

Traducción del video de Michio Kaku "The Universe in a Nutshell" por Ricardo Quiroz, versión original disponible en [youtube.com/watch?v=0NbBjNiw4tk](https://www.youtube.com/watch?v=0NbBjNiw4tk) Versión en español en <http://youtu.be/LLQX1qpVJt0>

Michio Kaku- El universo en pocas palabras

Mi nombre es profesor Michio Kaku. Soy profesor de física teórica en la ciudad de Nueva York y me especializo en algo llamado teoría de cuerdas. Soy físico. Algunas personas me preguntan, que es lo que la física ha hecho por mí últimamente? Es decir, tendré una mejor TV, o un mejor Internet con la física? Y la respuesta es sí. La física es el fundamento de la materia y la energía. Los físicos hemos inventado el rayo láser, el transistor, ayudamos a crear la primera computadora. Ayudamos a construir el Internet, hemos hecho posible la web. Adicionalmente, también hemos ayudado en la invención del televisor, radio, radar, microondas, rayos X, tomografías. En otras palabras casi todo lo que ves en tu sala, casi todo lo que ves en un hospital moderno, en un nivel o en otro, es por causa de la física.

Ahora, me interesé en la física cuando era un niño. Cuando tenía ocho años, un gran científico había muerto recientemente. Aún recuerdo como un profesor de escuela que tuve entró en la habitación para anunciar que un gran científico de nuestra era había muerto. Ese día cada periódico publicó una fotografía de su escritorio, el escritorio de Albert Einstein. El pie de foto decía, y nunca lo olvidaré, "el manuscrito inacabado del gran trabajo del más grande científico de nuestro tiempo". Entonces me dije a mí mismo, porque tendría que estar inacabado? Es decir, que es tan difícil? Son como los problemas que te dan de tarea, cierto? Porque no le preguntan a su madre porque no pudo terminar ese problema? Así que con mi lógica de ocho años, decidí encontrar cuál era el problema.

Años más tarde, comencé a darme cuenta que había una teoría del todo, la teoría del campo unificado.

(Teoría del campo unificado: una teoría del todo)

Una ecuación que puede resumir todas las fuerzas físicas del universo. Una ecuación como $E=mc^2$. Esta ecuación es de la mitad de una pulgada y esta ecuación abre el secreto de las estrellas. Por que las estrellas brillan? Porque las galaxias fulguran? Porque tenemos energía en la tierra?

Además, otra cosa me pasó cuando tenía ocho años de edad, me volví adicto a los shows de tv del sábado en la mañana, en particular, con Flash Gordon. Es decir, cada sábado en la mañana viendo programas acerca de extraterrestres, naves espaciales, rayos láser, campos de invisibilidad, ciudades en el cielo. Eso era para mí. Pero después de unos pocos años, comencé a darme cuenta de algo. Primero que nada, me di cuenta de que bueno, no tengo cabello rubio ni ojos azules, ni tampoco tenía músculos como Flash Gordon, pero científicos hicieron esa serie. Él fue quien descubrió la pistola de rayos, las naves espaciales, él creó

la ciudad en el cielo y fue uno de los que creo los campos de invisibilidad. Entonces me di cuenta de algo más, si quería entender el futuro, tenía que entender la física. La física es el fundamento de todos los inventos, de las maravillas de la era tecnológica y también produce otras ciencias como la computación y la biotecnología. Todo esto tiene como fundamento a la física.

La física y lo imposible

Mucho de la ciencia-ficción en realidad cumple con las leyes de la física, aunque sólo ésta sea posible dentro de unos 100 años. Entre ellas tenemos imposibilidades llamadas de tipo dos, que posiblemente, nos tome unos 1000 años lograrlas. Éstas son el viaje en el tiempo, sistemas de propulsión más rápidos que la luz, dimensiones superiores, portales a través del espacio y el tiempo, puertas estelares, agujeros de gusano.

Que tal encontrarte con tus abuelos en los años 1900 cuando ellos eran unos granjeros desaliñados. Ellos no vivían mucho más allá de sus 40 años en promedio. Las comunicaciones de larga distancia al principio del siglo XX apenas alcanzaban a tu barrio. Si ellos hoy nos pudieran ver con nuestros iPads y iPods, los satélites y el GPS, y el rayo láser, como creen que ellos nos verían? Creo que pensarían que somos unos brujos. Y también, si pudiéramos encontrarnos con nuestros nietos allá por el año 2100, como los veríamos a ellos? Creo que los veríamos como dioses, como sucedía en la mitología griega. Zeus podía controlar objetos a su alrededor simplemente hablando, materializar objetos simplemente con su mente. Habían ventajas de ser un dios griego, Venus tenía un cuerpo perfecto, un cuerpo que no registraba el paso del tiempo. Hoy estamos comenzando a descubrir la genética a un nivel molecular, la que nos ayuda a entender el proceso de envejecimiento. Y por ejemplo Apolo, él tenía un carro que podía manejar en los cielos. Finalmente hoy en día, tenemos ese caballo alado, es decir podremos tener el coche volador que siempre quisimos tener en nuestro garaje. Seremos capaces de crear formas de vida que aún hoy no existen. Entonces en otras palabras, si quieres ver el futuro, tienes que entender la física, y tienes que darte cuenta que por el año 2100, tendremos el poder de los dioses. Paraphraseando a Arthur C. Clark "cualquier tecnología suficientemente avanzada se confunde con lo divino". OK, comencemos nuestra historia.

La historia de la física

La historia de la física es la historia de la civilización moderna. Antes de Isaac Newton, antes de Galileo, nos rodeaban los misterios de la superstición. La gente creía en todo tipo de espíritus y demonios. Que hacía que el planeta se mueva? Porque las cosas interactúan con otras cosas? Era un misterio. Así que retrocediendo a la edad media, por ejemplo, la gente leía las obras de Aristóteles y leían la pregunta "porque los objetos se mueven en dirección a la tierra?" Él decía que esto era por causa de que los objetos "anhelan" estar unidos con la tierra. Y porque los objetos se desaceleran cuando los mueves? Los objetos se desaceleran porque se cansan. Éstas eran las obras de Aristóteles que fueron

usadas por alrededor de 2000 años hasta antes del inicio de la física moderna con Galileo e Isaac Newton.

Cuando los ancianos miraban al cielo, el cielo estaba lleno de misterios y maravillas. En el año 1066, la fecha más importante del calendario británico, apareció un cometa que navegó encima del campo de batalla de Hastings. El cometa atemorizó a las tropas del rey Harold, y un joven de Normandía invadió Inglaterra, derrotó al rey Harold y permitió la creación de la monarquía inglesa moderna. Pero la pregunta es, de donde vino ese cometa? Que era este cometa que tan misteriosamente pavimentó el camino del advenimiento de la monarquía inglesa? Bueno, créanlo o no, este cometa que inició la monarquía británica, volvió a aparecer sobre Londres en 1682. Esta vez, todos se preguntaban de dónde viene este cometa? Acaso anuncia la muerte del rey? Porque tenemos mensajeros celestiales en el cielo? Bueno, un hombre se atrevió a penetrar en los secretos de los cometas, y este fue Isaac Newton.

De hecho, cuando Isaac Newton tenía sólo 23 años se topó con las fuerzas gravitacionales. De acuerdo a cierta historia, él estaba caminando cuando vio una manzana caer. Luego Isaac Newton vio la luna y se hizo la pregunta clave que lo ayudó a entender los cielos. Si una manzana cae, también caería la luna? Y su respuesta era, si. Esta respuesta echó por tierra años de misterios y especulaciones acerca de los movimientos de los cielos. La luna está en caída libre, exactamente como una manzana. La luna está constantemente cayendo en dirección a la tierra. No golpea la tierra, porque se mueve alrededor de ella y actúa bajo una fuerza, la fuerza de gravedad. Entonces Newton inmediatamente intentó llevar su teoría a las matemáticas y se dio cuenta que las matemáticas de los años 1600 no eran suficientes para demostrar el movimiento de la luna cayendo. Entonces que hizo Isaac Newton? A la edad de 23 años, no sólo descubrió la gravedad, sino que además creó el cálculo. De hecho, él creaba a la velocidad a la cual tú aprendes cuando estás en la Universidad. Y por qué creo el cálculo? Para calcular el movimiento de la luna cayendo. Las matemáticas de su tiempo eran incapaces de calcular la trayectoria de objetos moviéndose en un campo de fuerzas inversas. Por eso con el cálculo fue capaz de calcular el movimiento de la luna. Se dio cuenta de que si era capaz de entender a la luna, también podría entender el movimiento de los planetas en el sistema solar. Entonces Newton inventó un nuevo telescopio. Era un telescopio reflexivo con el cual pudo seguir el movimiento del cometa.

Esto provocó que todos hablaran acerca del cometa, incluyendo a un caballero inglés más o menos rico de nombre Edmund Haley. Como todos estaban hablando del cometa, entonces Edmund Haley, quien era un mercader poderoso, decidió hacer un viaje a Cambridge para hablar con el científico ilustre ingles Isaac Newton. Edmund Haley le preguntó a Newton, que es lo que hará con el cometa? Nadie entiende los cometas, son un misterio. Han fascinado al ser humano por siglos, por milenios, cuáles son sus descubrimientos? Y parafraseando a Isaac Newton el dijo "es fácil, el cometa se está moviendo en una elipse perfecta. Se está moviendo en un campo de fuerzas opuestas. Lo he estado siguiendo todo el

día con mi telescopio reflexivo y la trayectoria del cometa encaja con mis cálculos matemáticos exactamente". No sabemos cuál fue la reacción de Edmund Haley pero creo que pudo haber dicho algo como "por Dios hombre, porque no publica su gran trabajo para el mundo científico? Si estoy en lo correcto, usted ha decodificado el secreto de las estrellas, el secreto de los cielos." Luego de Newton respondió y dijo "bueno, costaría mucho, es decir, no soy un hombre rico, y me costaría mucho resumir estos cálculos que he inventado para mi trabajo del cálculo del movimiento de las estrellas". Entonces Edmund Haley debe haber dicho "señor Newton, yo soy un hombre rico. He hecho mi fortuna en el comercio. Yo pagaré la publicación del trabajo científico más grande de todos en cualquier lenguaje". Este libro fue "Principia", los principios, los principios matemáticos que guían a los cielos. Créanlo o no, este tal vez fue uno de los trabajos más importantes nunca escritos por un ser humano en los 100,000 años que transcurrieron desde que evolucionamos desde África. Dense cuenta que este libro describe la física del universo, las fuerzas que controlan el movimiento de los planetas, fuerzas que pueden ser calculadas, fuerzas que gobiernan el movimiento de la artillería, los cohetes, una pelotita, todo lo que se mueve, se mueve de acuerdo a leyes de movimiento y de cálculo de Isaac Newton.

Aún hoy, cuando hacemos pruebas espaciales, no usamos ecuaciones de Einstein, estas solo sirven cuando nos acercamos a la velocidad de la luz o cuando estamos cerca de un agujero negro, en realidad usamos las leyes de la gravedad de Newton. Son tan precisas, que cuando mandamos un satélite por los anillos de Saturno, usamos exactamente las mismas ecuaciones que Isaac Newton descubrió en los años 1600. Es por ellas de que hemos sido capaces de desvelar los secretos del sistema solar. Así que lo que Newton hizo no solamente fue darnos la habilidad de calcular acerca de los planetas, si no que nos ayudó a entender la mecánica.

Las máquinas que hoy construimos operan en base a leyes bien definidas, las tres leyes del movimiento de Newton. La primera ley del movimiento dice que los objetos en movimiento se mantienen en movimiento por siempre. Puedes comprobarlo en una pista de hielo. Si dejas que un disco de goma se deslice este se moverá y no se detendrá, hasta que alguna fuerza externa actúe sobre el. Esto es diferente de la ley de movimiento de Aristóteles. El dijo que los objetos en movimiento tarde temprano se detienen, porque se cansa. **Newton dice los objetos en movimiento se mantienen en movimiento por siempre. Navegar más allá de Plutón, siempre y cuando alguna fuerza externa no lo impida.**

La segunda ley del movimiento dice, la fuerza es masa por aceleración. Esta ecuación hizo posible la revolución industrial. Barcos a vapor, locomotoras, fábricas, máquinas, todo esto posible por la mecánica puesta en movimiento por medio de la segunda ley de movimiento de Newton, la fuerza es igual a la masa por la aceleración. Y la tercera ley del movimiento de Newton. Para cada acción, existe otra igual y en opuesta reacción, esta es la ley de los cohetes. Esta es la razón por la cual tenemos cohetes que pueden viajar en el universo. **De hecho, Newton fue el primer humano que pudo calcular cuán rápido tendrías que correr**

para poder saltar hasta la luna. Antiguamente se preguntaban, como podemos llegar a la luna? Podemos saltar a la luna? El número que Newton calculó era de 25,000 millas por hora, esa es la velocidad de escape de la tierra usada actualmente y calculada por minuto.

Así que la lección aquí es ésta, cuando los científicos descubrieron la primera fuerza del universo, la gravedad, eso permitió la revolución industrial. Una revolución que derribó a los reyes y reinas de Europa, que desplazó al feudalismo, trayéndonos a la era moderna. Todo esto pasó porque un joven de 23 años se hizo la pregunta, puede la luna caer? Así que, cohetes, el movimiento de los planetas e incluso los edificios en Manhattan, todos le deben su existencia a las leyes del movimiento de Newton.

Cuando era un niño creciendo en California, vi fotografías del edificio Empire State. Me dije a mí mismo, como es posible construir tan grande edificio y no poder saber qué es lo que pasará si se derrumbara? Es decir, porque no se cae? No se hicieron modelos a escala de él, no puedes tener un edificio tan grande para hacerle pruebas para ver si se cae o no. Como sabían antes de tiempo de que no se caería? La respuesta es, las leyes del movimiento de Newton. Hoy en día, enseñó las leyes del movimiento de Newton, y con ellas puedes literalmente calcular las fuerzas que actúan en cada ladrillo del edificio Empire State usando la segunda ley del movimiento de Newton, la fuerza es masa por aceleración.

Esa fue la primera fuerza, ahora miremos por un momento una segunda fuerza, una fuerza aún mayor que ha llegado a tocar todas nuestras vidas, la fuerza electromagnética. Desde que los seres humanos vieron relámpagos iluminando el cielo, desde que se aterrorizaban por el sonido de un trueno, se preguntaban, será que los dioses impulsan a los relámpagos y crean los truenos? Estarán enojados con nosotros? A medida que el tiempo ha transcurrido, los científicos se han dado cuenta de que los relámpagos y los truenos pueden ser duplicados en la tierra. En realidad hoy podemos crear muchos relámpagos usando electricidad. Y con magnetos, podemos descubrir un nuevo tipo de fuerza, la fuerza de la electricidad y el magnetismo.

No fue sino antes de 1800 que finalmente comenzamos a entender la segunda gran fuerza que regula el universo, la fuerza electromagnética. Esto nos ayudó a entrar en la era de los descubrimientos. Dense cuenta que antes del compás, si navegabas por el océano, te podrías perder. Con el compás sabes la posición de las estrellas, y así, puedes navegar cientos, miles de kilómetros en el océano. Así que el descubrimiento del compás por los chinos, nos ayudó a entrar en la era de los descubrimientos. Y personas como Michael Faraday quien dio charlas en Navidad en Londres, fascinando a adultos y niños, nos permitió demostrar las increíbles propiedades de la electricidad.

Algunas personas hacen una simple pregunta. Si estás en un coche o en un avión, y este es tocado por un relámpago, porque no nos electrocutamos? Por qué no morimos? Bueno Faraday respondió esa pregunta. Creó una jaula de hierro y la

electrificó, caminó dentro de ella y no se electrocutó. Él la llamó la jaula de Faraday y cada vez que tú caminas dentro de una estructura metálica, estás protegido por este objeto metálico. Lo que en realidad Michael Faraday hizo fue ayudarnos a entrar en la segunda gran revolución por medio de algo llamado la ley de Faraday.

Si muevo un cable dentro de un campo magnético, el campo magnético empuja los electrones en el magneto, creando una corriente eléctrica. Esta simple idea desencadenó la revolución eléctrica. Esta es la razón por la cual tenemos generadores hidroeléctricos, presas capaces de producir enormes cantidades de energía. Es por esto que construimos plantas de energía nuclear. Es por esto que tenemos electricidad en esta habitación ahora.

Este principio puede ser también usado en tu bicicleta. Cuando pones un reflector a tu bicicleta, éste se enciende por el movimiento que alimenta a un magneto. El magneto empuja a los electrones en el cable y es por eso que luego la electricidad enciende la lámpara del reflector de tu bicicleta. Así que en otras palabras, la electricidad y magnetismo fueron unidos en una sola fuerza. Alguna vez pensamos que la electricidad y el magnetismo estaban separados. Ahora sabemos que en realidad son la misma fuerza. Así que si un magneto en movimiento puede crear un campo eléctrico, esto significa que un campo eléctrico en movimiento puede crear un campo magnético. Pero si se pueden crear uno al otro, porque no podrían oscilar y crear una onda? Es decir campos eléctricos creando campos magnéticos, y así sucesivamente hasta el infinito para crear una onda?

En la época de la Guerra civil americana, un físico matemático llamado James Clerk Maxell, basándose en el trabajo de Faraday, calculó la velocidad de esta onda creada por la oscilación de la electricidad y el magnetismo. Descubrió que su velocidad era la velocidad de la luz y así hizo un increíble descubrimiento, la luz. Descubrió en qué consiste, el hecho de que la electricidad viaje a la velocidad de la luz no es un accidente, es la luz misma. Si tuviera un foco aquí y pudiera observarlo con un super microscopio, podría haber campos eléctricos oscilando, campos magnéticos, transformándose uno al otro creando una onda, esa onda es la luz. Entonces las ecuaciones que explican esto fueron escritas por James Clerk Maxell.

Desafortunadamente Faraday no tenía una educación formal. No pudo poner en forma matemática su trabajo, pero James Clerk Maxell era un físico teórico como yo. Él escribió la física matemática de los campos eléctricos y magnéticos oscilatorios y la llamó las ecuaciones de Maxell. Estas ecuaciones tienen que ser memorizadas por todo físico para obtener su grado. No puedes obtener tu doctorado sin haber memorizado estas ecuaciones. Cada ingeniero que diseña radios, radares, también tiene que memorizar estas ecuaciones. Si vas a Berkley donde obtuve mi doctorado, te puedes comprar una camiseta que diga "en el principio Dios dijo, las cuatro divergencias dimensionales de una anti simetría, los tensores de segundo grado iguales a cero, y fue la luz. ". Señoras y señores, esta es la ecuación de la luz.

Qué significado tiene esto para nosotros?

De la misma manera que Newton encontró la ecuación que gobierna el movimiento de los planetas, Maxwell descubrió la ecuación que expone el secreto de la luz. Nosotros los físicos hoy queremos tener también una ecuación que resuma toda la realidad física. Michael Faraday en su tiempo fue apreciado como un gran científico y cuantos científicos que ustedes conozcan aparecen en una moneda? Bueno el si está en una moneda inglesa de 20 libras. Es muy raro que un científico sea objeto de la moneda nacional, pero la contribución de Michael Faraday fue tan grande que se merece estar en una moneda de 20 libras.

La revolución electromagnética y la era nuclear

Las consecuencias de la revolución electromagnética llegaron a todas las personas. Esta es una imagen de la tierra desde el espacio, vean Europa electrificada, puede ver los frutos de todos nuestros esfuerzos para crear electricidad, para energizar nuestras vidas, en una imagen, viendo la tierra desde el espacio. Ahora hablemos cómo el trabajo de Faraday y Maxwell tocaron nuestras vidas.

Esto es el Internet. El Internet es simplemente un resultado de la fuerza electromagnética. Es una solución de la ecuación de Maxwell y puede apreciar que donde hay internet, allí a y prosperidad, hay ciencia, entretenimiento, actividad económica. Donde no hay internet, allí hay pobreza. En el futuro el Internet será miniaturizado y puesto en tus lentes. Tus lentes podrán reconocer los rostros de las personas y mostrarte una biografía de ellas junto a su imagen mientras hablas con las personas. Si ellos hablan chino contigo, tus lentes traducirán el chino al inglés y generaran subtítulos debajo de la imagen que estés viendo. Así que, en el futuro sabrás exactamente con quien estas sin ni siquiera tener que hablar con las personas. Esto significa que si por ejemplo estas en una fiesta y estás buscando trabajo, tus lentes te ayudarán a reconocer a quienes tienes que dirigirte para obtenerlo.

Bueno tal vez no quieras verte como un refugiado de Star Treck, a los niños les gusta mucho la fuerza electromagnética, les gusta mostrarla como una moda. Si los modelos de pasarela adoptan la tecnología, los chicos dirán, que? No estás conectado? No puedes descargar vídeos y sitios web con tus lentes? Qué te pasa? En el futuro la fuerza electromagnética podrá ser transmitida a tus ojos a través de rayos láser, o por medio de usar los lentes como una pantalla. Éstos son lentes de Internet, este es el futuro de la oficina del hogar, el futuro de los centros de entretenimiento hogareños.

Digamos que no te gustan los lentes y que por lo tanto no los usas, entonces como accederás al Internet, la fuerza electromagnética del futuro? Lo podrás hacer con tus lentes de contacto, pestañas y ya estas en línea. Quienes comprarán estos lentes de contacto de Internet? Estudiantes universitarios que

tengan que presentar evaluaciones. Parpadean y podrán ver las respuestas a aparecer en sus lentes de contacto. Quien más comparará estos lentes de contacto para Internet? Los artistas los comprarán porque por medio de mover sus manos, provocarán que la fuerza electromagnética se convierta en diferentes intentos artísticos que ellos generen. Pinturas, dibujos, esculturas, todo por medio de mover las manos. Los arquitectos también se comprarán estos lentes. En vez de estar diseñando un modelo cada vez que necesiten mover algo, ellos simplemente moverán sus manos y sus edificios, sus rascacielos simplemente se acomodarán por sí mismos. A los turistas también les llamará la atención estos lentes porque por medio de la fuerza electromagnética, deberán al imperio romano resurgir a medida que caminan por las calles de Roma y ven las ruinas. Así que los turistas serán capaces de ver todas las maravillas del pasado.

Y los militares, hablemos un poco de esto. Los militares ven la importancia de los lentes y están perfeccionando una versión para ellos. Tuve la oportunidad de llevar a Fort Benning un grupo de filmación para el canal de ciencia, en Georgia, y nos dieron una demostración de la presión militar de los lentes. Te pones un casco y éste tiene un visor por medio del cual puedes ver toda una batalla en el Internet. Fuerzas amigas, fuerzas enemigas, aviones, artillería, toda batalla dentro de tu lente. Todo esto está hecho de acuerdo a la fuerza electromagnética de Faraday.

Ya has debido ver esto antes, ¿dónde lo has visto? Es el gobernador de California en un mal momento. Él es Terminator. Como un robot Terminator es capaz de verte? Cuando Terminator te mira, está leyendo subtítulos con el nombre de la persona a quien está buscando. Éste es John Connor ubicado por los lentes de contacto de Internet de un robot. Ya has debido ver esto. Se llama realidad aumentada y en el futuro, la usaremos la mayor parte de nuestra vida. Cuando pestañeemos, descargaremos cualquier película de cualquier sitio web, y cualquier tipo de información. Al pestañear, podremos reconocer cualquier objeto, cualquier persona, podemos traducir cualquier lenguaje. Este es el futuro que encaja con la fuerza electromagnética de Faraday.

En el futuro los circuitos integrados costarán unos centavos porque seremos capaces de fabricar transistores cada vez más pequeños. Por lo tanto tendrás campos de energía electromagnética dentro de tu cuerpo. Esto es una píldora, tiene un chip dentro, más pequeño que la píldora, con una cámara y un magneto. Cuando la tragamos, el magneto guía a la cámara para tomar fotos de tu estómago, tus intestinos y así te libras de una colonoscopia. Esto le dará un nuevo significado a la frase "Intel Inside".

22:45

Ahora hablemos de la siguiente gran fuerza que gobierna el universo. Hemos hablado de la gravedad que nos permite calcular el movimiento de los planetas y la mecánica descubierta por Newton que ayudó a iniciar la revolución industrial. Michael Faraday trabajó con fuerzas electromagnéticas y nos heredó la maravillosa jaula de Faraday.

Ahora hablemos de la era nuclear, las estrellas y el sol.

La gente ha estado fascinada con el sol, Apolo fue el dios que surcaba los cielos en una carroza de fuego. Pero cuando calculamos por cuánto tiempo el carbón o la gasolina arderían como el sol, te las cuenta que tan solo les tomaría unos cientos de años, pero el sol seguiría ardiendo. Así que ¿qué energía es aquella que puede durar billones de años? Debe ser una nueva fuerza, una fuerza nuclear. Einstein y otros ayudaron a revelar los secretos de las estrellas.

La fuerza nuclear es de dos tipos, débil y fuerte. La fuerza nuclear débil regula el decaimiento radioactivo de las partículas subatómicas. La fuerza nuclear fuerte es una de las fuerzas más poderosas de todo el universo. Es tan poderosa, que es capaz de mantener a los protones juntos desde el Génesis, desde el principio del tiempo. La ecuación que representa la liberación de energía es $E=mc^2$. Lo que Einstein quiso demostrar es que mientras más rápido te muevas, más pesado te vuelves. Tu peso no es una constante. Cuando te mueves muy rápido, te vuelves más pesado, algo que podemos medir cada día en el laboratorio. Esto significa que la energía en movimiento se transforma en masa, por eso te vuelves más pesado. Pon atención, más rápido te mueves, más pesado te vuelves. Esto significa que la energía en movimiento "E" se vuelve "m", masa. La relación entre E y m es muy simple y fácil escribir, es exactamente $E=mc^2$. Así que la fuerza nuclear nos ayuda a entender el secreto del sol, pero también provoca una caja de Pandora porque dentro del núcleo de un átomo hay partículas y cuando golpeas estas partículas, ¿qué obtienes? Más partículas. Y si luego golpeas estas partículas, ¿qué obtienes? Más partículas. En realidad estamos inundados de partículas subatómicas, cientos, miles de partículas subatómicas cada vez que golpeamos átomos. Bueno, ahora golpeamos átomos usando algo llamado acelerador de partículas.

Construí mi propio acelerador de partículas cuando estaba en colegio. Un día fui a hablar con mi mamá y le dije: "¿me puedes dar permiso para construir un acelerador de partículas betatrón de 2.3 millones de electrones en el garaje? Y mi mamá me respondió, "claro, porque no? Pero no te olvides de sacar la basura". Así que me dirigí a la tienda Westinghouse e inocentemente pedí casi 200 kilos de acero para transformador, 35 km de cable de cobre porque quería crear un campo magnético de 10,000 kW para darle energía a mi acelerador de partículas. Con 35 km de cable, ¿cómo pensaría construirlo? Lo construimos en el campo de fútbol de la escuela. Le di el cable a mi mamá, ella lo llevó a un arco y corrió hasta la línea de la yarda 50 desenrollando el carrete de cable, se lo dio mi padre quien corrió hasta el otro arco, los rodeó y volvió hasta mi madre. Finalmente mi acelerador de partículas atómico estaba listo. Consumía 6 kW de energía, era toda la energía que mi casa le podía dar. Protegí mis oídos, cerré mis ojos y lo encendí, podía escuchar la fuerte turbulencia que provocaban 6 kW de poder. Entonces escuché un pop, pop, pop que indicaba que había fundido los fusibles de mi casa. Toda mi casa se quedó en tinieblas. Mi pobre mamá no decía nada mientras veía las luces de su casa titilar y luego apagarse. Creo que ella se preguntaba, ¿por qué no pude tener un hijo que juegue básquetbol? Porque no le interesa el básquetbol? Y en nombre de Dios, ¿por qué no puede conseguirse una linda chica japonesa? O sea,

porque tiene que estar construyendo estas máquinas en el garaje? Bueno estas máquinas que construí en mi garaje llamaron la atención de un físico, Edward Teller, padre de la bomba H, me ayudó para obtener mi estudio en Harvard y así comenzó mi carrera. Él sabía exactamente lo que yo estaba haciendo, no tener que explicarle que estaba experimentando con la antimateria. Estaba creando anti electrones en el garaje de mi mamá usando un acelerador de partículas para en algún momento crear partículas de antimateria.

27:58

La antimateria es lo opuesto a la materia, tienen carga opuesta. Entonces si un electrón tiene carga negativa, el positrón, o anti electrón, tiene carga positiva. Esto significa que ahora puedes crear anti moléculas y anti átomos. El anti hidrógeno fue creado en el CERN en las afueras de Génova, Suiza y también en el laboratorio Fermi en las afueras de Chicago, donde lograron hacer circular anti electrones alrededor de anti protones. Y recientemente en el laboratorio nacional de Brookhaven en Long Island se detectó anti helio. Por cada tipo de materia existe un opuesto compuesto de antimateria y cuando ambos colisionan, liberan la fuente de energía más grande de todo el universo. Esto es 100% conversión de materia en energía por medio de la ecuación de Einstein $E=mc^2$.

El modelo estándar

Dentro del núcleo del átomo tenemos partículas procedentes de partículas. En los años 50 teníamos partículas subatómicas por todas partes. En realidad J. Robert Oppenheimer, el padre de la bomba atómica una vez dijo que el premio Nobel de física deberían entregárselo al físico que no descubriera una nueva partícula ese año. Aún hay muchas partículas por descubrir.

Hablemos acerca del zoológico de partículas.

Hasta el momento los físicos hemos descubierto cientos, miles de partículas subatómicas y las hemos organizado en un rompecabezas llamado el modelo estándar. Tiene 36 quarks, 19 parámetros libres, tres generaciones de quarks, sin armonía sin lógica, pero esta es la base más fundamental de la realidad que los físicos hemos sido capaces de construir. Billones de dólares, 20 premios Nobel han sido invertidos en la creación del modelo estándar, y es la teoría científica más fea de todas, pero funciona. Aún falta una pieza en el rompecabezas llamada el Boson de Higgs. Esperamos encontrarlo, queremos crear una versión más elevada de esta teoría a la que hemos llamado la teoría de cuerdas.

La teoría de cuerdas: una teoría del todo?

La teoría de cuerdas está basada en la idea simple de que las cuatro fuerzas del universo, la gravedad, la fuerza electromagnética y los dos tipos de fuerza nuclear pueden ser concebidos como música. Música de pequeñas y delgadas cuerdas flexibles. Si tuviera un super microscopio en este momento para poder ver en el

corazón de un electrón, que creen que vería? Vería una cuerda flexible y vibrando. Si la hiciera vibrar, se convertiría en un neutrino, y si la hiciera vibrar una vez más, se convertiría en un quark. Si la hiciera vibrar una vez más, se convertiría en una partícula Yang-Mills. En realidad, si la hiciera vibrar muchas veces, obtendría miles de partículas subatómicas las cuales han sido pacientemente catalogadas por los físicos.

31:18

Sin embargo, estas no son cuerdas ordinarias, no se parecen a las cuerdas de un piano de un violín, estas son súper cuerdas. Vibran en el hiperespacio, en una dimensión más allá de la comprensión física, un hiperespacio de 10 o tal vez 11 dimensiones. El mundo en el que vivo, como un físico teórico, no es el mismo mundo en el que tu vives. Yo vivo en un mundo de 11 dimensiones. Todas las ecuaciones que he escrito, todos los diagramas de física que he construido son de 11 dimensiones, existen en el hiperespacio. Sabemos que el mundo físico real es tridimensional, tenemos largo a ancho y altura. Einstein propuso el tiempo como una cuarta dimensión. Pero los físicos creemos que en el momento del Big Bang, el universo no era tridimensional, o cuatri dimensional, era de 11 dimensiones. Por lo tanto la teoría de cuerdas dice que todas las partículas subatómicas del universo son simplemente notas musicales. La, Si bemol, Do sostenido, equivalen a los electrones, neutrinos, quarks y así sucesivamente. Por eso la física no es nada sin las leyes de la armonía de estas cuerdas. La química no significan nada sino las melodías que pueden ejecutarse con estas cuerdas. El universo es una sinfonía de cuerdas y la mente de Dios, la mente de Dios que tan elocuentemente fue descrita por Einstein en sus últimos 30 años de vida. Por primera vez en la historia tenemos algo que nos ayuda a describir la mente de Dios. Es música cósmica resonando a través de un hiperespacio de 11 dimensiones, eso es la mente de Dios.

Como podemos probarlo? Como sabemos de que el universo tiene 10 u 11 dimensiones?

Creemos que la teoría de cuerdas es la teoría del todo. La teoría de cuerdas puede ser resumida en una ecuación de una pulgada de largo, esta es mi ecuación, la llamé teoría del campo de cuerdas. Como la podemos probar? Estamos construyendo una máquina, la máquina más grande que la ciencia haya construido en la historia de la raza humana, en las afueras de Génova, Suiza, es un gran colisionador de hadrones. No importa cuán grande sea, sin embargo es una miniatura comparado con la máquina aún más grande que los físicos queremos construir en las afueras de Dallas, Texas. Ronald Reagan quiso financiar este super colisionador, sin embargo el Congreso lo canceló en 1993. El Congreso nos dio 1 billón de dólares para acabar un gran hueco, después de cancelar el proyecto el Congreso nos dio otro billón de dólares para tapar el hueco. No puedo imaginarme algo más estúpido que el Congreso de los Estados Unidos. Justo antes de que se hiciera la votación final en 1993, un congresista le preguntó a un físico si es que encontraríamos a Dios con nuestra máquina. El físico no supo qué decir por lo tanto le respondió "encontraremos el Boson de Higgs". Se podía escuchar cómo es que casi todas las mandíbulas de los

congresistas caían al piso. Todos decían “11 billones para otra maldita partícula subatómica”. La máquina fue cancelada al siguiente día. Desde aquel día los físicos hemos estado imaginándonos esa escena una y otra vez. Como deberíamos haber respondido esa pregunta? No lo sé, pero creo que hubiera respondido de manera diferente. Creo que hubiera dicho “esta máquina, el super colisionador, nos llevará todo lo humanamente posible cerca de la grande creación de la deidad, del Génesis. Esta es una máquina para llegar al Génesis. Nos ayudará a rememorar un grande momento en la historia del universo, su nacimiento”. En vez de eso dijimos “el Boson de Higgs” y nuestra máquina fue cancelada.

Creemos que el Boson de Higgs será creado por un gran colisionador de hadrones. Un tubo de 27 km de circunferencia con dos vigas de proteínas circulando en direcciones opuestas para crear un baño de partículas. Entre éstas partículas esperamos encontrar el Boson de Higgs. El siguiente grupo de partículas después del Boson de Higgs son las super compañeras o s-partículas. Super partículas hechas de vibraciones más altas, notas musicales más altas de una cuerda vibratoria.

Qué más podemos hacer? También podemos revelar los secretos del Big Bang. Las ecuaciones de Einstein no sirven en el momento del Big Bang en el centro de un agujero negro. Los dos lugares más interesantes del universo se encuentran más allá de las ecuaciones de Einstein, necesitamos teorías más elevadas, y por eso necesitamos la teoría de cuerdas. La teoría de cuerdas te lleva antes del Big Bang, antes del Génesis mismo. Que dice al respecto? La teoría dice que existen múltiples versiones de universos. De donde viene el Big Bang? Bueno Einstein nos dio una imagen en la que somos como insectos en una sopa hirviendo, una gigante sopa hirviendo expandiéndose en la cual estamos atrapados como moscas en un papel atrapamoscas, sin poder escapar de la sopa hirviendo. Esto es lo que llamamos la teoría del Big Bang. La teoría de cuerdas dice que deben existir otras sopas hirviendo, o múltiples versiones de sopas hirviendo.

Cuando dos universos colisionan, pueden formar otro universo. Cuando un universo se divide, puede crear dos universos, y pensamos que esto es el Big Bang. El Big Bang es provocado ya sea por la colisión de universos o por la fusión de universos.

33:56

Creemos que la teoría de cuerdas es una teoría del todo, unifica todas las fuerzas, gravedad, la fuerza electromagnética, la fuerza nuclear débil y la fuerte, en un cuadro completo. Todas las fuerzas del universo son simplemente diferentes notas musicales en una cuerda vibratoria. Pero también tenemos otro cuadro del universo, aquel que lo compara con una sopa hirviendo, tal y como Einstein lo predijo, pero existen otras sopas por ahí. Y cuando estas sopas hirviendo colisionan, o cuando estas sopas hirviendo se fusionan, se produce un estallido violento de energía el cual pensamos que podría ser el Big Bang.

La teoría de cuerdas puede ser resumida en una ecuación de una pulgada de largo, esa es mi ecuación. La he llamado la Campo de la Teoría de Cuerdas. Es una ecuación que te permite resumir todas las maravillosas propiedades de la teoría de cuerdas en una sola ecuación.

Estamos buscando fuerzas gravitacionales de algún tipo que actúen no sobre estrellas y galaxias, no a distancias nucleares sino a otras instancias. Aún no hemos podido encontrar nada.

Sin embargo hoy tenemos membranas, y aún no entendemos como las membranas pueden encajar dentro de este panorama, pero creemos que nos universos una membrana de algún tipo de tal manera que las cuerdas pueden coexistir con membranas.

Por lo tanto la pregunta es, si existen otras dimensiones, si hay otros universos, podemos viajar desde uno hacia otro? Bueno eso por supuesto, es muy difícil sin embargo, Alicia en el país de las maravillas nos muestra la posibilidad de que tal vez un día seamos capaces de crear un agujero de gusano entre universos. Esto es un agujero de gusano. Imagínate una hoja de papel en la cual dibujas dos puntos. La distancia más corta entre éstos dos puntos es una línea recta, pero si doblo la hoja de papel tal vez pueda crear un atajo, un atajo a través del espacio y el tiempo llamado agujero de gusano. Esta es una solución genuina de las ecuaciones de Einstein. También podemos ver esto en la teoría de cuerdas y la pregunta es qué tan práctico es ocuparnos en estas cosas. No sabemos, de hecho, hoy existe un debate entre los físicos, Steven Hawking y otros se añadieron, para plantearse si sería posible físicamente atravesar un agujero de gusano. Si se pudiera, lo podemos usar como una máquina del tiempo, a causa de que la teoría de cuerdas es una teoría del todo, también es teoría del tiempo. Las ecuaciones de Einstein no permiten la creación de máquinas del tiempo, construir una es muy difícil, se requiere mucha más energía de lo que las películas de ciencia ficción nos sugieren.

Nos planteamos la pregunta, si retrocedes en el tiempo y te encuentras con tu madre adolescente antes de que tú nazcas y ella se enamora de ti, como es posible que nazcas? O se te crees muy listo para mi ejemplo, aquí tienes la madre de todas las historias de viajes de tiempo, pon atención.

El año es 1945, es una noche oscura y con tormenta, aparece un vagabundo llevando una niña en una canasta la cual él deja en la puerta de un orfanato. Al siguiente día, las monjas del orfanato recoge la canasta, no saben de dónde vino, no saben qué nombre ponerle a la bebe, así que la llaman Jane. Ya interés en el orfanato preguntándose quién será su madre o padre, muestra su familia, de donde habrá venido, etcétera. Al llegar a los 19 años, quien se convierte en una joven muy bonita y se enamora de un joven que aparece momentáneamente su vida. Tiene relaciones, el desaparece para nunca más volver y ella queda embarazada. Nueve meses más tarde en el hospital da a luz a una linda bebe, pero esa misma noche, alguien se introduce en el hospital esa noche y secuestra a la bebe de Jane. La historia empeora. Jane está sangrando y está a punto de

morir, ella no es normal. Los doctores tienen que convertir a Jane en un Jim en una operación de emergencia. Jim se despierta al día siguiente con un dolor de cabeza, abandonado como un bebé en un orfanato, sin padre, sin madre, con alguien que le embarazó, le abandonó, con alguien que robó su bebé y finalmente ya no es Jane ahora es Jim. Cada vez que Jim está en un bar y alguien le pregunta de dónde viene, obtiene su madre o padre o finalmente quienes él, se enrolla en una pelea campal. Jim se vuelve un borracho empedernido. Un día quien atendía el bar le dijo "Jim, Jim despierta, en realidad tengo una máquina del tiempo. Entremos en ella y resolvamos el misterio de quién eres". Así que programan la máquina y retroceden al pasado y Jim es dejado en algún lugar del pasado, él no sabe dónde. Pero entonces se encuentra con una preciosa joven de 19 años y se enamora de ella. Bueno en realidad no era así como tenía que suceder pero discuten y Jim se va furioso. En un momento de lucidez, se da cuenta que su novia está embarazada y confiesa "oh Dios mío, la historia se repite. Me tengo que asegurar de que mi hija obtenga la mejor educación posible". Así que Jim va al hospital nueve meses más tarde, rompe el vidrio de la ventana y secuestra a su propia bebé y vuelve a la máquina del tiempo. En ella retrocede al pasado hasta justo antes de 1945. Jim avanza en la oscuridad llevando a su preciosa bebé y la deja en un orfanato. Al día siguiente las monjas del orfanato ven a la bebé y no saben cómo llamarla así que le ponen el nombre de Jane. Jane crece preguntándose quién será su madre, su padre o su familia, porque fue abandonada a la puerta del orfanato. Ante esto, Jim piensa "esto de viajar en el tiempo es algo bueno. Voy a dejar de beber y voy a hacer algo constructivo con mi vida, me voy a unir a la corporación de los viajeros del tiempo. De esta manera Jim realiza misiones heroicas en los anales del tiempo. Ahora Jim es alguien viejo a punto de retirarse. En su día de jubilación le entregan un reloj de oro. Entonces Jim pide permiso para una última misión en el tiempo, para ir a cierto bar en donde había tenido su primera pelea, cuando le preguntaban quién era, o quién era su madre, su padre o su hermano, o su hermana o su tía, o su tío, de donde realmente venía?

Bueno, si dibujas el árbol familiar de Jane en un papel, te das cuenta que ese árbol familiar es de Jane en sí misma. Ella su propia madre, ella es su propio padre, su propio hijo, ella su propia nieta, ella es su propia bisabuela, su propia tatarabuela. Ella en sí misma es un árbol familiar. Entonces te puedes imaginar qué pasaría si toda la familia se juntara en una comida y tuvieron una pelea y alguien dijera: "quién me hizo esto a mí?" "No, te lo hiciste a ti mismo". Todos estarían en lo correcto, porque si el viaje en el tiempo es posible, entonces es posible que seas tu propia madre y tu propio padre. Y que dice la teoría de cuerdas de todo esto? Dice que esto es ciencia ficción, como Einstein diría, el tiempo es un río. Todos estamos dentro de ese río del tiempo, el tiempo puede acelerarse o enlentecerse. El tiempo se acelera en la luna más que en la tierra. El tiempo se enlentece en Júpiter en comparación con la tierra. Y lo podríamos medir con nuestro celular. El celular obtiene señales GPS de los satélites y estos tienen ciclos diferentes a los que usa un celular y tu celular tiene que compensar eso. Así que tu celular tiene que incluir la teoría de la relatividad general de Einstein en sus cálculos.

Así que para resumir, las ecuaciones de Einstein permiten el viaje en el tiempo. El tiempo sonrío. El río del tiempo puede dividirse en dos Ríos y si puedo hacer eso, esto responde la paradoja del viaje en el tiempo porque si te metes en una máquina del tiempo, y retrocedes en el tiempo, no puedes cambiar tu propio pasado, estás cambiando el pasado de alguien más en algún otro fluir del tiempo. Si es que el río del tiempo se puede dividir en dos Ríos entonces no existe la paradoja del viaje en el tiempo si es que comienzas a usar algo como la teoría de cuerdas. Entonces la pregunta es, que se necesitará para un día poder ir de un universo a otro?

(¿Por qué buscar otros universos?)

Bueno en unos trillones de años el universo se volverá muy frío. Creemos que el universo se convertirá en un gran refrigerador. Todas las estrellas se apagarán, dejarán de parpadear y el universo será algo tan grande y tan frío. En ese punto toda la vida inteligente en el universo habrá muerto. Las leyes de la física son una garantía de muerte de toda la vida inteligente. El universo eventualmente debería haberse acercado a la muerte del calor predicha por los físicos años atrás, pero hay una escapatoria, sólo una. Sólo hay una forma de escapar de la muerte del universo y esta es dejar este universo. Bueno no estamos realmente entrando en el terreno de la ciencia ficción, pero por lo menos tenemos algunas ecuaciones, las ecuaciones de la teoría de cuerdas las cuales nos permiten calcular si es posible viajar a través de un agujero de gusano para ir a otro universo que sea más caliente y donde tal vez podamos comenzar todo de nuevo.

Una quinta fuerza

Si fueras a resumir el progreso de la física a lo largo de los últimos 10,000 años, llegarías a obtener una destilación en base a cuatro fuerzas fundamentales, la gravedad, la electricidad y el magnetismo y las dos fuerzas nucleares. Aquí surge una pregunta, existirá una quinta fuerza? Una fuerza más allá de las fuerzas que podemos medir en un laboratorio. Y créanlo o no, hay físicos que cuidadosamente consideran esta quinta fuerza. Algunas personas piensan que tal vez es un fenómeno psíquico. Tal vez sea la telepatía. Tal vez sea algo llamado psicoenergía. Tal vez sea el poder de la mente, tal vez la conciencia.

No soy psíquico, creo en teorías experimentales para asegurarme de que estas sean verificables y reproducibles. Queremos que cada vez que deseemos, las teorías funcionen de la misma manera siempre, sin excepciones. Si tu teoría falla una sola vez, es errónea. En otras palabras, la teoría de Einstein tiene que funcionar una y otra vez siempre de la misma manera. Si fallara una sola vez, toda la teoría estaría errada.

Las cuatro fuerzas mencionadas pueden ser reproducidas por las teorías físicas, pero la quinta fuerza no puede ser reproducida, estamos estudiando esto. Algunas personas piensan que una quinta fuerza puede ser de corto alcance, no más

grande que el núcleo de un átomo o tal vez capaz de alcanzar varios metros, pero no hemos encontrado nada.

(Energía oscura)

La teoría de cuerdas es una teoría de todo el universo, sin embargo, cuando resuelves las ecuaciones de la teoría de cuerdas, descubres que todos los universos emergen de la teoría de cuerdas. La gente pregunta, cuando? Cuando podremos tener este poder cósmico? Y la respuesta es, dependen de tu energía. Cuando los físicos miran al espacio exterior en busca de energía nos damos cuenta de que cualquier civilización avanzada podría eventualmente encontrar tres fuentes de energía. Planetas, estrellas y galaxias. Por lo tanto un tipo de civilización es la planetaria, consumen energía planetaria, controlan el clima, los terremotos controlan los volcanes. Controlan todo lo que sea planetario, como Buck Rogers o Flash Gordon.

Un segundo tipo de civilización sería estelar. Esta controlaría energía que sale de las estrellas como en Star Trek y la Federación de planetas. Éstas serían dos tipos de civilizaciones típicas. Existe una tercera, la galáctica, como en el imperio contraataca. Ellos vagan por las galaxias. Ahora, que es la teoría de cuerdas de energía? La teoría de cuerdas de energía es también llamada plancha de energía, con un poder entre 10 a 19 millones de voltios de electrones. Ese es el universo en el cual vivo, vivo en 11 dimensiones, trabajo, sueño en ellas. 10 a 19 millones de voltios electrones eso es un buen trillón de veces más poderoso que el más grande colisionador de hadrones. Estos energía de tercer tipo. Por un lado tenemos la energía de las galaxias, la energía de los sistemas estelares y ahora tendremos la energía de las planchas de energía, tal vez incluso la habilidad de juntar el tiempo y el espacio en un pretzel.

Que hay más allá de esto? Hace un tiempo di una charla en un viejo planetario, en pequeño de 10 años muy incisivo se me acercó y jalándome de los pantalones me dijo, "profesor, esté equivocado existe energía de tipo cuatro". Así que me agaché para ver a este pequeño niño le dije "por qué no te callas pequeño, porque no vas a aquella intersección donde el tráfico y juegas allí?" Oh no, el niño no se fue, continuó jalándome de los pantalones y continuaba diciendo "profesor, esté equivocado, existe energía de tipo cuatro". Entonces le dije, "mira pequeño, en el universo tenemos planetas, estrellas, galaxias, por lo tanto cualquier civilización inteligente que exista tendrá o energía planetaria o energía estelar o energía galáctica. Eso es todo lo que hay. No existe energía de tipo cuatro". El niño continúa jalándome de mis pantalones otra vez y me decía "profesor, este equivocado, hay algo más allá del tipo III y esto es el continuum". Entonces me dije mi mismo "uhmm, tal vez él esté aquí por qué me habla del continuum de Star Trek. En Star Trek hay algo llamado Q. Q Q está más allá de las galaxias, se encuentra en el nivel de los dioses, de hecho, ellos obtienen energía del continuum. Que es el continuum? Energía oscura.

Los físicos en los últimos 10 años hemos descubierto una nueva fuente de energía, inclusive más grande que la galaxia, es la energía oscura. En nuestro universo hoy, el 73% del universo, la energía de la materia, se encuentra en la forma de energía oscura, la energía de la nada. Esta energía es la que aleja las galaxias más y más. Es la energía del Big Bang mismo. Los niños preguntan “si el universo estalló, que lo hizo estallar?” La respuesta es la energía oscura. 73% de la energía del universo es energía oscura el 23% restante es materia oscura. La materia oscura es materia invisible, si la sostuviera en mi mano, la atravesaría. 23% del universo es materia oscura. Estrellas hechas de hidrógeno y helio conforman el 4% del universo. Entonces que acerca de nosotros? Nosotros, los elementos más elevados, nosotros, hechos de oxígeno, carbón, nitrógeno, tungsteno, hierro, conformamos el 0.03% del universo. En otras palabras, somos la excepción. El universo está hecho mayormente de energía oscura y de materia oscura. Más allá de las estrellas, más allá de las galaxias, ese 73% de energía oscura que compone el universo, en qué consiste? Nadie lo sabe. La teoría de cuerdas nos da algunas pistas, pero nadie lo sabe en definitiva.

El futuro de la física eres tú

Así que en otras palabras, para ti joven aspirante a la física en audiencia, te debes estar diciendo en este momento, “entonces para qué quiero la física? Porque ustedes ya tienen un candidato para la teoría de campos unificada, cierto?” Imagínese simplemente que cada libro de física esté equivocado. Que cada libro de física en la tierra diga que el universo está hecho mayormente de átomos. Eso dice no? El universo está hecho mayormente de átomos. Incorrecto. En los últimos 10 años, nos hemos dado cuenta que la mayoría del universo es oscuro y hay una buena cantidad de premios Nobel para los jóvenes que puedan desenmarañar el secreto de la materia oscura y de la energía oscura.

También me gustaría destacar que hay una historia moral. La materia oscura fue predicha inicialmente por una mujer, Vera Reuben, pero ella fue ignorada durante 40 años por qué lo que decía era increíble. Materia oscura, materia invisible que provoca que las galaxias se separen? Esta es una historia triste de mi campo, la física teórica, porque las mujeres usualmente son ignoradas y no se les da crédito. El ejemplo más famoso de esto es el caso de Joselyn Bell. Ella era una estudiante joven del doctorado en economía y un día miró al cielo y las estrellas que estaban parpadeando en él. Las estrellas no parpadean. Las vemos titilar por causa de imperfecciones en la atmósfera, ellas no parpadean de esa manera, es decir ellas no parpadean de manera regular. Entonces ella catalogó día tras día, semana tras semana y mes tras mes este parpadeo. Entonces cometió el más grande error de su vida, se lo mencionó a su tutor de tesis. Cuando llegó el momento de escribir su ensayo de quien fue el primer nombre que apareció? Fue del tutor. El equipo de la película y ella solamente una estudiante graduada. Cuando llegó el momento de dar charlas alrededor del mundo, quienes las dio? Él lo hizo. Y cuando llegó el momento de ganar el Premio Nobel de física por el descubrimiento de los pulsares, quien ganó el Premio Nobel de física? Fue el, no ella. Cuál es la lección aquí? La lección es, si alguno de ustedes algún día descubren algo importante,

dígame lo primero. Quiero decir, soy un hombre generoso, que consigue dinero para el metro. Yo seré el hombre de la película impondré mi nombre en el descubrimiento y bueno, un boleto para el metro no es un mal premio de consolación. El punto que estoy tratando de resaltar es, hay una gran cantidad de premios Nobel para aquellas personas que puedan descubrir de qué está hecha 73% del universo, la energía oscura, y que es la materia oscura que conforma el 23% del universo? Nadie lo sabe la teoría de cuerdas nos da una pista, pero no hay una respuesta definitiva.

Por ejemplo, permíteme mencionarte algo del área de la medicina una vez leí un artículo acerca del cáncer de mama en el New York Times y mencionaba una figura que encontré absolutamente espantosa. Decía que el 95% del dinero dirigido a las investigaciones para el cáncer de mama no llega a curar el cáncer de mama en absoluto, simplemente es usado para darle vueltas al tema y mantener su vigencia, recomendando terapias existentes en vez de la cura en su nivel fundamental.

Cuando yo era un niño aún recuerdo que la gente hablaba de los pulmones de acero. La polio era una enfermedad horrible y la gente decía que un día tendríamos miles de pulmones de acero en todo Estados Unidos. Barrios llenos de pulmones de acero para poder tratar la polio. Pero saben una cosa? Apareció Jonas Salk y solucionó esta enfermedad. Hoy no tenemos pulmones de acero pero tenemos algo similar. Tenemos establecimientos para el cáncer que invierten mucho dinero en darle vueltas al tema del cáncer y sólo 5% de ese dinero es usado realmente para curarlo.

Así es que esta es la analogía en la biología. En la física, lo que queremos es la teoría fundamental que maneja todas estas partículas subatómicas. Es difícil creer que la naturaleza haya sido tan maliciosa para crear un universo en su nivel más básico basado en miles de partículas subatómicas que incluso en el modelo estándar se ven feas. 36 quarks, 19 parámetros libres que puedes ajustar, tres generaciones, copias de cada una de ellas, tres copias redundantes de quarks. Porque la naturaleza sería tan redundante al crear una teoría fundamental y no fuera elegante, bella, simple si no que se horrible pero que funcione.

Como físico, también nos interesa cuál será el futuro de la energía. Antes que nada, la energía solar es muy buena, pero es dos veces más cara que la tecnología de combustible fósil en promedio. Por lo tanto, si inviertes en energía solar entradas en bancarrota. Sin embargo las tecnologías solar, eólica que sean renovables están bajando su precio cada año. Los combustibles fósiles están elevando sus precios en promedio cada año y las curvas de ambas energías se cruzarán dentro de unos 10 años. No sabemos con seguridad, pero seguro que sucederá un cambio de visión. Esto significa que será ventajosamente económico invertir en tecnologías solares, de hidrógeno y que sean renovables.

Por ejemplo en Europa hoy, los inversionistas están comprando derechos sobre el desierto del Sáhara, no porque quieran poner paneles solares en el desierto, es

muy pronto para esto. Pero en unos 10 años, cuando la energía solar se vuelva más barata, más eficiente, con créditos en impuestos y producir en masa, invertir en el desierto será muy tarde. Todos los que tengan derechos en áreas desérticas instalarán paneles solares allí. Así que invertir en tecnologías solares es más o menos ahora, ahora que es muy caro pues en 10 años será muy tarde para intervenir.

Y por otro lado, la energía de fusión es otra posibilidad. Los europeos están apostando al reactor de fusión ITER ubicado en el sur de Francia, 10 billones de euros provenientes de la Unión Europea, Rusia, Estados Unidos, Japón, Corea, para crear el primer reactor de fusión para luego por el año 2030 hacerlo comercial. Así que en 10 años posiblemente entremos en una era solar, y en 20 años entraremos en una era de fusión solar en la cual el agua de mar es un ingrediente básico para una planta de fusión.

Ahora, que es la energía de fisión? La energía de fisión es la energía del uranio. La energía de fusión es la energía de las estrellas, energía del hidrógeno. El uranio tiene un problema, cuando lo tratas generadas desperdicios nucleares, toneladas de desperdicios nucleares. Este desperdicio nuclear es caliente. Este calor es lo que está provocando el deshielo en Japón en este mismo momento. De hecho, de acuerdo a datos de Hitachi Corporation tomará unos 30 años poder controlar el accidente que allí se generó. 30 años es una de nuestras mejores proyecciones para poder finalmente poner en descanso el reactor accidentado.

La energía de fisión tiene problemas, primero deshielos, segundo desperdicios nucleares. Donde los pondrán? El presidente Barack Obama ha decidido cancelar el repositorio de desperdicios nucleares en las montañas Yucca. Así que por el momento, los Estados Unidos está sufriendo de un caso masivo de estreñimiento nuclear. Los desperdicios nucleares se están amontonando en cada sitio nuclear de producción. Hay 104 de ellos en los Estados Unidos y no hay donde poner los desperdicios nucleares.

Entonces mi posición es, toma 10 años termina de construir una planta de energía nuclear nueva, en esos 10 años la energía solar se volverá muy competitiva, y por lo tanto el clima económico cambiara. Por el momento parece económico construir una planta de energía nuclear pero dentro de 10 años, la energía solar se volverá muy competitiva por encima de los combustibles fósiles por lo que energía nuclear se convertirá anticuada.

Algunas personas me preguntan "profesor, si usted está buscando la teoría del todo, hay algo para mí en ella? Ya no queda nada cierto? Incorrecto. Hay varias formas de considerar esta pregunta. Imagínate ver un juego de ajedrez por primera vez en tu vida y ver a los jugadores moviendo las piezas en el tablero. Si nunca jugaste ajedrez en toda tu vida, podrás imaginarte las reglas por medio de mirar el juego. Como se mueven los peones, como se mueve al rey y todo lo demás será fácil de aprender en corto tiempo. Pero este aprendizaje que convirtiera en un maestro? No. Encontrar las reglas del ajedrez es como encontrar

la teoría de campos unificada. Ya sabemos como las partículas se mueven, ya sabemos cómo cada objeto en el universo se mueve.

Conocemos todos los movimientos de la materia y la energía. Eso es la teoría de campos unificada. Así es que es como imaginarse las reglas del ajedrez, pero esto te hace un maestro? Esto te hace un maestro en la gravedad? Un maestro en electricidad y magnetismo? Un maestro en fuerzas nucleares? No. Hay otra forma de considerar esto. La materia oscura, la energía oscura han sido descubiertas en los últimos 10 años lo cual nos ha obligado a revisar todos los fenómenos físicos del planeta tierra. Éstos embarazoso. A causa de que ahora nos damos cuenta que la mayoría del universo es oscuro nos encontramos perdidos de en qué consiste realmente. Tenemos algunas pistas, la teoría de cuerdas dice que la materia oscura se encuentra en vibraciones más altas de las cuerdas llamadas partículas compañeras o s- partículas. Una s- partícula es una super partícula, pero no está comprobada. Incluso a la teoría de cuerdas se le hace difícil explicar la magnitud de la energía oscura.

Llegará el día que entendamos la energía oscura y la materia oscura, entonces entenderemos el Big Bang, porque el Big Bang fue producido por energía oscura. Así que cuando entendamos la materia oscura, energía oscura, entonces entenderemos el nacimiento del universo y la muerte del universo. Soy un físico teórico, como tal, mi laboratorio es un lápiz. Lo puedo llevar en el bus, en el avión, en el tren y laboratorio es un lápiz.

Una nota final, déjeme decirle lo siguiente, desde que era un niño mi modelo de vida fue Albert Einstein y tuve el raro privilegio de hablar en el centenario de Einstein hace varios años. Y mi historia favorita de Einstein es esta: cuando Einstein era un hombre viejo, estaba cansado de dar la misma charla una y otra vez. Así que un día su chofer se le acercó y le dijo “profesor, en realidad soy actor de medio tiempo. Lo escuchado hablar tantas veces que me he memorizado su parlamento. Así que porque no intercambiamos roles? Me pondré un bigote, una peluca y seré el gran Einstein Este será mi chofer”. Einstein le encantó la idea así que intercambiaron roles y funcionó de maravilla hasta que un día un matemático al fondo hizo una pregunta muy difícil. Entonces Einstein a ésta empezó “hasta aquí llegamos”pero entonces el chofer dijo “se pregunta es tan elemental que incluso mi chofer puede responderla por mí”.

Déjenme darles un consejo. Si ustedes son físicos jóvenes, tal vez apenas saliendo del colegio, tienen sueños de ser Einstein, sueños de trabajar en la teoría de cuerdas o en cosas como esas y comienzas tus estudios de Física. Déjenme agudizarlo. Nosotros los físicos aplazamos a la mayoría de los estudiantes que toman física elemental porque somos más o menos alentados por el departamento de ingeniería para hacerlo. No queremos entrenar a ingenieros que hagan puentes que luego se caigan. No queremos crear ingenieros que creen rascacielos que luego se derrumben. Aquí hay un común denominador. Necesitas conocer las leyes de la mecánica así que antes de trabajar con las leyes de Einstein, tienes que trabajar con las leyes de la ficción, poleas, palancas y engranajes.

Entonces si eres un físico joven, graduado con sueños en tu cabeza y te topas con la física de manera no muy amigable, toma aire, tienes que entender que esta es la única manera.

Comencé mi vida profesional como un físico experimental, luego fui a Harvard y hablé con mi profesor consejero uno de los más grandes físicos experimentales, el profesor Pound. El me dijo que tal vez debería hacer un cambio, me dijo “creo que tus destrezas podrían ser mejor empleadas en aquello que amas más, en la teoría, en matemáticas, el mundo de las dimensiones”. Me di cuenta que él estaba en lo correcto. El asunto de la física, o aún de la ciencia que realmente me intriga a lo sumo, es encontrar los fundamentos más básicos de todo. En vez de intentar darle vueltas a una teoría o hacerla más bonita, porque no encontrar por qué ésta funciona, que la hace real? Y eso es lo que hago para vivir. Soy un físico teórico. Muchas gracias.