



LA ANTÁRTICA Y SU INFLUENCIA EN EL CAMBIO CLIMÁTICO*

*Claudio Bunster Weitzman***

El 13 de abril recién pasado falleció John Archibald Wheeler. Su obituario en el New York Times lo describe como el último de los titanes de la física. Describe también cómo nunca dejó de defender su trabajo en la bomba atómica y en la bomba de hidrógeno, lamentando siempre que no hubiera alcanzado a terminar la primera a tiempo para evitar la muerte de su hermano. Cuando yo era un joven estudiante en Chile, caí deslumbrado por la obra y el estilo de Wheeler. El primero de sus libros que leí “Geometrodinámica tiene una dedicatoria en memoria de mi hermano Joseph Townes Wheeler, caído en combate cerca de Florencia, Italia”.

Wheeler fue mi maestro en Princeton y en la vida, y mi amigo. Una de sus características era ir al extremo para buscar la clave para la solución de un problema. Uno de sus artículos, escrito en la época en que recién se comenzaba a unir la teoría especial de la relatividad con la mecánica cuántica se llama “el vacío como un lugar de enorme actividad”. Este artículo se refería a cómo, en el estado que los físicos llaman “vacío” es decir, donde no hay partículas que perduren, existen continuamente procesos en los cuales partículas y antipartículas se crean y aniquilan rápidamente. Al

comienzo este proceso, “la polarización del vacío”, fue de importancia, pues cambió las predicciones finas de la física de partículas elementales mismas y de la física atómica, y este cambio en las predicciones finas se pudo observar con los avances tecnológicos desarrollados en la Segunda Guerra Mundial, en particular técnicas precisas para lidiar con ondas electromagnéticas, derivadas de la invención y uso del radar, pero la polarización del vacío adquirió consecuencias mucho más dramáticas, más allá de su ámbito inicial de concepción y aplicación cuando, por el hecho de que dota al vacío de una densidad de energía, se hizo relevante a la expansión del universo. Esta “relevancia” está lejos de ser domesticada, ya que la predicción teórica arroja un número enorme y el número observado es muy bajo. La discrepancia es de 23 órdenes de magnitud y ha sido descrita como la diferencia más dramática entre teoría y experimento en la historia de la física. ¡Menudo conflicto! Y todo, porque el inocente y simple vacío no era lo que parecía, sino que era “un lugar de violenta actividad”.

Lo menciono porque esta charla fue en buena medida inspirada por ese artículo y un mucho mejor título habría sido: “La Antártica como un lugar de enorme

* Exposición efectuada en el Seminario Inaugural del Mes del Mar 2008 en Puerto Natales, por el señor Claudio Bunster Weitzman.

** Físico Teórico. Profesor de la Universidad de Princeton y Universidad de Texas en Austin. Miembro del “long term member” del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton. Obtuvo el Premio Nacional de Ciencias de Chile en 1995 y fue elegido miembro de la Academia de Ciencias de los Estados Unidos en 2005. Director del Centro de Estudios Científicos (CECS) desde su fundación en 1984. Asesor Científico del Presidente de la República durante el gobierno del Presidente Eduardo Frei (1994-2000).

actividad", en vez del título largo y pomposo que le di.

Después de su trabajo en física nuclear y en física de partículas elementales, a lo que se han referido los comentarios precedentes, Wheeler realizó avances titánicos hacia la solución de lo que él llamaba "el problema de la no consumación del matrimonio de las dos grandes teorías de la física", la teoría general de la Relatividad de Einstein, es decir la teoría de la gravitación, con la física cuántica, de la cual la primera había permanecido majestuosamente aislada por décadas. Clave en ese esfuerzo fue su introducción como protagonistas de la física de un objeto de naturaleza extrema a lo que él bautizó como "agujero negro". El término "agujero negro" apareció por primera vez en la portada de la *Physics Today* el año 1968 en un artículo titulado ¿Colapso gravitacional, hacia qué? Perdí otra oportunidad al no titular esta charla como ¿Cambio Climático, hacia qué?



Energía escapando de un agujero negro

El término "agujero negro", inventado por Wheeler en 1967, denomina la teoría del desarrollo de los astros a los cuerpos negros.

La analogía es extraordinariamente pertinente porque los agujeros negros son regiones del espacio en que el universo ya ha llegado a su fin, en una especie de "anti big-bang" (que a veces se ha llamado "big crunch"), pero en un contexto mucho más simplificado, libre de los detalles innecesarios de la materia, sólo espacio vacío gravitando en condiciones extremas. De nuevo, un objeto muy simple, en condiciones extremas, loca-

lizado en una región del espacio, explorado con métodos que antes no existían, aparece proporcionando la clave para la comprensión de un fenómeno trascendental para el universo entero.

La razón para haber traído a colación aquí los comentarios anteriores sobre física, es ilustrar que lo que está ocurriendo hoy día con el cambio climático se le parece bastante y la analogía es una poderosa guía en la búsqueda de claridad respecto a algo nuevo e inesperado.

En efecto, la Antártica juega hoy día en el problema del cambio climático un papel semejante al que los agujeros negros juegan en comprender el destino final del universo.

Primero, de manera análoga a como se reveló que el vacío era un lugar de violenta actividad, los avances tecnológicos disponibles hoy día han revelado que la Antártica está lejos de ser un lugar maravilloso, deslumbrante e inmutable. La Antártica es un sitio de violenta actividad, lo que la hace más maravillosa y asombrosa aún.

El explorador Antártico de hoy, de la nueva época de oro de la exploración Antártica, tiene una enorme ventaja sobre sus predecesores de hace un siglo. Gracias a los avances tecnológicos que hemos desarrollado, ese mismo hombre que al progresar ha perturbado el clima, puede estudiarlo y observar sus cambios con una precisión asombrosa. Usando un radar de penetración de hielo, puede mirar hacia abajo y registrar en detalle la topografía basal del continente de roca bajo más de tres kilómetros de hielo que la cubren y, al mismo tiempo, por medio de satélites y altímetros láser combinados con GPS, puede observar la topografía superficial con precisión centimétrica. Así se ha establecido que el hielo de la Antártica se desplaza, que hay ríos de hielo, que hay una vasta red de lagos subglaciales intercomunicados entre sí y que probablemente se vacían al mar. Esta intensa actividad que tiene lugar en la Antártica, acelerada por el

obra se transforma. Estas transformaciones son violentas porque el cambio en nuestras concepciones es violento. Así ocurrió con la estructura del vacío en la física y así ocurrirá de una manera u otra con el impacto del cambio climático.

Ahora bien, es demasiado pronto para poder predecir aunque sea de manera muy gruesa que forma tomarán las tensiones, los conflictos y la manera como la civilización emergerá del desafío del cambio climático. Pero la siguiente conclusión parece difícil de contradecir: el significado, la presencia, el poder, de un país en el mundo diferente que se avecina, dependerá en alto grado de si en la construcción de este mundo diferente se es un contribuidor genuino, audaz, rompedor de esquemas, inventor de prototipos o simplemente un mero y triste acatador con sentimiento de culpa de medidas de mitigación diseñadas por otros.

¿Podemos aspirar a jugar un papel destacado en esta lucha?

Pienso que la respuesta es afirmativa. Hay un ejemplo muy cercano que lo ilustra y que me hace sentir particularmente honrado de estar aquí. En nuestro privilegiado teatro de operaciones hemos logrado éxitos espectaculares, de repercusión mundial en pocos años. La colaboración en curso entre la Armada de Chile y nuestro Centro de Estudios Científicos que ha llevado a la realización de expediciones pioneras y trascendentales a la Antártica Occidental y a la invención de un radar de penetración de hielo temperado -el tipo de hielo que existe en el norte de la Península Antártica y en la Patagonia- nos han situado en la primera línea y nos han permitido formar alianzas equilibradas con actores de larga trayectoria y peso del calibre de la NASA. Hace algunas semanas se anunció públicamente la existencia de evidencia de un posible colapso inminente de la plataforma de hielo Wilkins ubicada en la Antártica Occidental, aproximadamente a 70 grados de latitud al sur del Ecuador.

Nunca se ha manifestado la inestabilidad de la Antártica tan al Sur. En la comunicación que recorrió el mundo además del Centro de Ciencias Atmosféricas de Estados Unidos y del British Antarctic Survey se citan sólo dos grupos más en el mundo como contribuyendo a la evidencia, uno en China y otro en... Chile.



Imágenes satelitales que reflejan el colapso de la plataforma de hielo Wilkins ubicada en la Antártica Occidental.

Como lo discutíamos hace pocos días con el Almirante, al determinar las nuevas acciones por realizar, esta línea de acción de exploración e invención concebidas y efectuadas de manera audaz y ambiciosa es particularmente importante. Los especialistas coinciden en que a pesar de la toma de conciencia universal del fenómeno del cambio climático y del alto perfil mediático que éste ha alcanzado, la información que existe no está a la altura del desafío y es imperativo obtener de manera urgente datos más numerosos y de mayor sofisticación.

Un ejemplo sin duda no demuestra una teoría, pero tiene más valor cuando proporciona evidencia temprana de la viabilidad de un punto de vista no totalmente convencional.

En este caso, el punto de vista es que el fenómeno del cambio climático llevará a la humanidad a una serie de batallas en distintos frentes y que Chile ha sido puesto por la Providencia en una situación privilegiada, no sólo para subsistir en esta lucha, sino que para prevalecer.

* * *