

X Ing. SVIAT KROCHIN

X LA CUARTA DIMENSION Y EL VIAJE A TRAVES DEL TIEMPO



Actualmente el espacio-tiempo y la cuarta dimensión son palabras comunes aunque muchos se cohiben al escucharlas. Esto no tiene razón de ser pues felizmente es posible prescindir de las altas matemáticas para comprender lo que significan. Para esto hay que definir primero lo que es una dimensión.

Si queremos describir la posición de un lugar sobre una línea por ejemplo sobre una carretera, nos basta dar la distancia a que está de otro lugar que consideramos como origen. Esta distancia es perfectamente suficiente para determinar la posición del punto. Por lo tanto como un sólo número es suficiente para localizar un punto sobre una línea, se dice que la línea tiene una sola dimensión o que es espacio unidimensional.

Si queremos indicar la posición de un cuadro sobre una pared necesitamos decir a qué altura del suelo y a qué distancia de una de las otras paredes. La pared es un plano, por tanto necesitamos dos números, referidos a dos ejes, generalmente perpendiculares entre sí, para representar la posición de un punto sobre ella, es decir que un plano tiene dos dimensiones o sea que es un espacio bidimensional.

Nosotros vivimos en un mundo de tres dimensiones o sea que son suficientes tres coordenadas para representar la posición de un punto. Siendo seres tridimensionales, nuestros sentidos no nos permiten concebir espacios de más de tres dimensiones. El sistema de coordenadas que usamos consiste de tres ejes perpendiculares entre sí y no es posible imaginar un cuarto eje perpendicular a los anteriores. Con todo, por medio de analogías geométricas podemos formarnos una idea de lo que puede ser un espacio de cuatro dimensiones.

Los volúmenes son cuerpos de tres dimensiones, las figuras planas cuerpos de dos dimensiones, las rectas de una dimensión y el punto carece de dimensiones. Geométricamente un punto se puede considerar como la intersección de dos líneas. O sea que dos cuerpos de una dimensión al cortarse da un cuerpo de cero dimensiones que es el punto. El cuarto resultante tiene una dimensión menos que los que lo originaron.

Si se cortan dos planos entre sí, su intersección produce una recta. O sea que cuerpos de dos dimensiones originan cuerpos de una dimensión. De igual manera la intersección de dos volúmenes o sea de cuerpos de tres dimensiones origina superficies o sea cuerpos de dos dimensiones.

Por analogía podríamos decir que al cortarse dos cuerpos de cuatro dimensiones producirían cuerpos de tres dimensiones o en otras palabras que los volúmenes representan la intersección de cuerpos de cuatro dimensiones.

Podemos expresarlo en otra forma:

La proyección de una recta paralelamente a sí misma origina un punto. La proyección de un plano sobre una recta da un tramo de recta. La proyección de un volumen sobre un plano da una superficie.

Igualmente la proyección de un hipervolumen o cuerpo de cuatro dimensiones dará un cuerpo de tres dimensiones.

Igual que en el caso de las intersecciones, la proyección tiene siempre una dimensión menos que el cuerpo proyector.

Supongamos por ejemplo un cubo. Al dibujarlo sobre un papel lo que realmente hacemos es proyectarlo sobre una superficie. Según la forma de esta superficie y la manera de proyectarlo podemos tener distintos dibujos del cubo como se ve en la figura N° 1. Pero aunque

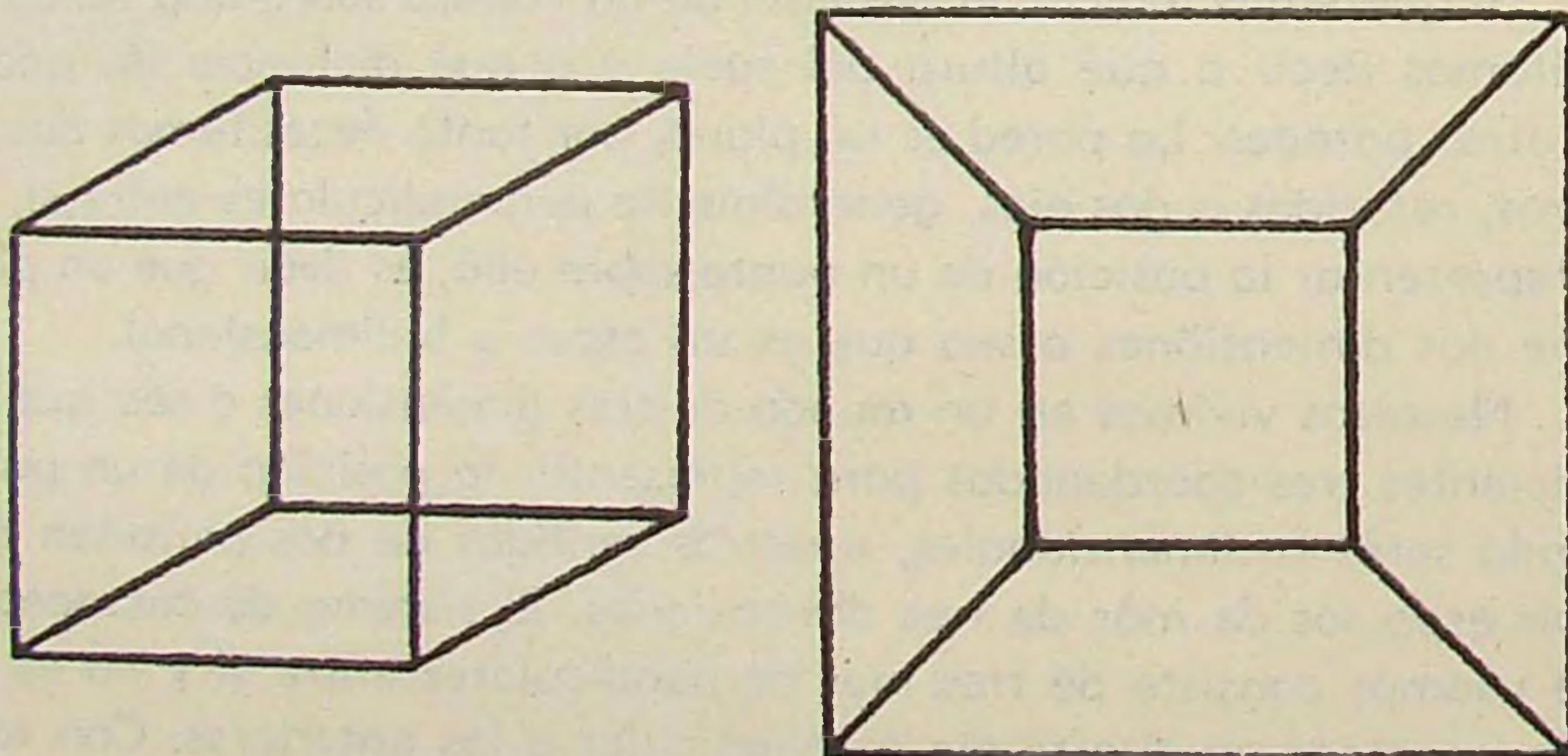


FIGURA N° 1

la forma y las dimensiones de los elementos del cubo cambian, su número permanece el mismo como puede comprobarse en el dibujo. Es decir que tenemos siempre ocho vértices, doce lados y seis superficies.

Se puede calcular el número de elementos para cubos de distinto número de dimensiones considerando al punto como un cubo de cero dimensiones, a la línea como un cubo de una dimensión, al cuadrado como un cubo de dos dimensiones, al cubo común como un cubo de

tres dimensiones y al TESSERACTO, que es como se le conoce, al cubo de cuatro dimensiones.

Entonces se obtiene la siguiente tabla:

CUERPO	Puntos	Líneas	Superficies	Volumenes	Hipervolumenes
Punto .....	1				
Línea .....	2	1			
Cuadrado .....	4	4	1		
Cubo .....	8	12	6	1	
Hipercubo .....	16	32	24	8	1

En esta tabla la cifra de cada casilla se obtiene de la suma doble de la cifra situada inmediatamente encima más la que está a la izquierda de esta última. Así por ejemplo si quisiéramos saber el número de caras que tiene un cubo de cinco dimensiones tendríamos que es  $24 \times 2 + 32 = 80$ .

Pero nos interesa sólo el de cuatro dimensiones.

Conociendo el número de elementos de un tesseracto podríamos representar su proyección por medio de un modelo tridimensional. Sobre el papel podemos dibujar solamente una proyección de esta proyección como se puede ver en la figura N° 2.

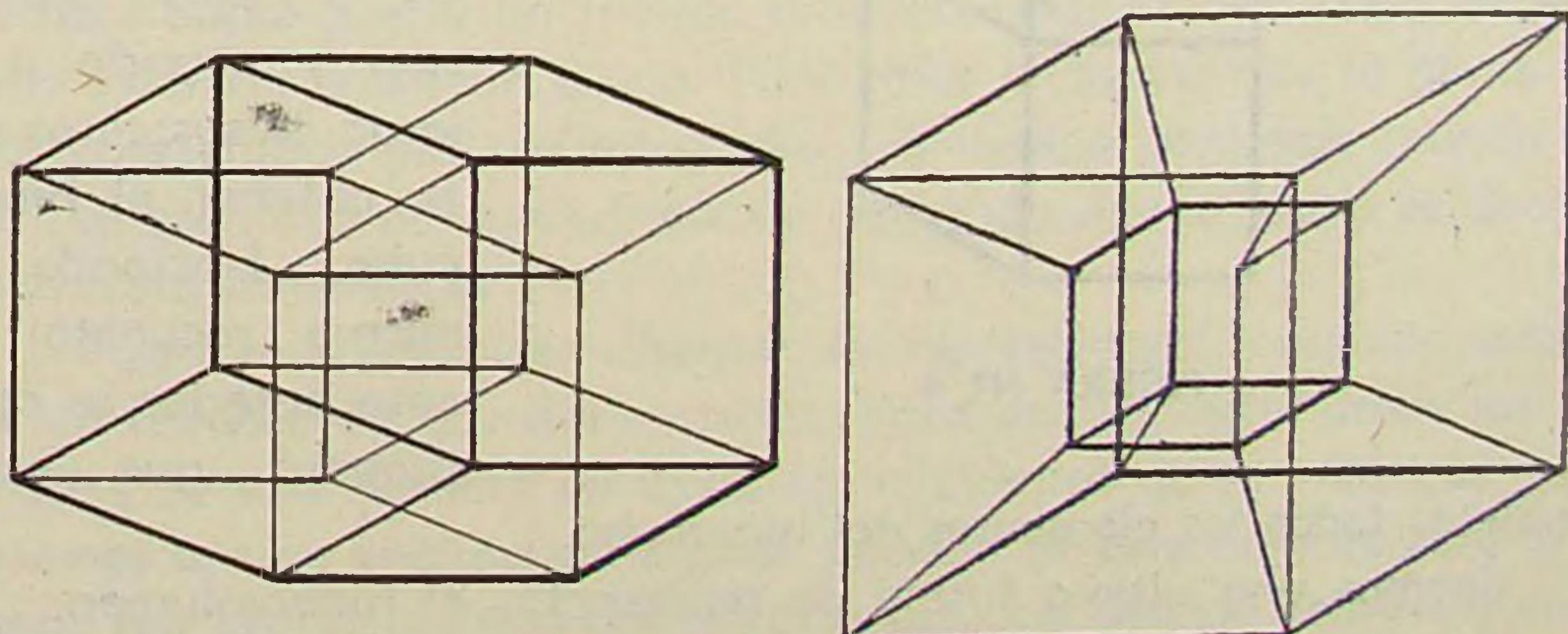


FIGURA N° 2

Otra forma de imaginar un hipercubo es por medio del desorrollo. Para construir un cubo se puede recortar una cruz de cartón como se ve en la figura 3, doblarla por las aristas normalmente a su plano y

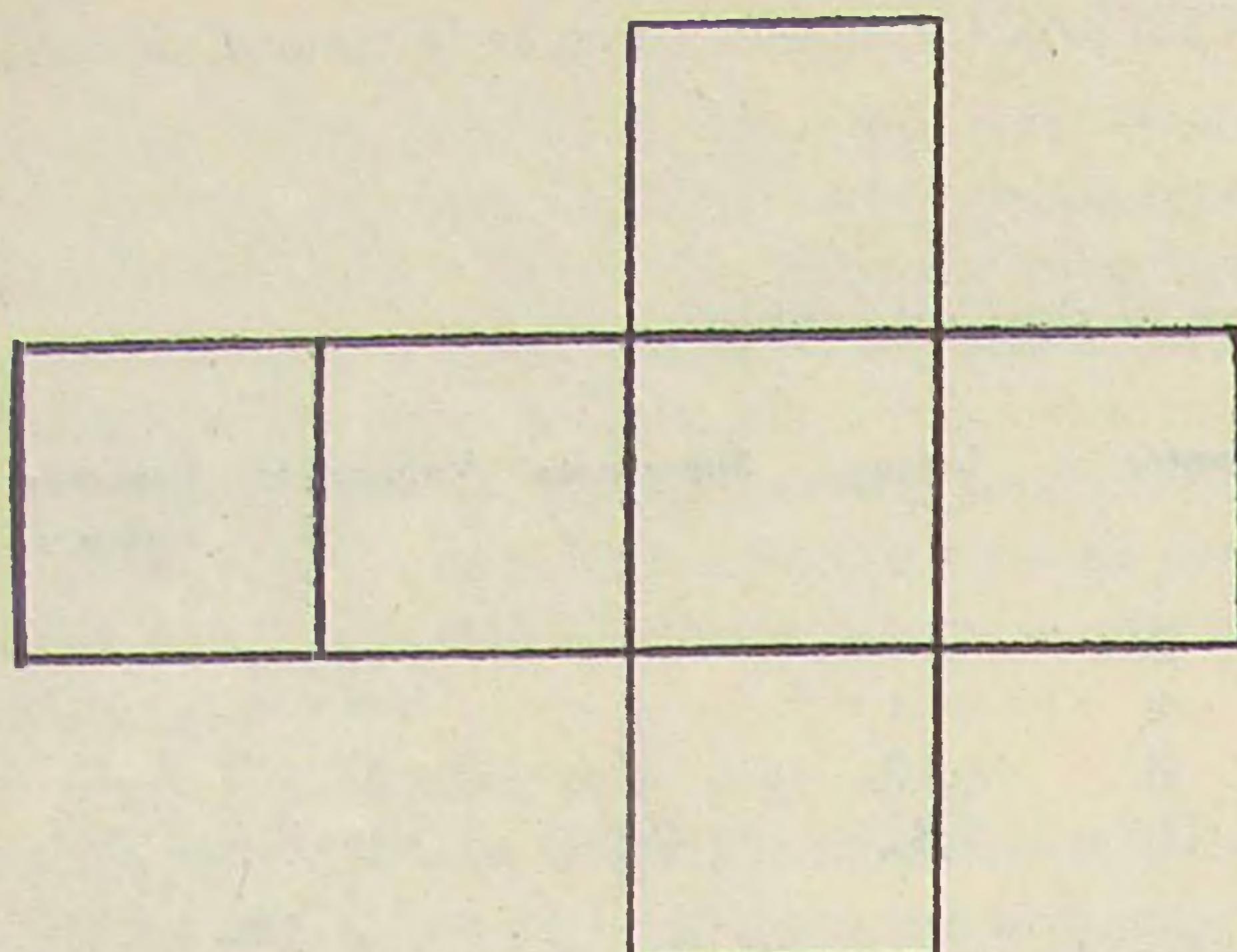


FIGURA N° 3

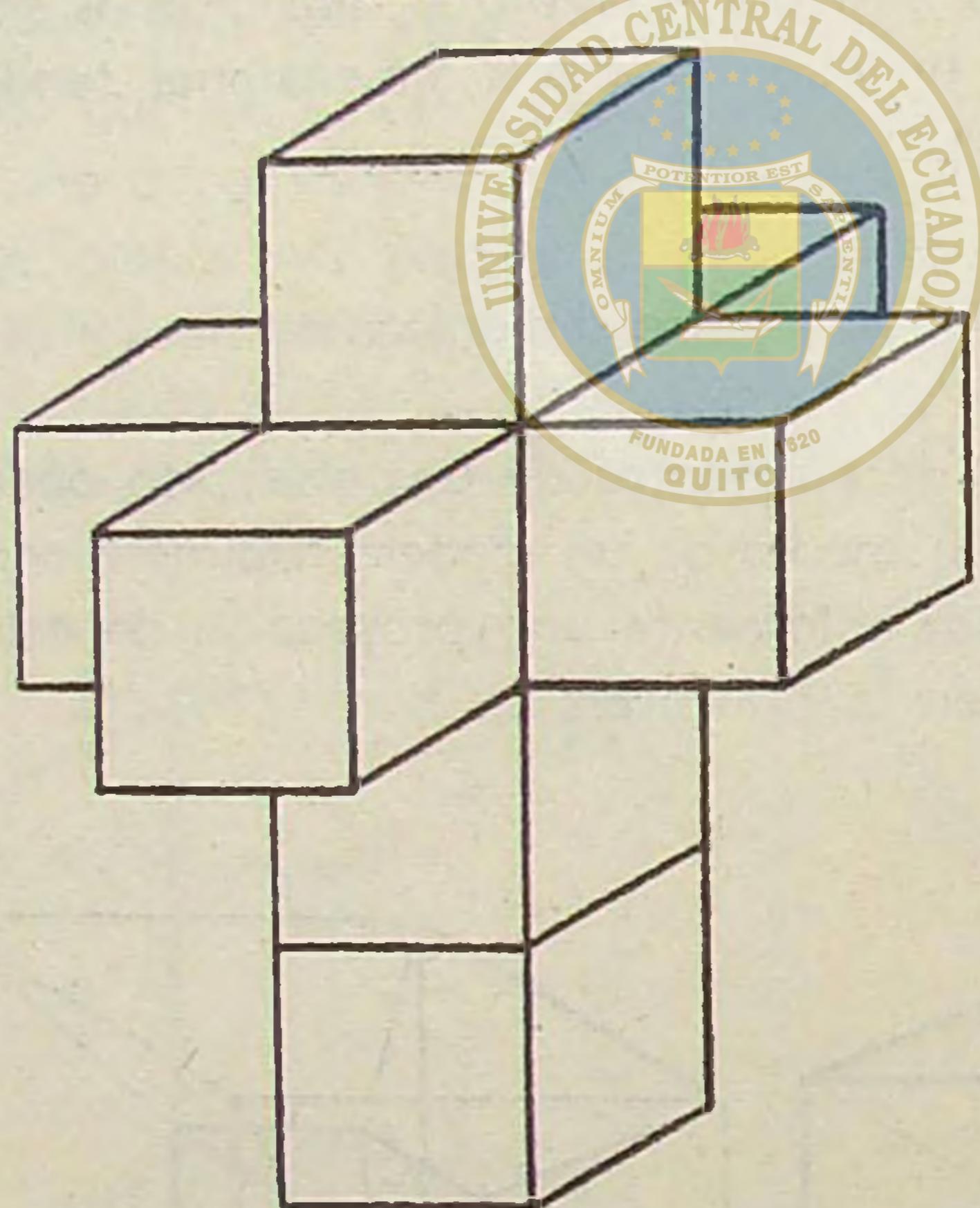


FIGURA N° 4

completos todos los elementos del hipercubo.

Veamos una última forma de representar el hipervolumen:

Un punto al moverse recorre una trayectoria que es la línea. Una recta al desplazarse perpendicularmente a su dirección cubre una superficie.

Una superficie desplazándose perpendicularmente a su plano abarca un volumen. Por analogía podemos decir que un volumen desplazándose perpendicularmente a las otras tres dimensiones originará

pegarla por sus bordes. Se puede ver que este cubo desarrollado en dos dimensiones están completos todos los elementos es decir seis caras, doce aristas, etc. En realidad se cuentan 19 líneas pero de estas sólo 5 interiores mientras que las 14 restantes son exteriores y por eso hay que dividirlas para dos ya que se unirán de dos en dos en las aristas del cubo.

En forma similar se puede desarrollar un hipercubo en tres dimensiones como se ve en la Figura N° 4. El sólido obtenido habría que doblarlo  $90^\circ$  en la cuarta dimensión y pegarlo a lo largo de sus caras para obtener el hipercubo. Haciendo el mismo recuento del caso anterior se comprobará que están

un hipervolumen. La dificultad está solamente en concebir este cuarto eje, perpendicular a los tres anteriores. Felizmente si tenemos un concepto para definir esta cuarta dirección sólo que estamos tan acostumbrados a él que casi no lo tomamos en cuenta. Es el TIEMPO, En realidad cuando describimos la posición de un punto en el espacio no son suficientes las tres coordenadas a las que nos hemos referido pues no basta decir DONDE está sino también CUANDO está. En esta forma todas las cosas deben ser referidas no solamente a tres direcciones espaciales sino también a una temporal. Así por ejemplo al hablar del cubo tridimensional vemos que no solamente se extiende en el espacio sino que también se extiende en el tiempo. Esta extensión en el tiempo se llama DURACION. La duración del cubo sería el intervalo de tiempo que transcurre entre el momento de hacerlo hasta el momento en que es destruido en alguna forma. Por eso para dar ubicación correcta del cubo no basta dar tres coordenadas espaciales de todos sus elementos sino que además habría que poner la fecha correspondiente en todas sus aristas.

Así vemos que un hipercubo no es más que un cubo considerado en un intervalo de tiempo. Podemos comprobar el número de los elementos. Tenemos que los dos extremos del intervalo están limitados por un cubo. O sea que el número de elementos de un cubo se duplica. A esto hay que sumar otros elementos pues el desplazamiento a través del tiempo de cada arista da una cara, de cada vértice da una arista y de cada cara da un volumen. En esta forma el número de elementos de un hipercubo resulta como ya vimos de 8 cubos, 24 caras, etc.

En igual forma todos los cuerpos existentes se extienden en el tiempo. Supongamos un mundo bidimensional es decir uno en el que todo existiera sobre un plano. Podríamos imaginar que la gente estaría representada por sus fotografías. El tiempo para este mundo estaría representado por una dirección perpendicular al plano es decir por la tercera dimensión.

Podríamos entonces obtener la representación espacio-temporal de un hombre de dos dimensiones. Para eso necesitaríamos las fotografías de este hombre en todos los momentos de su vida que supondríamos la una encima de la otra. La vida de este hombre estaría formada por un prisma que comenzaría con una sección representando el embrión y terminaría con otra representando un cadáver. Haciendo secciones transversales por este prisma podríamos obtener al hombre en cualquier momento de su vida.

En el mundo en el que vivimos es lo mismo, sólo que el prisma se extiende en la cuarta dimensión y las secciones a través de él no son planas sino tridimensionales representando cada una la totalidad del

universo en diferentes momentos. Además nuestros sentidos no nos permiten captar todo el prisma sino solamente estas secciones.

Por lo tanto el tiempo es una dimensión igual a las dimensiones del espacio con la diferencia de que mientras las distancias en el espacio medimos con una regla graduada, las distancias en el tiempo las medimos con reloj. Esta diferencia que tienen nuestros sentidos en captar las nociiones del tiempo y del espacio no es la única ni la más importante.

Hay otra diferencia entre el espacio y el tiempo que es mucho más importante y consiste en lo siguiente: En el espacio podemos desplazarnos en cualquier sentido y con cualquier velocidad. Esta libertad no tenemos en el tiempo pues el sentido está impuesto y nos desplazamos siempre desde el pasado hacia el futuro. No podemos recuperar los días idos ni impedir la aproximación del porvenir. Somos como los pasajeros de un ascensor que tenemos que seguir su marcha inexorable hasta llegar a nuestro punto de destino. El flujo del tiempo va con la misma velocidad para todos y no podemos ni retardarlo ni acelerarlo. Solamente con la imaginación podemos desplazarnos libremente en el tiempo sea evocando en la memoria hechos pasados o previendo hechos futuros.

El problema que surge en, si esta imposibilidad de desplazarse en el tiempo se debe a leyes físicas o si podemos dominarla. En el espacio también no tenemos la misma libertad para movernos en todos los sentidos y direcciones. Por ejemplo no hay ningún obstáculo para que vayamos hacia adelante o hacia atrás o hacia la derecha o izquierda. En cambio no podemos movernos con la misma libertad en el sentido vertical. Podemos descender todo lo que queremos pero para ascender debemos primero vencer la atracción de gravedad. Así como para poder subir el hombre tuvo que inventar globos aerostáticos, aviones y cohetes, ¿no será cuestión de un nuevo adelanto científico para poder desplazarse libremente a través del tiempo.

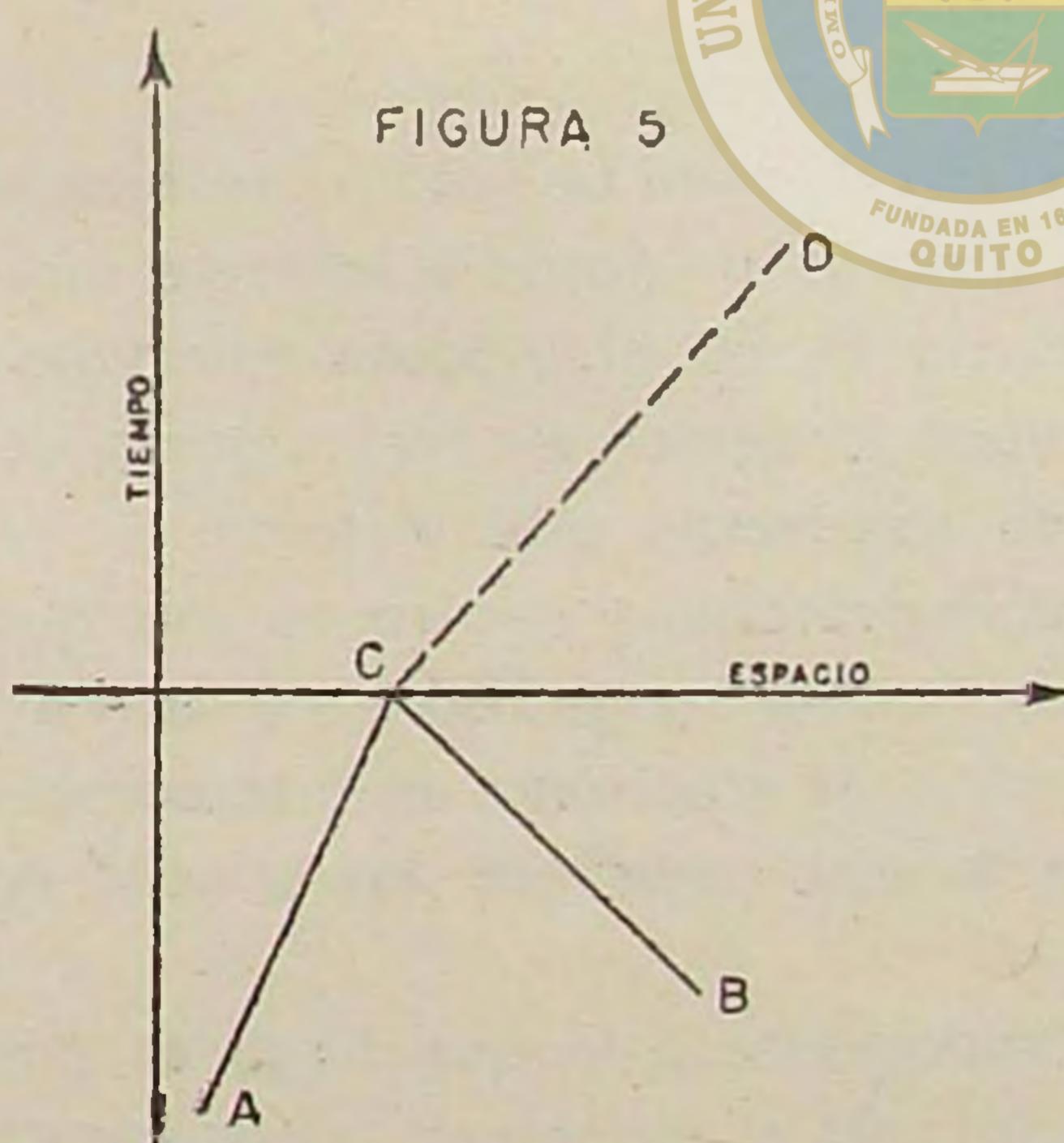
Para esto habría que resolver primero un problema interesante. Al hablar del prisma espacio-temporal que es el universo tenemos que preguntarnos si es este prisma estático o dinámico. Es decir, ¿es un prisma tetradimensional, por decirlo así inmóvil, que se extiende indefinidamente hacia el pasado y hacia el futuro? ¿o está alargándose hacia el futuro como un tren que corre hacia alguna estación? En el primer caso tanto el pasado como el futuro ya existen en este momento y es sólo nuestra conciencia la que se va desplazando a través del tiempo desde el pasado hacia el futuro. Y se podría decir que nuestra conciencia viaja de espaldas pues sólo podemos mirar el camino ya recorrido es decir el pasado y no el futuro. Todo estaría ya prefijado y se cumpliría exactamente la doctrina del determinismo. En el segun-

do caso el prisma estaría vacío y sería sólo la sección tridimensional la que se desplazaría a través del tiempo. Entonces sí sería posible el libre albedrío pero en cambio imposibles los viajes a través del tiempo, pues la única realidad existente sería el presente.

Se han escrito numerosas novelas fantásticas, como por ejemplo la tan famosa de H. G. Wells llamada "Máquina de Tiempo", en las cuales el protagonista viaja al pasado donde domina la situación gracias a su conocimiento de las cosas que van a suceder, o al futuro donde roba una serie de inventos para utilizarlos en su propia época. Estas novelas presentan paradojas lógicas difíciles de resolver y además de esto no pasan de ser fantasías.

Sin embargo en el mundo atómico se presentan fenómenos que sí pueden ser interpretados a base de la suposición del viaje a través del tiempo es decir con la dirección desde el futuro hacia el pasado.

Las partículas elementales de los átomos son el electrón, el protón y el neutrón y se conocen también las antipartículas que son el positrón, el antiproton y el antineutrón que tienen las mismas masas pero los signos eléctricos y magnéticos respectivamente opuestos.



Supongamos un sistema de coordenadas (Figura N° 5) teniendo en las abscisas el espacio y las ordenadas el tiempo. Si queremos representar el choque de un electrón con un positrón que se aniquilan emitiendo un fotón tendremos el siguiente gráfico:

El electrón se encuentra en el punto A y se desplaza en el tiempo y el espacio hacia el punto C. Un positrón situado en B se desplaza en el mismo sentido en el tiempo

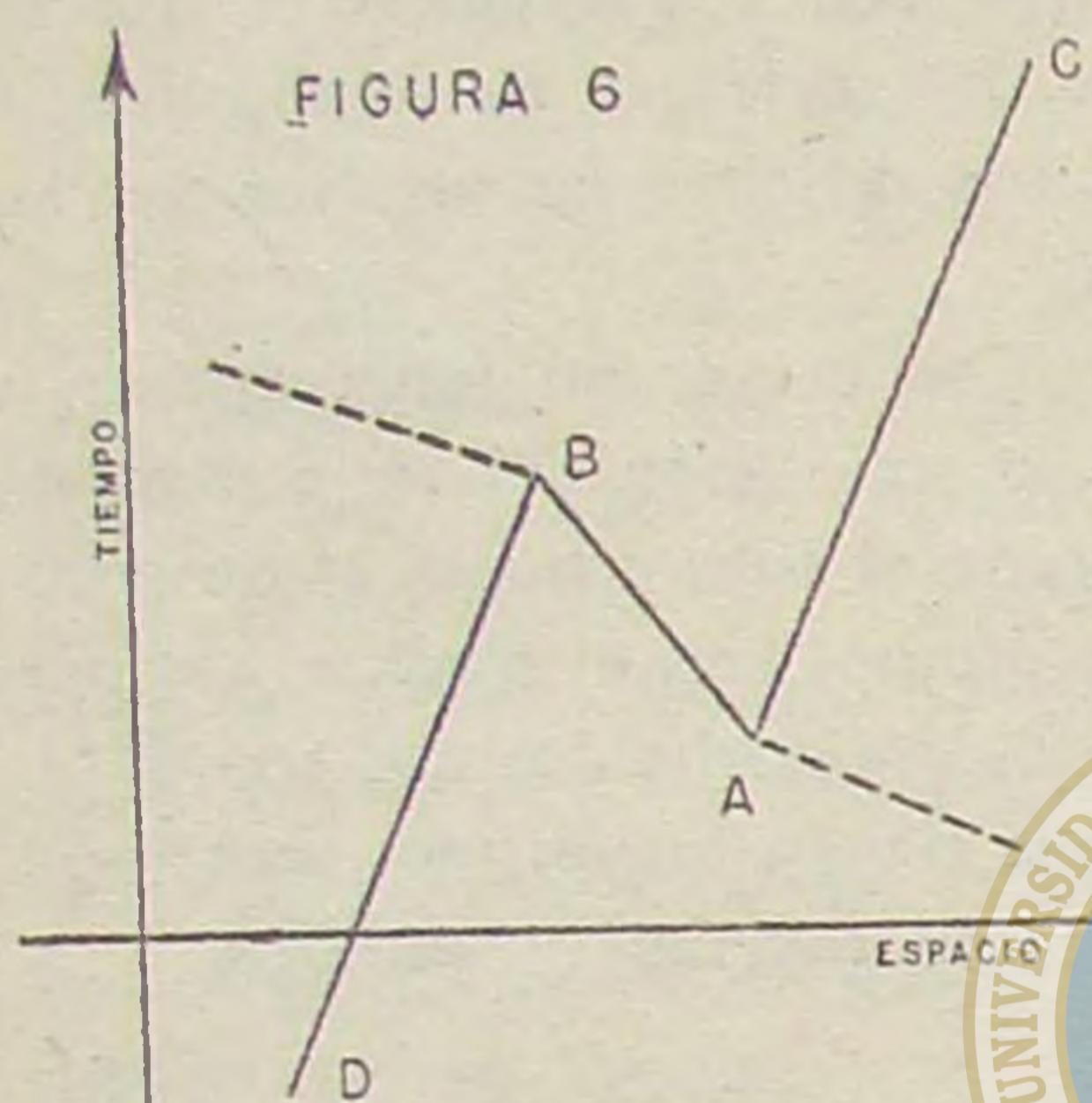
pero en sentido contrario en el espacio hacia C, los dos chocan en el punto C, se aniquilan y el fotón emitido se dirige hacia D. Esta sería la interpretación convencional del fenómeno es decir admitiendo que la dirección de causa a efecto es desde el pasado hacia el futuro y que cualquier influencia exterior afecta la historia futura de la partícula pero no la pasada.

Este mismo fenómeno puede ser interpretado en otra forma. El electrón avanza en el espacio y en el tiempo desde A hasta C. En el punto C desprende un fotón sufriendo por eso un efecto de retroceso. Pero este retroceso se produce no en el espacio sino en el tiempo y el

electrón invierte su dirección en el tiempo siguiendo la trayectoria CB. En un momento cualquiera estamos viendo al mismo electrón en dos lugares diferentes pero cuando avanza desde el futuro hacia el pasado lo vemos como positrón.

D

Con el mismo criterio podemos estudiar un proceso más complicado como por ejemplo la creación de un par seguida del aniquilamiento de un par (Figura N° 6). Desde el punto de vista convencional,



en A un fotón se desdobra en un electrón que va hacia C y un positrón que va hacia B. En B el positrón se encuentra con un electrón que venía desde D y el par se aniquila originando un fotón. O sea que en este proceso han intervenido tres partículas: dos electrones y un positrón.

**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
Interpretándolo en otra forma  
tenemos:

Un electrón se desplaza de D a B. En B emite un fotón y retrocede en el tiempo hasta llegar a A. En A absorbe un fotón e invierte nuevamente su dirección dirigiéndose hacia C. En el proceso interviene una sola partícula. En un momento dado la vemos en tres lugares diferentes pero eso es porque atraviesa tres veces este instante.

Una cosa semejante se produce con protones y neutrones sólo que el intercambio de energía es de mucho mayor magnitud y no se hace con fotones sino con mesones. En el caso de electrones el intercambio de energía es de orden de un millón de electronvoltios, en el caso de nucleones es miles de veces mayor.

De todos modos la conclusión importante a la que llega es que un electrón viajando en sentido contrario en el tiempo se nos presenta como un positrón, un protón como antiproton y un neutrón como antineutrón.

Podemos imaginar un antiátomo constituido por antipartículas que sería equivalente a un átomo común viajando del futuro al pasado. Así mismo los antiátomos podrían formar antimoléculas y éstas a su vez anticuerpos no podrían existir en nuestro universo. Sabemos que cada vez que un electrón y un protón se encuentran, se aniquilan con el desprendimiento de una cantidad muy grande de energía. Si un hombre lograra viajar hacia el pasado a nosotros se nos presentaría como un anti-hombre es decir que estaría formado por anti-materia

Y los antiátomos que formarían su cuerpo, al toparse con los átomos normales, producirían al cabo de una fracción de segundo una explosión tal que haría parecer insignificante la de una bomba de hidrógeno.

Se cree que en los confines de nuestro universo existen galaxias formadas por antimateria. Esta creencia es hasta aquí puramente deductiva pues siendo la luz emitida por antimateria exactamente igual a la luz común no es posible comprobarlo experimentalmente. Pero si en alguna forma pudiéramos observar lo que está sucediendo en los soles y planetas de estas galaxias es lícito suponer que veríamos el tiempo desarrollándose en sentido contrario al nuestro. O sea que la vida de los supuestos habitantes de estos planetas se presentaría a nuestra vista como una película proyectada en el sentido contrario al normal.

