

MAJESTAD Y MISERIA DE LA TEORÍA DE CUERDAS

Frente a sus críticos cabe defender su legitimidad científico-metafísica

GUILLERMO ARMENGOL
Universidad Comillas de Madrid

Un artículo de Glenn Statile en *The Global Spiral* nos ofrece la ocasión de plantear un tema de actualidad científica que esconde la discusión de fondo sobre la tendencia de la física teórica en los próximos años. Es evidente que la teoría de cuerdas ha representado en los últimos treinta años una aventura científica extraordinaria que muestra algo que ya era claro para los epistemólogos de la ciencia: que ésta no consiste sólo en experimentos sino en construcción de teorías. La teorización es no sólo legítima, sino esencial e insustituible en la ciencia. El cansancio hacia la teoría de cuerdas se debe, ante todo, a la dificultad en hallar evidencias empíricas que permitan someterla a prueba, de acuerdo con los métodos experimentales ordinarios de la ciencia. Pero, en todo caso, pensamos que debemos defender —y esta es al parecer la posición que sostiene también Glenn Statile— la legitimidad y necesidad no sólo científica, sino incluso metafísica de una especulación teórica (u otra similar) del orden de lo que ha sido la «teoría de cuerdas».

¿REPOSA EL MUNDO SOBRE UNA CUERDA?

Quizá alguien pudo pensar que cuando Frank Sinatra hace unos años cantaba que «sostenía el mundo sobre una cuerda», apoyaba uno de los proyectos teóricos más importantes de la física de los últimos veinte años del siglo xx. Lo más probable es que Sinatra no conociera la existencia de la teoría de cuerdas. Sin embargo, sí es un hecho que la doctrina políticamente correcta de las últimas décadas ha creído que nuestro mundo, en efecto, se sostiene en unos eventos primordiales que conocemos como «cuerdas» o «supercuerdas». Sin embargo, una ola de recientes críticas a estos complejos supuestos teóricos, nos obliga a preguntarnos, ¿ha comenzado ya la decadencia de la «teoría de supercuerdas»?

Glenn Statile pertenece a la St. John' University de Nueva York. Su campo de especialización es la historia y filosofía de la ciencia; en esta perspectiva se ha introducido en la reflexión sobre relaciones entre la ciencia y la religión, entrando en contacto con el *Metanexus Institute for Science and Religion de Philadelphia*, editor de *The Global Spiral*. En su reciente artículo *The Majesty and Misery of String Theory*, Statile se hace eco de las recientes críticas a la teoría de cuerdas, pero defiende la posición de que, más allá de estas críticas, por descontado respetables, esta teoría es legítima, aunque quizá por su falta de falsabilidad experimental pueda considerarse la conveniencia o no de llamarla científica. En nuestra opinión, la especulación teórica forma parte intrínseca de la ciencia, ya que ésta no es sólo investigación puramente empírica. Primero, no tenemos pruebas de que la teoría de cuerdas no sea en último término correcta y en el futuro en alguna manera constatable. Segundo, plantearse un proyecto del orden de la teoría de cuerdas es necesario para la ciencia y su importancia va incluso más allá de lo científico para proyectarse también sobre lo metafísico y lo religioso.

En nuestra opinión, la opinión de Statile es matizada, permite acceder al problema de fondo que hoy se plantea y es digna de comentario, aunque en algunos aspectos deba ser también discutida. Nosotros creemos que, en efecto, la teoría de cuerdas ha nacido de una necesidad teórica de la ciencia. Las preguntas que la han hecho nacer tienen sentido; pero si se llega a considerarla una respuesta inviable, sería necesario especular sobre las alternativas de repuesto. Sería muy difícil que esas nuevas alternativas —u otros campos de la física— no hicieran uso, en alguna manera, de una parte sustancial de la especulación producida en teoría de supercuerdas (sobre todo matemática) que, en este sentido, no habría resultado históricamente inútil.

CIENCIA REAL O CIENCIA FICCIÓN

Para Statile es quizá una actitud excesivamente crítica y poco elegante decir hoy que la teoría de cuerdas es una teoría desorientada que camina hacia no se sabe donde. Es verdad que podría ser un cuento desmesurado con un complicado argumento matemático ya casi inasequible. Pero podría ser también un intento justificado por hallar la esencia de la realidad material en sus niveles más profundos y primigenios; es decir, los bloques básicos de la naturaleza en su proceso germinal primigenio. Un intento, en definitiva, de proponer una teoría sobre aquellos eventos primordiales que sucedieron en dimensiones microfísicas mucho más allá de la era de Plank; es decir, en aquellos niveles en que la realidad nace como vibraciones primigenias que hubieran producido más adelante las primeras formas corpuscular-ondulatorias ya en alguna manera detectables en el mundo asequible a la investigación científica ordinaria, respaldada por evidencias empíricas controlables.

Por otra parte, las hipótesis y conjeturas primordiales de la teoría de cuerdas —o mejor, el conjunto de diferentes teorías de cuerdas existentes— han conducido a establecer complejas propuestas teóricas sobre las variables y dimensiones que serían necesarias para describir este nacimiento y evolución de las vibraciones primordiales. Al atribuir valores cuantitativos a esta compleja estructura de dimensiones físicas, concebidas teóricamente, la teoría de cuerdas ha conducido a extenderse hacia la llamada Magic-Theory (teoría M) en que se unificarían todas las teorías y se especularía, para muchos exóticamente y más allá del sentido común, con la existencia paralela de múltiples universos causalmente separados y aislados del nuestro. Es sabido que la actual teoría de multiversos tiene en su referencia a la teoría de cuerdas uno de sus apoyos especulativos más firmes. Sin embargo, para muchos se ha ido cayendo en una especulación desmedida y pintoresca que nos introduce en la imaginación de «mundos inverosímiles» cuya existencia es difícil de aceptar.

De esta manera, sin esperanzas de hallar comprobaciones empíricas y en deriva hacia ese derrotero especulativo hacia «mundos inverosímiles», la teoría de cuerdas, después de treinta años de esforzado trabajo y de imponer la ley de lo «políticamente correcto», parece haber entrado en una nueva situación en que «le crecen los enanos por todas partes». Algunos creen que David Hume hubiera recomendado que la teoría de cuerdas fuera arrojada a las llamas, junto con otros dudosos y excesivamente teatrales ídolos de la razón (*mind*).

«Podemos aventurarnos a decir, afirma Statile, que la teoría de cuerdas es al mismo tiempo miserable y majestuosa como teoría de la realidad material». Miserable, en el sentido de llena de deficiencias, por su falta de confirmación experimental y por su imaginación desbordada que roza para muchos la frontera hacia lo inverosímil. Majestuosa por su impresionante ambición de constituir una reconstrucción racional completa de la génesis de la realidad material. Pero para Statile esta majestuosidad podría tener, más allá de lo científico, incluso una proyección metafísica más profunda.

«Si la teoría de cuerdas fuera en alguna manera capaz superar sus muchos problemas, entonces para los creyentes religiosos su verdadera majestuosidad consistiría no meramente en su capacidad explicativa en relación a la realidad material, ni en su exitosa unificación de todas las fuerzas naturales incluyendo la gravedad, sino en que podría constituir posiblemente una profunda señal material hacia una realidad que no es de este mundo. Sin embargo, aun sabiendo que la teoría de cuerdas puede ofrecer soluciones científicas a problemas científicos, todos sabemos también que ninguna teoría puramente científica puede nunca ofrecer nada que se acerque a un sólido fundamento metafísico». Statile entiende, pues, que la reflexión que lleva la teoría de cuerdas hacia la metafísica no es ciencia sino filosofía.

Para Statile, por tanto, está claro que la teoría de cuerdas por sí misma no permite extraer consecuencias metafísicas que pertenecen a otro tipo de discurso. Las consideraciones de Statile, que expondremos más adelante, se internan en esa reflexión que, más allá de lo puramente científico, se introduce en lo metafísico y lo religioso.

«Mi intención en este ensayo es la de mediar entre ambas caras de la moneda de la teoría de cuerdas, la miserable y la de su posibilidad de ser majestuosa. Primeramente tomaré partido por aquellos que mantienen que la teoría de cuerdas no merece el *status* de una teoría científica, pero, en segundo lugar, pondré en consideración las credenciales de la teoría de cuerdas en relación con el ámbito de la religión».

CUANDO LA MATEMÁTICA SE ENMASCARA DE CIENCIA

Edward Witten fue uno de los grandes maestros de la revolución de las cuerdas en sus primeros tiempos. Hace ya veinte años hizo la sugerencia de que la teoría de cuerdas era futurista, viéndolos como una especulación del siglo XXI que accidentalmente trataba de gestionar su entrada en la ciencia a destiempo. Ni siquiera la matemática necesaria para la teoría de cuerdas había sido inventada en el tiempo de su nacimiento. Nació además de forma muy distinta a la teoría de la relatividad, sin una idea clara del modelo de realidad que debía describir matemáticamente.

«Mientras que Einstein aplicó la geometría no-euclídea de Riemann para dar expresión a su intuición previa de una equivalencia física entre aceleración y gravedad, la teoría de cuerdas fue introducida como una teoría matemática todavía en busca de una intuición física análoga a la que había guiado a Einstein», nos dice Statile.

La matemática es ciertamente un poderoso instrumento para la descripción del mundo. Pero una cosa es la matemática, otra el mundo físico y otra la capacidad de la matemática para modelizarlo. «En el caso de la teoría de cuerdas el escepticismo surge muy pronto para todo aquel que busca corroborar los fantasmas intoxicadores de la imaginación matemática», nos dice Statile.

LA TEORÍA DE CUERDAS Y SUS CRÍTICOS

Debemos recordar el dicho de que la ausencia de evidencia no es evidencia de la ausencia. Así, la teoría de cuerdas no es refutada simplemente por el hecho de que sus predicciones no hayan sido confirmadas por la ciencia experimental. Sin embargo, cosa que no pasaba tiempo atrás, la creciente lista de sus críticos es hoy impresionante.

El premio Nobel Sheldon Glashow habló contra «lo que vio como “mágicas coincidencias” y “milagrosas supresiones” que toman forma en la teoría de cuerdas y que la hacen parecer como si la matemática y la estética suplantarán y trascendieran el experimento». «Lawrence Krauss, de la *Case Western Reserve University*, de Cleveland, se refiere a la teoría de cuerdas como un “colossal error”. El reciente libro de Lee Smolin titulado *The Trouble with Physics: The Rise of String Theory, The Fall of a Science, and What Comes Next*, puede servir como antídoto a los muchos libros y artículos de los últimos años han servido una dieta continua de ideas prometedoras todavía incumplidas, dirigidas por ahora a un público científico aturdido de tanto oír hablar de las cuerdas. Pero ha sido quizá el conocido *enfant terrible* de la física, Richard Feynman, el más impactante de todos en su denuncia de las deficiencias empíricas de la teoría de cuerdas al indicar que “los teóricos de cuerdas no hacen predicciones, sólo ofrecen excusas”. Murray Gell-Mann se refirió a la teoría de cuerdas como una mostruosidad matemática en la forma de un *self abuse*, aunque es verdad que en otras ocasiones fue más conciliador. La teórica de partículas de Harvard Lisa Randall, al igual que Leonard Susskind, han ido también muy recientemente severos críticos de la teoría de cuerdas. Frente a la situación que, en los últimos años, ha venido imponiendo en ámbitos universitarios y de investigación el dogma «políticamente correcto» de la teoría de cuerdas, es hoy creciente el número de científicos de primera línea —sin olvidar a Penrose— que han expuesto y siguen exponiendo sus objeciones rigurosas a la teoría.

Ni siquiera como pura concepción matemática está la teoría de cuerdas libre de problemas. Su complejidad matemática la reduce a una búsqueda de soluciones aproximadas a ecuaciones aproximadas. Una teoría que permite múltiples versiones que llevan además a más de 10^{500} soluciones alternativas posibles debe enfrentarse ciertamente con el principio taxativo de la navaja de Ockam. Esto ha llevado a la necesidad de unificar y concebir una macroteoría de cuerdas, la Magic Theory (teoría M), no menos fantástica, de la que las múltiples versiones de la teoría de cuerdas podrían derivarse. Múltiples universos serían posibles. El nuestro sería sólo la realización de una de estas posibilidades; pero no el único universo, puesto que se postularía la existencia de un cuasi-infinito número de universos paralelos. La viabilidad real de probar esta cadena de supuestos altamente imaginativos son en la práctica imposibles de alcanzar. No sólo ahora, sino también en el futuro. Ni siquiera en los proyectos europeos para la experimentación en colisión de partículas (CERN) queda claro lo que se podría constatar, cómo se debería interpretar y si en realidad constituiría una evidencia indirecta de la teoría de cuerdas.

Como Lee Smolin ha observado, la astronomía tolemaica produjo en su tiempo importantes avances en matemáticas y en el diseño de instrumentos astronómicos. Sin embargo, estos avances no bastaron para convencernos de la conformidad entre la teoría y la naturaleza; la teoría tolemaica, en efecto, acabó mostrándose como incorrecta. La teoría de cuerdas ha producido igualmente avances matemáticos incuestionables, aplicados en diversas ramas de la física. Pero esto no es ninguna garantía de que la imagen de la realidad física que nos ofrece, o sea, la teoría en su conjunto, acaben por confirmarse como correctos. La teoría de cuerdas podría desaparecer como desapareció la teoría tolemaica. En la actualidad no hay evidencia de que la teoría de cuerdas sea falsa, pero tampoco hay evidencia de que describa correctamente la realidad. ¿No sería mejor dejar que la teoría de cuerdas muriera con dignidad, manteniendo su *status* como especulación de alto nivel, para situar la ciencia con realismo en el marco de lo verificable?

TEORÍA DE CUERDAS, METAFÍSICA, TEÍSMO

Teorías científicas de la ambición de la teoría-del-todo (*Theories of Everything*) o de la teoría de cuerdas (que en el fondo es también una teoría del todo) llevan el conocimiento humano a las fronteras del conocimiento natural. En ellas se especula con el nacimiento mismo de la realidad física, ya en sus fronteras ontológicas con lo absoluto, la ultimidad metafísica y la posible existencia en esa dimensión trascendente que se afirma en el pensamiento teísta.

Para Statile, «la teoría de cuerdas tiene la fuerza de llevarnos al momento en que lo natural y lo sobrenatural o bien entran en contacto, o bien se refuerzan uno a otro. Para la gente religiosa la teoría de cuerdas, en caso de que fuera ciencia de *bona fide* y últimamente correcta, no puede ser anatema para la religión. Como Ralph Waldo Emerson señala: la religión que teme a la ciencia es un insulto a Dios y comete suicidio».

Gerald Clever de la Baylor University, importante teórico de cuerdas, escribe que «la teoría de cuerdas, si es correcta, nos enfrenta con los trazos de la obra de Dios en la creación. Más que la música de las esferas, toda la creación está literalmente compuesta por la música de las cuerdas». Clever nos describe así la majestuosidad «teísta» de la teoría de cuerdas.

Leonard Susskind, uno de los arquitectos iniciales de la teoría de cuerdas, se ha convertido también en defensor de una nueva evocación del Principio Antrópico fundado en la teoría de cuerdas. ¿Significa esto que un diseño teleológico, obra de un desconocido autor, debiera inscribirse en la fábrica del universo? «Para Susskind, nos dice Statile, el mecanismo conocido como inflación incesante, que representa una reproducción exponencial del espacio que engendra universos nacientes, unido al pleno desarrollo de la *Magic Theory*, no sólo permite, sino incluso exige un horizonte consistente en un indescribible, pero finito, número de universos en los que la probabilidad impone que el surgimiento de un universo apto para producir vida inteligente sea prácticamente igual a 1».

Para Statile la posición de Susskind es probablemente «antrópica» sólo en el nombre. «Sin embargo, apunta la necesidad teísta de permitir la posible existencia de muchos más niveles intermedios de causas eficientes que los descubiertos hasta ahora, si se intenta dar cuenta del ajuste preciso de varias constantes y otros parámetros físicos situados entre nuestra realidad cósmica presente y su primigenio origen causal». Susskind pensaría, pues, que el diseño del universo supondría el diseño de un proceso más amplio de multiuniversos que acabaría produciendo el preciso ajuste de nuestro universo real apto para la vida. El diseño de un universo antrópico por Dios implicaría así el diseño de un proceso generador de multiuniversos. Sin embargo, la pregunta que parece quedar planteada por Statile es si ese universo singular situado en un horizonte de multiuniversos necesitaría un diseño en sentido teísta. Por esto considera Statile que el análisis de Susskind podría ser «antrópico» sólo de nombre.

Statile considera que hay otra forma de conectar la teoría de cuerdas con la metafísica teísta: es la consideración de que las cuerdas no son «cosas materiales». Las partículas materiales resultan de la vibración de las cuerdas. Pero para los teóricos de cuerdas, éstas no son partículas puntuales; por tanto, para Statile es fácil concluir que deben ser algún tipo de componentes esenciales, pero en ningún caso materiales, del universo. Así, Gerald Clever entiende también las cuerdas como pura energía. Para Michio Aku la materia, siguiendo a Einstein, sería una condensación de ener-

gía. La equivalencia materia-energía no debería ser entendida, pues, como una equivalencia cualitativa. Statile cree poder citar a Brian Green para decir que las cuerdas energéticas serían fundamentales para la materia, pero no serían ellas mismas «materiales».

Statile recuerda finalmente que los filósofos presocráticos aportaron ya la idea de que la materialidad no es suficiente para explicar la existencia del mundo material. «La primera crítica filosófica sería del materialismo fue por descontento Anaximandro que sostuvo que el *Apeiron* inmaterial era la última fuente de la realidad material. Incluso los mismos ultra-materialistas filósofos atomistas debían suponer la existencia de un vacío real, aunque inmaterial, en el que los átomos podían tener marco suficiente en el que colisionar». «En obras como *Philosophical Problems of Quantum Physics* y *Physics and Philosophy*, Werner Heisenberg insistió en documentar sus dudas sobre el carácter material de las partículas elementales. La teoría de cuerdas, por tanto, pone de manifiesto el error de la creencia fundamentalista del materialismo acerca de que nada existe fuera de la materia y de sus diversas manifestaciones. Hace años que Gilbert Ryle intentó argüir a favor del materialismo al negar el supuesto de un fantasma en la máquina. Si la teoría de cuerdas prevaleciera eventualmente, entonces esta negación podría mostrarse como falsa, no precisamente porque no haya ningún fantasma, sino porque, en último término, no habría ninguna máquina».

PRECISANDO ALGUNOS CONCEPTOS

Las reflexiones de Statile se hacen eco, en efecto, de la actual discusión sobre la teoría de cuerdas. Son un buen hilo conductor para entender cuáles son los problemas que hoy afectan a una teoría tan compleja. Sin embargo, la dificultad misma de valorarla y emitir un dictamen crítico, así como las opiniones de Statile, nos llevan a concluir con algunas observaciones:

1) La ciencia debe explicar, o sea, conocer las causas que han llevado al universo físico de nuestra experiencia. Se ha explicado hasta ahora por teorías no unificadas como la relativista y la cuántica. Si los supuestos considerados en el «modelo cosmológico estándar» sobre la naturaleza del *big bang* (fundados en una argumentación empírica y contrastables en alguna manera) no bastan para explicar cómo nació el universo (armonizando lo relativista y lo cuántico) la ciencia debe especular y establecer hipótesis sobre la génesis de un universo cuántico-relativista. La dificultad en constreñar hipótesis tan especulativas no les quita legitimidad como ciencia teórica. Si el macroconstructo especulativo-teórico de la teoría de cuerdas no gustara (quizá por su difícilísima —o imposible— contrastabilidad, por su intrínseca complejidad, o por sus supuestos inverosímiles), habría que buscarle alternativas mejor construidas y, sobre todo, más simples (*twistors* de Penrose, *loop quantum gravity*, u otras que puedan proponerse).

2) No creemos apropiada la argumentación de Statile cuando dice que las cuerdas nos llevarían a una realidad que no es de este mundo, o que las cuerdas no son cosas materiales. Ya en la física de principios de siglo xx estaba claro que la realidad física se manifestaba de dos maneras: como cuerpos (digamos «materia») y radiación (fenómenos de campo, calor, electromagnetismo, luz). Ambos fenómenos, que la mecánica cuántica unificó en la dualidad corpúsculo-onda, forman parte de este mundo y de la realidad física. La radiación, aunque no sea «cuerpo material», puede encapsularse y producir partículas-cuerpos (así sucede en los instantes posteriores al *big bang*, tal como reconstruye el modelo cosmológico estándar). Creemos que esto mismo debería aplicarse a las hipotéticas supercuerdas. La vibración, incluso en los germinales supuestos de la teoría de cuerdas, sería materializable y formaría parte de los constituyentes reales de este mundo físico. Otra cosa es que los fenómenos de campo, como la «coherencia cuántica», se consideren hoy más aptos para explicar la naturaleza del psiquismo. Pero el psiquismo sería «de este mundo» y tendría propiedades derivadas de la ontología de la «materia» corpuscular-ondulatoria «de este mundo».

3) Parece correcto advertir que al entender el universo a partir de ciertos eventos vibratorios (no corpusculares), bien en la teoría de cuerdas o en la teoría cuántica ordinaria, se contempla su génesis y su disolución. Al estar construida la estructura consistente del universo sobre esta estructura finísima de eventos inconsistentes (que en su orden primigenio más pequeño serían las cuerdas) parece necesario que la teoría necesite un «fondo de referencia» (del que brotan y en el que se diluyen) estas vibraciones en un campo que van construyendo el universo ordenado. Este «fondo o

campo físico real» se ha entendido bajo las más variadas formas conceptuales: ápeiron (Anaximandro, que menciona Statile), vacío cuántico, fondo de energía, éter, espacio, orden implícito, etc. Este fondo se conceptua como realidad física, material en germen (porque genera las vibraciones que producen la materia fermiónica del mundo diferenciado y estable de los cuerpos), y pertenece para la ciencia física a «este mundo». Pero es comprensible que, la argumentación filosófica teísta (no científica) relacione e interprete esta ontología física «de fondo» con la ontología divina. En este sentido es comprensible que la nueva ontología de la física haga al pensamiento teísta más verosímil la existencia de esa realidad fundante trascendente e inmanente (panenteísta) que llamamos «Dios».

4) Si la teoría de cuerdas acabara por confirmarse y debiéramos pensar que el universo de ha formado a partir de un fondo físico en el que han ido produciéndose alteraciones vibratorias que han dado origen puntual a indefinibles multiuniversos (universos burbuja), esta concepción de las cosas sería también conciliable con un pensamiento teísta, aunque es claro que la hipótesis atea sería también obviamente posible. La física entendería, en el ateísmo, que ese «fondo de energía» del que brotan los multiuniversos sería pura «realidad física». Pero el teísmo, pues, podría entender alternativamente, dentro de su interpretación, que el diseño que conduce al hombre es el diseño «antrópico» de la producción de multiuniversos, tal como parece concebir Susskind. Pero si la realidad física fuera en efecto obra de una Divinidad creadora, siempre parecería más fácil, aplicando el criterio de la navaja de Ockam, que Dios hubiera creado un universo único cuyas constantes y variables respondieran por diseño al ajuste preciso necesario para producir un universo antrópico que produce al hombre (o sea, el nuestro). Sin embargo, aunque el universo creado fuera único en realidad, sin embargo, el hombre racional desde el interior de ese universo, podría concebir hipotética y especulativamente la existencia posible de multiuniversos (cuya existencia real nunca llegaría a probarse porque en realidad no existen).

[Texto básico publicado en Tendencias21.net,
por la Cátedra CTR, Escuela Técnica Superior de Ingeniería,
Universidad Comillas, Madrid]

GUILLERMO ARMENGOL