

Las dimensiones del espacio. Una simplificación

Victor Estrada Diaz

2000

Abstract

1 El punto

La entidad más simple en un espacio es un **punto**. ¿Pero que es un punto?. Un punto es una localización, un lugar, una referencia dimensional. Un espacio de dimensión cero. Cuando hablamos de un **punto**, pensamos en él como un lugar en un espacio de una dimensión mayor, un lugar en una recta, un lugar en un plano, un lugar en el espacio... Un **punto** adquiere sentido cuando se enfrenta con otro. Podemos hablar de características que distinguen a un punto de otro.

2 Dimensión

Dimensión es la característica mínima que nos permite distinguir en un conjunto un punto de otro, la cuál nos indica como podemos llegar de un punto a otro. Llamamos grados de libertad o dimensiones de un espacio a la característica mínima permitida para todos los puntos del espacio, por eso decimos que el punto no tiene dimensión.

3 La simplificación

Cuando hacemos una fotografía, un dibujo, un esquema, estamos haciendo una simplificación de la realidad. Lo que estamos haciendo es prescindir de una dimensión para no tener que cargar en nuestra limitada mente con todos los matices que la realidad tiene y así hacerla mas asequible a nuestro entendimiento. Una fotografía es un objeto de dos dimensiones que representa objetos tridimensionales. Para entender mejor la estructura del espacio prescindimos de dimensiones en un esfuerzo de simplificación y luego extendemos como generalidad nuestros descubrimientos al resto de dimensiones. La simplificación es lo que nos permite abordar temas complejos.

4 El suceso

Cuando hablamos de un punto hablamos siempre de dimensiones espaciales, pero en realidad este concepto no sirve cuando introducimos el tiempo como dimensión. Voy a aclarar esto: Imaginar un punto en el espacio. Imaginar que el punto ha estado ahí siempre y no se moverá nunca por lo que seguirá estando ahí por siempre jamás. Si el punto no se mueve, en un espacio-tiempo será una recta y no un punto ya que estará presente a lo largo de toda la dimensión temporal. Esto nos lleva a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué hace que este punto se desplace a lo largo de la dimensión temporal?
2. ¿Por qué no se necesita energía para moverse en esta dimensión?

Todos nuestros principios en física hacen referencia a la relación que existe entre las dimensiones espaciales y la temporal pero el tiempo siempre lo mantenemos al margen de las demás dimensiones espaciales, quizá por ello no estemos viendo como es en realidad el espacio. Para hablar con propiedad de puntos en cuatro dimensiones, deberíamos hablar de sucesos en vez de puntos ya que debemos fijar la dimensión temporal. El tiempo es una dimensión perturbadora para nuestra mente, por eso nuestra tendencia natural es mantenerla al margen, pero al hacerlo perdemos la visión de conjunto real del espacio.

5 La línea

La línea es un espacio de una dimensión, lo mismo que el punto no tiene el mismo sentido en un espacio-tiempo ya que nuestra línea espacial en realidad es un plano cuando introducimos el concepto de tiempo. Un ejemplo próximo a una línea podría ser una partícula. Si esta no tuviese un volumen, cuando la consideramos a lo largo de su historia la veremos como algo parecido a una cuerda, el aspecto es muy similar una línea si la observamos a una escala amplia.

6 La continuidad o la discontinuidad

En el límite de nuestra ignorancia. Nuestra idea de continuidad se basa en la teoría de los números reales, el uso de números reales nos ha dado buenos resultados, pero no conocemos si dichas matemáticas son completas y isomorfas al espacio-tiempo. En una ocasión al ayudar a mi hijo a resolver un problema con números racionales, aplicando reglas de cálculo elementales aparecía que una fracción del tipo $0.99999\dots9$ era idéntica a 1.0 lo que implicaría la existencia de puntos idénticos y contiguos en la recta de los números reales. La pregunta que me formulo: ¿es completa la escala de los números reales?. No sabemos si existe una discontinuidad en el espacio-tiempo a escalas muy pequeñas, nuestras matemáticas pese a ser próximas a lo que observamos pueden no funcionar a una escala muy pequeña. Existe otro problema inherente de nuestro esquema de razonamiento. El matemático Kurt Gödel demostró que nuestro sistema de

deducción de problemas era incompleto, no sabemos lo que ocurre a pequeñas escalas en el universo ni que pasa a escalas muy grandes, ni tan siquiera conocemos si el universo en su conjunto forma parte de algo infinitamente superior. Otro problema que tenemos es que el espacio tal vez no sea plano ni tan siquiera a escalas muy pequeñas con lo que nuestros cálculos diferenciales serán de necesidad erróneos a estas escalas. En este límite donde nuestras matemáticas no funcionan la mejor herramienta para descubrir el mundo es nuestra imaginación. Nos podemos imaginar como son las cosas y luego tratar de contrastar con cálculos y mediciones en que medida nos equivocamos. Debemos intentar nuevas perspectivas si de verdad queremos avanzar en nuestro conocimiento. Hemos de ser abiertos a nuevas ideas. Un ejemplo: Considere un modelo estadístico, la experiencia nos aproxima a coeficientes cada vez mas acertados para nuestros cálculos, pero si no sabemos porque los coeficientes son como son no encontraremos las verdaderas formulas del proceso que queremos entender. En nuestras intentos de entender el mundo físico nos lleva a buscar coeficientes que ajusten y validen nuestras fórmulas, pero si no comprendemos el por que de esos valores, nuestras teorías estarán sostenidas con muletas, tendremos cálculos muy complejos y precisos, incluso hasta acertados, pero sin ninguna conexión con la realidad. La continuidad de un espacio respecto a nuestras deducciones esta íntimamente unida a nuestra interpretación de la realidad, por ejemplo considere un espacio E con números de la recta real, pero sólo con números fraccionarios, es decir E está hecho con puntos de $\mathbb{Q}$, $\mathcal{Q} :: a/b \longrightarrow (a, b) \in \mathcal{N}$ Obviamente es incompleta por que no contiene números como $\pi, e, \sqrt{2}, \dots$ y otros. Obviamente, respecto a $\mathbb{R}$ (números reales) dicho espacio no es continuo. Pero, considere $\mathbb{Q}$ para cada par de puntos en la forma arbitrariamente elegidos y suficientemente próximos, podemos encontrar un punto tal que entonces $\mathbb{Q}$ es un espacio continuo en si mismo. La conclusión es que nuestro sistema de deducción de la realidad puede ser erróneo o incompleto cuando lo observamos tanto en distancias muy grandes como a distancias muy pequeñas, pese a ser correcto en parte y acorde con nuestras deducciones. No conocemos la naturaleza íntima del espacio, puede que no sea suficiente trabajar con números reales en cada dimensión del espacio, necesitamos unas nuevas matemáticas y contrastar que son completas respecto a la realidad, mientras tanto nuestras teorías sólo serán aproximaciones mas o menos acertadas. En mi opinión, en cada una de las dimensiones del espacio-tiempo debe contener al menos las propiedades de los números complejos y no sólo $\mathbb{R}$ (números reales), posiblemente haya que trabajar con conjunto mucho mayor que $\mathbb{C}$. No quisiera terminar este párrafo sin comentar que pese a que nuestras herramientas matemáticas actuales no se ajusten con perfección a la realidad, tenemos dos potentes herramientas para nuestros objetivos y estas son nuestra imaginación y nuestra curiosidad. Sin imaginación de nada sirven las matemáticas y sin curiosidad nunca descubriremos nada nuevo.

7 El plano

Es un espacio de dimensión dos, pero lo mismo que dije de la línea y el punto, nuestro plano espacial en realidad es un volumen en un espacio-tiempo.

8 El volumen

El punto, la línea y el plano son fácilmente imaginables en el espacio-tiempo por que el número de dimensiones a observar es asequible a la mente humana, pero el volumen espacial es difícil de imaginar en el espacio-tiempo ya que excede de las dimensiones de nuestra percepción. Si embargo, hay un recurso que siempre podremos emplear y con el que obtener buenos resultados. Por ejemplo: Cuando hacemos una fotografía pasamos una imagen en tres dimensiones a otra de dos, es decir de objetos con volumen a una superficie, pasamos de un espacio de 3 dimensiones a otro que tiene dos, y aún así nos podemos imaginar como es en realidad el objeto en el espacio. Esto que hacemos es una simplificación, pero no hemos de olvidar que al hacerlo, perdemos información. A pesar de estas limitaciones siempre podemos hacer un estudio simplificado y luego extender nuestros cálculos a un modelo mas complejo.

9 El tiempo

El tiempo es una dimensión desconcertante y extraña, quizá por ello la apartemos de nuestra concepción de la realidad. Cuando hablamos de fuerza, energía, inercia y otros conceptos físicos introducimos el tiempo sin la idea de dimensión que en realidad es, decimos que el tiempo es un valor escalar, lo apartamos del concepto de espacio por que nos cuesta imaginar al tiempo como lo que en realidad es, una dimensión mas, como cualquier otra. Intentaré romper en estas páginas algunas de las contradicciones sobre el tiempo.

10 Lo estático y lo dinámico en un espacio-tiempo

Imagine el lector solo la dimensión temporal, un punto inmóvil en el espacio. Estoy simplificando la idea de espacio-tiempo a una sola dimensión para razonar que ocurre. Nuestra visión del tiempo es una ilusión. Realmente cada instante es real. Con ello quiero decir que cada momento y cada instante del tiempo es una realidad. El pasado es tan real como el ahora y tan real como es el futuro. Podríamos ir al pasado y encontrarnos con nuestros seres queridos ya muertos, ellos siguen allí, lo mismo que nosotros estamos en el pasado y eso es tan real como el ahora. Nuestra idea del tiempo es una ilusión por como nuestra química funciona. Lo aclararé un poco más. Nuestros átomos son influenciados o dependen de lo que ha ocurrido previamente, un suceso en el pasado condiciona a todos los momentos futuros a el. Por eso podemos recordar el pasado, por que los hechos del pasado dejan huella en el ahora. Sin embargo un momento del

futuro no influye en el pasado. Es como un camino en una sola dirección, como si hiciéramos lo que hiciéramos siempre estuviésemos observando por la ventanilla trasera de un coche en marcha, sin poder volver la vista hacia adelante. Nuestra idea de movimiento deja de tener sentido en un espacio-tiempo. Si observamos el tiempo como una dimensión, lo que vemos es una relación entre dimensiones espaciales incluida el tiempo, pero nuestra referencia al movimiento ya no existe por que al observar el espacio como en realidad es, todo en él está auto contenido y todo es como es, nada se puede cambiar. En realidad el dinamismo debería ser revisado en la siguiente forma: Cuando pasamos de esta posición en el espacio-tiempo a esta otra, cuál es la forma estructural del espacio que nos lleva de una posición a la nueva posición?, que aporta la forma estructural del espacio anterior a la nueva? Cuál es la estructura del espacio-tiempo en su conjunto?. La idea es tratar al tiempo como la dimensión del espacio que es, poniéndola al mismo nivel que el resto de dimensiones, considerar formas dimensionales y no: causa, efecto, suceso, tiempo.

11 Determinismo y indeterminismo

Einstein mantuvo una polémica con Börg, el le decía “Dios no juega a los dados” La polémica surgió debido a que Einstein observaba el universo desde fuera de las dimensiones, él veía el tiempo como la dimensión real que es, en este sentido el universo es determinista, él tenía razón. Pero ... (siempre hay un pero). Ocurre que desde el interior del espacio, un punto del tiempo depende de su pasado pero no depende de su futuro. Esto quiere decir que en cualquier punto del tiempo, podemos hacer algo que condicione nuestro futuro. Lo que significa que en cada momento el futuro será aquél que ahora fijemos. Yo diría que “Es cierto que Dios no juega a los dados, pero nos ha dado a nosotros los dados para que juguemos”. Para apoyar este razonamiento propongo un ejemplo. El pasado es el que es, no lo podemos cambiar. Respecto al futuro, el lector puede abandonar la lectura o no de mi exposición, su futuro y probablemente el de todos nosotros se verá influenciado por su decisión. Si observamos un hecho desde fuera del tiempo, este hecho carece de importancia por que no estaremos mirando un instante en el tiempo, estaremos observando todos los instantes en el tiempo y en el espacio. El espacio-tiempo es determinista visto desde fuera de él a pesar de que es no determinista visto desde el interior de él, dentro de la dimensión temporal. Quizás al lector le extrañe mi razonamiento, hablaré con mayor claridad sobre el asunto: El lector ha de considerar que cada tiempo es real, es decir el pasado es tan real como el ahora. Lo que quiero decir es que nosotros estamos aquí y ahora, en este momento del espacio tiempo y también estamos en el pasado y lo estamos de una forma tan real como ahora mismo, estamos también allí, nuestra sensación de realidad es debida única y exclusivamente a como nuestra química funciona, se debe a la naturaleza de nuestra materia (mas abajo comprenderá el lector el porqué).

El futuro también es tan real como el ahora. El lector se preguntará por que no recordamos el futuro y sí el pasado, la respuesta está en que el estado de

nuestra materia en un instante del espacio-tiempo depende solamente del pasado de ese instante y no del futuro, nuestra materia esta influenciada únicamente por su historia. Respecto al futuro, en un instante dado va a depender de ese instante. Piense el lector como puede cambiar el futuro, simplemente cambiando su decisión ahora mismo. Por ejemplo podría leer o no estas notas, el futuro, en mayor o menor medida sería diferente. Por eso he dicho que desde dentro del espacio-tiempo hay no determinismo y considerando la dimensión tiempo en su extensión hay determinismo por que todo está auto contenido.

Esta es una forma curiosa y esperanzadora forma de pensar ya que supone que en realidad no morimos, estamos inmersos en una estructura espacio-temporal, si fuésemos capaces de movernos por el tiempo, nos veríamos de una forma tan real como ahora. También implica una inquietud, ¿somos dueños de nuestro destino?. La respuesta es sí, lo somos en cada instante de nuestra existencia. Tenemos la facultad de cambiar el futuro en cada momento de nuestra vida.

La dependencia del tiempo se puede explicar en términos de en que grado la materia es espacio localmente estructurado, en el que el tiempo juega un importante rol en esta estructura.

El tiempo la causa del movimiento

El tiempo es una curiosa dimensión. Cuando entre dos puntos del espacio el tiempo no transcurre en el mismo grado en cada uno de ellos entonces los dos puntos se están desplazando. También podemos decir que diferencias de tiempos ocasionan movimiento. Mi idea es que el movimiento en sus distintas variedades es una consecuencia del cambio en la dimensión temporal entre dos puntos. La novedad de mis argumentos es que el movimiento y con ello la fuerza, la energía, la materia, todas las partículas y sus propiedades pueden expresarse como diferencias en la estructura espacio-tiempo, incluso como diferencias espaciales de la dimensión temporal.

12 la metrica del espacio-tiempo

Argumentaré mis deducciones partiendo de la siguiente formula de Einstein y Lorenz 1.

dt Es el índice de crecimiento del tiempo en el observador dt' Es el índice de crecimiento del tiempo en el móvil

Si pretendemos un tratamiento idéntico a todas las dimensiones del espacio tiempo entonces hemos de trabajar en las mismas unidades de longitud en todas las dimensiones. Usaremos para ello como unidad de medida de tiempo el segundo. Respecto a las dimensiones espaciales la medida que emplearemos será el espacio recorrido por la luz en el vacío en un segundo. La formula 1 usa las unidades estándar: m/seg para velocidad, seg para tiempo y m como medida de longitud.

Efectuaremos un cambio de variable que adecue las unidades.

2. 3. Para trabajar con ds en segundos luz. 4.

Pasaremos estos cambios a la formula 1

5.

Elevemos al cuadrado las dos partes de la igualdad

6.

Dividamos todo por

7.

Poniendo las cosas en orden

8.

Esta fórmula tiene para mí especial significado:

9. entonces los dos puntos no se desplazan

- Todo movimiento implica diferencia entre el crecimiento del tiempo entre dos puntos y es condición necesaria y suficiente para explicar dicho movimiento.

10. Constante entonces los dos puntos se desplazan con velocidad uniforme.

- La dirección del movimiento dependerá en que grado dt es diferente de dt' respecto de las dimensiones espaciales.

11. entonces los puntos estarán sometidos a una aceleración.

- Todas las manifestaciones de fuerza en el universo pueden explicarse en términos de diferencias en la variación de tiempos en dos puntos.

¿Existe una interpretación geométrica a todo esto?

Un lector con imaginación descubrirá el teorema de Pitágoras en la formula

8.

A nivel de diferencias de tiempos la formula de Einstein-Lorenz puede ser vista como este triangulo rectángulo, donde el crecimiento del tiempo en el observador es la hipotenusa y los dos catetos son el crecimiento del tiempo en el móvil y la diferencia de espacio recorrido entre los dos puntos esto es el diferencial de espacio al que se desplazan.

Espacio = Materia. La materia es una estructura local del espacio

Para el lector estudioso de la física del espacio, le propongo una cuestión. Imagina un lugar del espacio con una densidad de masa muy grande, casi infinita.

Einstein en su teoría predice que el espacio-tiempo en esta región local del espacio está curvado de forma tal que la luz no puede salir de él.

Si observamos en las proximidades de ésta masa, en el interior el tiempo se detiene (deja de fluir), esta parte central tendrá el tiempo cercano al de su creación ya que aquí el tiempo apenas transcurre. Podemos decir que el espacio está “curvado” hacia atrás en el tiempo.

Hasta aquí, nada nuevo que no se halla dicho antes, pero mi exposición contiene oculta un argumento comprometido, yo he dicho antes espacio con una densidad de masa muy grande de forma intencionada, y no me refería a un agujero negro, una estrella de neutrones ni nada similar. En realidad, me estoy refiriendo al interior de una partícula con masa como lo es el protón, el electrón, el fotón, etc.

La gravedad intensa en un entorno tan mínimo como puede ser un protón o otra partícula masiva implica necesariamente la curvatura de la estructura del espacio-tiempo, concretamente la dimensión temporal estará muy curvada hacia el origen.

Recuerde el lector que dije que existía una dependencia del pasado en cada momento del tiempo, esta curvatura hacia el origen explica la dependencia de

la que hablaba. Una partícula no es ni más ni menos que espacio curvado, una estructura local en un espacio de varias dimensiones. Todas las manifestaciones de las partículas han de verse como transformaciones en este espacio local.

Una simple idea de cómo es para mí una partícula con masa, vista desde la dimensión temporal, será algo similar a este diagrama:

13 Preguntas y paradojas

13.1 La expansión del universo

- Nuestra idea de la expansión del universo es debida a la constante de Hubble, el cual determinó la edad y las distancias en el universo mediante el corrimiento hacia el color rojo de las líneas espectrales de la luz de las estrellas y galaxias lejanas. Dichas líneas son producidas por que elementos conocidos como el Hidrógeno, el Oxígeno, etc., emiten en bandas fijas de frecuencias, si estas se desplazan en el espectro, su desplazamiento indicaría un desplazamiento entre el observador y dichos objetos lejanos. Lo mismo que sube vuelve más agudo el tono de la bocina de un tren cuando se acerca a nosotros y se vuelve mas grave al alejarse de nosotros.

Este principio es correcto, pero existe otra causa que puede presentar el mismo corrimiento y que puede confundir nuestros cálculos ya que presenta el mismo efecto. Me refiero a la aceleración negativa producida por la masa de los fotones y la masa del universo.

Considere el lector los fotones de la periferia del universo, la masa del universo M y la masa del fotón m_p y el radio actual a la distancia de estos fotones a D

Dado que los fotones no están solos en el universo, se verán afectados por la fuerza de gravedad de M

2.

Todo fotón quedara sometido a una aceleración negativa opuesta a su movimiento:

3.

La aceleración se puede calcular

4. 5. 6.

Esta deceleración hace que a grandes distancias la velocidad de la luz en el vacío no es constante produciendo un efecto similar al corrimiento hacia el rojo o efecto Doppler. Personalmente no conozco que en el momento actual se tenga en cuenta este efecto en nuestras teorías del universo.

13.2 La expansión del Universo y la teoría del Big-Bang

La teoría del BigBang sugiere que en el principio de los tiempos toda la materia del Universo estaba concentrada en una zona del espacio increíblemente denso, de un tamaño muy pequeño (como una pelota), esto es calculado de una extrapolación de la velocidad de alejamiento observada. Dicha teoría se basa en el efecto Doppler y el brillo aparente observado en las galaxias lejanas, mencionado

por primera vez por Hubble. El problema es el siguiente: Sitúese el lector en esta situación:

El origen en un punto. Sabido es que la luz no puede ir más rápido que nosotros, nada material puede ir a más velocidad. Además se dice que la velocidad de la luz en el vacío es C una constante de aproximadamente 300.000 km/seg

Pues bien, algo falla. La luz no nos puede preceder. Lo mas lejos o lo mas viejo que podemos ver ha de ser muy próximo en distancia a nosotros. Aquí no tendría cabida la radiación de fondo observada por el COBE ya que de ser cierto lo el BigBang y si nuestras suposiciones sobre la luz son correctas, entonces la radiación de fondo y la luz hace mucho que nos habrían ya sobrepasado.

Lo que en realidad vemos:

¿Hemos de admitir un fallo en nuestras suposiciones? O bien la propiedad de que la velocidad de la luz no es constante en el vacío o el modelo del BigBang está equivocado. El dilema sería perfectamente resuelto si se mide la velocidad de los fotones que nos llegan del espacio profundo.

La única forma de observar en este modelo de la radiación luz del origen sería que nosotros estemos viajando a una velocidad igual a la de la luz, pero eso contradice en gran medida nuestras actuales teorías.

Una teoría no es cierta por que de resultados precisos, no digo con ello que se ha de abandonar su uso aún siendo errónea, lo único que sugiero es que hay que estudiar nuevas alternativas que resuelvan los fallos observados, esta es la única forma de avanzar.

14 Nuestra medida de las cosas

Nuestra forma de medir las cosas lleva implícito un problema, observe atentamente el lector algunas de las definiciones de metro: Metro: es la longitud recorrida por la luz, en el vacío, en $1/299792458$ segundos. Metro: En 1889 se definió el metro patrón como la distancia entre dos finas rayas de una barra de aleación platino-iridio que se encuentra en el Museo de Pesas y Medidas de París. El interés por establecer una definición más precisa e invariable llevó en 1960 a definir el metro como "1,650,763.73 veces la longitud de onda de la radiación rojo naranja (transición entre los niveles $2p_{10}$ y $5d_5$) del átomo de kriptón 86 (86Kr)" A partir de 1983 se define como " la distancia recorrida por la luz en el vacío en $1/299,792,458$ segundos" Siempre que nos refiramos a una distancia y un tiempo estaremos poniendo en juego dos dimensiones y no una, no estaremos en realidad midiendo una dimensión espacial, estaremos refiriéndonos a la dependencia entre las dimensiones espaciales y el tiempo, dos conceptos, dos dimensiones. Imaginemos la luz. Su velocidad es un sistema de referencia, su velocidad aproximadamente 300.000 km / seg Un espacio y un tiempo, pero estamos hablando de una proporción entre dimensiones, una dependencia, ds/dt Si mantenemos la proporción nuestra estimación de una coordenada puede alterar nuestra apreciación de la otra y llevarnos a conclusiones equivocadas. Mi sugerencia es que consideremos el tiempo como una dimensión

mas y que revisemos lo que significan los conceptos donde entra en juego el tiempo.