

El problema del tiempo: la matemática y la cosmología

PABLO PADILLA

El tiempo educa al hombre sabio

Proverbio griego

Dada la ambigüedad del título, debería empezar por explicar un poco cuál es *realmente* el tema que quiero abordar. Originalmente había pensado como título *El problema del tiempo*, pero ante la posibilidad de que las personas lo leyeran esperando una explicación de la onda cálida en el país o de las razones por las cuales el tiempo no alcanza para nada en la Ciudad de México, decidí que era necesario precisar un poco más. De aquí la segunda mitad explicativa: la matemática y la cosmología.

Mi intención es, pues, presentar de manera sencilla la respuesta que los científicos tienen a la pregunta "¿qué es el tiempo?" Ahora bien, la respuesta a dicha pregunta que las teorías más modernas proporcionan es simple y llanamente: no sabemos.

No debería tardarme mucho más en explicar esa respuesta. Sin embargo, alguien dijo que no es que los "expertos" no se equivoquen, sino que se equivocan por razones más complejas. Así que quisiera no solamente decir que no sabemos, sino por qué no sabemos.

Todos somos conscientes del transcurrir del tiempo y sin embargo es difícil decir en unas cuantas palabras lo que es. San Agustín tenía, como todos los filósofos, una forma más elegante de decir "no sé": "Si nadie me pregunta, entonces sé lo que es, mas si alguien lo hace, ya no."

El transcurrir del tiempo se relaciona con varios temas importantes, quizás algunos de los más importantes, pues la certidumbre de que todo empieza y todo acaba (nuestra vida incluida) es una buena razón para reflexionar. En



Rubén Rosas

otras palabras, si todo empieza y todo acaba, ¿cuándo empezó todo esto? y ¿cuándo va a acabar? Bueno, y ¿realmente empezó alguna vez? o ¿realmente se va a acabar?

Cada cultura, en diferentes épocas, ha proporcionado su respuesta, su forma de decir "no sabemos". Por ejemplo, para los aztecas la respuesta la tenían los cocodrilos:

He aquí el relato que solían decir los viejos: En un cierto tiempo, que nadie puede contar, del que ya nadie ahora puede acordarse, había un dios y una diosa: Ometecutli y Ome-ciúatl, señor y señora de la dualidad. Eran habitantes del mundo de la oscuridad, donde no existía luz alguna, ni astros o flores blancas ... Allí todo era penumbra y monstruos al acecho.

Siempre fue lo mismo, hasta que el señor Ome realizó la hazaña de capturar dos cocodrilos gigantes; uno sería para su esposa y otro para él: recorrerían el mundo de la noche eterna a bordo de ellos.

En una noche cualquiera emprendieron el camino; a su paso sólo brillaban de repente los ojos de alguna bestia. Anduvieron de un lado a otro montados en los cocodrilos, mezclándose con todo tipo de criaturas. La señora Ome, movida por la curiosidad, se arriesgó a tocarlas queriendo hacerles caricias y, para su sorpresa, en cuanto detenía su mano en la cabeza de los monstruos, éstos quedaban hechizados y radiantes. Entusiasmado, el señor Ome empezó a hacer lo mismo; en la oscuridad absoluta, total, aquellas bestias parecían recobrar una luz maravillosa, como si hubieran pasado su vida acumulándola, esperando el momento adecuado para soltarla: las criaturas inundaron de lucecillas la oscuridad a través de los señores Ome, quienes fueron poblando de luces el Universo. Y los monstruos nunca fueron ya monstruos, sino astros pendiendo del cielo.

Como el relato azteca, podía mencionar otros de diferentes culturas y mitologías. En varios de ellos la descripción de cómo fue creado el Universo se asocia de manera natural con “el principio de los tiempos”. La idea de que el Universo tuvo un principio se presenta en forma sistemática. Baste recordar el inicio del Génesis: “En el principio creo Dios el cielo y la tierra. La tierra, empero, estaba informe y vacía, y las tinieblas cubrían la superficie del abismo.” Sin embargo, quizá en ningún relato sean tan claras estas ideas como en el de la Grecia clásica:

En el principio, existía el Caos, vasto y oscuro. Entonces apareció Gea, la tierra, y finalmente Eros, el Amor, por cuya influencia surgieron los seres y las cosas. De Caos nacieron Erebo y la Noche, que a su vez engendraron a Ether y Heme-ra, el Día. Por su parte, Gea engendró a Urano, el Cielo y después creó al Mar.

Era necesario poblar al mundo y Gea y Urano engendraron a los Titanes, entre ellos Cronos, el Tiempo, el menor de todos. Sin embargo, Urano, horrorizado de su descendencia, los confinó en las profundidades de la tierra. Gea, resentida, buscó vengarse y es precisamente Cronos quien le ayuda. Cronos mutila a Urano y de sus despojos nacen las Furias, gigantes, las Ninfas y de la espuma que formaron los que cayeron en el mar, Afrodita.

Los personajes de los comienzos del Universo son para los griegos muy significativos. Caos, nombre que actualmente asociamos con el desorden, significaba para los griegos únicamente ‘espacio vacío’. Era un principio cósmico, sin características divinas propiamente dichas. Fue únicamente

después cuando la palabra vino a significar desorden y confusión. Lo mismo puede decirse de Eros, que no es el personaje con alas y dedicado a disparar flechas para complicar la vida de todo mundo. En un principio, Eros simbolizaba la fuerza creadora por la que surgen todas las cosas.

Después de destronar a Urano, Cronos reina liberando a los Titanes. Durante su reinado la creación continúa y, entre otros, nacen la Muerte y el Sueño y otros personajes importantes bien conocidos de todos: el Dolor, el Hambre, la Enfermedad, la Guerra, etcétera. Sin embargo, Cronos devoraba a todos sus hijos tan pronto como nacían. En fin. La historia sigue y no voy a platicarles cómo es que el propio Cronos fue depuesto por uno de sus hijos, Zeus. Después de esto, alguien seguramente se habrá preguntado qué es lo que tienen que ver las matemáticas con Cronos y, sobre todo, con esta discusión. Bueno, pues ello depende de a quién le pregunten. Permítanme explicarme. Una de las convicciones más fuertemente arraigadas en los tiempos modernos, particularmente en los matemáticos, es que resulta posible explicar el mundo físico mediante las matemáticas. Sin embargo, no siempre ha ocurrido así. Por ejemplo, si le preguntáramos a Aristóteles, él diría lo siguiente (lo escribo en latín porque es un hecho que cualquier necesidad escrita en latín —bueno, actualmente en inglés— se vuelve automáticamente respetable): “*Acribologia vero mathematica non in omnibus est expetenda, sed in non habentibus materiam. Propter quod non naturalis est modus: omnis enim forsam natura materiam habet.*”

Ello significa: “La exactitud matemática del lenguaje no debe ser exigida en todo, sino tan sólo en las cosas que no tienen materia. Por esto el método matemático no es apto para la física: puesto que toda la naturaleza tiene probablemente materia.”

Aun cuando Aristóteles pudiera estar equivocado en este punto particular, señala algo que sigue siendo tan cierto como en su época: “Queremos que se hable como estamos acostumbrados a oír hablar, y las cosas dichas de otro modo no nos parecen lo mismo ... Unos, en efecto, no escuchan a los que hablan si no se habla matemáticamente; otros, si no es mediante ejemplos ...” Parece un hecho bastante común que los científicos sientan que la gente no tiene interés en oírlos y también, por supuesto, lo recíproco es cierto: la gente piensa que los científicos no tienen el menor interés en decir lo que hacen, y si deciden hablar lo hacen en un lenguaje incomprensible y misterioso. En gran parte, la dificultad para comunicarse es un problema de lenguaje o, más bien, de falta de un lenguaje común. Si Gali-

leo tenía razón y "el lenguaje en el que está escrito el libro del Universo es el matemático", es necesario, al menos en cierta medida, familiarizarse con este lenguaje para hablar de la naturaleza. Toco un punto que me parece importante recalcar y es que desgraciadamente las matemáticas y la ciencia en general no se consideran parte del bagaje de un hombre "culto", quien debe por supuesto haber leído de pasta a pasta *El Quijote*, *La divina comedia* y, así, hasta *Mafalda*, pero no necesariamente ser consciente de las implicaciones de las grandes revoluciones científicas de nuestro siglo, por ejemplo la mecánica cuántica, la teoría de la relatividad o las aportaciones de los matemáticos a la lógica. Insisto también en que el problema se agrava por la falta de científicos que se esfuercen por hacer no sólo entendible, sino ameno y atractivo el acercamiento a la ciencia.

Pero, en fin, regresando al papel de las matemáticas en la descripción y entendimiento del mundo físico, menciono que tampoco es claro, al menos en las décadas pasadas, que los físicos y los matemáticos tengan un lenguaje común. Por ejemplo, un famoso matemático de principios de siglo, parafraseando a Napoleón, quien decía que "la guerra era demasiado importante para dejarla en manos de los militares", decía a su vez que "la física era demasiado difícil para dejarla en manos de los físicos". Por supuesto los físicos no parecen estar de acuerdo en esto y tienen su versión de la contribución de los matemáticos a la física. De acuerdo con un físico, que quizá por razones de seguridad prefirió permanecer anónimo (aunque algunos atribuyen la frase a Dirac), "lo malo de las aportaciones de los matemáticos a la física es que, además de ser completamente precisas, son completamente inútiles y siempre llegan demasiado tarde".

Si después de lo anterior insisto en que vale la pena hacer el intento de dedicar algún tiempo a hablar de matemáticas y de física es por que lo que tienen que decir sobre el problema del tiempo y el origen y la evolución del Universo es interesante.

Antes de proseguir, me gustaría esbozar el resto del contenido de este escrito. Primero voy a presentar, de manera muy general, la visión que del Universo, y del tiempo nos ofrecen, por una parte, la teoría de la relatividad y, por otra, la mecánica cuántica. Posteriormente quisiera explicar porqué ambas concepciones no son compatibles, al menos en cuanto al tiempo se refiere y qué tienen que ver los hoyos negros en todo esto. Si me queda tiempo, haré algunos comentarios sobre el tiempo.

Comencemos pues con la teoría de la relatividad (TGR). No puedo tratar de explicar sus implicaciones sin men-

cionar a Cristóbal Colón y su relación con las manzanas y las hormigas. De acuerdo con la versión "oficial", que es más leyenda que historia, Colón estaba convencido de que la tierra era redonda y los necios de sus contemporáneos seguían pensando que era plana. Si nosotros hubiéramos vivido en los tiempos de don Cristóbal, ¿qué hubiéramos podido decir a favor o en contra? La verdad es que, a menos que nos lo hayan dicho en la escuela o lo hayamos visto en la televisión, o seamos astronautas retirados, si nos remitimos a nuestra experiencia cotidiana, tendríamos más razones para pensar que la tierra es plana que redonda. Lo mismo le pasaría a una hormiga caminando sobre una manzana. Probablemente no se dé cuenta nunca de que su "planeta" es redondo. Sólo si fuera un asteroide pequeño, como el del Principito, podría notar que su manzana es realmente curva. Bueno, hasta la formulación de la TGR, nosotros éramos hormigas en relación con el espacio. Es decir, pensábamos en el espacio como plano e independiente de la materia que contiene. La enseñanza de la TGR es que el espacio interactúa con la materia y que se curva en presencia de ésta. Una de las comprobaciones experimentales más espectaculares tiene lugar en los eclipses totales de sol, cuando es posible efectivamente verificar el hecho de que los rayos de luz no viajan en líneas rectas, sino que se curvan, debido, precisamente, a la curvatura del espacio. Sin embargo, tal como las hormigas y la manzana, los efectos de la curvatura del espacio son en general tan pequeños en nuestra experiencia cotidiana, que no los notamos.

Si queremos saber qué sucede en escalas más grandes, por ejemplo, si nos preguntamos cuál es la "forma" del Universo, entonces tales efectos no sólo no pueden despreciarse, sino que son los que la determinan. La TGR nos ayuda a entender el comportamiento de la materia en escalas muy grandes: en el macrocosmos, por usar una palabra que suena bien. Bueno, y ¿cuál es la forma del Universo, según esta teoría, y qué nos dice en relación con el tiempo? La respuesta, como antes, es simple:

$$G = T,$$

o, más precisamente:

$$R_{ij} - \frac{1}{2} R g_{ij} = T_{ij}$$

En otras palabras: no sabemos. Esta forma tan precisa de decir que no sabemos se conoce como ecuaciones de campo de la relatividad general o ecuaciones de Einstein.

A pesar de todo, tiene muchas implicaciones muy interesantes. La primera es que limita el número de posibles "formas" que el Universo puede tener, así como la evolución que ha podido seguir. La cosmología moderna nace de hecho con el estudio de estas ecuaciones. Resumiendo en un párrafo las conclusiones más importantes, diríamos:

1. El Universo tuvo un principio y en ese principio hubo una gran explosión, antes de la cual toda la materia estaba "concentrada" en una región muy pequeña.

2. El Universo ha estado expandiéndose desde entonces. Si continuará expandiéndose indefinidamente o no es una pregunta que no se puede contestar de manera concluyente dado el estado actual de la teoría y de las observaciones. La forma más fácil de imaginarse al Universo es un globo que se está inflando y en el que dos puntos que inicialmente están cercanos, se alejan conforme el globo se infla más y más.

La segunda consecuencia de la TGR es que, por extraño que pueda parecer, pone en los mismos términos el tiempo y el espacio, es decir, arriba (abajo), adelante (atrás), derecha (izquierda) y antes (después) son todas ellas nociones del mismo tipo y, aún más sorprendentemente, dependen de cómo una persona esté observando. Esto no resulta tan extraño si pensamos en cómo ve el mundo un murciélago —bueno, si pudiera ver bien—, para el que arriba es abajo y viceversa. Pero resulta completamente extraño cuando además nos dicen que, de acuerdo con la TGR, dos hechos que pasan al mismo tiempo para un observador pueden no ocurrir simultáneamente para otro. Más aún, qué tan rápido o que tan despacio transcurra el tiempo también depende de cómo nos movamos. Déjenme dar un ejemplo. Sabemos que todo lo que nos rodea está formado de átomos y que, a su vez, los átomos están formados de otras partículas más pequeñas: protones, neutrones y electrones. Sin embargo, hay muchas otras partículas más y, en la actualidad, se tiene un verdadero zoológico de ellas. Algunas "viven" muy poco tiempo.

Esto quiere decir que, si tenemos una de esas partículas en la bolsa, después de, por decir algo, dos segundos se habrá transformado en otra cosa. Algunas de ellas se producen, por ejemplo, en el sol y son expulsadas de tal manera que viajan a la tierra a gran velocidad. A pesar de viajar muy rápido, les toma más de dos segundos llegar, por decir un número, diez minutos: pero llegan. Es decir, es como si por viajar muy rápido, su reloj "interno" se atrasara y les permitiera llegar a la tierra. De manera análoga, la TGR nos dice que la longitud es también algo relativo. Una mesa

que tiene un metro y medio de ancho cuando nosotros la medimos en nuestra casa, tendrá un ancho diferente si la mide otra persona en movimiento.

La última consecuencia que mencionaré de la TGR es la predicción de que hay colapsos gravitacionales, tal como hay colapsos financieros y de las bolsas de valores. Estos colapsos o singularidades se producen cuando una cantidad suficiente de materia, por ejemplo una estrella masiva que ha agotado su combustible, queda únicamente sujeta a la fuerza de atracción gravitacional. El resultado final de este proceso, si la masa original de la estrella resulta suficientemente grande, es un hoyo negro. Pero de éstos hablaré posteriormente. En resumidas cuentas, de la TGR podemos concluir no sólo que no sabemos lo que es el tiempo, sino que no tenemos de él la más remota idea.

Pasemos ahora a la mecánica cuántica. Esta teoría, que se inició también a principios del siglo XX, describe, a diferencia de la TGR, lo que sucede en el microcosmos, es decir los fenómenos en escalas muy pequeñas. La forma cuántica de decir "no sabemos" se escribe así:

$$i\hbar^2 \frac{\partial \psi}{\partial t} = \frac{-\hbar^2}{2m} \Delta \psi + U(x, y, z) \psi$$

Esta fórmula se conoce como ecuación de Schrödinger, en honor por supuesto a Schrödinger, quien no tenía tampoco la menor idea de lo que quería decir la resolución de esta ecuación. El enfoque de la mecánica cuántica en relación con el tiempo es mucho más pragmático. Los filósofos, cuando no entienden algo, simplemente le ponen un nuevo nombre y convencen al resto del mundo de que ya lo entendieron. Los científicos, cuando no entienden algo, lo miden y tratan de convencer a los escépticos de que si lo pueden medir es porque ya lo entendieron. Así pues, el tiempo en la mecánica cuántica es el número que marca mi reloj. Además, es un tiempo democrático, en el sentido de que es el mismo para todos, sin importar sexo, religión, tendencia política o equipo favorito de fútbol. Bueno, esto está muy bien, pero y entonces ¿qué nos dice de nuevo esta teoría y qué implicaciones tiene para nuestra concepción del Universo, el tiempo y el espacio?

Nuevamente, si quisiéramos resumir en unas pocas líneas, podríamos decir que hay dos consecuencias muy importantes y contrarias a lo que todavía alguna gente insiste en llamar "sentido común":

Por una parte, el resultado de un experimento depende de si lo observamos o no o de cómo lo observamos (en otras palabras, el objeto observado y el observador no son

independientes). Por otra parte, la mecánica cuántica nos enseña que somos irremediamente ignorantes. Es decir, que sin importar cuán precisos puedan llegar a ser nuestros aparatos de medición, nunca podremos conocer exactamente todo sobre lo que estamos midiendo. Esta última observación es, a grandes rasgos, el contenido del llamado principio de incertidumbre de Heisenberg.

Esto, que parece bastante irrelevante, tiene consecuencias fundamentales para entender la evolución de cualquier proceso físico, en particular la evolución del Universo. La mecánica cuántica acaba con la concepción determinista que prevalecía hasta principios de este siglo (en otras palabras, las mismas causas producen los mismos efectos). Como lo planteara Laplace: si pudiéramos saber en dónde están todas las partículas en el Universo y cómo se están moviendo en cierto instante, entonces conoceríamos su evolución posterior.

De nuevo, esto tendría consecuencias relevantes. Por ejemplo, si lo anterior fuera cierto, entonces realmente no podemos escoger: la libertad no tendría cabida. Todos nuestros actos estarían determinados de antemano. La mecánica cuántica nos dice que esto no es así. A lo más a lo que podemos aspirar es a decir qué tan probable es que suceda algo, pero nada más. Así como cuando echamos un volado sabemos que es igualmente probable que salga águila o que salga sol, pero no podemos decir exactamente cuál será.

A diferencia de la relatividad, la mecánica cuántica es una teoría que ha encontrado una gran variedad de aplicaciones: desde el transistor y casi cualquier otro dispositivo electrónico moderno hasta las computadoras, pasando por los rayos láser, las fibras ópticas y los aparatos de resonancia magnética. Todas estas tecnologías tienen su fundamento teórico en la mecánica cuántica.

Desde el punto de vista de la historia del desarrollo científico, estas dos revoluciones tienen algo en común. Ambas surgieron en gran medida a pesar de sus creadores. Con ello quiero decir que no fue sino con una gran resistencia como finalmente las consecuencias de ambas teorías se aceptaron. La razón para ello es clara. A finales del siglo XIX, la física clásica, es decir la mecánica que asociamos con nombres como Kepler, Galileo, Newton, Laplace, etcétera, así como el electromagnetismo desarrollado desde principios del siglo XIX y la termodinámica, habían acumulado una serie de éxitos impresionantes: explicar y predecir el movimiento de los cuerpos, tanto terrestres como celestes, explicar muchos fenómenos eléctricos y magnéticos, con las consiguientes innovaciones tecnológicas: la transmisión

por radio, el uso sistemático de la electricidad como fuente de energía, la invención de la máquina de vapor, etcétera. A tal grado prevalecía el convencimiento de que todo estaba "prácticamente entendido" que uno de los más renombrados físicos de la época se atrevió a anunciar el "fin de la física teórica", pues el trabajo que faltaba por hacer consistía básicamente en terminar los detalles.

Pero, como escribió alguien (palabras más, palabras menos):

"Y Dios dijo:

Hágase la luz, y nació Newton.

Mas el diablo apareció y dijo:

Que la oscuridad reine de nuevo, y

Nació Einstein."

Como se puede entender, no fue sino con una gran resistencia como los científicos aceptaron abandonar la física clásica en favor de otras teorías que, a diferencia de ella, estaban lejos de ser intuitivas e iban en contra del sentido común. Por cierto que resulta curioso, al final del siglo XX, oír de nuevo declaraciones similares, pero quisiera hablar de eso después.

Antes habíamos dejado los hoyos negros pendientes. Estos bichos son una de las consecuencias más curiosas de la TGR. ¿Qué son estos objetos tan extraños? De manera escueta, corresponden a cierta solución de las ecuaciones de Einstein, conocida como solución de Schwarzschild.

Para explicar por qué los hoyos negros son tan negros, no me queda más remedio que recurrir a uno de los principios más viejos de la física y de todos conocido: todo lo que sube tiene que bajar. Estamos acostumbrados a que cada vez que arrojamus algo, efectivamente tarde o temprano cae. Entre más alto lo lanzamos, más tarda en caer, pero cae. Bueno, no siempre. Pensemos en un cohete. El cohete es "arrojado" lo suficientemente rápido como para que no caiga, sino que se quede dando vueltas alrededor de la tierra, o bien siga más adelante. La moraleja es que si no lanzamos un objeto más rápido que cierta velocidad, llamada precisamente de escape, volverá a la superficie de la tierra. ¿Qué sucede cuando no estamos sobre la tierra, sino sobre lo que ha quedado de una estrella muy masiva que ha agotado todo su combustible? La atracción que ejerce sobre los objetos que lanzamos es mucho mayor que en nuestro planeta y la velocidad de escape es también considerablemente más grande. Llega el momento en que la velocidad de escape es tan grande que aun algo arrojado a

la velocidad de la luz (por ejemplo, la luz) caería también. Pero si la luz arrojada desde la estrella no puede salir, entonces este objeto debería aparecer negro. En el fondo, los hoyos negros no son otra cosa que barriles sin fondo: puede uno meter cualquier cosa con la tranquilidad de que nunca va a salir. La mosca en la sopa, por decirlo de manera elegante, es que los hoyos negros no son tan negros. Si hay objetos, ciertas partículas, que "escapan" de los hoyos negros. Explicar el mecanismo por el que estas partículas escapan requeriría más tiempo del que dispongo. Tampoco quiero abusar de la paciencia del lector. Sólo voy a mencionar el término técnico, pues suena tan descabellado que, a menos que lo diga uno entre amigos, se corre el riesgo de acabar con una camisa de fuerza o en un departamento de física teórica. El hecho de que estas partículas escapen se debe a las "fluctuaciones del vacío". Cualquier gente en su sano juicio se pregunta qué puede fluctuar en el vacío si se supone que no hay nada en él. Lo único que diré es que el vacío está, de acuerdo con la mecánica cuántica, realmente bastante lleno.

Finalmente, llego al punto que quería enfatizar. Por una parte, la TGR describe el macrocosmos y por otro la mecánica cuántica el microcosmos. Ambas teorías proporcionan concepciones del tiempo que son en principio incompatibles. Sin embargo, en ciertos procesos físicos, como los que tienen lugar en los hoyos negros, el macrocosmos y el microcosmos "se juntan", por decirlo de alguna manera. Otro ejemplo importante en el que efectos tanto relativistas como cuánticos debieron de haber estado presentes en las etapas tempranas del Universo.

Una serie de esfuerzos importantes de la física teórica actual está encaminada a resolver las incompatibilidades entre esas teorías. Tanto por las razones que mencioné antes, es decir porque hay fenómenos físicos en que ambas teorías deben intervenir, como por una razón más general: así como los alquimistas buscaron la piedra filosofal durante siglos, así también los físicos modernos están en pos de la teoría del campo unificado, es decir una explicación de las interacciones en la naturaleza, aparentemente de clases muy diversas, como manifestación de otra única.

Ya hacia finales del siglo pasado se dio un gran paso en esa dirección, al entender que los fenómenos eléctricos y magnéticos pueden explicarse en forma unificada. A partir de los años setentas, se inició un desarrollo similar para entender ahora las fuerzas electromagnéticas junto con las llamadas interacciones débiles, que son responsables, entre

otros fenómenos, de cierto tipo de decaimiento radioactivo. Como resultado de ello se tiene una explicación de las interacciones ahora llamadas electrodébiles. En los últimos años también se han hecho grandes progresos para entender desde ese mismo punto de vista las fuerzas que mantienen unidos los núcleos de los átomos: las llamadas interacciones fuertes. Esta teoría, la de los famosos *quarks*, ha tenido confirmaciones experimentales recientes.

Sin embargo, hay un tipo de interacción que ha resistido una explicación coherente desde este punto de vista unificado: la gravedad. Seguramente algunos de ustedes habrán oído hablar de la teoría de las "supercuerdas". Esta y otras alternativas para explicar "absolutamente todo" han recibido mucha atención en los últimos años y, al menos desde algunos puntos de vista, han aportado avances sustanciales. A tal grado que, como mencioné anteriormente, se oye de nuevo el "rumor" de que "el fin de la física teórica está cerca". En particular, no creo que esté tan cerca y más bien soy de la opinión de lo contrario.

Para terminar, mencionaré algunas de las posibles implicaciones de estas teorías más recientes en el espacio y el tiempo. La más rara es quizá que tanto el espacio como el tiempo resulten cantidades físicas no continuas. Empecé este texto diciendo que todos somos conscientes del transcurrir del tiempo. Bueno, pues si algunas de las implicaciones de estas teorías son ciertas, entonces el transcurrir del tiempo también es, en cierto sentido, producto de nuestra imaginación. Es decir, el tiempo no transcurre continuamente, sino "a saltitos", y lo mismo puede decirse del espacio.

Pero ya he abusado del tiempo y la paciencia del lector, así que quisiera terminar con lo que dicen del tiempo los que quizá lo hayan comprendido mejor que nadie más: los artistas.

El poema que a continuación cito es de Nezahualcōyotl:

No acabarán mis flores,
no cesarán mis cantos.
Yo cantor los elevo,
se reparten, se esparcen.
Aun cuando las flores
se marchitan y amarillean,
serán llevadas allá,
al interior de la casa
del ave de plumas de oro. ♦