* para desarrollar el modelo.

Palabras Claves: gráfica dinámica, figura hipergeométrica, multidimensional ortogonal, perturbaciones direccionales.

Título en Inglés:
The model graphication of structure hipergeometric

Abstract.

The article, result of an investigation project is centeredmainly in representing in way visual functions beyond the third dimension, that is to say, work of more than three variables as well as the dinamyc graphic representation of figures hipergeometric, in spaces more than the three dimension. The theorem that is used is that of *Equidistancia Angular Vectorial*, and the concept *Semiequisdistance* to develop the pattern.

Key Words: dynamic graph, figures hipergeometric, multidimensional ortogonal, directional interferences.

1 Introducción.

A lo largo de toda la historia de la humanidad, ha sido muy importante para el hombre plasmar sus pensamientos y sus ideas en un dibujo o en una

gráfica. Ya que el hecho de observar los 7conceptos y las ideas en un papel o en una pantalla de computador, abre nuestra mente a nuevos mundos, a nuevos conocimientos y da además un nuevo control y poder sobre las ideas y los conceptos; sobre todo abre nuevas posibilidades para hacer crecer al hombre, a la ciencia y a la tecnología. [1].
El proyecto principalmente se centra en gráficar y representar de forma visual funciones mas allá de la tercera dimensión, es decir, funciones de mas de tres variables como también la representación gráfica dinámica de figuras hipergeométrica, en espacios mas allá de la tercera dimensión.

Este artículo se basa en casi todo su desarrollo en ideas propias, la idea original tiene su principio en un teorema propio y que habla sobre el comportamiento de los vectores en cualquier dimensión.

Este teorema tiene la peculiaridad que sirve como puente interdimensional entre cualquier dimensión, bien a la siguiente dimensión superior como a la dimensión inferior.

Se genera así una comunicación de información entre dimensiones, las cuales se muestran en forma de "sombras dimensionales" y que con ayuda de un sistema matemático y computacional complejo, se puede observar sin pé rdida de información y detalle, toda la riqueza de una función o estructura hipergeométrica al bajarla de dimensión espacial.

El teorema base llamado *Teorema de equidistancia angular vectorial*, genera a su vez otros teoremas, ideas y conceptos, que acompañados y complementados por un sistema matemático que es el resultado del teorema mismo, puede generar al final del proceso un sistema computacional que tiene por utilidad generar Gráficas n-dimensionales dinámicas y no dinámicas.

El concepto *semiequidistancia*, tiene a su vez un teorema principal que sirve de base, y genera un número de teoremas secundarios, los cuales nos sirven de plataforma para crear un sistema matemático que tiene como base el teorema de equidistancia angular vectorial.

La justificación de crear un sistema matemático y computacional paralelo se debe a que el nuevo sistema modelo matemático, es más viable computacio-

nalmente, pues ahora una gran cantidad de cálculos matemáticos multidimensionales, operaciones, conversiones e instrucciones, ya que el sistema basado en la equidistancia angular vectorial, tiene un gran número de cálculos. De esta forma se simplifica, la cantidad de instrucciones por segundo que tiene que procesar el computador, que hace mas eficiente y eficaz el software generado y la representación gráfica dinámica. [2]
El artículo se organiza de la siguiente manera en la primera parte se hace la demostración del teorema de equidistancia angular vectorial, en la segunda parte se muestra el modelo matemático y computacional bajo el nombre de semiequidistancia angular vectorial, con el caso $(5D - 2D)$ se da un ejemplo de esta teoría y se muestran las cuatro perturbaciones dimensionales, Y para finalizar se presentan tres ejemplos claros bajo las teorías aquí planteadas.

2 Teoría de la equidistancia angular vectorial.

La base fundamental de la teoría de la equidistancia angular vectorial (TEAV), así llamada, son los siguientes teoremas. [3]

Teorema 1. *Existe para todo espacio euclídeo* nD *o* Rn*;* $(n + 1)$ *vectores equidistantes angularmente entre sí, para todo* n *natural.*

Este teorema se completa con los siguientes teoremas:

Teorema 2. *No existe, para todo espacio euclídeo* nD *o* Rn*;* $(n+2)$ *vectores equidistantes angularmente entre sí, para todo* n *natural.*

La magnitud del ángulo entre los vectores equidistantes angularmente entre sí, es decir, los vectores del teorema 1, también tienen un valor que responde a un teorema o regla, según la dimensión en la que estén los vectores y éste comportamiento de la magnitud se expresa en el siguiente teorema:

Teorema 3. *La magnitud del ángulo entre los* $(n + 1)$ *vectores equidistantes entre sí, para un espacio* nD *o* Rn*, es igual a (Arco coseno de -*$\frac{1}{n}$*), para todo* n *natural.*

Estos tres teoremas son la plataforma teó rica en la cual gira este artículo.

Búsqueda de las ecuaciones conformantes del sistema general.

El n lo usamos en casi todas las ecuaciones para que se cree un sistema consistente ampliable y generalizable a n dimensiones. La distancia angular entre dos vectores está dada por la siguiente ecuación: (Arco coseno $-\frac{1}{2}) = 120°$ y que se muestra a continuación.

$$\frac{(x_1, y_1)(x_2, y_2)}{\sqrt{x_1^2 + y_1^2}\sqrt{x_2^2 + y_2^2}} = -\frac{1}{2} \tag{1}$$

siendo los vectores equidistantes formados por las componentes:

$$x = (x_1, y_1) \quad y = (x_2, y_2) \quad z = (x_3, y_3) \tag{2}$$

En el caso particular, al hacer:

$$x = (a, b) \quad y = (c, d) \tag{3}$$

la ecuación queda:

$$\frac{(a, b)(c, d)}{\sqrt{a^2 + b^2}\sqrt{c^2 + d^2}} = -\frac{1}{2} \tag{4}$$

como:

$$\sqrt{c^2 + d^2} = \sqrt{2} \tag{5}$$

Al reemplazar:

$$\frac{(a, b)(c, d)}{\sqrt{2}\sqrt{2}} = -\frac{1}{2} \tag{6}$$

O lo que es lo mismo:

$$(a, b)(c, d) = -1 \tag{7}$$

formando así la primera ecuación de base:

$$ac + bd = -1 \tag{8}$$

Hallazgo de la ecuación básica dos.

La segunda ecuación busca encontrar los componentes de los vectores equidistantes. Ya que:

$$\sqrt{a^2+b^2} = \sqrt{2} \tag{9}$$

resolviendo y eliminando los cuadrados queda:

$$\begin{aligned} a^2+b^2 &= 2 \\ a^2+b^2 &= n \end{aligned} \tag{10}$$

Dado que n es la dimensión donde se gráfica el sistema de ecuaciones siguiente es:

Siendo por analogía con la ecuación (2):

$$x=(a,b) \quad y=(c,d) \quad z=(e,f) \tag{11}$$

La primera matriz de resolución es:

$$\begin{aligned} ac+bd &= -1 \\ ae+bf &= -1 \\ ce+bf &= -1 \end{aligned} \tag{12}$$

La segunda matriz de resolución:

$$\begin{aligned} a^2+b^2 &= 2 \\ c^2+d^2 &= 2 \\ e^2+f^2 &= 2 \end{aligned} \tag{13}$$

Hallazgo de la ecuación básica tres.

Falta encontrar por último el sistema de ecuaciones, se puede ver, todos los puntos en el sistema se representan de la forma (x,y,z) y deben ser llevados a un punto de la forma (x,y); se reemplaza en la siguiente transformación lineal así:

$$\begin{gathered} (x,y,z) \longrightarrow (x,y) \\ x\begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} + y\begin{pmatrix} c \\ d \end{pmatrix} + z\begin{pmatrix} e \\ f \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \end{gathered} \tag{14}$$

Como los puntos de la forma (r,r,r) siendo r cualquier real son $(0,0)$ en el sistema equidistante se reemplaza:

$$r\begin{pmatrix}a\\b\end{pmatrix}+r\begin{pmatrix}c\\d\end{pmatrix}+r\begin{pmatrix}e\\f\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix} \tag{15}$$

queda:

$$r(a+c+e)=0 \tag{16}$$

La tercera matriz de ecuaciones es entonces:

$$\begin{aligned}(a+c+e)&=0\\(b+d+f)&=0\end{aligned} \tag{17}$$

El sistema completo de ecuaciones no sería generalizable a n con esta nomenclatura, ya que toma un ejemplo en particular y hay que generalizarlo con subíndices.[4]

Sistema completo de ecuaciones del sistema $(3D-2D)$.

Lo que nos arroja un sistema completo de ecuaciones para ($3D$ a $2D$).
Siendo:

$$\begin{aligned}x&=(x_1,y_1)\\y&=(x_2,y_2)\\z&=(x_3,y_3)\end{aligned} \tag{18}$$

tenemos que, el sistema completo, están compuesto de tres subsistemas a saber:

subsistema uno:

$$\begin{aligned}x_3+x_2+x_1&=0\\y_3+y_2+y_1&=0\end{aligned} \tag{19}$$

subsistema dos:

$$\begin{aligned}x_1x_2+y_1y_2&=-1\\x_1x_3+y_1y_3&=-1\\x_2x_3+y_2y_3&=-1\end{aligned} \tag{20}$$

subsistema tres:

$$\begin{aligned} y_1^2 + x_1^2 &= 2 \\ y_2^2 + x_2^2 &= 2 \\ y_3^2 + x_3^2 &= 2 \end{aligned} \tag{21}$$

En el caso multidimensional, solo varía la cantidad de ecuaciones. El 2 pasa a ser n y el número de términos por ecuación varía según un parámetro fijo, lo que nos lleva después a una sucesión que converge en un solo término que resuelve este conjunto de tres subconjuntos de ecuaciones.[5]

Método numérico uno: "Igualar a cero".

El primer métodonumérico se llama "Igualar a cero" y la metodología busca igualar a cero los términos posibles, se trata de igualar a cero en una ecuación sin violar su integridad, ni romper un sistema de ecuaciones, es decir, no igualar a cero arbitrariamente, sino vigilandono deshacer el sistema de ecuaciones. Al reemplazar en las ecuaciones se tiene:

$$\begin{bmatrix} 0 + x_1^2 = 2 \\ y_2^2 + x_2^2 = 2 \\ y_3^2 + x_3^2 = 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1x_2 + y_2 0 = -1 \\ x_1x_3 + y_3 0 = -1 \\ x_2x_3 + y_2y_3 = -1 \end{bmatrix} \tag{22}$$

Aplicación del método numérico uno al caso $(4D - 3D)$.

Veamos el caso $(4D - 3D)$. Para ilustrar con otro ejemplo la solución y, después lo generalizaremos a n dimensiones: $(n + 1)D$ a $(n)D$, hallamos la serie que se encuentra inserta en el sistema triple de ecuaciones.[6]
0minos se pueden hacer cero z_1, y_1, y z_2 la matriz solución queda:

$$\boxed{\begin{matrix} 0,\ 0,\ x_1 \\ 0,\ y_2,\ x_2 \\ z_3,\ y_3,\ x_3 \\ z_4,\ y_4,\ x_4 \end{matrix}} \begin{bmatrix} x_1^2 = 3 \\ y_2^2 + x_2^2 = 3 \\ z_3^2 + y_3^2 + x_3^2 = 3 \\ z_4^2 + y_4^2 + x_4^2 = 3 \end{bmatrix}$$

Método numérico dos "Patrón de comportamiento A y B".

Patrón A y B.

(3D – 2D) **(4D – 3D)** **(5D – 4D)**

$$\boxed{\begin{array}{cc} 0 & A_1 \\ A_2 & B_1 \end{array}} \qquad \boxed{\begin{array}{ccc} 0 & 0 & A_1 \\ 0 & A_2 & B_1 \\ A_3 & B_2 & B_1 \\ -A_3 & B_2 & B_1 \end{array}} \qquad \boxed{\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & A_1 \\ 0 & 0 & A_2 & B_1 \\ 0 & A_3 & B_2 & B_1 \\ A_4 & B_3 & B_2 & B_1 \\ -A_4 & B_3 & B_2 & B_1 \end{array}}$$

Como veníamos anunciando el patrón resultante es:

$$A_n = \sqrt{n - \sum_{n=1}^{n-1} B_n^2} \tag{23}$$

La ecuación hija del sistema doble de ecuaciones; de la matriz 1 es:

$$B_n = \frac{-1 - \sum_{n=1}^{n-1} B_n^2}{A_n} \tag{24}$$

La ecuación hija del sistema doble de ecuaciones; de la matriz 2 es:

$$-A_n = [n - (m-1)]B_n \tag{25}$$

la ecuación hija de la matriz 3 del sistema de ecuaciones.

Método numérico tres "técnica de variable auxiliar".

La técnica de variable auxiliar, busca igualar un conjunto a una variable única para simplificar los cálculos de demostración y de hallar soluciones. Hacemos pues X:

$$X = \left(\sum_{n=1}^{n-1} B_n^2 \right) \qquad \text{y} \qquad Y = [n - (m-1)] \tag{26}$$

Ecuación general nos muestra que:

$$nAm = \sqrt{n - \frac{m-1}{n-m+2}} \tag{27}$$

Donde:

n = dimensión base general de gráficación y

m = número de la dimensión específica del elemento.

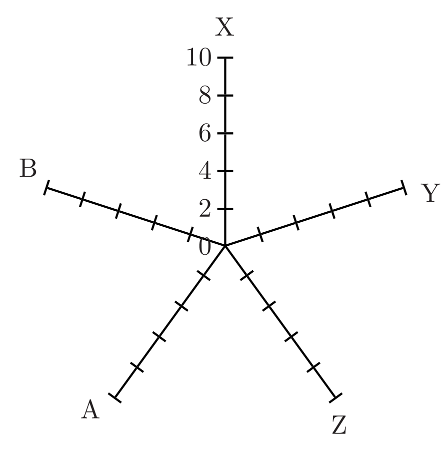
3 Teoría de la semiequidistancia angular vectorial.

La teoría de la Semiequidistancia Angular Vectorial ayuda a generar la sombra dimensional, entre dos dimensiones no contiguas, es decir, no inmediatamente superior o inferior, en otras palabras no adyacentes.

La teoría de la Semiequidistancia Angular Vectorial tiene la utilidad de gráficar funciones y estructuras hipergeométricas de cualquier dimensión a una dimensión específica y la cual es fija. En la investigación de base se toma la creación de un sistema matemático y computacional de gráficación. La dimensión fija es la segunda, es decir, 2D ya que esta es la dimensión de pantalla de un computador. En otras palabras la pantalla de un computador es un sistema bidimensional de gráficación y por esta razón se toma esta dimensión como la dimensión fija. [7]

El Caso $(5D - 2D)$.

Según la regla $m = 5$; el ángulo entre los vectores semiequidistantes es pues $\frac{360}{m}$; lo que resulta $\frac{360}{5} = 72°$. En la gráfica $N°1$ se ven así:



Gráfica 1. Cinco vectores semiequidistantes.

Si se unen los puntos se encuentra que se forma un polígono regular llamado pentágono. Como parámetro se toman los vectores en el siguiente orden para

tener un análisis mas lógico:
X, Y, Z los tres básicos y después ingresan $A, B, C, D, E, F, G, H, I, J$, etc. para los siguientes se trabajan con n términos los vectores guía quedan:

$$\mathbf{X_1}, \mathbf{X_2}, \mathbf{X_3}, \mathbf{X_4}, \ldots, \mathbf{X_n}.$$

Analicemos pues el sistema vectorial de ángulos semiequidistantes $(5D-2D)$ con el cual podemos gráficar cualquier estructura de la quinta dimensión $(5D)$ a $(2D)$. En la segunda dimensión los vectores son X, Y, Z, A, y B y distan $72°$ así:

X dista $72°$ de Y y B
Y dista $72°$ de X y Z
Z dista $72°$ de A y X

A dista $72°$ de A y B
B dista $72°$ de A y X

Pero también observamos que:
X dista $(72°{}^*2)$, es decir $144°$ de A y de Z.
Lo que amplia la teoría a:
Un vector de un sistema de equidistancia angular vectorial dista en $(n = 2)$ vectores a una distancia $\frac{360°}{m}$ de la dimensión representada.
Si $(m-1)$ es par existen tantos grupos de semiequidistancia como elementos tenga:

$$\sum_{X=1}^{X} 2_x = (m-1) \tag{28}$$

Para n grupos, si $(m-1)$ es impar el número de grupos será

$$\sum_{n=1}^{n} 2_n = (m-2) \tag{29}$$

Habrá un grupo de un solo elemento, que estará a una distancia diferente. El primer grupo dista pues $(360°/m)$; el segundo grupo hasta $2^*(360°/m)$; en el tercer grupo $3^*(360°/m)$ y en el enésimo grupo $n^*(360°/m)$. En el análisis

$(5D - 2D)$ de los vectores directores se tienen 5 vectores $m = 5$, $n = 2$ que constituye la base.

$$\sum_{X=1}^{X} 2_x = (m - 1) \tag{30}$$

con $(m - 1) = 4$ si:

$$\sum_{X=1}^{X} 2_x = 4 = 2 + 2, \quad X = 2$$

Entonces existen dos grupos de equidistancia a un vector base.
Estos son para X:
X dista Y y B; $1^*(360/m) = 1^*(360/5) = 72°$
X dista Z y A; $2^*(360/m) = 2^*(360/5) = 144°$
Y así se puede dar la equidistancia para los otros vectores guía del caso ($5D$ a $2D$): Estos vectores son pues los que se usan para gráficar estructuras geométricas que están inscritas en $(5)D$ y dar su representación en $(2)D$.

Para hallar los vectores base, sus componentes, Se toma el primero con el:
$X = (\text{Coseno } 0^*(360°/m), \text{Seno } 0^*(360°/m))$
$Y = (\text{Coseno } 1^*(360°/m), \text{Seno } 1^*(360°/m))$
...
$n = (\text{Coseno } (m - 1)(360°/m), \text{Seno } (m - 1)(360°/m))$

Lo que da en el caso $(5D - 2D)$: $360°/m = 72°$

$X = (\text{Cos } 0^*(72°), \text{Seno } 0^*(72°))$
$Y = (\text{Cos } 1^*(72°), \text{Seno } 1^*(72°))$
$Z = (\text{Cos } 2^*(72°), \text{Seno } 2^*(72°))$
$A = (\text{Cos } 3^*(72°), \text{Seno } 3^*(72°))$
$B = (\text{Cos } 4^*(72°), \text{Seno } 4^*(72°))$

Los ángulos serían pues para el caso $(5D - 2D)$ $360°/m = 360/5 = 72°$.

$0, 72, 144, 216, 288.$

$X = (\text{Cos } 0, \text{Sen } 0)$
$Y = (\text{Cos } 72, \text{Sen } 72)$
$Z = (\text{Cos } 144, \text{Sen } 144)$
$A = (\text{Cos } 216, \text{Sen } 216)$
$B = (\text{Cos } 288, \text{Sen } 288)$

Se puede así conseguir los vectores y sus componentes.

Como se halla un punto de $(5D\ a\ 2D)$.

El punto (X, Y, Z, A, B) que está en $5D$ se convierte en (X, Y) de $2D$.

$$\begin{aligned} X\begin{pmatrix}\text{Cos } 0\\ \text{Sen } 0\end{pmatrix} + Y\begin{pmatrix}\text{Cos } 72\\ \text{Sen } 72\end{pmatrix} + Z\begin{pmatrix}\text{Cos } 144\\ \text{Sen } 144\end{pmatrix} \\ +A\begin{pmatrix}\text{Cos } 216\\ \text{Sen } 216\end{pmatrix} + B\begin{pmatrix}\text{Cos } 288\\ \text{Sen } 288\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}X\\ Y\end{pmatrix}\end{aligned} \tag{31}$$

Pero este sistema es simple. Solo genera gráficas estáticas y se pierde información, ahí es donde entran las perturbaciones dimensionales las cuales dan la posibilidad de ver toda la información de la estructura hipergeométrica, gracias a sus variaciones de ángulo y magnitud principalmente de los vectores guía del sistema.[8]

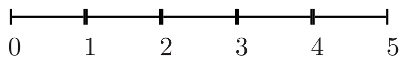
Perturbaciones dimensionales.

Las pertubaciones dimensionales son aquellas que aplican cambios a los modelos base. Tanto a los vectores de equidistancia angular vectorial como a los del sistema de equidistancia angular vectorial. [9]

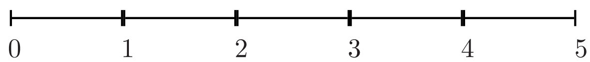
Cambio de magnitud.

Se trata de cambiar el valor del componente de un vector guía, o ampliarlo o disminuirlo.

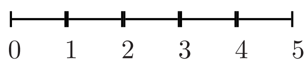
La magnitud numerada es:



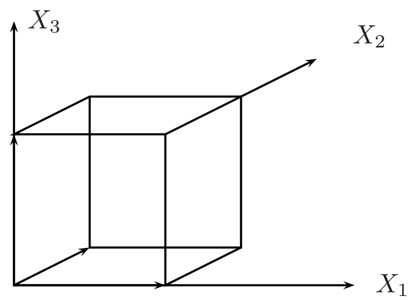
La magnitud variada aumenta el valor de la magnitud:



La magnitud variada, a disminuye el valor de la magnitud:



Otro caso de variación angular es el de tres vectores guía en $2D$. Lo que se quiere realizar es cambiar el ángulo del vector director, en éste caso los ángulos son $0, 45, 90$, en la gráfica 2 se puede observar.



Gráfica 2. Cubo en tres vectores variados en ángulo.

Perturbación dimensional curvatura del espacio.

Podemos aquí ver que en el plano se curva gracias a que los vectores guía de la dimensión lo hacen, tal como se aprecia en la gráfica 3.

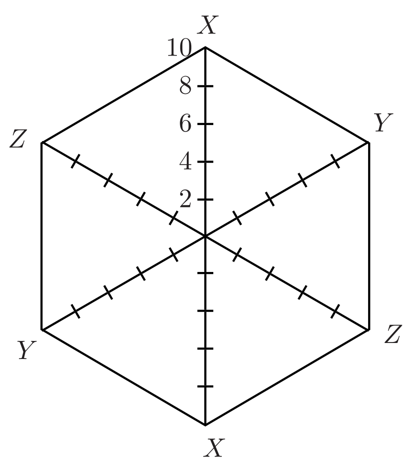
Ejemplos.

A continuación se presentan algunos ejemplos con el objeto de verse más claro las definiciones.

Ejemplo 1. Cubo (3D-2D) Primer Sistema de Equidistancia

En la gráfica 4 se muestra un cubo entre vectores equidistantes. Donde:

$$\begin{aligned} &X \text{ tiene teta1=30}, \quad \text{mag1=1} \\ &Y \text{ tiene teta2=150}, \ \text{mag2=1} \\ &Z \text{ tiene teta3=270}, \ \text{mag3=1} \end{aligned}$$



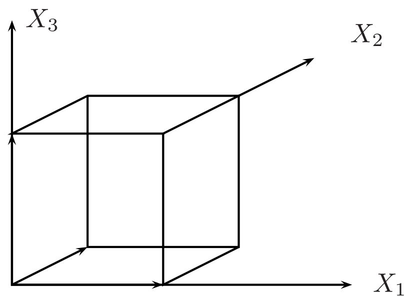
Gráfica 4. Cubo en tres vectores equidistantes.

En la gráfica 5 se muestra un cubo en tres vectores equidistantes. Donde:

$$\begin{aligned} &X \text{ tiene teta1=0}, \quad \text{mag1=1} \\ &Y \text{ tiene teta2=45}, \ \text{mag2=1} \\ &Z \text{ tiene teta3=90}, \ \text{mag3=1} \end{aligned}$$

y X_1 es X, X_2 es Y, y X_3 es Z.

Con esto se tiene el sistema de ecuaciones cuya base de la transformación es: (x, y, z) para (x, y).



Gráfica 5. Cubo en tres vectores variados.

Así:

$$X \begin{pmatrix} \text{Cos } 0 \\ \text{Sen } 0 \end{pmatrix} + Y \begin{pmatrix} \text{Cos } 120 \\ \text{Sen } 120 \end{pmatrix} + Z \begin{pmatrix} \text{Cos } 240 \\ \text{Sen } 240 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} \tag{32}$$

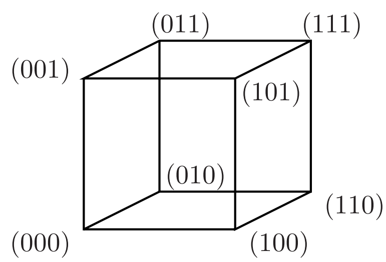
remplazando por los valores del ejemplo 1 queda

$$X \begin{pmatrix} \text{mag1 Cos(teta1)} \\ \text{mag1 Sen(teta1)} \end{pmatrix} + Y \begin{pmatrix} \text{mag2 Cos(teta2)} \\ \text{mag2 Sen(teta2)} \end{pmatrix} + Z \begin{pmatrix} \text{mag3 Cos(teta3)} \\ \text{mag3 Sen(teta3)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} \tag{33}$$

Al reemplazar por los valores numéricos se tiene

$$X \begin{pmatrix} \cos 0 \\ \text{Sen } 0 \end{pmatrix} + Y \begin{pmatrix} 0.4\cos 45 \\ 0.4\text{Sen } 45 \end{pmatrix} + Z \begin{pmatrix} \cos 90 \\ \text{Sen } 90 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X \\ Y \end{pmatrix} \tag{34}$$

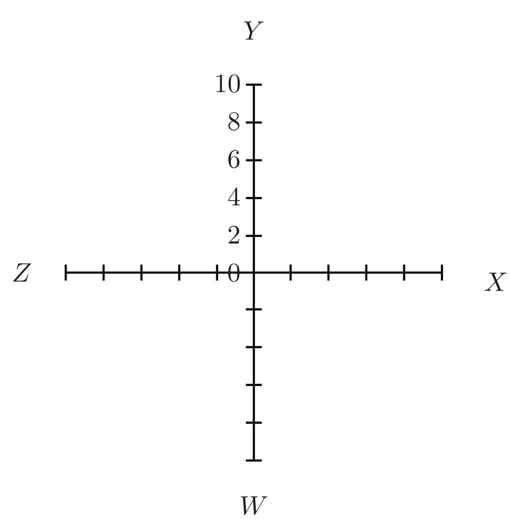
se calculan los puntos (0, 0, 1); (0, 1, 0); (0, 1, 1); (1, 0, 0); (1, 0, 1); (1, 1, 0); (1, 1, 1); (0, 0, 0). Tal como se muestra en la gráfica No 6.



Gráfica 6. Cubo con puntos en tres vectores variados.

Ejemplo 2. Hipercubo (4D-2D).

Busca primero sistema de equidistancia, en la gráfica 7 se aprecian 4 vectores equidistantes



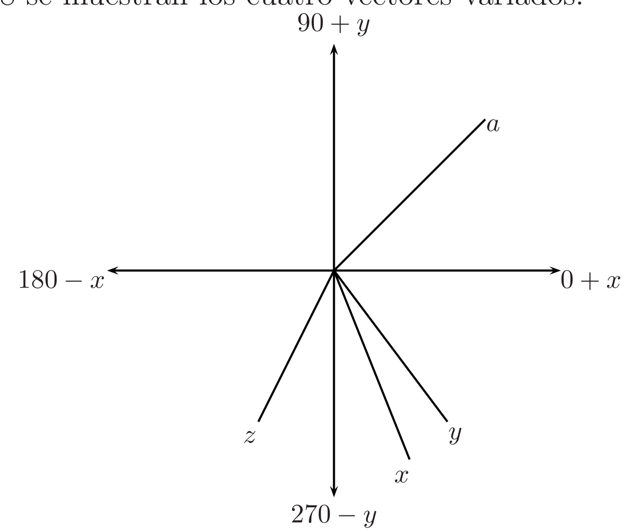
Gráfica 7. Cuatro vectores equidistantes.

Donde

$$
\begin{aligned}
&X \text{ tiene teta1=0}, \quad \text{mag1=1}\\
&Y \text{ tiene teta2=90}, \quad \text{mag2=1}\\
&Z \text{ tiene teta3=180}, \ \text{mag3=1}\\
&A \text{ tiene teta4=270}, \ \text{mag=1}
\end{aligned}
$$

Segunda variación de ángulo y magnitud de vectores.

En la gráfica 8 se muestran los cuatro vectores variados:



Gráfica 8. Cuatro vectores variados.

Aquí podemos ver un ejemplo sin cambiar las magnitudes; cambiamos los ángulos directores.

teta1=280, teta2=300, teta3=225, teta4=45

Encontrar los puntos, dados los vectores de la forma:

$$
\begin{aligned}
&X \text{ teta1=0}, \quad \text{mag1=1}\\
&Y \text{ teta2=40}, \quad \text{mag2=0.5}\\
&Z \text{ teta3=70}, \ \text{mag3=0.5}\\
&A \text{ teta4=90}, \ \text{mag=1}
\end{aligned}
$$

Tenemos que:
La base de la transformación es (x, y, z, a) para (x, y). Así:

$$X\begin{pmatrix}\text{Cos } 0\\ \text{Sen } 0\end{pmatrix}+Y\begin{pmatrix}\text{Cos } 90\\ \text{Sen } 90\end{pmatrix}+Z\begin{pmatrix}\text{Cos } 180\\ \text{Sen } 180\end{pmatrix} +A\begin{pmatrix}\text{Cos } 270\\ \text{Sen } 270\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}X\\ Y\end{pmatrix} \tag{35}$$

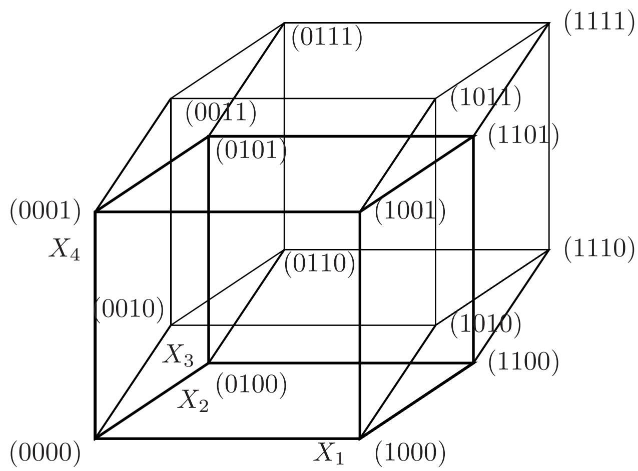
reemplazando por los valores que tenemos aquí:

$$X\begin{pmatrix}\text{mag1 Cos(teta1)}\\ \text{mag1 Sen(teta1)}\end{pmatrix}+Y\begin{pmatrix}\text{mag2 Cos(teta2)}\\ \text{mag2 Sen(teta2)}\end{pmatrix}+Z\begin{pmatrix}\text{mag3 Cos(teta3)}\\ \text{mag3 Sen(teta3)}\end{pmatrix} +A\begin{pmatrix}\text{mag4 Cos(teta4)}\\ \text{mag4 Sen(teta4)}\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}X\\ Y\end{pmatrix} \tag{36}$$

reemplazando por los valores numéricos queda:

$$X\begin{pmatrix}\text{Cos0}\\ \text{Sen0}\end{pmatrix}+Y\begin{pmatrix}\text{0.5Cos } 40\\ \text{0.5Se n } 40\end{pmatrix}+Z\begin{pmatrix}\text{0.5Cos } 70\\ \text{0.5Sen } 70\end{pmatrix} +A\begin{pmatrix}\text{Cos } 90\\ \text{Sen } 90\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}X\\ Y\end{pmatrix} \tag{37}$$

Ahora se calculan los puntos: $(0,0,0,0)$, $(0,0,0,1)$, $(0,0,1,0)$, $(0,0,1,1)$, $(0,1,0,0)$, $(0,1,0,1)$, $(0,1,1,0)$, $(0,1,1,1)$, $(1,0,0,0)$, $(1,0,0,1)$, $(1,0,1,0)$, $(1,0,1,1)$, $(1,1,0,0)$, $(1,1,0,1)$, $(1,1,1,0)$, $(1,1,1,1)$.

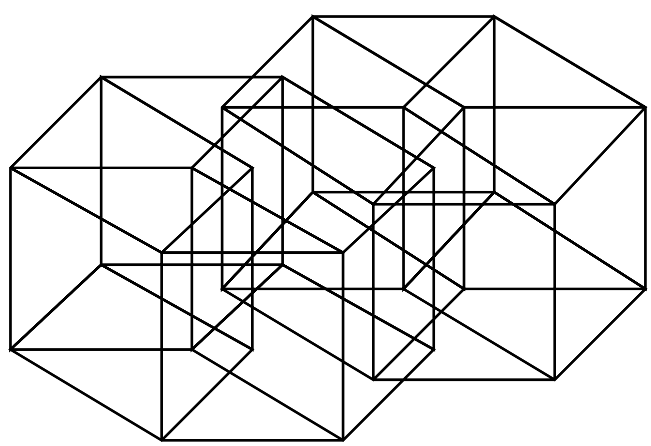


Gráfica 9. Hipercubo con cuatro vectores variados .

Observación: X_1 es X, X_2 es Y, X_3 es Z, y X_4 es A.

3.1 En el ejemplo 3. Hipercubo en $5D$.

Se trata ahora de mostrar en este ejemplo que es un hipercubo en $5D$, con valores para los vectores directores tal como se muestra en la gráfica 10:



Gráfica 10. Hipercubo en $5D$.

Donde:

$$\begin{aligned} \text{MagX=1},\ \ \text{tetaX=0} \\ \text{MagY=1.3},\ \ \text{tetaX=30} \\ \text{MagZ=0.85},\ \ \text{tetaX=60} \\ \text{MagA=1.5},\ \ \text{tetaX=90} \\ \text{MagB=1.25},\ \ \text{tetaX=135} \end{aligned}$$

Recordemos en este ejemplo como se evalúan los puntos. Los puntos a evaluar son:

$$\begin{array}{lllll} (0,0,1,0,1) & (0,0,1,1,0); & (0,0,1,1,1); & (0,1,0,0,0); & (0,1,0,0,1); \\ (0,1,0,1,0) & (0,1,0,1,1); & (0,1,1,0,0); & (0,1,1,0,1); & (0,1,1,1,0); \\ (0,1,1,1,1) & (1,0,0,0,0); & (1,0,0,0,1); & (1,0,0,1,0); & (1,0,0,1,1); \\ (1,0,1,0,0) & (1,0,1,0,1); & (1,0,1,1,0); & (1,0,1,1,1); & (1,1,0,0,0); \\ (1,1,0,0,1) & (1,1,0,1,0); & (1,1,0,1,1); & (1,1,1,0,0); & (1,1,1,0,1); \\ (1,1,1,1,0) & (1,1,1,1,1) & & & \end{array}$$

Los cuales conforman el hipercubo en quinta dimensión. La forma general de la ecuación es:

$$\begin{aligned} X\begin{pmatrix}1\text{Cos } 0\\ 1\text{Sen } 0\end{pmatrix} + Y\begin{pmatrix}1.3\text{Cos } 30\\ 1.3\text{Sen } 30\end{pmatrix} + Z\begin{pmatrix}0.85\text{Cos } 60\\ .85\text{Sen } 60\end{pmatrix} \\ +A\begin{pmatrix}1.5\text{Cos } 90\\ 1.5\text{Sen } 90\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}1.25\text{Cos } 135\\ 1.25\text{Sen } 135\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}X\\ Y\end{pmatrix} \end{aligned} \tag{38}$$

Se reemplaza (X, Y, Z, A, B), del lado izquierdo del igual, por los valores del punto en $5D$ que queremos transformar y queda la pareja ordenada (X, Y), el resultado total es la gráfica del ejemplo.

Nota: Ls teorías y teoremas aquí planteadas son propiedad del autor del artículo y ya están planteadas.

3.2 Conclusiones.

La multidimensional es una nueva y antigua frontera de la ciencia en la cual nos podemos apoyar para solucionar nuestros problemas tanto de la ciencia y de la tecnología. Trás el fracaso de muchos sistemas como el de la Física de partículas subató micas del modelo estándar, podemos hallar aquí respuestas y soluciones a nuestros interrogantes y problemas como por ejemplo el modelo de las supercuerdas.

El trabajo aquí planteado representa un esfuerzo y dej aun sistema aunque simple, funcional, en el cual se puede soportar cualquier persona para graficar y hacer representaciones de una estructura geométrica o función en cualquier dimensión en resumen es un sistema amplioel cual muestra representaciones lineales ono, ortogonales ono y se pueden hacer muestreos de dichas estructuras con las variaciones que se deseen.

Fuentes Bibliográficas

[1] Apóstol, *Tom M Calculus*, Tomo I y II, segunda edición. Editorial Reverte, col S.A.

[2] Banchoff, Thomas. *Geoview*. Editoral Univesity of Minnesota Press E.E.U.U. 2000.

[3] Banchoff, Thomas, *nd view, and 4d view of 1999*,editoral Univesity of Minnesota Press EE.UU.

[4] Coxeter H.S.M., F.R.S., *Fundamentos de Geométria*, 1971. Editorial Limusa Wiley.

[5] Jouffret, E. *Traite elementaire de geometrie a quatre dimensionet et introduction a la geometrie a n dimension.* 1903.

[6] Kaku Michio, *Hyperspace*, 1998. Editorial Oxford Press.

[7] Kendal M.G. ScD. *The Geometry of n dimension*. President Royal Statistic Society. Editorial Hafter publishing Company N.Y. 1962.

[8] LP Eisenhart, Dean. *Geometry and tensor Calculus*. Editorial Cambridge Press. 1990.

[9] Parker Maning, Henry. *Geometry of four dimension*, 1956, Editorial Dover EE.UU.

[10] Salam, Abdus. *Unificación de las fuerzas fundamentales de la Física, Premionobel*, Wener Heisenberg & Paúl Dirac 1990. Editorial Gedisa S.A.