

El futuro del universo

Stephen Hawking

Conferencia pronunciada en la Universidad de Cambridge, en enero de 1991

El tema de esta conferencia es el futuro del universo o más bien lo que los científicos creen que será ese futuro. Predecir es, desde luego, muy difícil. Una vez pensé que debería escribir un libro titulado *El mañana de ayer: una historia del futuro*. Habría sido una historia de predicciones fallidas, casi todas en medida considerable. Pese a todos los fracasos, algunos científicos creen todavía que pueden predecir el futuro. En otras épocas la predicción era tarea de oráculos y sibilas. Estas solían ser mujeres que entraban en trance por obra de alguna droga o tras inhalar fumarolas volcánicas. Los sacerdotes que las rodeaban se encargaban entonces de interpretar sus desvaríos y en esa interpretación radicaba la auténtica destreza. En la Grecia antigua, el famoso oráculo de Delfos sobresalió por sus respuestas crípticas o ambiguas. Cuando los espartanos le preguntaron que sucedería si los persas atacaban Grecia, el oráculo replicó: O Esparta será destruida o morirá su rey. Supongo que los sacerdotes pensaron que, de no suceder ninguna de estas eventualidades, los espartanos se sentirían tan agradecidos a Apolo que pasarían por alto el error de su oráculo. De hecho, su rey cayó defendiendo el desfiladero de las Termópilas en una acción que salvó a Esparta y determinó en definitiva la derrota de los persas.

En otra ocasión, el hombre más rico del mundo, Creso, rey de Lidia, inquirió que sucedería si invadía Persia. La respuesta fue: Se desplomará un gran reino. Creso juzgo que se refería al imperio persa, pero fue su propio reino el que cayó y el mismo estuvo a punto de ser quemado vivo en una pira.

Recientes profetas catastrofistas han ido mas lejos fijando fechas concretas para el fin del mundo. Tales profecías fueron causa de que bajasen las bolsas de valores, aunque me sorprende la razón de que el fin del mundo impulse a alguien a cambiar sus acciones por metálico. Presumiblemente no es posible llevarse ni unas ni otro al abandonar esta existencia.

Hasta ahora, todas las fechas fijadas para el fin del mundo han quedado atrás sin incidentes, aunque con frecuencia los profetas dispusieron de una explicación para sus aparentes fallos. Por ejemplo, William Miller, fundador de los Adventistas del Séptimo Día, predijo que el segundo advenimiento sobrevendría entre el 21 de marzo de 1843 y el 21 de marzo de 1844. Cuando ese periodo transcurrió sin novedad, fijo una nueva

fecha para el 22 de octubre de 1844. Como tampoco entonces ocurrió nada, formuló una nueva interpretación. Según ésta, 1844 marcaba el comienzo del segundo advenimiento, pero antes habría que contar los nombres en el Libro de la Vida. Solo entonces llegaría el día del juicio para los que no figuraban en el Libro. Por fortuna, la tarea parece llevar un largo tiempo.

Claro está que es posible que las predicciones científicas no sean más fiables, que las de los oráculos o profetas. Basta con pensar en los pronósticos meteorológicos. Pero hay ciertas situaciones en las que nos creemos capaces de formular predicciones fiables y el futuro del universo, en una escala muy amplia, es una de estas. Durante los trescientos últimos años descubrimos las leyes científicas que gobiernan la materia en todas las situaciones normales. Aun desconocemos las leyes precisas que gobiernan la materia bajo condiciones muy extremas. Esas leyes resultan importantes para comprender como empezó el universo, pero no afectan su evolución futura, a menos que el universo retome a un estado de altísima densidad. El hecho de que tengamos que gastar grandes sumas de dinero en construir gigantescos aceleradores de partículas para comprobar esas leyes de alta energía, constituye una prueba de cuan poco afectan al universo.

¿Aunque podamos conocer las leyes relevantes que gobiernan el universo, quizá no seamos capaces de emplearlas en la predicción de un futuro remoto. Y ello es así porque las soluciones de las ecuaciones de la física pueden denotar una propiedad conocida como caos, que significa la posibilidad de que las ecuaciones sean inestables. Bastará un leve cambio durante un breve tiempo en el modo en que un sistema existe para que su comportamiento pueda volverse completamente diferente. Por ejemplo, si uno altera ligeramente la manera de hacer girar una ruleta, será otro el número que salga. Es prácticamente imposible predecir el número que aparecerá de otra manera, los físicos harían fortunas en los casinos.

Con sistemas inestables y caóticos hay generalmente una escala de tiempo en la que un pequeño cambio en un estado inicial crecerá hasta hacerse dos veces mayor. En el caso de la atmósfera de la Tierra, la escala de tiempo es del orden de cinco días, de un modo aproximado lo que tarda el viento en dar la vuelta al planeta. Es posible hacer pronósticos meteorológicos razonablemente precisos para cinco días, pero predecir el tiempo más allá de ese periodo exigiría un conocimiento muy exacto del estado presente de la atmósfera y un cálculo imposible por su complejidad. Mas allá de indicar el promedio estacional, no hay manera de predecir el tiempo con seis meses de antelación. Conocemos también las leyes básicas que gobiernan la química y la biología, así que, en principio, tendríamos que ser capaces de determinar como funciona el cerebro, pero, las ecuaciones que gobiernan el cerebro tienen una conducta caótica, en cuanto que un cambio pequeñísimo en el estado inicial puede conducir a un resultado muy diferente, de modo que no cabe en la práctica predecir la conducta humana, aunque conozcamos las ecuaciones que la gobiernan. La ciencia no es capaz de predecir en la sociedad humana, ni siquiera si esta tiene algún futuro. El peligro estriba en que nuestro poder de cambiar o de destruir el medio ambiente aumenta con una rapidez mucho mayor que la prudencia en el empleo de ese poder.

Sea lo que fuere lo que le suceda a la Tierra, el resto del universo seguirá inafectado. Parece que el movimiento de los planetas alrededor del Sol es en definitiva caótico, aunque en una escala de tiempo muy amplia. Eso significa que los errores de cualquier predicción se vuelven mayores a medida que transcurre el tiempo. Tras un cierto periodo se hace imposible predecir minuciosamente el movimiento. Podemos estar bastante seguros de que durante largo tiempo la Tierra no chocará con Venus, pero no cabe descartar que la suma de pequeñas perturbaciones en sus orbitas llegue a provocar tal choque dentro de mil millones de años. Los movimientos del Sol y de otras estrellas alrededor de la galaxia y el de ésta en el grupo galáctico local son también caóticos. Observamos que las demás galaxias se alejan de nosotros que cuanto más lejos se encuentran mas deprisa escapan. Eso significa que el universo esta expandiéndose en esta región. Las distancias entre diferentes galaxias crecen con el tiempo. La prueba de que esta expansión es uniforme y no caótica viene dada por un fondo de radiaciones de microondas que percibimos procedentes del espacio exterior. Se puede observar realmente esa radiación sintonizando el televisor en un canal vacío. Un pequeño porcentaje de los copos que aparecen en la pantalla son debidos a microondas que llegan desde fuera del sistema solar. Es la misma clase de radiación que produce un homo de microondas, pero mucho mas débil.

Solo calentaría un plato a 2,7 grados por encima del cero absoluto, así que no le serviría para preparar la pizza que haya comprado en la tienda. Se cree que esta radiación constituye el residuo de una etapa primitiva y caliente del universo. Lo más notable es que el volumen de radiación parece ser casi el mismo desde cualquier dirección. Esta radiación fue medida con gran precisión por el satélite Cosmic Background Explorer. Un mapa estelar realizado según estas observaciones mostraría diferentes temperaturas de radiación. Estas son distintas en diversas direcciones, perolas variaciones resultan muy pequeñas, tan solo de una cienmilésima. Tiene que haber algunas diferencias en las microondas de distintas direcciones, porque el universo no es completamente uniforme hay irregularidades locales como estrellas, galaxias y cúmulos galácticos. Mas las variaciones en el fondo de microondas son tan reducidas como posiblemente podrían ser, y compatibles con las irregularidades locales que observamos. En un 99.999/100.000, el fondo de microondas es igual en todas las direcciones. En otros tiempos la gente creía que la Tierra ocupaba el centro del universo. No se habrían sorprendido por ello de que el fondo sea igual en cada dirección. Pero desde la época de Copérnico hemos quedado rebajados a la categoría de pequeño planeta que gira alrededor de una estrella muy semejante al promedio, en el borde exterior de una galaxia típica, una mas entre los cien mil millones que podemos distinguir. Somos ahora tan modestos que no podemos reivindicar ninguna posición especial en el universo. Hemos de suponer que el fondo es también el mismo en cualquier dirección en torno de cualquier otra galaxia. Esto solo será posible si la densidad media del universo y el ritmo de expansión son iguales en todas partes. Una variación en la densidad media o en el ritmo de expansión de una gran región determinaría diferencias en el fondo de microondas de distintas direcciones. Tal hecho significa que a gran escala el comportamiento del universo es simple y no caótico. Por tanto cabe hacer predicciones para un futuro remoto.

Como la expansión del universo es tan uniforme, es posible describirla en términos de un solo número, la distancia entre dos galaxias. Esta crece ahora pero hay que esperar que la atracción gravitatoria entre diferentes galaxias está frenando el ritmo de la expansión. Si la densidad del universo es superior a un cierto valor crítico, la atracción gravitatoria llegará a detener la expansión y obligará al universo a contraerse. Acabaría en un Big Crunch ("gran colapso"). Resultaría bastante semejante al Big Bang con que comenzó. El Big Crunch sería lo que llamamos una singularidad, un estado de densidad infinita donde fallarían las leyes de la física, lo que significa que aunque hubieran sucesos posteriores al gran colapso, no podría predecirse que sería de ellos. Pero sin una conexión causal entre sucesos, no hay modo significativo de expresar que uno tenga lugar tras otro. Muy bien podría afirmarse que nuestro universo concluiría en el gran colapso y que cualesquiera acontecimientos ocurridos "después" serían parte de un universo distinto. Es un poco como la reencarnación. ¿Que significado es posible dar a la declaración de que un nuevo bebe es alguien que murió, si el bebe no hereda características o recuerdo alguno de su vida anterior? Puede muy bien decirse que se trata de un ser diferente.

Si el promedio de densidad del universo es inferior al valor crítico, no se contraerá sino que proseguirá expandiéndose indefinidamente. Al cabo de un cierto tiempo la densidad será tan baja que la atracción gravitatoria carecerá de efecto significativo para frenar la expansión. Las galaxias continuaran separándose a una velocidad constante. Así que la pregunta crucial acerca del futuro del universo es esta: ¿Cuál es la densidad media? Si resulta inferior al valor crítico, el universo se expandirá siempre, pero, si es superior, el universo se contraerá y con el tiempo concluirá en un gran aplastamiento. Yo poseo ciertas ventajas sobre otros profetas catastrofistas: Aunque el universo vaya a contraerse, puedo predecir con seguridad que no interrumpirá su expansión al menos durante diez mil millones de años. No espero estar aquí para comprobar que me equivoque.

Cabe intentar una estimación de la densidad media del universo a partir de las observaciones. Si contamos las estrellas que conseguimos ver y sumamos sus masas, obtendremos menos de un uno por ciento de la densidad crítica. Y aunque añadamos las masas de las nubes de gas que apreciamos en el universo, el total será de solo un uno por ciento del valor crítico. Pero sabemos que el universo tiene que contener también lo que se llama materia oscura, que no podemos observar directamente. Una prueba de la existencia de esta materia oscura nos llega de las galaxias en espiral. Se trata de enormes colecciones aplanadas de estrellas y gas. Observamos que giran alrededor de su centro, pero la velocidad de rotación es tal que se desperdigarían si solo contuvieran las estrellas y el gas que distinguimos. Ha de haber unas formas invisibles de materia cuya atracción gravitatoria sea suficiente para retener las galaxias en su giro. Otra prueba de la existencia de materia oscura procede de los cúmulos galácticos. Observamos que las galaxias no se hallan uniformemente distribuidas por el espacio se congregan en cúmulos que comprenden desde unas cuantas galaxias a millones. Presumiblemente, estos cúmulos se forman por-que las galaxias se atraen unas a otras formando grupos. Sin embargo, podemos medirla velocidad de desplazamiento de cada una de las galaxias en estos cúmulos. Descubrimos que son tan elevadas que los

cúmulos se desintegrarían de no hallarse retenidos por la atracción gravitatoria. La masa requerida es considerablemente superior a las masas de todas las galaxias, y es así aun suponiendo que las galaxias posean las masas exigidas para mantenerse unidas mientras giran. Se deduce que, fuera de las galaxias que vemos, tiene que haber una materia oscura adicional en los cúmulos galácticos.

Es posible hacer una estimación razonable del volumen de galaxias y cúmulos de esa materia oscura de cuya existencia tenemos prueba definitiva, aunque tal estimación sólo representa alrededor de un diez por ciento de la densidad crítica requerida para una contracción del universo. En consecuencia, de atenernos tan solo a los datos de las observaciones, hay que predecir que el universo proseguirá indefinidamente su expansión. Al cabo de unos cinco mil millones de años el Sol se quedara 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 llegara ser una enana blanca, con un diámetro de unos cuantos miles de kilómetros. Anuncio, pues, el fin del mundo, pero todavía no. No creo que esta predicción haga bajar demasiado la bolsa de valores. Hay en el horizonte uno o dos problemas más inmediatos. En cualquier caso, cuando el Sol se hinche, tendríamos que haber dominado la técnica del viaje interestelar, si es que antes nonos hemos aniquilado nosotros mismos.

Tras unos diez millones de años, la mayoría de las estrellas del universo habrán agotado su combustible. Estrellas con una masa como la del Sol se convertirán en enanas blancas o en estrellas de neutrones, que son aun más pequeñas y densas que las enanas blancas. Puede que estrellas mayores se conviertan en agujeros negros, todavía más pequeños y con un campo gravitatorio tan intenso que no dejen escapar luz alguna. Estos residuos continuarán describiendo una orbita alrededor del centro de nuestra galaxia cada cien millones de años. Los choques entre estos restos determinarán que unos pocos salgan proyectados fuera de la galaxia. Los demás describirán orbitas cada vez mas próximas al centro y con el tiempo llegaran a constituir un gigantesco agujero negro. Sea lo que fuere la materia oscura en galaxias y cúmulos, cabe esperar que también caiga en esos colosales agujeros negros.

Así, pues, se podría suponer que la mayor parte de la materia de galaxias y cúmulos acabará en agujeros negros. Hace algún tiempo descubrí que los agujeros no eran tan negros como los pintaban. El principio de indeterminación de la mecánica cuántica indica que las partículas no pueden tener simultáneamente muy definidas la posición y la velocidad. Cuanto mayor sea la precisión con que se defina la posición de una partícula, menor será la exactitud con que se determine su velocidad y viceversa. Si una partícula se encuentra en un agujero negro, su posición esta muy definida allí, lo que significa que su velocidad no puede ser exactamente definida. Es posible que la velocidad de la partícula sea superior a la de la luz, de esta forma podría escapar del agujero negro. Partículas y radiación saldrían poco a poco. Un gigantesco agujero negro en el centro de una galaxia tendría un diámetro de millones de kilómetros: en consecuencia, existiría una gran indeterminación en la posición de una partícula en su seno. Por ello, seria pequeña la indeterminación en la velocidad de tal partícula, lo que significa que necesitaría muchísimo tiempo para escapar del agujero negro, pero

acabaría por conseguirlo. Un agujero negro en el centro de una galaxia requeriría quizá 10^{90} años para desintegrarse y desaparecer por completo, es decir, un uno seguido de noventa ceros. Eso representa mucho más que la edad actual del universo, que es tan solo de 10^{10} , un uno seguido de diez ceros. Queda mucho tiempo aun si el universo se expande indefinidamente.

El futuro de un universo en constante expansión resultaría más bien tedioso, aunque en modo alguno es seguro que el universo se expanda indefinidamente. Tenemos tan solo la prueba concreta de la existencia de cerca de una décima parte de la densidad precisa para que el universo se contraiga. Aun así, puede que existan más tipos de materia oscura, todavía no detectada, que elevasen la densidad media del universo hasta alcanzar o superar el valor crítico. Esta materia oscura adicional tendría que hallarse fuera de las galaxias y de los cúmulos galácticos. De otro modo, habríamos advertido su efecto en la rotación de galaxias o en los movimientos de estas dentro de los cúmulos. ¿Por qué pensar que puede existir materia oscura suficiente para que el universo llegue a contraerse con el tiempo? ¿Por qué no limitarnos a creer en la materia de cuya existencia poseemos prueba concreta? La razón es que tener ahora siquiera una décima parte de la densidad crítica requiere un equilibrio preciso entre la densidad inicial y el ritmo de expansión. Si la densidad del universo un segundo después del Big Bang hubiera sido superior en una billonésima parte, el universo se habría contraído al cabo de diez años. Por otro lado, si la densidad del universo de entonces hubiese sido inferior en la misma cantidad, el universo se hallaría esencialmente vacío desde que cumplió los diez años.

¿Cómo es que se eligió tan minuciosamente la densidad del universo? Quizá haya alguna razón para que tenga exactamente la densidad crítica. Parece haber dos explicaciones posibles. Una es el llamado principio antrópico, que cabe expresar así: el universo es como es porque de ser diferente no estaríamos aquí para observarlo. La idea es que podría haber muchos universos diferentes con distintas densidades. Solo aquellos muy próximos a la densidad crítica durarían bastante y contendrían materia suficiente para que se formasen estrellas y planetas. Únicamente en esos universos habrá seres inteligentes que se hagan la pregunta: ¿Por qué esta la densidad tan próxima a la cifra crítica? Si esta es la explicación de la presente densidad del universo, no hay razón para creer que contenga más materia que la ya detectada. Una décima parte de la densidad crítica significaría materia suficiente para que se formasen galaxias y estrellas. A muchas personas no les gusta el principio antrópico porque parece otorgar demasiada importancia a nuestra propia existencia. Se ha buscado así otra explicación posible a la razón de que la densidad deba hallarse tan cerca del valor crítico. Tal búsqueda ha conducido a la teoría de la inflación en el universo primitivo. La idea es que puede que el tamaño del universo fuera doblándose del mismo modo que mes a mes se doblan los precios en países que sufren una enorme inflación. Pero la del universo tendría que haber sido mucho más rápida y extremada: un incremento por un factor de al menos mil trillones lo habría situado ya muy cerca de la densidad crítica. Por consiguiente, de ser cierta la teoría de la inflación, el universo ha de contener materia oscura para elevar la densidad hasta el grado crítico. Eso significa que probablemente se contraerá con el

tiempo, pero no hasta dentro de mucho más de los quince mil millones de años en que ha estado expandiéndose.

¿Qué clase de materia oscura adicional ha de haber, si está en lo cierto la teoría de la inflación? Parece que es distinta de la normal, de la que constituye estrellas y planetas. Podemos calcular los volúmenes de los diversos elementos ligeros que habrían surgido en las etapas primitivas y calientes del universo durante los tres primeros minutos después del Big Bang. La cantidad de estos elementos depende del volumen de materia normal en el universo. Cabe trazar una gráfica donde se represente verticalmente la cantidad de elementos ligeros y en el eje horizontal la de materia normal. Coincide con los volúmenes observados, si la cantidad total de materia normal constituye solo una décima parte de la cantidad crítica aproximadamente. Es posible que estos cálculos sean erróneos, pero resulta muy impresionante el hecho de que obtengamos los volúmenes observados de varios elementos diferentes.

Si existe una densidad crítica de la materia oscura, lo más probable sería que estuviese constituida por restos de las etapas primitivas del universo. Puede que se trate de partículas elementales. Hay varias candidatas hipotéticas, partículas que creemos que puede haber, aunque no las hemos detectado. El caso más prometedor es el de una partícula de cuya existencia tenemos buenas pruebas: el neutrino. Se creía que carecía de masa y, sin embargo, algunas observaciones recientes indican que puede tener una masa pequeña. Si se confirma que esto es así y se obtiene un valor preciso, los neutrinos proporcionarían masa suficiente para elevar la densidad del universo a su valor crítico. Otra posibilidad es la de los agujeros negros. Puede que el universo primitivo experimentase lo que se denomina una transición de fase. La ebullición y la congelación del agua son ejemplos de transiciones de fase. En cada una de estas, un medio tradicionalmente uniforme presenta irregularidades. En el caso del agua pueden ser grumos de hielo o burbujas de vapor. Tales irregularidades pueden contraerse para formar agujeros negros. Si estos hubieran sido muy pequeños, habrían desaparecido ya, por obra del principio de indeterminación de la mecánica cuántica, como se señaló antes, pero si hubiesen superado unos cuantos miles de millones de toneladas (la masa de una Montana), todavía existirían y resultarían muy difíciles de detectar. La única manera en que podríamos advertir una materia oscura que estuviese uniformemente distribuida por el universo sería a través de su efecto en la expansión de este. Es posible determinar el grado en que reduce su ritmo la expansión, midiendo la velocidad a la que se alejan de nosotros las galaxias remotas. Lo cierto es que observamos esas galaxias en un pasado lejano, cuando partió de allí la luz que ahora nos llega. Se puede trazar una gráfica de la velocidad de las galaxias en relación con su brillo o magnitud aparente, que es una medida de su distancia respecto a nosotros. Diferentes líneas de esta gráfica corresponden a distintas tasas de reducción de la expansión. Una línea combada hacia arriba corresponderá a un universo que se contraerá. A primera vista las observaciones parecen indicar contracción. Lo malo es que el brillo aparente de una galaxia no constituye un indicio muy bueno de la distancia que la separa de nosotros. No solo existe una variación considerable en el brillo intrínseco de las galaxias, sino que hay, además, pruebas de que su brillantez varía con el tiempo.

Puesto que ignoramos cuanto cabe atribuir a la evolución del brillo, no podemos decir aun cual es la tasa de reducción, si resulta bastante rápida para que el universo acabe por contraerse o si continuará expandiéndose indefinidamente.

Habrá que aguardar a que se desarrollen medios mejores de medir las distancias de las galaxias. Cabe estar seguros de que la tasa de reducción no es tan rápida como para que el universo vaya a contraerse en unos cuantos miles de millones de años. Ni la expansión indefinida ni la contracción dentro de cien mil millones de años o cosa parecida constituyen perspectivas muy atractivas. ¿,NO hay algo que podamos hacer para que el futuro sea más interesante? Desde luego, un modo de conseguirlo sería internarnos en un agujero negro. Tendría que ser bastante grande, mas de un millón de veces la masa del Sol. Existen muchas probabilidades de que haya en el centro de nuestra galaxia un agujero negro de ese tamaño. Aun no estamos verdaderamente seguros de lo que sucede en el interior de un agujero negro. Hay soluciones de las ecuaciones de la relatividad general que permiten caer en un agujero negro y salir por un agujero blanco en algún otro lugar. Un agujero blanco es una inversión del tiempo en un agujero negro. Se trata de un objeto de donde pueden salir cosas, pero nada puede caer en él. El agujero blanco podría hallarse en otro punto del universo. Eso parece brindar la posibilidad de un rápido viaje intergaláctico. Lo malo es que quizá fuese demasiado rápido. Si resultase posible el viaje por los agujeros negros, al parecer no habría nada que impidiera volver antes de partir. Uno podría hacer entonces algo así como matar a su madre, lo que desde luego Le habría vedado llegar al lugar de partida. Tal vez por suerte para nuestra supervivencia (y la de nuestras madres) parece que las leyes de la física no permiten semejante viaje por el tiempo. Quizá exista un Instituto de Protección de la Cronología que, impidiendo ir al pasado, garantiza la seguridad de los historiadores. Lo que posiblemente sucedería es que los efectos del principio de indeterminación originarán un gran volumen de radiación, si uno viajase al pasado. Esta radiación, o bien plegaría el espacio-tiempo hasta tal punto que ya no fuera posible el regreso en el tiempo, o haría que el espacio tiempo concluyese en una singularidad como el Big Bang y el gran aplastamiento. De cualquier manera, nuestro pasado se verá libre de malvados. La hipótesis de protección de la cronología esta respaldada por cálculos recientes de varias personas entre las que me cuento. La prueba mejor con que contamos acerca de la imposibilidad actual y perenne del viaje por el tiempo es que no hemos sido invadidos por hordas de turistas del futuro.

Resumiendo: los científicos creen que el universo se halla gobernado por leyes bien definidas que en principio permiten predecir el futuro, aunque el movimiento asignado por las leyes es a menudo caótico. Eso significa que un pequeño cambio en la situación inicial puede conducir a un cambio en la conducta subsiguiente que rápidamente se tome mayor. De este modo, y en la practica, a menudo solo cabe predecir acertadamente el futuro en un plazo bastante corto. El comportamiento a gran escala del universo parece ser simple y no caótico, lo que permite predecir si el universo se expandirá indefinidamente o si llegara un momento en que se contraiga. Eso depende de su densidad actual. De hecho, la densidad presente parece muy próxima a la densidad critica entre la contracción y la expansión indefinida. Si es correcta la teoría de la inflación, el universo esta en realidad en el filo de la navaja. Pertenezco,

pues, a la inveterada tradición de oráculos y profeta que se guardan las espaldas, prediciendo una cosa y la otra.