



El fin de la ciencia, Aladino y otras ilusiones.

Conversación con Luis Estrada

Héctor Gómez Vázquez

Pionero en la divulgación de la ciencia y la técnica (en el año de los grandes movimientos urbanos, estudiantil y popular de los sesenta), cuando dirigió la revista *Naturaleza*, -1968-1984- legendaria por ser de las primeras publicaciones en su género y parteaguas de la difusión del conocimiento en las últimas décadas, Luis Estrada es un persistente crítico del que hacer científico, un apasionado del diálogo y conocedor profesional de los temas e ilusiones que hoy ocupan la atención de los investigadores en México y en el mundo.

Egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM, el doctor Estrada pertenece, por oriundez, obra y derecho, a una tradición de la difusión científica realizada en este territorio que se origina en la época novo hispana, en la segunda mitad del siglo dieciocho: los trabajos de José Antonio de Alzate y Ramírez (con la publicación de sus *Asuntos Varios sobre Ciencias y Artes*) y de José Ignacio de Bartolache (*El Mercurio Volante*).

Hilo fino y resistente de esa madeja histórica, actualmente trabaja como Investigador Titular del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, institución por él fundada y es decano -extraoficial- de la divulgación científica en el país. Nacido en el Distrito Federal (1932), Luis Estrada es una persona que disfruta y comparte su oficio de divulgador dando pláticas, conferencias, grabando programas para radio UNAM, publicando aquí y allá, al tiempo de recrear, reflexiones de por medio, su *hobby* base, su "afición" profesional: la física especulativa, la de las grandes ligas.

"Siento -dice Luis Estrada al referirse a lo que él considera como la frontera del conocimiento, la física teórica- que estamos viviendo nuestra época como una especie de borrachera, de celebración porque se ha logrado un avance impresionante de conocimiento en las últimas décadas. En estos últimos años ha habido un avance de la física como nunca antes. Algo que ni siquiera Einstein ni nadie de los grandes se imaginó".

A continuación presento el texto, producto de una larga entrevista concedida en su oficina del Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia -en la parte alta del Museo de Ciencias, *Universum* -, donde transcurrió el diálogo.

#### I. Aproximación: el desfase y la anacronía

En general la vida académica, la vida del intelectual en México va desfasada de la vida política y social. Lo que en cierto sentido ya superamos y hemos podido digerir en otros campos en el que hacer científico no hemos podido hacerlo. Estoy pensando más en la actividad científica que en la intelectual porque el científico es un señor que ha logrado establecer una doble personalidad: en un momento es científico y en otro, muy aparte, un ciudadano, una persona social. Pero entre estas dos "vidas" no ha habido un enlace, una integración porque hay una división que le impide llevar una vida en sociedad.

Aunque es general esta situación para todo intelectual, para el científico la parte "técnica" va retrasada respecto a la social. Cosas que antes se discutían en el campo social o en el político y que ahora ya se decidieron (no digo que estén resueltas) tienen más apertura, más tolerancia: se han ventilado. Esto no ocurre con las cuestiones técnicas que apenas se están empezando a tratar públicamente. Lo que hace que veamos en el ámbito científico posiciones anacrónicas; algo así como la mezcla de diferentes épocas en una misma. Nuestros técnicos (para no hablar de científicos), la gente especializada, tiene muchos puntos de vista que están atrasados, que son anacrónicos.

Pero lo grave no sólo es eso. Lo peor es esa tendencia a la unicidad. Tenemos una manía terrible para que todo sea único. Tiene que ser un solo gobierno, una sola iglesia, una sola doctrina, una sola universidad nacional, una sola forma de hacer política. Afortunadamente nuestra ciencia todavía no se ha logrado uniformar, pero todo el proyecto que se tiene es ese, uniformarla.

Los *papers*, por ejemplo, que usted ha mencionado son un elemento concreto de unificación de que la gente solo puede ser de ese estilo, de ese método, de esa tendencia que nos viene de Estados Unidos. Ni siquiera en eso hemos sido originales: casi todo lo copiamos. Aunque es una tendencia en todo el mundo recuerdo que hace treinta años, cuando estuve allá, prevalecía el slogan de *publica o perecerás*; pese a que sigue vigente desde entonces nunca había sido tan radical ni tan grueso, tan burdo, como en el país lo hemos tomado. Por eso hablo de anacronismo.

#### II Caníbales en-tierrando

En nuestro medio la ciencia es nueva. No sabemos cómo hacerla. Los que ahorita están "arriba", pese a que fueron discípulos de grandes maestros, nunca los entendieron; o más bien los sienten mal: hay una traición intelectual. En este medio hay una cosa que me causa cierto sentimiento, que aunque no lo hagan públicamente, uno lo nota internamente: ¿cómo se expresan y tratan a algunos buenos maestros de gran calidad!.

Hay ciertos grupos que se han dedicado a hablar mal, por ejemplo, de Carlos Graeff. Nunca he pensado que Graeff haya sido Einstein, pero independientemente de lo que haya sido me parece una cosa muy indigna, muy baja, dedicarse a hablar mal de él cuando en el fondo gran parte de lo que hay se le debe a él (el Instituto de Física, el acelerador Van der Graff, Departamentos de investigación en la Facultad de Ciencias, creación de sociedades científicas, el Instituto de Investigaciones Nucleares, entre otras instituciones). Esto es independientemente de si sabía o no.

Desafortunadamente en el país, y de esto los científicos no se salvan, hay una tendencia servil al funcionario, al que está en el poder político y administrativo. Esto se ha acentuado últimamente. Se habla muy mal de la parte humana de los maestros. Si bien antes había una tendencia a eso, había más espacio, existía una actitud más tolerante a la parte humana. Todo esto viene finalmente de algo muy sencillo: ignorancia. Se habla mucho de que no hay tradición científica en México, pero ¿cómo va a haber tradición con tanta ignorancia y tanto desprecio por el pasado, por ese deseo de que todo empezó conmigo y nadie más que yo empezó todo?.

Siento que para hacer ciencia debe crearse una actitud plural, amplia, tolerante. Mientras no tengamos mínimamente eso, no vamos a tener ninguna ciencia. Porque para la gente que ha estado metido en esto es fácil desengañarse pero también engañar: ¿cuántas cosas que creíamos que estaban casi hechas finalmente no resultaron como las pensábamos?. Esa libertad es la que necesitamos porque cuando hay un solo camino, un solo patrón y un solo grupo de jueces estamos perdidos.

Otra de las características de la ciencia en nuestro país es que nació en la enseñanza, en la universidad, en la academia. Y lo que mencionamos hace un rato (los *papers*, la tendencia a la uniformidad) es más dañina hacia la enseñanza porque los profesores están ocupados haciendo *papers*, ocupados en "grandes" proyectos administrativos, en un montón de cosas dejando a un lado el esfuerzo para que los alumnos superen su visión del mundo. Eso está totalmente abandonado. Sobre todo para la gente joven las oportunidades de aprender, de encontrar y construir nuevos conocimientos cada día son más limitadas. En vez de que se abran nuevos espacios para sus actividades, éstas se reducen: texto único, series de televisión únicas; pero por favor ¿en la ciencia?.

Mucha gente ha envuelto a las ideas científicas en un halo religioso. Más que hacer ciencia lo que están haciendo es el ejercicio de una religión, con sus sacerdotes, su Inquisición, eso es obvio. Sólo podemos laicizar la ciencia abriéndola. Los lugares mucho más sanos es donde hay más apertura, donde las cosas se pueden discutir abiertamente. De repente la Iglesia tiene una actitud mucho más natural y civilizada porque se ha abierto (o la han abierto). Del siglo trece o catorce a ahora es mucho más racional, más tolerable y ahora vemos que produce gente como Samuel Ruíz, como Méndez Arceo. Independientemente de que uno esté de acuerdo con sus ideas o no me parece maravilloso que haya gente de ese estilo. Eso es lo que debía suceder también en la ciencia.

La excelencia de que tanto se habla nos hace estar muy lejos en la fila de los posibles candidatos al Nobel (aunque algunos estén formados y crean merecerlo). Pero esto es muy discutible. ¿La ciencia se mide por los premios Nobel?. Yo creo que esto es muy cuestionable y esto se ve en otros campos como en la literatura: ¿su calidad se mide por los premios Nobel?. Yo creo que no. Si tuviéramos una actitud más abierta y plural veríamos que estos son elementos que orientan y ayudan, nada más. Hay algunos investigadores de México que están formados, yo no sé si con posibilidad o no de obtenerlo, pero sí están formados en la fila: se la creen. Hacen lo necesario para estar formados, eso es evidente.

### III Periodismo y difusión científica

Luis Estrada nunca se ha referido al periodismo científico como una profesión vital para presionar al sector político, gubernamental, económico o social para que se tomen decisiones sobre acontecimientos específicos que puedan beneficiar a la sociedad y mejorar su calidad de vida. Prefiere usar el término divulgación, o difusión.

En general -comenta- lo he evitado porque siento que es bastante inútil. No siento que estemos en el momento de hacerlo directamente. Creo que lo que debemos hacer es formar conciencia pública. Pienso que allí está el futuro de México: que la gente tenga más información sobre la ciencia. Esto no solo va a permitir que haya más información sino también que se vaya generando un tipo de presión. Un tema de éstos es la cuestión ecológica, que es un terreno muy resbaladizo porque, otra vez, está dentro del *establishment*, y está controlado de tal manera que es muy difícil que se pueda influir de otra manera. Si usted habla de ecología pasa una de dos: o lo alinean dentro de lo dicho aunque usted no lo haya dicho, o simple y sencillamente usted empieza a ser una persona sospechosa de conocer la ecología. Y esa actitud la he visto, con mucha preocupación, aún dentro de los mismos universitarios, entre los investigadores.

Muchos se preocupan porque la idea de la ecología que tienen los políticos es falsa, pero no hacen nada por componerla, incluyendo gente que tiene bastante más información técnica pese a ser un problema grave de salud pública.

Creo que el periodismo científico debería generar más opinión pública. En este sentido no hablo de la presión política o de la actividad política. Una cosa que a mi me gustaría insistir, desde un punto de vista práctico, es que la divulgación científica debe integrarse al público de tal manera que forme opinión. Siempre he peleado porque la divulgación de la ciencia se reconozca como una actividad vital, como todos los conocimientos importantes. No es saber dos o tres cosas raras para presumirlas entre amigos. La difusión científica es un conocimiento que permite reflexionar sobre sí mismo y su entorno de tal forma que usted mismo pueda transformarse. Imagínese: si eso lo pudiéramos meter en la opinión pública sería revolucionario.

La creación de espacios de periodismo y divulgación científica ayudaría a un pueblo con las peculiaridades del nuestro a comprender su realidad. Desgraciadamente nuestro pueblo -y no estoy pensando en los indígenas de Chiapas o en toda la gente más marginada de este país-, sino en los universitarios, en los profesores, tienen una noción de la ciencia que es totalmente anacrónica. Y eso lo constato con amigos, con conocidos de la universidad. Cuando la llamo anacrónica es que corresponde a otra época, me refiero a que tienen una visión de la ciencia que teníamos a principios del siglo, no la que se tiene ahora. Claro, la ciencia más reciente es hija de este siglo pero en los últimos ochenta años se ha revolucionado el conocimiento. Siento que para la visión de nuestra gente hemos apenas brincado el umbral del principio de este siglo. Podría decir que nuestra visión no es del siglo diecinueve, pero sí de principios del veinte.

Hay un ejemplo que me gusta mucho citar porque es muy claro: la auto medicación. Hay un vicio muy extendido de autoresetarse, usar medicinas simple y sencillamente por la experiencia de algún vecino, del tío, de la abuela o la tía.... Fíjese que gran parte de esta conducta, que yo mismo he padecido, obedece al hecho de que se sigue pensando que la medicina es algo mágico que funciona por sí mismo. Así como usted va a una limpia o a una peluquería, uno también puede ingerir un antibiótico porque ese fármaco tiene por sí una base curativa. Si al vecino le ayudo ¿porqué a mí no?. Esto es anacrónico porque la idea de la medicina en la actualidad es totalmente diferente. Este es un ejemplo que no tiene que ver ni con la política, ni con la opinión pública sino exclusivamente con la salud de la gente, con su bienestar y aún así la gente persiste automedicándose, evitando ciertos fármacos recetados por un médico o re interpretando las indicaciones de la terapia, lo que muestra la incultura, la magnitud tremenda de la ignorancia. En este contexto los medios masivos de comunicación en cierto sentido son promotores de este tipo de cultura.

La divulgación de la ciencia en México ha ido evolucionando, avanzando. Ahora tenemos cosas que antes no teníamos y qué bueno, pero en cuanto a la orientación, en cuanto al análisis, a la reflexión sobre esa actividad y sobre todo respecto al establecimiento de una política nos hemos quedado detenidos.

#### IV Difusión chica en casa grande

Recordando ligeramente hay dos momentos importantes en este sentido en la UNAM. Uno cuando se crean los Colegios de Ciencias y Humanidades a principios de los setenta. Dentro de las preocupaciones del Doctor González Casanova, entonces rector, se planteó mucho el problema de la información científica y se incluyó por primera vez a la ciencia en Difusión Cultural. El otro momento, creo, es cuando se fundó el Centro Universitario de Comunicación de la Ciencia, en la administración del doctor Soberón, que no fue obra de dedo o de nepotismo, sino que se hizo un análisis en el que la gente buscó si era necesario, o no, que la Universidad se involucrara, se responsabilizara en eso. Para mí la creación de este Centro fue una respuesta positiva de la Universidad para decidir que si íbamos a entrar en esto. Lo que sucede en

México -algo desgraciadamente muy común y que es argumento de los políticos- es que las urgencias ocultan, minimizan las realidades, las necesidades, porque siempre estamos en urgencias; algo que se ha convertido en un modo de ser y de hacer.

Creo que una política de divulgación científica no se puede crear por decreto, como se creó en gran parte la investigación científica. No sería bueno y creo que nadie piensa en eso en este momento. Creo que Afortunadamente la difusión científica en ese sentido tiene menos presiones, ha estado más tranquila, pero también muy escasa y muy mal pagada. Esto es, otra vez, de las pocas ventajas que podemos ver en los medios raquíticos, que como son muy elementales, muy reducidos, son poco envidiables. El problema es cuando empieza a haber presiones, algo que es muy común en México y ocurrió cuando la investigación científica fue chiquita. Ahora tampoco es grande pero ya representa algo. Mis colegas se quejan mucho de los salarios pero ojalá toda la gente estuviera pagada como los científicos.

Frente a la reducida masa de investigadores que hay en el país es muy difícil que pueda generarse un proceso de pluralidad científica. La divulgación y el periodismo científicos son estratégicos para aumentar y diversificar la masa crítica de investigadores. Un argumento que refuerza esto es, por otra parte, el hecho de que tenemos investigadores muy especializados. Sencillamente el problema no es el reducido número sino su incapacidad para hacer cosas por su aislamiento en que los mantiene el sistema de hacer ciencia. En este asunto la divulgación tiene dos funciones. Por un lado crear conciencia, sobre todo de divulgar entre los propios científicos (¡) porque resulta que con frecuencia son totalmente ignorantes de lo que hace su compañero del laboratorio de al lado. Eso no lo quieren reconocer: cuando lo hacen les duele. Allí tenemos un problema muy fuerte en donde la divulgación de la ciencia debe contribuir, tiene que buscar soluciones. Por otro lado preparar el terreno para reducir el anacronismo y contribuir a crear un lenguaje común que permita a unos y otros entender su trabajo.

La difusión de la UNAM es como un pato feo. La estación de radio padece de equipos obsoletos, de un transmisor deficiente y de escasos recursos para producir radiodifusión. Los libros, muchos valiosos, se quedan en bodegas y los programas de televisión, hechos con gran talento y pocos recursos financieros, son transmitidos en horarios invisibles para el gran auditorio. Pienso que la Universidad está perdiendo liderazgo y oportunidades en muchas cosas.

Pero dejemos del lado la difusión de la ciencia. La Universidad durante algún tiempo tuvo un lugar mucho más importante y más de liderazgo en difusión cultural. No solamente hizo gran parte de la difusión cultural que ahora vive el Distrito Federal, sino que sobre todo era quien en gran medida marcaba la línea, orientaba. Pero otra vez el problema es complicado. Seguramente si usted plantea esto le van a sacar estadísticas y datos para hacerle ver que la Universidad no solamente sigue presente sino que hace mucho más de lo que se ve en el Distrito Federal. Es cierto, pero el liderazgo se ha perdido. Siento que ahora la orientación de la cultura, sobre todo pensando como cultura artística, la cultura convencional, no la está marcando la Universidad. Creo que eso mismo está pasando con la divulgación de la ciencia.

#### ✓ El pasa-tiempo favorito

Debido a mi interés en la física le digo a mis amigos que en vez de convertirla en profesión la convertí en *hobbie*: es mi pasatiempo favorito.

La física, sobre todo en esta época se ha ido dividiendo en dos grandes áreas. Una es la que yo llamaría la exploración específica, concreta del universo que comparte con otras ciencias y que ha avanzado mucho. La otra área es de carácter mucho más general, más especulativo y fundamental.

Respecto a la primera están por ejemplo, la física del estado sólido, que ahora le llaman física de la materia condensada que estudia los nuevos materiales, - semiconductores, conductores, el fenómeno de la superconductividad y otros procesos físicos muy concretos. En éste último campo, -el de la superconductividad-, actualmente trabaja mucha gente, hay mucho dinero invertido en investigación y desarrollo tecnológico que tiene también muchos cuestionamientos teóricos, especulativos, de gran interés. Diría que es como toda ciencia normal, convencional. La física participa en la búsqueda de conocimiento con otras ciencias, como la astronomía que pretende conocer el universo en grande, de qué están constituidas las galaxias, de qué están hechas las estrellas. Lo mismo ocurre respecto de la biología en la que el investigador quiere saber de qué están hechos ciertos organismos, por qué funcionan ciertas plantas en determinadas condiciones, en qué y cómo ocurre el fenómeno de la fotosíntesis, etcétera.

Pero hay la otra parte de la física que es más general, más especulativa. Un ejemplo es la teoría de la relatividad que pretende explicar el carácter espacial y temporal de todo: el mismo que sirve para los astrónomos, el que explica los procesos biológicos, los relojes biológicos de cada organismo, el de nuestros dolores y amores, el que requerimos para nuestras conferencias. En pocas palabras: el tiempo y el espacio donde ocurre todo.

Las teorías generales, por ejemplo la mecánica cuántica, que pretende explicar el comportamiento de la materia en su forma esencial, microscópica, corpuscular, sirve para que usted entienda el comportamiento de biomoléculas, electrones, átomos, cristales, transferencias de carga intra y extra celular. No importa si los átomos son de material biológico, de una estrella o de otro material. En este sentido a la física de la que hablamos le interesan las leyes generales del universo; y a la otra parte de la física las leyes particulares que puedan servir para distinguir cristales, materiales, estrellas o ciertos fenómenos químicos. (Por cierto, usted sabe que para los físicos es un placer afirmar que la química es una parte de la física).

Como hemos visto, la física explora pedazos del universo pero también su mayor pretensión es construir una visión mucho más general: las ideas, las leyes que rigen el universo cósmico y microscópico.

Las grandes teorías están allí deseando resolver sus grandes problemas. Uno de ellos es la búsqueda experimental de partículas elementales cuya existencia sugiere la parte teórica de la física. Por ejemplo, si se llega a observar el *bosón de Higgs* en los grandes aceleradores de partículas nos permitiría contender toda una gran parte de la teoría del principio y fin del universo; es muy importante observarla, encontrarla, porque es como una pieza de un superrompecabezas que podríamos llamar la teoría mayor de la física moderna.

En esta búsqueda hay dos actitudes: una que está tratando de entender cómo están constituidas las partículas elementales de la materia, cómo están estructurados los quarks, si realmente se pueden integrar y observar o no. La otra parte general da lugar a una tecnología que está muy alejada de la vida cotidiana inmediata pero que es como un sueño del futuro que posibilita la especulación para saber hacia dónde vamos, hacia dónde va el conocimiento de la humanidad.

El estudio de la física de partículas, pese a ser la parte más convencional de esa ciencia, es considerada por muchos como el conocimiento de frontera, la más avanzada. Al interior de estos megaproyectos las cosas se manejan desde la perspectiva de la investigación básica, la ciencia pura, fundamental, con todos los cánones y normas de la ciencia básica. Para la gente que es consciente, la gente del gobierno que apoya este tipo de trabajo, sabe que hay que sostenerlo porque sencillamente genera una cantidad importante de aplicaciones y desarrollos tecnológicos en muchas áreas, además de conocimiento. El famoso Superconductor Supercolisionador, SCC, que estaba siendo construido en el estado de Texas, en los Estados Unidos y que lo tronó la administración del presidente Clinton buscaba, obviamente, realizar ciencia básica, ciencia pura. Pero Reagan y sobre todo sus asesores después del fracaso de la "Guerra de las Galaxias" sabían muy bien que los subproductos de eso, todo lo que se iba a generar iba a ser maravilloso. Efectivamente, se pretendía crear una tecnología de superconductores completamente de avanzada, detectores de una calidad asombrosa, equipo que no existe y que iba a empezar allí. Evidentemente era mucho dinero, un esfuerzo gigantesco, y para muchos esa ciencia básica es la ciencia de frontera.

Pero insisto: para mí, lo que yo considero la frontera más importante es la física especulativa, la física teórica. Esa que trata las leyes generales y que pienso va a dar las respuestas más profundas, más de fondo. En ese contexto pienso en gente como Stephen Hawking que está metido más en el estudio teórico de los hoyos negros que en la construcción de un telescopio espacial. El está pensando cómo se comporta la gravedad en condiciones extremas, las leyes físicas que rigen su comportamiento energético, el por qué nada de la energía cercana a ellos escapa a ser devorada. Exactamente ese tipo de cosas a mí me fascinan.

Hay otros autores como Abdus Salam y Steven Weinberg que han hablado de cosas que si usted las toma literalmente parecen exageraciones pero que tienen algo en el fondo.

√El fin de la ciencia, Aladino y otras ilusiones

Suponiendo que apareciera el mago de la lámpara maravillosa y nos preguntara cuál es nuestro último deseo. ¿Qué elegiríamos?. ¿Cuál sería el deseo último?.

Yo pediría la Teoría Final.

Pero ¿qué es la Teoría Final? ¿un papel con ecuaciones? ¿una cajita con algo adentro? ¿una maceta? ¿es eso la Teoría Final?

Stephen Hawkin, durante una conferencia que después se publicó como artículo, plantea algo así como el fin de los tiempos, el fin de la ciencia. En el inicio del artículo abre una interrogante: ¿se ve ya el fin de la ciencia? y empieza a especular sobre eso. Aunque suena como una exageración -y evidentemente es una exageración literalmente-, en el fondo lo que él insinúa es que sí estamos ya viendo el final de algo. El habla de las teorías unificadas, del esfuerzo de comprender las fuerzas gravitacionales, la relatividad general para integrar otro tipo de conocimiento fundamental.

En un sentido similar Steven Weinberg escribió un libro (*Dreams of a final Theory*, Sueños de la teoría final, Pantheon Books, 1992), se dice en el medio científico que lo hizo como último esfuerzo por convencer a Clinton de construir el SCC, en el que trata de hacer ver a la opinión pública norteamericana (que haya sí cuenta) lo que se entendería por una teoría final. Weinberg, al especular acerca de qué es una teoría final dice que parte del avance de la ciencia actual ya permite por lo menos especular, fantasear sobre lo que puede ser una teoría de ese estilo. Esto simplemente me parece de una gran belleza. Claro que es una locura, una exageración plantearlo y crearlo así, pero el simple hecho de que se pueda plantear siquiera, de que se vislumbre la posibilidad de elaborar una teoría de esa magnitud me parece maravilloso.

Yo creo que hay que tomar con `pinzas eso de que estamos en el "fin de la ciencia" o con posibilidades de tener teorías finales.

Siento que estamos viviendo nuestra época como una especie de borrachera, de celebración por que se ha logrado un avance impresionante de conocimiento en las últimas tres décadas. En estos veinte, treinta años, ha habido un avance en la física como nunca antes. Del sesentitrés al ochentitrés (tengo mis motivos para ubicar ese lapso) se ha hecho lo que nunca. Algo que ni siquiera Einstein ni nadie de los grandes se imaginó.

La idea de tener una visión unificada del universo como ahora se entiende no hubiera sido posible sin los avances alcanzados en ese tiempo. Lo que allí se aprendió, el modo de ver las cosas, el conocimiento que se creó y se pudo sintetizar allí es la base de lo que ahora tenemos. De manera que yo siento que pensar que estamos por tener un conocimiento final y todas esas cosas es sencillamente una exageración, producto de lo que yo llamo la borrachera de la celebración por lo que hemos logrado.

Por otro lado sí creo que se ha alcanzado, o que estamos en condiciones de empezar a configurar el *qué queremos*. Yo lo pondría así: más de cómo va a ser la teoría final, *qué queremos*. Es algo tan profundo que va mucho más allá de la propia ciencia. Como seres humanos, como raza humana *¿qué queremos saber?*

Ahorita se pueden dar respuestas (pueden ser muy malas, pero eso es secundario) a algo que antes no tenía sentido. Y en este proceso hay dos momentos, dos trabajos para situar, para reflexionar: el libro de Weinberg y el artículo de Hawking.

Yo creo que estamos muy lejos del fin de las teorías científicas, en el sentido de terminar. Yo creo que el conocimiento nunca se va a acabar porque es inherente a la naturaleza humana y acabará con ella. Pero sí creo que podemos caracterizarlo, enfocararlo de una manera que antes no podíamos y eso sí es una novedad y está en relación con teorías finales, con esa idea de *qué queremos*.

Respecto a la teoría de la unificación estoy seguro que sí vamos a lograrlo; estoy convencido y creo que estamos muy cerca. No sé si en cinco o diez años, quizá usted y yo no lo veamos, pero nuestros hijos seguramente dispondrán de una Teoría de la Gran Unificación.

Pero ¿qué es, qué representa esta teoría?

Es la idea de que usted puede construir todo (TODO) el universo a partir de cuatro fuerzas fundamentales: la gravitacional, la electromagnética y dos fuerzas nucleares, la interacción fuerte y la débil. Como hemos visto en esta conversación el universo está formado por átomos, partículas y todo lo que usted quiera e imagine, todo lo que se sabe sobre la formación del universo, sobre los primeros instantes posteriores a la gran explosión (el Big Bang), se conoce gracias a estas teorías. Pensemos que las interacciones entre las partículas, lo que une, lo que arma todo el universo, lo que permite que las cosas -seres vivos y materiales inorgánicos- sean como tal se reduce a las cuatro fuerzas que mencionamos.

La idea que prevalece en el fondo de la Gran Teoría es que esas cuatro fuerzas no son independientes sino que forman un mismo universo. En su tiempo, Einstein intentó unificar dos fuerzas, la electromagnética y la gravitacional. Su sueño era verlas como dos caras de un mismo objeto, que él llamaba campo unificado. Cuando murió la gente sabía que al menos había cuatro fuerzas. Y entonces se dijo ¿qué sentido tiene unificar sólo dos fuerzas, si quedan dos más?. En palabras muy burdas esa era la situación.

Actualmente las teorías de la unificación son otra cosa, que no tienen nada que ver con el planteamiento inicial de Einstein. El problema que ha surgido es que no son congruentes las fuerzas entre sí, especialmente la más vieja para nosotros, la gravitacional. Pero sí entre la electromagnética que construyó Maxwell y después las dos nucleares, la interacción fuerte y la débil. De tal forma que la Teoría que está a punto de ser construida (con la bondad de Aladino) está basada en esas tres fuerzas porque la gravitacional no se ha dejado. De esa es la que creo que en unos años más saldrá una teoría de unificación y de esa es de la que se refiere como "la teoría final".

Todo el movimiento moderno de la gran unificación es básicamente cuántico, todas las teorías modernas son congruentes con la mecánica cuántica. El problema central es que experimentalmente se tiene que demostrar que el mapa elaborado en la cabeza, en el papel, pueda ser observado en los grandes laboratorios de investigación experimental. En este sentido la búsqueda y confirmación de partículas (como el bosón de Higgs, el quark cima o "top", kaones, entre muchas otras) existan en la realidad y sean congruentes con las teorías y se confirme que se anda por buen camino. Por cierto el Fermilab, el acelerador de protones que está en Estados Unidos, recientemente anunció el hallazgo del quark top, lo que fue realmente un gran aliento experimental a esta teoría. Sin embargo aún no se encuentra el bosón de Higgs (partícula que desempeña un papel crucial en la simetría del electromagnetismo y la interacción débil a altas energías); si existe debemos hallarlo, o por el contrario si es puro invento teórico, saberlo y volver a construir otra teoría.

Creo que la frontera o el modo como siento que se ha ido más lejos en la ciencia es mediante la parte especulativa de la física. Física teórica que a final de cuentas lo único que trata de entender es la esencia de la que está hecho el universo, pero ya sin separaciones entre biología y química, astronomía y física. Es otro tipo de ciencia, de otro estilo, de otra magnitud y eso, en mi opinión, es la frontera del conocimiento.

México, primavera, 1994.