



El pensamiento de
**STEPHEN
HAWKING**
-Diálogo con un genio-

David Ruiz Sevilla

David Sevilla Ruiz

El pensamiento de
STEPHEN HAWKING
-Diálogo con un genio-

Colección TAHUANDO N° 260
Ibarra, 2018

**Casa de la Cultura Ecuatoriana “Benjamín Carrión”
Núcleo de Imbabura**

Luis Fernando Revelo C.
DIRECTOR

EL PENSAMIENTO DE STEPHEN HAWKING

-DIÁLOGO CON UN GENIO-

© David Sevilla Ruiz

Colección: “TAHUANDO” N° 260

Portada: Fotografía: Google

Diseño: Julio Flores Ruiz

1ª edición, 20 de julio del 2018

Impresión, Studio21

Quito-Ecuador



“Las ideas básicas acerca del origen y del destino del universo pueden ser enunciadas sin matemáticas, de tal manera que las personas sin una educación científica las puedan entender”.

Stephen Hawking

A toda mi familia.

A mis entrañables amistades.

A mis estudiantes.

A todos quienes deseen
conocer algo más sobre los
apasionantes misterios del universo infinito.

PRÓLOGO

Luis Fernando Revelo C.

Cuenta una vieja anécdota que un profesor universitario retó a sus alumnos con esta pregunta: “¿Dios creó todo lo que existe?” Un estudiante contestó valiente: “Sí, lo hizo.” El profesor continuó: “¿Dios creó todo?” “Sí señor,” respondió el joven.

El profesor contestó: “Si Dios creó todo, entonces Dios hizo el mal, pues el mal existe y bajo el precepto de que nuestras obras son un reflejo de nosotros mismos, entonces Dios es malo.” El estudiante se quedó callado ante tal respuesta y el profesor, feliz, se jactaba de haber probado una vez más que la fe cristiana era un mito.

Otro estudiante pidió la palabra y dijo “¿Profesor, existe el frío?” “¿Qué pregunta es esa? Por supuesto que existe, ¿acaso usted no ha tenido frío?” El muchacho respondió: “De hecho, señor, el frío no existe según las leyes de la Física; lo que consideramos frío, en realidad es ausencia de calor. Todo cuerpo u objeto es susceptible de estudio cuando tiene o transmite energía, el calor es lo que hace que dicho cuerpo tenga o transmita energía. El cero absoluto es la ausencia total y absoluta de calor, todos los cuerpos se vuelven inertes, incapaces de reaccionar, pero el frío no existe. Hemos creado ese término para describir cómo nos sentimos si no tenemos calor”.

“Y, ¿existe la oscuridad?”, continuó el estudiante. El profesor respondió: “Por supuesto”. El estudiante contestó: “Nuevamente se equivoca, señor, la oscuridad tampoco existe en estos términos. La oscuridad es en realidad ausencia de luz. La luz se puede estudiar, la oscuridad no, incluso existe el prisma de Nichols para descomponer la luz blanca en los varios colores en que está compuesta, con sus diferentes longitudes de

onda. La oscuridad no. Un simple rayo de luz rasga las tinieblas e ilumina la superficie donde termina el haz de luz. ¿Cómo puede saber cuán oscuro está un espacio terminado? Con base en la cantidad de luz presente en ese espacio, ¿no es así? ‘Oscuridad’ es un término que el hombre ha desarrollado para describir lo que sucede cuando no hay luz presente.”

Finalmente, el joven preguntó al profesor: “Señor, ¿existe el mal?” El profesor respondió: “Por supuesto que existe, como lo mencioné al principio, vemos violaciones, crímenes y violencia en todo el mundo; esas cosas son mal.” A lo que el estudiante respondió: “En la misma línea de pensamiento, el mal no existe, señor, o al menos no existe por sí mismo. El mal es simplemente la ausencia de Dios, es, al igual que los casos anteriores, un término que el hombre ha creado para describir esa ausencia de Dios. Dios no creó el mal. No es como la fe o el amor, que existen como existen el calor y la luz. El mal es el resultado de que la humanidad no tenga a Dios presente en sus corazones. Es como resulta el frío cuando no hay calor, o la oscuridad cuando no hay luz”.

Entonces el profesor, después de asentir con la cabeza, se quedó callado. El nombre del joven era Albert Einstein.

Desde tiempos inmemoriales el diálogo, el interrogatorio, la entrevista, se han constituido en poderosas herramientas para descubrir la verdad. El irónico Sócrates no escribió nada, ya que consideraba que su mensaje debía comunicarse a través de la palabra viva, a través del diálogo y la oralidad dialéctica. Así lo ha entendido el prestigioso maestro antaño David Ruiz Sevilla, muy vinculado actualmente a la gens carchense, donde comparte el pan de la ciencia y de la virtud en la Unidad Educativa Fiscomisional “León Ruales”.

David Ruiz, viviendo en la cátedra de Física, desbordando sus conocimientos y su investigación en clarísimo torrente, echando mano del conversatorio ágil y oportuno, matizando el diálogo con un profuso interrogatorio espigado en “El pensamiento de Stephen Hawking”, el astrofísico británico catalogado como una de las luminarias científicas más brillantes de la historia de la humanidad, nos entrega este opúsculo, fruto de largo estudio y cernida comprobación, cuyo objetivo, como él mismo subraya, “es llevar al lector de una manera amena, al conocimiento de

los grandes misterios del universo en el que habitamos”. Recordemos que el físico británico era conocido por su humor y su socarronería, presente en algunas de sus afirmaciones. La importancia del humor era clave hasta para un genio de la ciencia. “La vida sería trágica si no fuera graciosa”, “Quiero demostrar que las personas no necesitan limitarse por sus discapacidades físicas mientras no tengan discapacidades de espíritu”, lo dijo Hawking a flor de labios y de corazón.

Insinuándose como un pedagogo que ama su vocación, filtrando en la conversación con el científico, gota a gota, las aguas vivas de su prolífica investigación, Ruiz nos transmite una profunda reflexión sobre la naturaleza de la Ley de gravitación universal, el origen del universo, los agujeros negros, la famosa teoría del Big Bang, etc. temas que tanto nos apasionaron, cuando cursábamos nuestros estudios en los claustros universitarios, esforzándonos por alcanzar el título de Licenciado en Física y Matemática.

David Ruiz con este aporte, refrenda lo que afirma el gran genio de la Física: “Por muy difícil que parezca la vida, siempre hay algo que puedes hacer y en el que tienes éxito. Es importante que no te des por vencido... Así que recuerda, mira las estrellas y no a tus pies”. David Ruiz, adalid nacido para las grandes contiendas, hombre de lucha y de acción, amante del periodismo de fuste, ha mirado las estrellas para entregarnos este breviarío del inconmensurable universo.

Introducción

Cuando estudiaba en el colegio, el profesor de *Lógica* nos explicaba que todo lo que existe fue hecho por alguien. Así, por ejemplo, nos decía: “A esta silla la construyó un carpintero, a esta ventana metálica la construyó un mecánico industrial”. Con esos y otros ejemplos, y siguiendo la lógica de sus razonamientos, el profesor nos llevaba inevitablemente a concluir que el universo fue creado por alguien: “Dios creó el universo”, nos decía.

Utilizando la misma lógica de los razonamientos del profesor, nosotros, le preguntamos: “¿Y quién creó a Dios?”. Quizá sin querer, el profesor se metió en una camisa de once varas, pues, los estudiantes exigíamos una respuesta lógica y argumentada, que tal vez él no la tenía. Salió del susto diciendo que Dios es omnipotente, omnipresente y omnisapiente...

El debate acerca del origen del universo ha durado siglos. La ciencia y la religión mantuvieron duros enfrentamientos. Mientras los científicos argumentaban sus tesis en base a demostraciones, los religiosos sustentaban sus verdades absolutas dogmáticamente. Cabe recordar que, el italiano Galileo Galilei (15 de febrero de 1564-8 de enero de 1642), en base a observaciones y experimentos, comprobó que la Tierra gira alrededor del Sol, cuestión que la Iglesia católica rechazaba de plano. Por sostener semejante “herejía”, se inició un proceso en contra de Galileo Galilei, y el 22 de junio de 1633 fue condenado a prisión perpetua y obligado a abjurar de sus ideas (se dice que en voz baja murmuró *Eppur si muove* —Aun así, se mueve—), cosa que hizo seguidamente, por lo que el papa Urbano VIII le conmutó la pena por arresto domiciliario de por vida. Lo cierto es que, mientras el fanatismo religioso condenaba al científico, la Tierra seguía girando alrededor del Sol, como hasta hoy, y desde que se formó hace aproximadamente 4.500 millones de años.

El tiempo hizo lo suyo. La verdad científica se impuso sobre el dogma. El 31 de octubre de 1992 (359 años, 4 meses y 9 días después de la

sentencia contra Galileo), el papa Juan Pablo II pidió perdón por la sentencia injusta y rehabilitó al astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano.

Galileo Galilei fallece el 8 de enero de 1642; ese mismo año nace Isaac Newton, otro gigante de la ciencia; y el 8 de enero de 1942 —exactamente 300 años después de la muerte de Galileo—, nace Stephen Hawking, considerado el mayor genio del siglo XX después de Einstein, por su extraordinaria contribución al desarrollo de la Física teórica y las leyes que rigen el universo.

La intención de este libro es llevar al lector al conocimiento de los grandes misterios del universo en el que habitamos, de una manera amena. Así fue como Hawking divulgaba sus conocimientos. “Muchos científicos son los culpables de que la gente piense que la física es difícil de entender. Yo creo que no es así. He escrito este libro con la intención de que todos puedan comprender mis investigaciones”, expresó Hawking cuando publicó su famoso libro “Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros”.

Retomando la pregunta acerca de ¿quién creó a Dios?, luego de meditar en ella por largos años, creo haber hallado una explicación, ¡no una respuesta! La lógica humana, ciertamente, nos permite responder, por ejemplo, a la inquietud sobre quién construyó una mesa o una silla. Se me ha ocurrido que, para responder a cuestiones más profundas, la lógica humana es insuficiente, quizá sea necesario otro tipo de lógica. ¡Eureka!

El asunto de Dios como creador del universo, es tratado profusamente en las obras de Hawking. Al final de su primer libro señala que, si encontrásemos las respuestas al por qué existe el universo y por qué existimos nosotros, “sería el triunfo definitivo de la razón humana, porque entonces conoceríamos el pensamiento de Dios”.

Bienvenido, amable lector, a un agradable recorrido por los laberintos más profundos del pensamiento de quien fue el continuador de la gran obra emprendida por Galileo, Newton y Einstein: Stephen Hawking.

Los distintos temas están formulados en forma de preguntas, cuyas respuestas son citas textuales extraídas de las obras de Hawking.

David Ruiz Sevilla

DIALOGANDO CON UN GENIO

¿Qué idea tenía Aristóteles (384-322 a.C.) acerca de la Tierra?

Aristóteles creía que la Tierra era estacionaria y que el Sol, la Luna, los planetas y las estrellas se movían en órbitas circulares alrededor de ella.

¿Quién amplió la idea de Aristóteles sobre la Tierra?

Esta idea fue ampliada por Ptolomeo en el siglo II d.C. hasta construir un modelo cosmológico completo. La Tierra permaneció en el centro, rodeada por ocho esferas que transportaban a la Luna, el Sol, las estrellas y los cinco planetas conocidos en aquel tiempo, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

¿Qué vino después?

Un modelo más simple, fue propuesto, en 1514, por un cura polaco, Nicolás Copérnico. Al principio, quizá por miedo a ser tildado de hereje por su propia iglesia, Copérnico hizo circular su modelo de forma anónima. Su idea era que el Sol estaba estacionario en el centro y que la Tierra y los planetas se movían en órbitas circulares a su alrededor. Pasó casi un siglo antes de que su idea fuera tomada verdaderamente en serio. Entonces dos astrónomos, el alemán Johannes Kepler y el italiano Galileo Galilei, empezaron a apoyar públicamente la teoría copernicana.

¿Qué tanto hizo Galileo?

Galileo fue el primer científico que usó los ojos, tanto en sentido figurado como físico. En cierta forma, fue el precursor de la ciencia tal como la conocemos hoy.

¿Qué sucedió en 1 609?

El golpe mortal a la teoría aristotélico/ptolemaica llegó en 1 609. En ese año, Galileo comenzó a observar el cielo nocturno con un telescopio que acababa de inventar. Cuando miró al planeta Júpiter, Galileo encontró que éste estaba acompañado por varios pequeños satélites o lunas que giraban a su alrededor. Esto implicaba que no todo tenía que girar directamente alrededor de la Tierra, como Aristóteles y Ptolomeo habían supuesto. Al mismo tiempo, Johannes Kepler había modificado la teoría de Copérnico, sugiriendo que los planetas no se movían en círculos, sino en elipses (una elipse es un círculo alargado). Las predicciones se ajustaban ahora finalmente a las observaciones.

¿Cuándo apareció la primera formulación matemática de una ley sobre la naturaleza?

Según la leyenda, la primera formulación matemática de lo que hoy llamaríamos una ley de la naturaleza data de un jonio llamado Pitágoras (c. 580-490 a.C.), famoso por un teorema que lleva su nombre, a saber, que el cuadrado de la hipotenusa (el lado más largo) de un triángulo rectángulo es igual a la suma de los cuadrados de los catetos (los otros dos lados).

El concepto moderno de leyes de la naturaleza emergió en el siglo XVII. Parece que Kepler fue el primer científico que interpretó este término en el sentido de la ciencia moderna. Pero quien formuló por primera vez de una manera explícita y rigurosa el concepto de leyes de la naturaleza tal como lo entendemos hoy fue René Descartes (1 596-1 650).

¿Qué nos dicen las leyes de la naturaleza?

Las leyes de la naturaleza nos dicen cómo se comporta el universo pero no responden las preguntas del porqué.

¿Cuál fue el aporte de Newton?

Isaac Newton nos proporcionó el primer modelo matemático para el tiempo y el espacio en sus Principia Mathematica, publicados en 1 687. En el modelo de Newton, el tiempo y el espacio constituían un fondo sobre el cual se producían los sucesos, pero que no era afectado por ellos.

El tiempo estaba separado del espacio y era considerado como una línea recta, o una vía de tren, infinita en ambas direcciones. El propio tiempo era considerado eterno, en el sentido de que siempre había existido y seguiría existiendo siempre. En la relatividad general, el tiempo y el espacio no existen independientemente del universo o separadamente uno del otro.

¿Qué más presentó Newton en sus Principia Mathematica?

En ellas, Newton no sólo presentó una teoría de cómo se mueven los cuerpos en el espacio y en el tiempo, sino que también desarrolló las complicadas matemáticas necesarias para analizar esos movimientos. Además, Newton postuló una ley de la gravitación universal de acuerdo con la cual cada cuerpo en el universo era atraído por cualquier otro cuerpo con una fuerza que era tanto mayor cuanto más masivos fueran los cuerpos y cuanto más cerca estuvieran el uno del otro. Era esta misma fuerza la que hacía que los objetos cayeran al suelo. La historia de que Newton fue inspirado por una manzana que cayó sobre su cabeza es casi seguro apócrifa. Todo lo que Newton mismo llegó a decir fue que la idea de la gravedad le vino cuando estaba sentado “en disposición contemplativa”, de la que “únicamente le distrajo la caída de una manzana”. Newton pasó luego a mostrar que, de acuerdo con su ley, la gravedad es la causa de que la Luna se mueva en una órbita elíptica alrededor de la Tierra, y de que la Tierra y los planetas sigan caminos elípticos alrededor del Sol.

¿Qué idea tenía San Agustín acerca del origen del universo?

San Agustín, de acuerdo con el libro del Génesis, aceptaba una fecha de unos 5 000 años antes de Cristo para la creación de universo.

¿Qué sucedió cuando a San Agustín le preguntaron qué hacía Dios antes de que creara el universo?

Agustín no respondió. Estaba preparando el infierno para aquellos que preguntaran tales cuestiones. En su lugar, dijo que el tiempo era una propiedad del universo que Dios había creado, y que el tiempo no existía con anterioridad al principio del universo.

¿Cuándo tuvimos ya una imagen moderna del universo?

La imagen moderna del universo se remonta tan sólo a 1924, cuando el astrónomo norteamericano Edwin Hubble demostró que nuestra galaxia no era la única. Había, de hecho, muchas otras, con amplias regiones de espacio vacío entre ellas.

Hoy sabemos que nuestra galaxia es solo una entre los aproximadamente 100 000 millones de ellas que pueden verse utilizando telescopios modernos, y cada galaxia contiene unos 100 000 millones de estrellas.

¿Quién descubrió que el universo se está expandiendo?

En 1929, Edwin Hubble hizo la observación crucial de que, donde quiera que uno mire, las galaxias distantes se están alejando de nosotros. ¡Cuánto más lejos está una galaxia, a mayor velocidad se aleja de nosotros! La distancia entre las diferentes galaxias está aumentando continuamente. O en otras palabras, el universo se está expandiendo. Esto significaba que en épocas anteriores los objetos deberían de haber estado más juntos entre sí. De hecho, parece ser que hubo un tiempo, hace unos diez o veinte mil millones de años, en que todos los objetos estaban en el mismo lugar exactamente, y en el que, por lo tanto, la densidad del universo era infinita. Fue dicho descubrimiento el que finalmente llevó la cuestión del principio del universo a los dominios de la ciencia. El descubrimiento de que el universo se está expandiendo ha sido una de las grandes revoluciones intelectuales del siglo XX.

¿Qué sugerían las observaciones de Hubble?

Las observaciones de Hubble sugerían que hubo un tiempo, llamado el big bang (gran explosión o explosión primordial), en que el universo era infinitésimamente pequeño e infinitamente denso. En 1927, un profesor de física y sacerdote católico llamado Georges Lemaître (1894-1966) propuso una idea semejante: si retrotraemos la historia del universo, a medida que vamos a pasados más lejanos el universo se va haciendo cada vez más pequeño, hasta que llegamos a un suceso de creación —lo que llamamos en la actualidad el big bang—.

Un universo en expansión, ¿excluye la existencia de Dios?

¡Un universo en expansión no excluye la existencia de un creador, pero sí establece límites sobre cuándo este pudo haber llevado a cabo su misión!

¿Cómo se está expandiendo el universo?

Todo lo que sabemos es que el universo se expande entre un cinco y un diez por ciento cada mil millones de años.

¿Podría explicarnos en qué consiste el efecto Doppler?

La relación entre velocidad y longitud de onda, conocida como efecto Doppler, es una experiencia cotidiana. Escuchemos un avión que nos pasa por encima. Cuando se nos acerca, su motor suena más agudo; cuando ha pasado y desaparece, suena más grave. El tono mayor corresponde a ondas acústicas de menor longitud de onda (la distancia entre crestas consecutivas de la onda) y de frecuencia más elevada (número de ondas por segundo). Ello se debe a que cuando el avión se nos acerca, estará más próximo a nosotros al emitir la cresta siguiente, lo cual reducirá la distancia entre las crestas. Análogamente, cuando el avión se aleja, la longitud de onda aumenta y el tono que percibimos baja.

¿El efecto Doppler, se cumple también para las ondas luminosas?

El efecto Doppler también satisface para las ondas luminosas. Si una galaxia se mantuviera a una distancia constante de la Tierra, las líneas características de su espectro aparecerían en ciertas posiciones normales o estándar. Pero si la galaxia se está separando de nosotros, las ondas parecerán alargadas o estiradas y las líneas características se desplazarán hacia el rojo. Si la galaxia se nos está aproximando, parecerá que las ondas estén comprimidas, y las líneas estarán desplazadas hacia el azul.

¿Tuvo el tiempo un comienzo?

Uno podría decir que el tiempo tiene su origen en el big bang, en el sentido de que los tiempos anteriores simplemente no estarían definidos. El concepto de tiempo no tiene significado antes del comienzo del universo.

¿Cuál es la razón por la que existe el universo?

La creación espontánea es la razón por la cual existe el universo. No hace falta invocar a Dios para encender las ecuaciones y poner el universo en marcha. Por eso hay algo en lugar de nada, por esos existimos.

¿Cómo era el universo en el momento del big bang?

Justo en el mismo big bang, se piensa que el universo tuvo un tamaño nulo, y por tanto que estuvo infinitamente caliente. En algún instante del pasado (hace unos 13 700 millones de años) la distancia entre galaxias debió de haber sido nula. En otras palabras, todo el universo estaba concentrado en un solo punto de tamaño nulo, como una esfera de radio cero. En aquel instante, la densidad del universo y la curvatura del espacio-tiempo debieron de haber sido infinitas. Es el instante que denominamos big bang o gran explosión primordial.

¿Es pertinente indagar acerca de lo que había antes del big bang?

En lo que nos concierne, los acontecimientos anteriores a la gran explosión no pueden tener consecuencias y no deberían formar parte de ningún modelo científico del universo. Por ello, deberíamos eliminarlos del modelo y admitir que la gran explosión fue el origen del tiempo. Ello significa que preguntas como “¿quién estableció las condiciones para el big bang?” no son cuestiones que la gente estudie.

¿Cuál ha sido la posición de la Iglesia católica acerca del big bang?

La Iglesia católica se apropió del modelo del big bang y en 1951 proclamó oficialmente que estaba de acuerdo con la Biblia.

¿Cuándo se supo finalmente, que el universo pudo haber tenido un comienzo en el tiempo?

Conforme la evidencia experimental y teórica se iba acumulando, se clarificaba cada vez más que el universo debe haber tenido un principio en el tiempo, hasta que en 1970 esto fue finalmente probado por Penrose (Roger) y por mí, sobre la base de la teoría de la relatividad general de Einstein.

En 1 981, los jesuitas organizaron en el Vaticano una conferencia sobre cosmología. ¿Qué les dijo el Papa a los expertos, en la audiencia a la que les invitó?

Nos dijo que estaba bien estudiar la evolución del universo después del big bang, pero que no debíamos indagar en el big bang mismo, porque se trataba del momento de la Creación y por lo tanto de la obra de Dios. Me alegré entonces de que no conociese el tema de la charla que yo acababa de dar en la conferencia: la posibilidad de que el espacio-tiempo fuese finito pero no tuviese ninguna frontera, lo que significaría que no hubo ningún principio, ningún momento de creación. ¡Yo no tenía ningún deseo de compartir el destino de Galileo, con quien me siento fuertemente identificado, en parte por la coincidencia de haber nacido exactamente 300 años después de su muerte!

¿Qué se necesita para estudiar el universo?

Para poder analizar la naturaleza del universo, y poder discutir cuestiones tales como si ha habido un principio o si habrá un final, es necesario tener claro lo que es una teoría científica.

¿Por qué es importante entender cómo funciona el universo?

Si entiendes cómo funciona el universo, en cierto modo, lo controlas.

¿Qué es una teoría?

Una teoría es simplemente un modelo del universo, o de una parte de él, y un conjunto de reglas que relacionan las magnitudes del modelo con las observaciones que realizamos.

¿Cuándo una teoría es buena?

Una teoría es una buena teoría siempre que satisfaga dos requisitos: debe describir con precisión un amplio conjunto de observaciones sobre la base de un modelo que contenga sólo unos pocos parámetros arbitrarios, y debe ser capaz de predecir positivamente los resultados de observaciones futuras. Por ejemplo, la teoría de Aristóteles de que todo estaba constituido por cuatro elementos: tierra, aire, fuego y agua, era lo suficiente-

mente simple como para ser cualificada como tal, pero fallaba en que no realizaba ninguna predicción correcta. Por el contrario, la teoría de la gravedad de Newton estaba basada en un modelo incluso más simple, en el que los cuerpos se atraían entre sí con una fuerza proporcional a una cantidad llamada masa e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos, a pesar de lo cual era capaz de predecir el movimiento del Sol, la Luna y los planetas con un alto grado de precisión.

¿Son definitivas las teorías físicas?

Cualquier teoría física es siempre provisional. A pesar de que los resultados de los experimentos concuerden muchas veces con la teoría, nunca podremos estar seguros de que la próxima vez el resultado no vaya a contradecirla. Se puede rechazar una teoría en cuanto se encuentre una única observación que contradiga sus predicciones.

¿Cuál es el objetivo final de la ciencia?

El objetivo final de la ciencia es el proporcionar una única teoría que describa correctamente todo el universo.

¿Cómo debe ser una teoría?

Parafraseando a Einstein, una teoría debe ser tan sencilla como sea posible, pero no más sencilla.

¿Lograremos algún día tener una teoría completa que describa todo el universo?

Si descubriéramos una teoría completa, llegaría a ser comprensible a grandes líneas para todos, y no sólo para unos cuantos científicos. Entonces todos, filósofos, científicos y público en general, seríamos capaces de participar en la discusión de la pregunta de por qué existimos nosotros y el universo. Si halláramos la respuesta a esto, sería el triunfo último de la razón humana, ya que entonces comprenderíamos la mente de Dios.

¿Qué es la Teoría de las cuerdas?

Teoría de la Física en que las partículas son descritas como ondas en una

cuerda. Une la mecánica cuántica y la relatividad general. También es conocida como teoría de supercuerdas.

¿Qué es la Teoría unificada?

Cualquier teoría que describa las cuatro fuerzas (gravitatoria, electromagnética, nuclear fuerte, nuclear débil) y toda la materia en un solo marco.

¿Qué es la Teoría M?

Teoría fundamental de la física que es candidata a ser teoría de todo. Teoría que une las diversas teorías de supercuerdas en un solo marco. Parece tener once dimensiones espacio-temporales, pero todavía nos falta comprender muchas de sus propiedades.

¿Cómo describen actualmente los científicos el universo?

Los científicos actuales describen el universo a través de dos teorías parciales fundamentales: la teoría de la relatividad general y la mecánica cuántica. Ellas constituyen el gran logro intelectual de la primera mitad de este siglo XX.

¿Qué explica la teoría de la relatividad general?

La teoría de la relatividad general describe la fuerza de la gravedad y la estructura a gran escala del universo, es decir, la estructura a escalas que van desde sólo unos pocos kilómetros hasta un billón de billones (un 1 con veinticuatro ceros detrás) de kilómetros, el tamaño del universo observable.

¿Qué trata la mecánica cuántica?

La mecánica cuántica, por el contrario, se ocupa de los fenómenos a escalas extremadamente pequeñas, tales como una billonésima de centímetro.

¿Cuál es la finalidad de la cosmología?

La cosmología intenta describir la evolución del conjunto del universo mediante las leyes de la física.

¿Qué es el Principio antrópico?

Idea según la cual vemos el universo como lo vemos, porque, si fuera diferente, no estaríamos aquí para observarlo.

¿Son independientes el espacio y el tiempo?

Debemos aceptar que el tiempo no está completamente separado e independiente del espacio, sino que por el contrario se combina con él para formar un objeto llamado espacio-tiempo.

¿Qué es un suceso?

Un suceso es algo que ocurre en un punto particular del espacio y en un instante específico de tiempo.

Si el Sol se apagara en este momento, ¿nos enteraríamos en este mismo instante?

Sólo nos enteraríamos ocho minutos después, que es el tiempo que tarda la luz en alcanzarnos desde el Sol.

¿Podemos saber lo que está sucediendo en este mismo instante en el universo?

No sabemos qué está sucediendo lejos de nosotros en el universo, en este instante: la luz que vemos de las galaxias distantes partió de ellas hace millones de años, y en el caso de los objetos más distantes observados, la luz partió hace unos ocho mil millones de años.

¿Significa eso que, cuando vemos una estrella, puede que estemos viendo a una estrella que se apagó hace mucho tiempo?

Cuando miramos al universo, lo vemos tal como fue en el pasado.

¿Qué señala la paradoja de los gemelos?

Consideremos un par de gemelos. Supongamos que uno de ellos se va a vivir a la cima de una montaña, mientras que el otro permanece a nivel del mar. El primer gemelo envejecerá más rápidamente que el segundo. Así, si volvieran a encontrarse, uno sería más viejo que el otro. En este caso, la diferencia de edad sería muy pequeña, pero sería mucho mayor si

uno de los gemelos se fuera de viaje en una nave espacial a una velocidad cercana a la de la luz. Cuando volviera, sería mucho más joven que el que se quedó en la Tierra. Aunque ello parece desafiar el sentido común, diversos experimentos han corroborado que, efectivamente, el gemelo viajero permanecería más joven. En la teoría de la relatividad no existe un tiempo absoluto único, sino que cada individuo posee su propia medida personal del tiempo, medida que depende de dónde está y de cómo se mueve.

¿Cuál es la estrella más cercana a la Tierra?

La estrella más cercana, llamada Próxima Centauri, se encuentra a unos cuatro años-luz de nosotros (la luz proveniente de ella tarda unos cuatro años en llegar a la Tierra), o a unos treinta y siete billones de kilómetros. Para captar la magnitud de estas distancias, digamos que ¡nuestro Sol está a sólo ocho minutos-luz de distancia!

¿Dónde vivimos los terrícolas?

Vivimos en un universo gobernado por leyes racionales que podemos descubrir y comprender. Vivimos en una galaxia -llamada la Vía Láctea-, que tiene un diámetro aproximado de cien mil años luz, y que está girando lentamente. Las estrellas en los brazos de la espiral giran alrededor del centro con un período de varios cientos de millones de años. Nuestro Sol no es más que una estrella amarilla ordinaria, de tamaño medio, situada cerca del centro de uno de los brazos de la espiral.

¿Cuánto demorará el colapso total del universo?

De lo único que podemos estar verdaderamente seguros es que si el universo se fuera a colapsar, no lo haría como mínimo en otros diez mil millones de años, ya que se ha estado expandiendo por lo menos esa cantidad de tiempo.

¿Debería preocuparle a la humanidad, la posibilidad de que colapse el universo?

Esto no nos debería preocupar indebidamente: para entonces, a menos

que hayamos colonizado más allá del sistema solar, ¡la humanidad hará tiempo que habrá desaparecido, extinguida junto con nuestro Sol!

¿Cuál ha sido -según usted-, el descubrimiento más importante del siglo XX?

En 1992, el satélite COBE, de la NASA, hizo lo que yo creo es el descubrimiento científico más importante del siglo: midió las fluctuaciones de la radiación del fondo de microondas. Estas fluctuaciones son las huellas dactilares de la Creación. Son las finas irregularidades iniciales en el por demás liso y uniforme universo primitivo. Es decir que el hombre ha encontrado, medido y fotografiado la primera evidencia de forma surgida en el universo. Es la comprobación del llamado Modelo Standard, perfeccionado en los años sesenta por Steven Weinberg -que después recibiría el Premio Nobel-, que imagina la creación del universo a partir de la explosión de una concentración de energía y materia primitiva en un solo punto. Esas imágenes concuerdan con las predicciones que afirman que el universo no tiene fronteras ni bordes en la dirección del tiempo imaginario. Por supuesto todavía quedan sin contestar muchas preguntas, pero creo que dentro de algunos años podremos saber si vivimos o no en un universo que se abarca a sí mismo por completo y que no tiene principio ni fin.

¿Cuál fue el aporte de Paul Dirac, al estudio de las partículas subatómicas?

Predijo que el electrón debería tener una pareja: el antielectrón o positrón. El descubrimiento del positrón en 1932 confirmó la teoría de Dirac y supuso el que se le conceda el premio Nobel de física en 1933.

¿Qué sucede cuando interacciona una partícula con su antipartícula?

Hoy en día sabemos que cada partícula tiene su antipartícula, con la que puede aniquilarse. Podrían existir antimundos y antipersonas enteros hechos de antipartículas. Pero, si se encuentra usted con su antiyó, ¡no le dé la mano! Ambos desaparecerían en un gran destello luminoso.

Sabemos que existen cuatro fuerzas fundamentales en la naturaleza, hablemos de ellas.

- La primera categoría es la fuerza gravitatoria. Esta fuerza es universal,

en el sentido de que toda partícula la experimenta, de acuerdo con su masa o energía. La gravedad es la más débil, con diferencia, de las cuatro fuerzas; es tan débil que no la notaríamos en absoluto si no fuera por dos propiedades especiales que posee: puede actuar a grandes distancias y es de atracción.

- La siguiente categoría es la fuerza electromagnética, que interactúa con las partículas cargadas eléctricamente como los electrones y los quarks, pero no con partículas sin carga, como los neutrinos. Es mucho más intensa que la fuerza gravitatoria: la fuerza electromagnética entre dos electrones es aproximadamente un millón de billones de billones de billones (un 1 con cuarenta y dos ceros detrás) de veces mayor que la fuerza gravitatoria. Hay dos tipos de carga eléctrica, positiva y negativa. La fuerza entre dos cargas positivas es repulsiva, al igual que la fuerza entre dos cargas negativas, pero la fuerza es de atracción entre cargas positivas y negativas.
- La tercera categoría es la llamada fuerza nuclear débil. En la vida cotidiana no estamos en contacto directo con ella, pero es responsable de la radiactividad: decaimiento de núcleos atómicos.
- La cuarta categoría es la fuerza más intensa de las cuatro, la fuerza nuclear fuerte. Es otra fuerza con la que tampoco tenemos un contacto directo, aunque es la que mantiene unido la mayoría de nuestro mundo cotidiano. Es la responsable de retener los quarks en el interior de los protones y los neutrones, y de mantener protones y neutrones unidos en los núcleos atómicos. Sin la fuerza fuerte, la repulsión eléctrica entre los protones cargados positivamente haría pedazos todos los núcleos atómicos del universo, excepto los del hidrógeno, que están formados por un solo protón.

¿Qué es un agujero negro?

Un agujero negro es una región del espacio-tiempo de la cual nada, ni siquiera la luz, puede escapar, debido a la enorme intensidad de su gravedad.

¿Desde cuándo se viene hablando de los agujeros negros?

Por lo que conozco, el primero en referirse a los agujeros negros fue al-

guien en Cambridge, llamado John Michell, quien redactó un trabajo sobre este asunto en 1783.

¿Qué escribió John Michell, catedrático de Cambridge, en 1783?

Escribió un artículo en el *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, en el que señalaba que una estrella que fuera suficientemente masiva y compacta tendría un campo gravitatorio tan intenso que la luz no podría escapar: la luz emitida desde la superficie de la estrella sería arrastrada de vuelta hacia el centro por la atracción gravitatoria de la estrella, antes de que pudiera llegar muy lejos. Estos objetos son los que hoy en día llamamos agujeros negros, porque eso es lo que son: vacíos negros en el espacio.

¿Quién retomó el asunto?

El término agujero negro tiene un origen reciente. Fue acuñado en 1969 por el científico americano John Wheeler para describir gráficamente una idea que cuenta al menos con doscientos años: si la masa de una estrella es lo suficientemente elevada, la luz no podrá escapar de su atracción gravitatoria y, por tanto, parecería negra a los observadores exteriores. Cuando esta idea fue propuesta por primera vez, había dos teorías sobre la luz: según una, favorecida por Newton, la luz estaba compuesta por partículas; según la otra, estaba formada por ondas. Actualmente sabemos que ambas teorías son correctas. Debido a la dualidad onda/corpusculo de la mecánica cuántica, la luz puede ser considerada como una onda y como una partícula.

¿Qué sucedería si un astronauta es atrapado por un agujero negro?

Caer en un agujero negro es como precipitarse por las cataratas del Niágara con una canoa: si remas lo suficientemente rápido, puedes escapar. Los agujeros negros son la máquina de reciclaje definitiva: lo que sale es lo mismo que entró, pero procesado.

Si un astronauta cae en un agujero negro, la masa de éste aumentará, pero con el tiempo la energía equivalente a esa masa será devuelta al universo en forma de radiación. Así, en cierto sentido, el astronauta será “reciclado”. Sería, de cualquier manera, un tipo irrelevante de inmortalidad,

¡porque cualquier sensación personal de tiempo del astronauta se habría acabado, casi seguro, al ser éste despedazado dentro del agujero negro!

¿Cómo detectar un agujero negro?

Un agujero negro sigue ejerciendo sobre los objetos circundantes la misma fuerza gravitatoria que ejercía el cuerpo que colapsó. Si el Sol fuera un agujero negro y se hubiera convertido en tal sin perder masa alguna, los planetas seguirían girando a su alrededor como lo hacen en la actualidad. Una manera de localizar agujeros negros es por lo tanto buscar materia que gire alrededor de lo que parece un objeto compacto e invisible de gran masa.

¿Qué es el horizonte de sucesos?

Frontera de un agujero negro, límite de la región de la cual no es posible escapar hacia el infinito.

¿Les tiene miedo a los agujeros negros?

Yo no tengo miedo de ser arrojado adentro de ellos. Yo los entiendo. Siento que, de alguna manera, soy su amo.

¿Qué es la materia oscura?

Materia en las galaxias, los cúmulos de galaxias y posiblemente también entre cúmulos de galaxias que no puede ser observada directamente pero que puede ser detectada por su campo gravitatorio. El noventa por ciento de la materia del universo es materia oscura.

El Sol está encendido y consumiendo su combustible desde hace unos cinco mil millones de años, ¿cuándo se apagará el Sol?

Nuestro Sol tiene probablemente suficiente combustible para otros cinco mil millones de años aproximadamente, así que no hay que apresurarse a reservar boleto para un vuelo con destino a otra estrella.

¿Qué sucederá luego?

El Sol se quedará sin combustible nuclear, crecerá hasta convertirse en lo

que se denomina una gigante roja, que engullirá la Tierra y los demás planetas próximos; luego se contraerá hasta llegar a ser una enana blanca, con un diámetro de unos cuantos miles de kilómetros. En cualquier caso, cuando el Sol se hinche, tendríamos que haber dominado la técnica del viaje interestelar, si es que antes no nos hemos aniquilado nosotros mismos.

La Tierra se formó hace aproximadamente 4 500 millones de años. ¿Cómo era en ese entonces?

Cuando la Tierra estaba recién condensada, estaba muy caliente y carecía de atmósfera. Con el transcurso del tiempo se enfrió y adquirió una atmósfera mediante la emisión de gases de las rocas, pero en aquella atmósfera primitiva no hubiéramos podido sobrevivir: no contenía oxígeno, sino muchos otros gases que resultan tóxicos para nosotros, como el sulfhídrico (el gas que produce el hedor de los huevos podridos). Sin embargo, otras formas primitivas de vida pudieron florecer en aquellas condiciones.

Las primeras formas primitivas de vida consumían diversos materiales, incluido el sulfhídrico, y liberaban oxígeno. Esto cambió gradualmente la composición de la atmósfera hasta la que tiene en la actualidad, y permitió el desarrollo de formas superiores de vida como los peces, reptiles, mamíferos y, al final, la especie humana.

¿De qué está hecha la Tierra?

La materia de la Tierra está formada principalmente por protones y neutrones, que a su vez están formados por quarks.

¿Dónde y cuándo surgió la especie humana?

Nuestra especie, el Homo sapiens, surgió en el África subsahariana hace unos doscientos mil años. El lenguaje escrito empezó apenas unos siete mil años A.c., como producto de sociedades centradas en el cultivo de gramíneas.

¿Qué somos los seres humanos?

Solo somos una raza de monos avanzados en un planeta más pequeño que una estrella promedio. Pero podemos entender el universo. Eso nos hace especiales.

¿De qué estamos hechos?

Nosotros somos una forma de vida de carbono. Somos solo los custodios temporales de las partículas de las que estamos hechos. Continuarán liderando una existencia futura en el enorme universo que las hizo.

¿Cuál es la base de la vida?

El ADN (ácido desoxirribonucleico) es la base de la vida en la Tierra. Tiene una estructura de doble hélice, como una escalera de caracol, descubierta por Francis Crick y James Watson en el laboratorio Cavendish de Cambridge en 1953. Los dos hilos de la doble hélice están unidos por pares de bases nitrogenadas, como los escalones de una escalera de caracol. Hay cuatro tipos de bases: citosina, guanina, timina y adenina. El orden en que las diferentes bases se presentan a lo largo de la escalera de caracol contiene la información genética que permite que la molécula de ADN reúna en torno a sí un organismo y se autorreproduzca.

¿Cambia, evoluciona el ADN?

En los últimos diez mil años no ha habido cambios importantes en el ADN humano, pero es probable que podamos rediseñarlo completamente en los próximos mil años. Naturalmente, mucha gente opina que la ingeniería genética con humanos debería ser prohibida, pero es dudoso que logremos impedirla. La ingeniería genética de plantas y animales será permitida por razones económicas, y tarde o temprano alguien lo intentará con humanos. A menos que tengamos un orden totalitario mundial, alguien, en algún lugar, diseñará seres humanos mejorados.

¿Debemos rediseñar a la especie humana?

Ahora toca el autodiseño. Estoy seguro de que, durante este siglo, se descubrirá cómo modificar tanto la inteligencia como instintos humanos tales como la agresividad. Surgirán leyes contra la ingeniería genética con humanos, pero algunos no resistirán la tentación de mejorar características como el tamaño de la memoria, la resistencia a enfermedades o la duración de la vida.

¿Qué problemas acarreará la creación de “seres humanos mejorados” o “superhumanos”?

Claramente, la creación de seres humanos mejorados producirá grandes problemas sociales y políticos respecto a los humanos no mejorados, incapaces de competir. Presumiblemente morirán o se convertirán en irrelevantes. En su lugar, habrá una raza de seres autodiseñados que se mejorarán cada vez más a sí mismos. No es mi intención defender la ingeniería genética humana como un desarrollo deseable, sino solamente decir que es probable que ocurra tanto si queremos como si no. Creo que la especie humana, y su ADN, aumentarán rápidamente de complejidad. Deberíamos admitir esa posibilidad y considerar cómo reaccionar frente a ella.

¿Es necesario el mejoramiento de la especie humana?

En cierta manera, la especie humana necesita mejorar sus cualidades mentales y físicas si tiene que tratar con el mundo crecientemente complicado de su alrededor y estar a la altura de nuevos retos como los viajes espaciales. Los humanos también necesitan aumentar su complejidad si queremos que los seres biológicos se mantengan por delante de los electrónicos. En la actualidad, los ordenadores tienen la ventaja de la rapidez, pero aún no muestran señales de inteligencia. Pero los ordenadores siguen lo que se llama ley de Moore: su velocidad y complejidad se duplican cada dieciocho meses. Es uno de los crecimientos exponenciales que claramente no pueden seguir indefinidamente. Sin embargo, probablemente continuará hasta que los ordenadores alcancen una complejidad semejante a la del cerebro humano.

¿Podrán los ordenadores actuar inteligentemente alguna vez?

Algunos afirman que los ordenadores nunca mostrarán auténtica inteligencia, sea ésta lo que sea. Pero me parece que si moléculas químicas muy complicadas pueden funcionar en los cerebros y hacerlos inteligentes, entonces, circuitos electrónicos igualmente complicados pueden llegar a conseguir que los ordenadores actúen de manera inteligente. Y si llegan a ser inteligentes, presumiblemente podrán diseñar ordenadores que tengan incluso mayor complejidad e inteligencia.

¿Lograrán los ordenadores superar a los humanos?

Los ordenadores superarán a los humanos gracias a la inteligencia artificial en algún momento de los próximos cien años. Cuando eso ocurra, tenemos que asegurarnos de que los objetivos de los ordenadores coincidan con los nuestros.

¿Qué pasará con nuestro planeta en el año 2 600?

Hacia el año 2 600, la población mundial estaría tocándose hombro con hombro, y el consumo de electricidad pondría la Tierra al rojo vivo.

¿Qué sería lo peor que le pueda suceder a la Tierra?

El peor escenario para la Tierra sería convertirse en algo como su planeta hermano, Venus, con una temperatura de 250 grados centígrados y lluvia de ácido sulfúrico.

Si ya no es posible seguir viviendo en la Tierra, ¿qué tendríamos que hacer?

El futuro de la raza humana deberá transcurrir en el espacio si no queremos extinguirnos. Sería deseable establecer una base en un planeta o en la Luna.

¿Podremos sobrevivir fuera de nuestro planeta?

Nuestra experiencia con la Estación Espacial Internacional muestra que es posible que los seres humanos sobrevivan durante meses alejados del planeta Tierra. Sin embargo, la gravedad cero a bordo provoca numerosos e indeseables cambios psicológicos y debilitamiento de los huesos, así como problemas prácticos con líquidos. Sería deseable, entonces, una base a largo plazo para que los seres humanos pudieran asentarse en un planeta o en una luna, en condiciones similares a las terrestres. Soy optimista de que el progreso en la ciencia y la tecnología eventualmente le permitirá a los seres humanos desparramarse más allá del sistema solar y más allá de los confines del Universo.

¿Debemos huir de nuestro planeta?

Es ya muy difícil evitar un cataclismo en el planeta Tierra en los próximos

cien años. A largo plazo, la raza humana no debería poner todos sus huevos en la misma cesta, en este planeta. Esperemos poder evitar que la cesta se caiga hasta haber esparcido su carga (es decir nosotros) por otros lugares. Las graves amenazas que nos acechan son que nos estamos situando al borde de una segunda era nuclear y este cambio climático sin precedentes.

¿Acaso hemos forjado nuestra propia destrucción?

En el pasado, los descubrimientos científicos supusieron ventajas para nuestra supervivencia. Pero hoy puede suceder lo contrario: que nuestros descubrimientos científicos nos destruyan a todos.

¿Está en riesgo la existencia de la humanidad?

Disponemos del equivalente de cuatro toneladas de explosivos de alto poder por cada persona de la Tierra. Se necesitan poco más de doscientos gramos de explosivos para matar a una persona, así que tenemos 16 000 veces lo que necesitamos.

Aparte de las armas nucleares, ¿qué otra gran amenaza se cierne sobre la humanidad?

A largo plazo, estoy más preocupado por la biología. Las armas nucleares necesitan grandes instalaciones, pero la ingeniería genética puede hacerse en un laboratorio pequeño. No puedes regular cada laboratorio del mundo. El peligro es que, por accidente o por diseño, creemos un virus que nos destruya.

¿Qué hacer, ante este panorama sombrío?

Como ciudadanos del mundo, tenemos el deber de alertar al público sobre los riesgos innecesarios con los que vivimos cada día, y sobre los peligros que auguramos si los gobiernos y las sociedades no actúan ahora para dejar las armas nucleares obsoletas y prevenir un mayor cambio climático.

¿Se podría viajar al futuro?

Es posible viajar al futuro. Es decir, la relatividad demuestra que es posi-

ble concebir una máquina del tiempo que nos permita saltar al futuro. Entramos en la máquina del tiempo, esperamos, bajamos y hallamos que ha pasado mucho más tiempo en la Tierra del que ha transcurrido para nosotros. Actualmente no disponemos de tecnología para hacerlo, pero esto es una cuestión de ingeniería: sabemos que en principio es factible.

¿Se podría regresar al pasado?

La primera indicación de que las leyes de la física podrían permitir realmente viajar hacia atrás en el tiempo se obtuvo en 1949, cuando Kurt Gödel descubrió una nueva solución de las ecuaciones de Einstein, es decir un nuevo espacio-tiempo permitido por la teoría de la relatividad general. Tenemos razones para creer que el espacio-tiempo puede ser deformado de la manera necesaria para poder viajar en el tiempo.

¿Qué es un agujero de gusano?

Es un tubo fino del espacio-tiempo que conecta regiones distantes del universo. Los agujeros de gusano también pueden conectar universos paralelos o pequeños universos y podrían proporcionar la posibilidad de viajar en el tiempo.

¿Cuáles son las posibilidades de que encontremos algún tipo de vida extraterrestre mientras exploramos el espacio?

Si el argumento acerca de la escala de tiempo para la aparición de la vida en la Tierra es correcto, debe haber muchas otras estrellas cuyos planetas tienen vida en ellos. Algunos de estos sistemas estelares se podrían haber formado unos 5 mil millones de años antes de la Tierra. Por tanto, ¿por qué no tendría la galaxia formas de vida mecánica o biológica autodiseñadas?

¿Qué sucedería si algunas civilizaciones extraterrestres nos visitan?

Si los extraterrestres nos visitaran, el resultado se parecería mucho a lo ocurrido cuando Colón desembarcó en América: a los nativos americanos no les fue bien. Estos extraterrestres avanzados podrían convertirse en nómadas, e intentar conquistar y colonizar todos los planetas a los que pudiesen llegar. Para mi cerebro matemático, de números puros, pensar

en vida extraterrestre es algo del todo racional. El verdadero desafío es descubrir cómo podrían ser esos extraterrestres.

¿Qué tanto hemos llegado a saber?

Actualmente, conocemos ya las leyes que rigen el comportamiento de la materia en todas las condiciones, salvo las más extremas. En particular, conocemos las leyes básicas que constituyen la base de toda la Química y la Biología, pero, aun así, ciertamente no hemos reducido estos temas al status de problemas resueltos. ¡Y, de momento, estamos lejos de predecir el comportamiento humano a partir de ecuaciones matemáticas!

¿Cómo define a la inteligencia?

La inteligencia es la capacidad de adaptarse al cambio.

¿Cuánto ha cambiado el mundo en los últimos cien años?

El mundo ha cambiado mucho más en los últimos cien años que en cualquier siglo precedente. La razón de ello no han sido las nuevas doctrinas políticas o económicas, sino los grandes desarrollos auspiciados por los progresos en las ciencias básicas.

¿Qué hace falta para comprender los misterios del universo?

Para comprender el universo al nivel más profundo, necesitamos saber no tan sólo cómo se comporta el universo, sino también por qué. ¿Por qué hay algo en lugar de no haber nada? ¿Por qué existimos? ¿Por qué este conjunto particular de leyes y no otro?

¿Por qué se inventaron los dioses?

La ignorancia de las formas de actuar de la naturaleza condujo a los antiguos a inventar dioses que dominaban cada uno de los aspectos de la vida humana. Había dioses del amor y de la guerra, del Sol, la Tierra y el cielo, de los ríos y los océanos, de la lluvia y los truenos, e incluso de los terremotos y los volcanes. Cuando los dioses estaban satisfechos, la humanidad era obsequiada con buen tiempo, paz y ausencia de desastres naturales y enfermedades. Cuando estaban enfadados, en cambio, venían

las sequías, guerras, pestes y epidemias. Como la relación entre causas y efectos en la naturaleza resultaba invisible a ojos de los antiguos, esos dioses les parecían inescrutables y se sentían a su merced.

Pero con Tales (c. 624-546 a.C.), unos 2 600 a.C., eso empezó a cambiar. Surgió la idea de que la naturaleza sigue unos principios consistentes que podrían ser descifrados, y así empezó el largo proceso de reemplazar la noción del reinado de los dioses por la de un universo regido por leyes de la naturaleza y creado conforme a un plan que algún día aprenderemos a leer.

¿Cree usted en Dios?

No hablo de mis convicciones privadas. Pero no hay ningún Dios. Soy ateo.

¿Cree usted en los milagros?

La religión cree en los milagros, pero estos no son compatibles con la ciencia.

¿Cree usted en el destino?

Me he dado cuenta que incluso las personas que dicen que todo está predestinado y que no podemos hacer nada para cambiar nuestro destino, igual miran antes de cruzar la calle.

Einstein decía que “lo más incomprensible del universo es que sea comprensible”, ¿qué dice usted?

El universo es comprensible porque está regido por leyes científicas, es decir, su comportamiento puede ser modelizado.

Einstein también decía que “lo importante es no dejar de hacerse preguntas”, ¿qué opina usted?

El afán por descubrir alimenta la creatividad en todos los campos, no sólo en la ciencia. Si llegamos a la meta, el espíritu humano se marchitaría y moriría.

¿Qué recomendaría a la juventud de hoy?

Es muy importante que los jóvenes mantengan su sentido de maravilla y sigan preguntando por qué.

¿Cómo funciona su mente?

Me dejo llevar por la intuición. Pienso que cierta idea debe ser correcta, y luego trato de demostrarlo. A veces hago una conjetura y luego intento demostrarla. Muchas veces, en el intento de demostrarla, hallo un contraejemplo, y entonces tengo que cambiar mi conjetura. A veces es algo sobre lo que otras personas han hecho intentos. Descubro que muchos trabajos son oscuros y simplemente no los comprendo. Así, tengo que intentar traducirlos a mi propia manera de pensar. Muchas veces tengo una idea y empiezo a trabajar en un artículo sobre ella, y luego me doy cuenta a medio camino de que allí hay mucho más. A veces descubro que estoy equivocado. A veces descubro que la idea original estaba equivocada, pero eso me conduce a nuevas ideas. Hallo una gran ayuda discutiendo mis ideas con otras personas. Aunque no contribuyen en nada, sólo tener que explicárselo a alguien me ayuda a elegir por mí mismo.

¿Se siente satisfecho con su vida?

Puedo estar satisfecho con mi vida. Me he casado dos veces y tengo tres preciosos hijos con talento. He tenido éxito en mi carrera científica: creo que la mayoría de los físicos teóricos estarían de acuerdo en que mi predicción de la emisión cuántica desde los agujeros negros es correcta, aunque aún no me haya valido un premio Nobel porque es muy difícil probarla experimentalmente. Por otro lado, he ganado un premio aún más valioso, el premio de Física Fundamental, concedido por la relevancia teórica del descubrimiento a pesar de que no haya sido confirmado por un experimento.

¿Qué le habría gustado hacer y no pudo?

Una de las pocas cosas que lamento es que mi condición física impidió que pudiera jugar con mis hijos tanto como me habría gustado.

¿Cómo se define políticamente?

Ideológicamente, soy socialista.

¿Dónde ubica usted, al amor, la fe, la moral?

Amor, fe y moral corresponden a una categoría al margen de la física. Nadie puede determinar cómo debe comportarse a partir de las leyes de la Física. Pero cabría esperar que el pensamiento lógico que suponen las leyes de la Física y las matemáticas guiase también a uno en su conducta moral.

Su discapacidad, ¿fue un obstáculo para su trabajo?

Mi discapacidad no ha sido un obstáculo serio en mi trabajo científico. Así que he podido dedicarme por completo a la investigación. He tenido una vida completa y satisfactoria. Creo que los discapacitados deberían concentrarse en las cosas que su discapacidad no les impida hacer y no lamentarse por las que no puedan hacer. En mi caso, he conseguido hacer la mayoría de cosas que quería.

¿Cuál es su opinión sobre la eutanasia?

La víctima debe tener el derecho de poner fin a su vida, si así lo quiere. Pero creo que sería un gran error. Por mala que la vida pueda parecer, siempre hay algo por hacerse, y tener éxito en ello. Mientras hay vida, hay esperanza

¿Cuáles son los pros y los contras de ser famoso?

El hecho de ser conocido y fácilmente reconocible tiene sus pros y sus contras. Los contras son que puede resultar difícil hacer cosas normales como ir a la compra sin que la gente te asalte para hacerse una fotografía, y que en épocas anteriores la prensa haya mostrado un interés enfermizo en mi vida privada. Sin embargo, los inconvenientes quedan más que compensados por las ventajas. La gente parece verdaderamente encantada de verme. Incluso tuve el público más numeroso cuando fui el presentador de los Juegos Paralímpicos de Londres en 2012.

La desventaja de mi celebridad es que no puedo ir a cualquier parte en el

mundo sin ser reconocido. No es suficiente que me ponga gafas de sol y una peluca. La silla de ruedas me delata.

Sus libros de divulgación científica son todos muy populares...

Un alumno mío dijo una vez que yo he vendido más libros sobre Física moderna que Madonna sobre sexo. La broma refleja bien el entusiasmo que ha experimentado la gente, en las últimas décadas, por todo lo que esté relacionado con el estudio y los descubrimientos del cosmos. Lo cual se explica, ya que es aquí donde vivimos.

¿Cómo resumiría su vida, en pocas palabras?

Me lo he pasado en grande estando vivo y dedicándome a la investigación en la Física teórica. Soy feliz y he aportado algo a nuestra comprensión del universo.

Su mensaje final...

Todo el mundo puede conseguir algo si se esfuerza lo suficiente. Es tanto lo que uno puede hacer, tanto de lo que cualquiera es capaz. Lo único que te queda es hacer todo lo que puedas en la situación en que te hallas.

AUTOBIOGRAFÍA DE STEPHEN HAWKING

Nací el 8 de enero de 1942, exactamente trescientos años después de la muerte de Galileo Galilei (8 de enero de 1642). Sin embargo, estimo que alrededor de otros doscientos mil bebés nacieron ese día. No sé si alguno de ellos se interesó después en la astronomía.

Nací en Oxford, aunque mis padres vivían en Londres. Esto pasó porque en Oxford era un buen lugar para nacer durante la guerra: los alemanes tenían un acuerdo de que no bombardearían Oxford y Cambridge, a cambio de que los ingleses no bombardearan Heidelberg y Göttingen. Es una pena que esta especie de arreglo civilizado no se hubiera extendido a más áreas.

Mi padre venía de Yorkshire. Sus padres se habían ido a la bancarrota a principios de siglo, pero se las arreglaron para mandarlo a Oxford, donde estudió medicina. Luego hizo investigación en medicina tropical. Mi madre nació en Glasgow, Escocia y, como la de mi padre, su familia no estaba en buena situación. A pesar de eso, se las arreglaron para mandarla a Oxford.

De niño, fui pequeño y bastante normal, lento para aprender y empezar a leer, y me interesaba mucho la manera en que funcionaban las cosas. Nunca llegué más que al promedio del grupo en la escuela (era un salón muy brillante). Mi trabajo en el aula era muy desordenado, y mi caligrafía desesperaba a los profesores. Pero mis compañeros de clase me apodaron "Einstein", así que supongo que vieron en mí señales de algo mejor. Cuando tenía doce años, uno de mis amigos le apostó a otro una bolsa de dulces a que yo nunca llegaría a nada. No sé si esa apuesta llegó a saldarse y, en tal caso, cómo se decidió. Tenía seis o siete buenos amigos. Teníamos largas conversaciones y discusiones sobre todo, desde las maquetas de control remoto a la religión, pasando por la parapsicología y la física. Uno de los temas de los que hablábamos era el origen del universo, y si era necesario un Dios para crearlo y hacerlo funcionar.

Mi padre fomentaba mi interés por la ciencia, incluso me daba clases de matemáticas hasta que llegué al punto de superar sus conocimientos. Con este trasfondo y el trabajo de mi padre, me pareció lo más natu-

ral dedicarme a la investigación científica.

A mi padre le hubiera gustado que me dedicara a la medicina. Sin embargo, yo sentía que la biología era demasiado descriptiva y no lo suficientemente fundamental. Quería dedicarme a las matemáticas y la física. Pero mi padre pensaba que no había muchos trabajos en la enseñanza de las matemáticas. Por lo tanto me dejó dedicarme a la química, la física y un poco a las matemáticas. Fui puntualmente al University College, en 1959, para estudiar física, el tema que más me interesaba, porque rige la manera en que se comporta el universo. Para mí, las matemáticas sólo son una herramienta que se usa con la Física.

La mayoría de los estudiantes que iban en el mismo año que yo habían hecho el servicio militar y eran un poco mayores. Me sentía más bien solo el primer año, y parte del segundo. Sólo hasta el tercer me sentí feliz en Oxford. La actitud que prevalecía allí en aquella época era en contra del trabajo. En esa época, los cursos de física en Oxford resultaban particularmente propicios para evitar el trabajo. Yo presenté un examen de admisión y luego pasé tres años allí, con sólo dar los exámenes finales. Una vez calculé que estudié unas mil horas en los tres años que estuve en Oxford; un promedio de una hora diaria. No estoy orgulloso de esta falta de esfuerzo, sólo describo mi actitud de esa época, misma que compartí con la mayoría de mis compañeros: una actitud de completo aburrimiento y de sentir que no valía la pena esforzarse por nada.

Debido a mi falta de dedicación al trabajo, planeé que pasaría el examen final resolviendo problemas de física teórica y evitando las preguntas que requirieran conocimiento práctico. No me fue muy bien. Estaba en la frontera entre un título de primera y de segunda clase. Tuvieron que entrevistarme para determinar a cuál pertenecía. Me preguntaron mis planes. Les respondí que quería dedicarme a la investigación. Si ellos me daban un título de primera, iría a Cambridge. Si me daban uno de segunda, me quedaría en Oxford. Me lo dieron de primera.

Poco después de que cumplí veinticuatro años ingresé al hospital para unos exámenes. Tomaron una muestra del músculo de mi brazo, me pusieron electrodos, me inyectaron fluido opaco a la radiactividad en la espina y observaron con los rayos X cómo iba y venía mientras ladeaban

la cama. Se me diagnosticó esclerosis amiotrófica lateral, o enfermedad neuromotora, como se le conoce en Inglaterra. La comprensión de que tenía una enfermedad incurable que probablemente me mataría en unos cuantos años me impactó. ¿Cómo pudo pasarme algo así a mí? Mientras estuve en el hospital, vi a un muchacho, al que conocía vagamente, morir de leucemia en la cama opuesta a la mía. No fue un espectáculo agradable. Evidentemente, había personas que estaban peor que yo. Al menos mi afección no me hacía sentirme enfermo. Cada vez que sentía inclinación a compadecerme de mí mismo, recordaba a ese muchacho.

Mis sueños en esa época eran más bien inquietos. Antes de que se me diagnosticara mi condición estaba más bien aburrido de la vida. No me parecía que hubiera algo que valiera la pena hacer. Pero poco después de que salí del hospital, soñaba que iba a ser ejecutado. De pronto me di cuenta de que había muchas cosas importantes que yo podía hacer si se suspendía la ejecución. Una consecuencia de mi padecimiento es que, cuando uno se enfrenta con la posibilidad de una muerte temprana, esta hace que uno acabe reconociendo que vale la pena vivir.

No parecía haber muchos puntos para trabajar en mi investigación porque no esperaba vivir lo suficiente como para terminar mi doctorado en Física. Sin embargo, conforme pasaba el tiempo, la enfermedad pareció detenerse. Empecé a comprender la relatividad general y progresé en mis estudios. Pero lo que en realidad hizo la diferencia fue que me comprometí con una mujer llamada Jane Wilde. Esto me dio algo por qué vivir, pero también significó que tenía que trabajar si nos casábamos.

Creo que soy más feliz ahora de lo que era antes de que todo esto empezara. Antes de que la enfermedad se instalara en mi cuerpo me sentía muy hastiado de la vida. Bebía mucho, supongo, y no trabajaba. Era una existencia más bien sin objetivo. Cuando las expectativas de uno se ven reducidas a cero, uno aprecia realmente todo lo que tiene.

Fue aceptada mi solicitud para dedicarme a la investigación en Cambridge, pero para mi disgusto, mi supervisor no fue Fred Hoyle, sino un hombre llamado Dennis Sciama, del que no había oído. Sciama, como Hoyle, creían en la teoría del estado estacionario, de acuerdo con la cual el universo no tenía principio ni fin en el tiempo. Sin embargo, al final es-

to resultó mejor. Hoyle salía mucho al extranjero y quizás no lo hubiera visto a menudo. Por otro lado, Sciama estaba ahí, estimulándome siempre, a pesar de que a veces yo no estaba de acuerdo con sus ideas.

Nuestro primer hijo, Robert, nació cuando llevábamos dos años casados (1967). Poco después de su nacimiento lo llevamos a un congreso científico en Seattle. Yo no podía ayudar mucho con el bebé por mi creciente discapacidad, así que Jane tenía que arreglárselas sola y se cansaba mucho.

Una noche poco después del nacimiento de mi hija, Lucy (1970), empecé a pensar en los agujeros negros mientras estaba en la cama. Mi invalidez hacía este proceso más bien lento, así que tenía mucho tiempo. De pronto me di cuenta de que el área del horizonte siempre se incrementaba con el tiempo. Me excitó tanto mi descubrimiento que casi no dormí esa noche.

En un viaje a Moscú en 1973, analicé con Yakov Zeldovich, el padre soviético de la bomba de hidrógeno, los efectos de la mecánica cuántica en los agujeros negros. Poco después hice mi descubrimiento más sorprendente. Las partículas se fugarían por el horizonte y escaparían del agujero negro. Sciama fue el primero con quien lo comenté; muy pronto me di cuenta de que le había revelado un secreto. Un día en que cumplí años, Roger Penrose me telefoneó mientras comía. Estaba muy excitado y habló tanto que se me enfrió la comida. Fue una pena, porque era ganoso y me encantaba.

Hasta 1974 fui capaz de alimentarme, pararme de la cama y acostarme solo. Jane se las arreglaba para ayudarme y criaba a los dos niños sin ayuda del exterior. Sin embargo, las cosas se volvieron más difíciles, así que después tuve que llevar a uno de mis alumnos de investigación a vivir con nosotros.

En 1979 fui elegido profesor Lucasian de matemáticas. Es la misma silla que alguna vez ocupó Isaac Newton. Tenían un gran libro que se supone que debían firmar todos los maestros universitarios. Después de haber sido profesor Lucasian durante más de un año, se dieron cuenta de que yo nunca había firmado. Así que llevaron el libro a mi oficina y lo hice con dificultad. Fue la última vez que firmé con mi nombre.

Jane se deprimió tras mi elección, pues sentía que ya había alcanzado mis objetivos y que después de aquello todo iría cuesta abajo. En cierto modo su depresión se intensificó cuando mi amigo Kip Thorne nos invitó a nosotros y otras personas a trabajar en la relatividad general en el California Institute of Technology (Caltech).

Nuestro tercer hijo, Timothy, también nació en 1979 tras un viaje a Córcega, donde daba clases en un curso de verano.

Después, Jane se deprimió aún más. Le preocupaba que yo muriera pronto y quería que alguien los mantuviera a ella y los niños y se casara con ella cuando yo no estuviera. Encontró a Jonathan Jones, músico y organista de la iglesia local, y le dio una habitación en nuestro apartamento. Me habría opuesto, pero yo también pensaba que iba a morir pronto y sentía la necesidad de que alguien se ocupara de los niños cuando yo no estuviera.

Mi interés en el origen y el destino del universo renació cuando asistí a una conferencia sobre cosmología en el Vaticano, en 1981. Después me concedieron una audiencia con el Papa, que se recuperaba de un atentado contra su vida. Nos dijo que estaba bien que se estudiara la evolución del universo después del big bang, pero que no deberíamos averiguar sobre el big bang en sí porque ese fue el momento de la creación y, por lo tanto, obra de Dios. Me dio gusto que él no supiera que el tema de la conferencia que acababa de dar había sido la posibilidad de que el espacio-tiempo fuera finito pero que no tuviera límites, lo que significa que no hubo un principio, ni un momento de creación.

Antes de la operación (1985), mi modo de hablar se había vuelto balbuceante; de manera que sólo algunas personas que me conocían bien podían entenderme. Escribí artículos científicos dictándole a una secretaria y di seminarios mediante un intérprete. La traqueotomía me quitó toda capacidad de hablar. Durante un tiempo, después de la traqueotomía, la única manera en que podía comunicarme era deletreando las palabras, levantando las cejas cuando alguien señalaba la letra correcta en una tarjeta para deletrear. Era muy difícil sostener una conversación con eso, y mucho más escribir un artículo científico. Sin embargo, un experto en computadoras de California supo de mis apuros y me envió un programa de computadora que me permita seleccionar, con sólo presionar un interruptor en mi mano,

palabras de una serie de menús en la pantalla. El programa también podía controlarse con un interruptor operado por el movimiento de la cabeza o los ojos. Cuando he armado lo suficiente de lo que quiero decir, puedo enviarlo al sintetizador de voz, que con una computadora, está fijo a mi silla de ruedas. Puedo componer quince palabras por minuto.

Fui sintiéndome más infeliz por la relación cada vez más estrecha que existía entre Jane y Jonathan. Al final no pude aguantar más la situación y en 1 990 me mudé a un piso con una de mis enfermeras, Elaine Mason. El piso resultaba pequeño para nosotros y los dos hijos de Elaine, que vivían en nuestra casa durante parte de la semana, así que decidimos mudarnos.

La noche del martes 5 de marzo de 1 991, alrededor de las diez cuarenta y cinco, regresaba a mi departamento en Pinehurst. Estaba oscuro y llovía. La silla de ruedas tenía luces de bicicleta adelante y atrás. Llegué a la Grange Road y vi unas luces que se aproximaban, pero juzgué que estaban lo suficientemente lejos como para que yo pudiera cruzar sin problemas. Sin embargo, el vehículo debía venir muy rápido, porque cuando iba en medio del camino, la enfermera gritó “¡Cuidado!”. Oí que las llantas derraparon y mi silla de ruedas recibió un tremendo golpe en la parte de atrás. Terminé en el suelo, con las piernas sobre los restos de mi silla. El accidente la destruyó y dañó el sistema de computadora con el que me comunicaba. Me rompí el brazo izquierdo y recibí cortes en la cabeza que necesitaron trece puntos de sutura.

Elaine y yo nos casamos en 1 995. Nueve meses después Jane se casó con Jonathan Jones. Mi matrimonio con Elaine fue apasionado y tempestuoso. Tuvimos nuestros altibajos, pero el hecho de que ella fuera enfermera me salvó la vida en varias ocasiones. Todas esas crisis pasaban su factura emocional a Elaine. Nos divorciamos en 2 007.

***Habiendo nacido exactamente 300 años después de la muerte
de Galileo Galilei, y 300 años después del nacimiento
de Isaac Newton, Stephen Hawking falleció el 14 de marzo de 2 018.
El día de su muerte coincide con la fecha del nacimiento
de Albert Einstein, y con la celebración del día del número
Pi (3,14)... ¿Coincidencias cosmológicas?***

Stephen Hawking conoció a un niño ecuatoriano con atrofia muscular



Imagen del 27 de octubre de 1993, que muestra a Stephen Hawking, fallecido este 14 de marzo de 2018, junto a Juan Carlos Vela. Foto: Archivo/ EL COMERCIO.

Luego de un duro trámite, la Fundación Ecuatoriana para la Distrofia Muscular Juan Carlos Vela logró concretar un encuentro entre el científico Stephen Hawking, fallecido este 14 de marzo del 2018, y Juan Carlos Vela, un joven ecuatoriano que padece atrofia muscular. Los hechos tuvieron lugar en octubre de 1993 y fueron recogidos en dos artículos periodísticos publicados por EL COMERCIO. Juan Carlos Vela “logró su objetivo y sintió felicidad porque pudo conocer al famoso científico”, reseña el artículo de este diario. Hawking entregó a Juan Carlos un libro que en ese entonces aún no salía a la venta con una dedicatoria firmada con su huella digital. EL COMERCIO difundió en su espacio de Crónicas un texto sobre Hawking quien acababa de publicar el libro ‘Agujeros negros y universos bebés’, “una serie de artículos en los que especula acerca del origen y destino del Universo y profundiza en algunos de los problemas no resueltos de la física teórica”, escribió Luz Elena Coloma, autora del texto que estuvo presente en el encuentro entre Vela y Hawking en la Universidad de Cambridge. Actualmente, Juan Carlos Vela tiene 39 años y reside en Toronto (Canadá), donde trabaja como ejecutivo de un banco local. Así lo dio a conocer a este medio su padre John Vela Peña, quien también contó que Juan Carlos cuida el libro que Hawking le regaló “como un tesoro”. La Fundación Ecuatoriana para la Distrofia Muscular Juan Carlos Vela continúa trabajando para brindar atención a bajo costo a personas que tienen este tipo de padecimientos.

Fuente:

<http://www.elcomercio.com/tendencias/encuentro-stephenhawking-ecuatoriano-juancarlosvela-distrofiamuscular.html>

Sobre el autor



Segundo David Ruiz Sevilla, nació en la parroquia San José de Chaltura, cantón Antonio Ante, provincia de Imbabura, el 25 de julio de 1 963. Realizó los estudios primarios en la escuela *Francisco J. Salazar*; los estudios secundarios en los colegios: *17 de Julio*, *Víctor Mideros* y *Abelardo Moncayo*; y los superiores en la *Universidad Técnica del Norte*. Realizó estudios sobre ciencias políticas en Moscú, Unión Soviética.

Fue presidente de la *Federación de Estudiantes Universitarios del Ecuador (FEUE)*, filial de Ibarra. Es licenciado en Ciencias de la Educación, especializado en Física y Matemáticas. Fue el mejor egresado de su promoción. Labora como profesor de Física del Programa del Diploma del Bachillerato Internacional en la Unidad Educativa Fiscomisional “León Ruales”, de la ciudad de Mira, provincia del Carchi. Tiene más de 30 años de experiencia docente.

Fue miembro del Consejo de Editores y articulista de la revista *Nuestra Tierra Equinoccial*. Fue articulista del suplemento dominical *ENFOQUE*. Desde 2 004, ha publicado alrededor de 700 artículos de opinión sobre temas educativos y políticos en diario *EL NORTE (Ibarra-Ecuador)*. Ha publicado, además, dos libros: *Educación Siglo XXI - 127 temas de análisis-*, (2 008); y “*Mi pluma lo mató*” -Entrevista a Juan Montalvo-, (2 010).



cce
IMBABURA

www.casadelacultura.gob.ec

2018

CASA DE LA CULTURA ECUATORIANA "NÚCLEO DE IMBABURA"

La CCE, sembrando la buena semilla de la patria

Colección 
TAHUANDO

260