

El Dr. Javier Santaolalla en la UCR

El amor y los descubrimientos científicos están muy relacionados

Les ofrecemos un extracto de la conferencia "Divulgación científica y la universidad pública: una atracción física" del divulgador científico, ofrecida el 12 de julio de 2022 en el Aula Magna.

24 JUL 2022 Ciencia y Tecnología



El Dr. Javier Santaolalla es uno de los divulgadores científicos más reconocidos a nivel internacional. Aquí en la conferencia que ofreció en el Aula Magna, en la Ciudad de la Investigación de la UCR. Laura Rodríguez Rodríguez

"Les voy a hablar de mi primer amor, de cómo me enamoré de **una partícula subatómica**. ¿De qué me voy a enamorar yo?, de un pinche bosón, claro. ¿De qué nos enamoramos los *nerds*?

Pues un matemático se enamora de una ecuación, un químico se enamora de un elemento de la tabla periódica, los informáticos ... los informáticos no tienen corazón, pero los *nerds* nos enamoramos de cosas así.

Yo me enamoré de una partícula subatómica, es algo espectacular, porque **llegó a mi vida de forma imprevista y cambió completamente mis esquemas**. Y es que el amor es algo espectacular, cómo traspasa fronteras, cómo traspasa los muros del espacio y del tiempo y hasta revoluciona el mundo. Amores profundos como el de Helena de Troya y Paris, como Romeo y Julieta o como Betty la Fea y don Armando son amores que realmente son reconocidos por toda la historia y cambian el mundo.

Yo me enamoré de una partícula que es el bosón de Higgs, que apareció hace diez años, el 4 de julio de 2012.

Tiene sentido que hablemos de amor, porque el amor y un descubrimiento científico tienen mucho que ver, realmente están muy relacionados. Recordamos el primer beso, porque es un momento especial, porque nos sentimos únicos. Bueno, el descubrimiento científico tiene algo de esto. Cuando alguien descubre algo científico en ese momento es la única persona que lo conoce, lo hace sentir a uno muy especial. Por ejemplo, **Galileo**, que vio las lunas de Júpiter, fue la primera persona que las vio, tuvo que sentir algo así. Es una sensación muy parecida al amor.

[LEA: Los neutrinos nos enseñan una nueva manera de ver el cielo](#)

Cuando tenía 22 años, mi suegro me regaló un libro, *La historia del tiempo*, de **Stephen Hawking**. Era la primera vez que oía hablar de la expansión del universo, del Big Bang, de la materia oscura, de los agujeros negros y, según yo leía más y más, me iba enamorando. Hasta que en un momento mis ojos brillaron cuando oí hablar del bosón de Higgs, y de un laboratorio de Física de Partículas donde se iba a crear. Iba a ser en el [CERN](#) (Organización Europea para la Investigación Nuclear) en el año 2008.

Estudí Ingeniería y Física, las dos carreras a la vez, en **universidades públicas**, lo hice gracias al apoyo de la universidad, de la sociedad, gracias a estudios públicos de calidad, que me permitieron acceder a una carrera científica pude llegar a trabajar en el CERN. Y lo hice sin recursos, yo soy una persona que no hubiera podido haber estudiado sino hubiera sido gracias a la universidad gratuita. Y llegué después de diez años de entrega al estudio.

Mandé mi currículum para trabajar en el **Gran Colisionador de Hadrones**. Esta es la máquina que está ubicada en Suiza, que consigue colisionar protones para recrear el origen del universo. Es ahí en donde yo hice mi investigación y encontré a mi medio bosón, al amor de mi vida, al bosón de Higgs. Ahí apareció el 4 de julio de 2012, siendo **uno de los descubrimientos científicos más importantes de nuestra era**.

¿Por qué es tan importante el bosón de Higgs?

La **física fundamental** se encarga de estudiar **los componentes mínimos de la materia**. Según un físico fundamental, el ser humano es capaz de entender todo lo que ocurrió en el cosmos a partir de los ladrillos que lo componen. Toda la materia del universo está formada por ladrillos chiquititos de materia que se juntan para formar todo lo que vemos.

Estos ladrillos chiquitos de materia, que son como piezas de lego, son los componentes mínimos del cosmos. Y supuestamente podríamos entender cualquier cosa que queramos simplemente entendiendo cómo estas piecitas encajan. Según un físico fundamental reduccionista, cualquier fenómeno que ocurre en el mundo físico podría ser explicado a partir de cómo estas partículas se interrelacionan.

El modelo estándar o ecuación, que es la más importante del cosmos para un físico de partículas, describe con detalle cómo funcionan las partículas del universo. El mecanismo de Higgs salva al modelo estándar de caerse. Sin el campo de Higgs no hay modelo estándar.

El bosón de Higgs También responde a una cuestión milenaria. En 1665, un joven inglés, en la granja de Woolstore, **Isaac Newton**, estaba sentado debajo de un árbol, cuando de repente le cayó una manzana en la cabeza y así **descubrió la gravedad**. Él descubrió una ley fundamental del cosmos.

Newton escribió muchas otras cosas ese año. Este es un año de los más importantes en la historia de la ciencia. Él descubrió las leyes de la mecánica con 24 años. Inventó el telescopio de Newton. También descubrió esto de que cuando pasa la luz se divide en colores, como el arcoiris, descubrió que la luz es *gay*. Todo esto lo descubrió en un estado que todos ustedes ya conocen, el confinamiento, durante una pandemia mundial.

Él descubrió esta cosa maravillosa que es **la ecuación de la ley de la gravitación universal**, entendió cómo funcionaba la gravedad y entendió que la misma fuerza que hace que la manzana le caiga en la cabeza, es la misma fuerza que hace que la luna gire alrededor de la Tierra. Consiguió ordenar el cosmos por medio de una fuerza universal.



El divulgador científico español es ingeniero en telecomunicaciones y físico y trabajó en la Organización Europea para la Investigación Nuclear, comúnmente conocida por la sigla CERN. Anel Kenjekeeva

Pero una cosa que no hizo Newton fue explicar qué es la gravedad. Él dijo: la gravedad es una fuerza de atracción entre masas, cuanto más cerca más atracción. Eso ya lo sabe un reguetero. Lo que no dijo es por qué. Él lo sabía, dejó que otro lo hiciera.

Ese otro nació 150 años más tarde: **Albert Einstein**, quien en 1905 (otro año muy bonito para la Física), en un solo año, ese tipo dio con la primera demostración directa de la existencia de los átomos. Ese mismo año, resolvió el problema del efecto fotoeléctrico, que era la primera explicación cuántica de la historia de la física. Ese mismo año estaba también creando la teoría de la relatividad, un chavalito de 24 años.

Diez años más tarde amplía la teoría de la relatividad para **crear la teoría de la relatividad general**, que no solamente incluye su concepto de la relatividad, sino que también toma la ley de Newton y la completa. En esa teoría general de la relatividad, Einstein sí explica qué es la gravedad: el espacio es un entorno que ya no es fijo, sino que se puede moldear. Cuando aparece una masa, el espacio se distorsiona, generando una oquedad que crea una depresión en el espacio-tiempo.

Si uno coloca un planeta en esa oquedad, el planeta va a caer, y esa acción es lo que llamamos gravedad, que es la acción del espacio-tiempo distorsionado debido a la masa. Ese fue un cambio brutal en nuestra forma de entender el universo, fue el primer paso de entender el universo en el que vivimos, fue una auténtica revolución.

Pero Einstein no terminó su trabajo, lo dejó a medias. Y es que **no explicó qué es la masa**.

Bueno, 400 años después de que todo esto pasara tenemos una respuesta a esa pregunta que inició Newton, continuó Einstein y **nosotros ahora estamos cerrando. Ya sabemos lo que es la masa y es la acción del campo de Higgs**.

La dificultad de caminar por el espacio es lo que los físicos llamamos masa. ¿Verdad que es más difícil mover un piano que mover un libro? Porque el piano tiene más masa. Cuando una cosa tiene masa cuesta moverla. Aquí aparece la segunda ley de Newton: fuerza es igual a masa por aceleración ($F=m \cdot a$).

¿Qué nos dice esta ecuación? Nos dice que si queremos acelerar algo tenemos que aplicar una fuerza, más fuerza cuanto más aceleración queramos conseguir, pero a costa de la masa. Una masa muy grande hace que necesitemos más fuerza para poder acelerar algo. Una masa muy chiquitita hace que la fuerza sea menor.

Así que ya podemos decir qué es la masa. **Es una especie de resistencia al cambio de movimiento**. Una resistencia a la aceleración. De hecho esta ecuación se parece mucho a la ley de Ohm. ¿Cuál es la ley de Ohm? $V=I \times R$, la intensidad se consigue a partir de un voltaje con un coste en resistencia. La resistencia es un impedimento al paso de la corriente, es una fricción al paso de la corriente. Pues bueno, esta ecuación se parece mucho a $F=m \cdot a$, donde la masa es una especie de resistencia al paso de la materia. El espacio pone un peaje o un precio al paso de la materia. Ese coste es lo que llamamos masa.

El acelerador de partículas

Cuanto más masa tiene un cuerpo más atrae el campo de Higgs y más le cuesta moverse. Entre menos masa, menos atracción, y le cuesta menos moverse. Entonces, el bosón de Higgs explica qué es la masa de una partícula.

El bosón de Higgs se logra encontrar gracias a una máquina, que se llama el acelerador de partículas, el LHC.

Este es un gran colisionador de partículas con 27 kilómetros de longitud, que está a 100 metros bajo tierra, que toma protones y los acelera hasta que alcanzan velocidades cercanas a la velocidad de la luz. Da vueltas 11 000 veces por segundo, para que después de dar tantas vueltas, esos protones colisionen a energías similares a las que habían al principio del universo, del Big Bang, creando un montón de materia que representa el estado de materia primigenia, cuando el universo nació. Vemos solo partículas que habían al inicio del espacio, del tiempo y el cosmos.

Un colisionador o acelerador de partículas **es un gran microscopio** para ver dentro de la materia, donde no alcanza ningún microscopio, porque cuando rompes la materia, la revientas y consigues llegar a las partes más chiquititas. Cuanto más fuerte se rompa la materia, más adentro se logra llegar.

Esto lo logramos ver por medio de una propiedad, que son las ondas, y estas son más precisas entre más chiquititas sean. Nosotros somos sensibles al tamaño debido a la rigurosidad de esta onda. Si la onda es muy poco rugosa, apenas puede captar el detalle de lo que quiere ver. Entre más pequeñas sean estas ondas, mejor logramos ver, porque la mecánica cuántica nos ha enseñado que entre más chiquitita sea esa onda, más energía lleva. Por eso las ondas chiquititas son las ondas ultravioletas, los rayos gama, esas son las que hacen daño, porque son ondas que llevan mucha energía. Así que cuidado con vayas al sol. Sin embargo, las ondas lentas, que son por ejemplo las que usa la radio, esas no hacen daño. Te podés poner la radio en la oreja y no te hacen daño., a no ser que escuches reguetón, que te revienta el tímpano. Si queremos romper algo y romperlo de verdad necesitamos mucha mucha energía. Por eso se usa un acelerador, una máquina gigante, que acelera a gran velocidad para romper la materia y ver en su interior.

Un acelerador de partículas es **también un sintetizador de materia**, esto quiere decir que es capaz de crear nuevas formas de materia.



Santaolalla se presentó en la UCR en dos oportunidades debido a la gran cantidad de público interesado, ante un auditorio colmado de estudiantes universitarios y de un grupo de alumnos de colegios científicos de todo el país. Laura Rodríguez Rodríguez

Y esto es señoras y señores. Agárrense bien fuerte, estrujen bien los puños y los esfínteres porque les voy a contar una de las cosas más locas que jamás han oído en sus vidas. ¡Vale!

Cuando nosotros en nuestro día a día vemos una colisión, esperamos que dos cosas chocan y aparecen las partes que chocan. Bueno, en mecánica cuántica esto no funciona así. Es verdad que cuando las cosas chocan aparecen partes de lo que choca, pero también aparecen partes que no estaban ahí por el espacio que no estaba adentro. Esta es una de las propiedades cuánticas que hace que la colisión de partículas sea tan interesante. Es muy loco. Imagínate que tienes dos coches cuánticos que chocan y al chocar sale un piano, o te sale una bicicleta, Bob Esponja, Luis Fonsi, que sale despacito... Esa no te la esperabas, ¿verdad?

Entonces, cuando chocan dos protones te puede salir un electrón, el electrón no estaba dentro del protón, se creó de nada, viene del vacío, o aparece un fotón, un pion, un muon. De repente aparecen partículas que nunca nadie ha visto. Esto es lo que hace que la física

de partículas sea tan atractiva, porque puedes crear nueva materia, materia que no está en nuestro entorno.

Esto lo hace gracias a una propiedad muy interesante, que es **la conversión de energía en materia**. ¿Saben lo que es la energía? ¿Verdad? Sabemos que la energía es la capacidad de producir trabajo, que ni se crea ni se destruye y que se transforma.

En 1904 aparece un nuevo tipo de energía: la masa. Entonces la masa puede entrar en el juego de conversión de energía de un tipo a otro, por ejemplo, aquí vemos el caso de energías que se transforman, el tirachinas (resortera), la energía elástica se transforma en energía cinética. Y así, se puede crear nueva masa.

Esto se hace en una máquina que es el colisionador de adrones. En esta máquina se tomen protones y se aceleran para que vayan muy rápido. Cuando van muy rápido llevan mucha energía cinética y se les hace colisionar. Esta energía cinética va al vacío cuántico y allí se condensa para generar nuevas partículas, partículas que nosotros no podemos ver.

Así que el espacio vacío funciona como un mercado, donde funcionan un montón de partículas que nosotros no podemos tener y si queremos comprarlas tenemos que ir al vacío con nuestro dinero, que es la energía, y sacarlas de ahí. Se pueden extraer cuando colisionan partículas, partículas que no están en nuestro entorno.

Esto es lo que convierte a los físicos de partículas en auténticos paleontólogos del cosmos. De una forma similar, nosotros también traemos a la vida cosas extintas. El universo no solo está compuesto de protones, fotones y electrones, es mucho más que rico que eso.

Existen muchas más partículas, lo que pasa es que no están en nuestro entorno. El universo, después de 6 800 millones de años de existencia, ha convertido a toda su materia en tres formas únicas: protones, fotones y electrones. Podemos traer esas nuevas partículas a la vida gracias a las colisiones.

Todas las partículas nacieron en un suceso muy energético que es el Big Bang. El universo creó un montón de tipo de partículas. Eso ocurrió en el inicio del tiempo. ¿Qué pasó? Que el universo se fue expandiendo y le tocó repartir todas esas partículas (ese dinero) y se fue haciendo más pobre.

Al hacerse pobre no podía comprar partículas del vacío cuántico y esas partículas se fueron extinguiendo. Hay partículas que existieron solo al inicio del tiempo, después desaparecieron para siempre. La única forma de volver a verlas es recrearlas, creando una especie de Parque Jurásico de partículas, donde podemos encontrarlas. Así que la colisiones nos permiten encontrar nuevas partículas.

Esas colisiones nos permiten viajar en el tiempo. Un acelerador de partículas es también un DeLorean, una máquina que nos permite viajar en el tiempo al pasado y con ello se convierte en un telescopio súper tremendo.

¿Saben que si estuvieran lejos estarían viendo a través del tiempo? La luna está a 400 000 km, es decir, está a 1 segundo luz; el sol está a 150 millones de km, está a 8 minutos luz; la siguiente estrella más cercana, Alfa Centauri, está a 4 367 años luz, es decir, la luz tarda cuatro años en llegar y, por lo tanto, vemos cómo era hace cuatro años.

Un viaje en el tiempo

Hay gente a la que le cuesta entender esto. Les pongo un ejemplo que es muy triste, me pasó a mí, pero oye, la vida es así a veces. Les estoy contando de todos mis amores. Como

pueden ver, esta es una conferencia sobre el amor. El amor a la universidad pública también cuenta.

Cuando yo era jovencito conocí a una chica y me enamoré mucho de ella. Fueron pasando los años y estuvimos en el colegio, llegamos juntos a la universidad y pasamos la universidad, hasta que llegó una fase muy determinante de la vida, que son esos últimos años de universidad, cuando surge la posibilidad de estudiar en el extranjero.



En presentaciones del Dr. Javier Santaolalla hay mucha interacción con el público y mucho humor. La fotografía muestra el momento en el cual realiza un experimento con la participación de estudiantes. Laura Rodríguez Rodríguez

¿Dónde quieres ir? A Italia, a Milán. Pero no te preocupes, me dice, apenas llegue a Roma te voy a escribir una carta, con mi puño y letra, te voy a escribir todo lo que yo te quiero. La voy a meter a un buzón y tu la vas a recibir.

Llega el día, se va a Italia y yo me quedo en casa inquieto y cada día, a las ocho de la mañana, lo primero que yo hacía era abrir el buzón. El primer día no está la carta, el segundo día no está, el tercer día no está, el cuarto día, quinto día, sexto día, séptimo día,

abro el buzón y está la carta. Salgo corriendo a mi casa, subo las escaleras sin hablar con mi madre, paso hasta el final del pasillo, llego a mi cuarto, me encierro en mi cuarto, abro la carta y veo: TE AMO, así, en grande. Y yo digo: me ama, error, me amaba. Porque esa carta es un viaje en el tiempo.

Esa carta ha viajado en el tiempo. Han pasado siete días, desde que la escribí hasta que la estoy leyendo. Estoy leyendo una emoción pasada. Estoy leyendo algo que ocurrió días atrás y, por lo tanto, es un viaje al pasado. ¡No les parece fascinante, como una cosa puede viajar en el tiempo a través de la escritura!

Pues la luz es un viaje en el tiempo, la carta que se envía y se recibe más tarde y, por lo tanto, nos permite obtener información del pasado. Alfa Centauri nos manda una carta hace cuatro millones de años y cuando la recibimos, cuatro años después, estamos viendo cómo era Alfa Centauri cuatro años atrás.

Tenemos una barrera para ver lo que sucedió en el Big Bang, porque la luz no se había inventado entonces y, por lo tanto, no se puede ver lo que había durante los primeros 300 000 años. Si quieres ver más allá tienes que estudiar el Big Bang y eso se consigue con un acelerador de partículas.

¿Por qué tanta obsesión con ir al Big Bang? El Big Bang era muy simple, solo había partículas chocando unas con otras, era un estado muy simple. **A los físicos de partículas nos interesa ver el Big Bang porque si entendiéramos esas leyes podríamos ver el universo con mucha claridad y podríamos entender muy bien cómo funciona el universo.** La densidad de energía es lo que nos permite viajar en el tiempo. Al hacer colisiones de alta densidad de energía es una forma de recrear el Big Bang.

El 4 de julio de 2012 apareció mi amada partícula, el bosón de Higgs, en un laboratorio en Ginebra. Yo estaba allí, cumplía mis sueños, después de muchos años de estudio lo habíamos conseguido. Llevaba 50 años sin encontrarse la partícula. Fue un día histórico.

Ser científico es explorar lugares que nunca nadie ha pisado. Eso que dijimos del amor, de sentirse uno único, esto es igual, es un territorio único, que nunca nadie ha pisado. Ustedes pueden ser los primeros y primeras. Hay espacio para investigar, para crear, para producir, en todos los campos, biología, química, física. Es tanto lo que sabemos, pero mucho más lo que desconocemos, y está en manos de ustedes descubrirlo.

Espero que le den mucho al coco y estudien, porque algunos de ustedes pueden ser los próximos Einstein, Marie Curie, Newton, James Goodall. Así que a trabajar, y es en una universidad pública.

Yo hice una carrera muy rara. Primero fui ingeniero, luego físico, después divulgador, *youtuber* y ahora *tiktoker*. Había una persona con éxito pero contada al revés.

Cuando era un gran científico decido cambiar mi vida. **Realmente yo me guío por la felicidad.** Para mí en la vida se pueden hacer cambios, todo lo que no te haga feliz es

susceptible de ser cambiado. Muchas veces tenemos miedo al cambio, pero se aprende mucho de todos los cambios. Yo me he guiado así. Así que sí soy feliz.

Yo era muy feliz en Youtube hasta que dejé de serlo. No me gustaba cómo se hacían las cosas en divulgación, Youtube es una jungla de amarillismo. Por eso monté el proyecto Amautas, es un proyecto que fue lanzado con mucho cariño, con la intención de cambiar las cosas, de que se pueda contar la ciencia sin amarillismo, sin clics dates, en un espacio sano para los jóvenes, que puedan ir allí y aprender sobre células madre, sobre genética, caos, movimiento y puedan hacerlo en un entorno académico, de una forma más estructurada y no en ese caos de las redes sociales.

Yo no puedo contarles a ustedes cosas fascinantes, sino me fascinan a mí primero; no puedo transmitirles la pasión por la física, si yo no la siento. La gente me dice que cómo hago para transmitir esa emoción, yo me emociono, es natural, no puedo fingir. Entonces, **no hay que perder esa pasión**, es un trabajo súper duro, que tiene altos y bajos y es muy fácil perder la motivación. Así que **no pierdan nunca esa motivación, esas ganas de aprender, porque es el verdadero motor del trabajo.**

El segundo consejo es que escuchen a la audiencia, al público. Todo lo que yo sé lo he aprendido de ustedes, ustedes han sido mi escuela".



[Patricia Blanco Picado](#)

Periodista, Oficina de Divulgación e Información
Área de cobertura: ciencias básicas

patricia.blancopicado@ucr.ac.cr

Etiquetas: [física](#), [física de partículas](#), [divulgación científica](#), [conferencia](#).