Einstein y el año de la física

Ahora que ya casi termina, bueno será recordar que 2005 es el año de la física. Por muchas razones, pero algunas de las más repetidas se relacionan con Albert Einstein, cuya teoría de la relatividad especial vio la luz en 1905, hace ahora cien años. Y eso sin olvidar que el mismo Einstein murió en 1955, hace ahora cincuenta años. Recordamos a Einstein, un gran físico y, con él, a la nueva física del siglo XX.

Pero Einstein, el más mediático de los científicos (tal vez gracias a su cabello y al violín), tiene también zonas más cercanas al lado oscuro... Él es el responsable último de la bomba atómica: Albert Einstein es considerado un santo varón, mientras que Robert Oppenheimer no deja de ser un hijo de su santa madre. Y ustedes me entienden. El "pecado" de Oppenheimer es haber creado la bomba atómica, aunque todos sepamos que ésta no existiría sin el $E=mc^2$ de Einstein. Y, seamos sinceros, sin la insistencia de Einstein escribiendo al presidente de los Estados Unidos para que se desarrollara la bomba atómica ante el miedo de que los nazis la lograran antes. Los nazis nunca dispusieron de la bomba atómica (y por eso nunca pudieron "probarla"), mientras que los estadounidenses construyeron dos versiones de la misma (Little John y Fat John) y acabaron "probándolas", ambas, el 6 y el 9 de agosto de 1945 en Hiroshima y Nagasaki, fechas de las que hace ahora 60 años. Otra razón ésta de la bomba atómica, perteneciente al "lado oscuro" es cierto, para que 2005 sea el año de la física. Al fin y al cabo no habría bomba atómica sin física ni físicos...

Eso lo recogía claramente Frederik Pohl en un curioso relato de ciencia ficción, Target One (1955), publicado después en su antología CORRIENTES ALTERNAS (1956). En un miedo extremo al holocausto nuclear muy típico de esa época, Pohl narraba como, tras una destructora tercera guerra mundial atómica, dos esforzados paladines del bien deciden usar su recién creada máquina del tiempo (que, por un misterio típico de la ciencia ficción, ha sobrevivido a esa terrible destrucción) para volver al pasado y evitar el invento de la bomba atómica. Inteligentes como son, no quieren eliminar a Oppenheimer, sino que van directos a la raíz del problema y buscan a un Einstein joven, antes

de su hallazgo de la fórmula $E=mc^2$ y, con gran pesar de sus corazones, le matan.

Al volver a su tiempo del futuro, descubren con horror que, en efecto, en contra de lo que esperaban haber evitado, se prepara una terrible guerra atómico-nuclear. Sorprendidos e imaginando que sin Einstein no podía haber habido $E=mc^2$ ni bomba atómica, descubren sorprendidos que, a falta de Einstein, otro físico, un tal V.S. Kretchwood (1903-1986), ha descubierto, en la "nueva" historia alternativa que sucede a ese terrible asesinato de Einstein, la que se denomina la Primera Ley de Kretchwood. Se trata de una fórmula como $E > e_n + e_o$ que viene a decir que "la suma de la energía de un átomo es mayor que el agregado de la de sus partículas nucleares y orbitales", lo que también sugiere que puede extraerse energía del átomo. El holocausto nuclear es tal vez, como se creía en 1955, inevitable (cuando las preguntas están maduras, alguien acaba respondiéndolas...). Salvamos a Einstein (si un genio no está presente para hacer su trabajo, otro genio lo hará en su lugar...), pero seguimos dejando en mal lugar a la física (y a la humanidad).

Porqué, como nos recuerda la lucha de los Jedi contra los Sith, lo cierto es que existe el lado oscuro. Y Einstein lo tuvo también en su física con errores monumentales como esa "constante cosmológica" o esa incomprensión respecto al fenómeno cuántico ("Dios no juega a los dados"...). Tal como nos recordaba Billy Wilder al final de Con faldas y a lo loco: "Nadie es perfecto".

Física e información: el reino de los quanta

Celebrando el año de la física, el 20 de mayo de 2005 tuvo lugar la jornada especial sobre "Los grandes principios de la física", organizada por Cosmocaixa, el museo de la ciencia

barcelonés. Fue una sesión francamente interesante con la presencia de primeras figuras en el campo de la física y con sugerentes conferencias y debates. De alguna de las ideas que allí se barajaron, quiero hablarles ahora.

En primer lugar, el portugués Joao Cr. Magueijo, hoy en el Blacket Laboratory del Imperial College de Londres, comentó los recientes trabajos sobre la posibilidad de que las leyes de la física y algunas de sus pretendidas constantes o invariantes puedan, en realidad, cambiar con el paso del tiempo. Una arriesgada posibilidad, difícil de comprobar y que origina algunos interesantes debates de la moderna física actual.

Luego, Wojciech H. Zurek, hoy en el Los Alamos National Laboratory (EEUU), al hablar de la termodinámica, lógicamente relacionó ya entropía e información, ambas hermanadas por el teorema de Shannon.

Para mí, la sorpresa la dio el siguiente conferenciante, Anton Zeilinger del Institute of Experimental Physics de la Universidad de Viena. Especialista en mecánica cuántica, Zeilinger fue quien dirigió un famoso experimento sobre la teleportación cuántica. El experimento, publicado en el número del 11 de diciembre de 1997 de Nature, llevó al capitán Kirk de Star Trek a las páginas de los periódicos. Déjenme detenerme un momento en ese punto del que hablamos, como de pasada, en septiembre de 2004, en esta misma sección de DivulgaMat.

La teleportación cuántica

Como vimos entonces, mal que le pudiera pesar al capitán Kirk del Enterprise, solía hablarse del tele-transmisor de materia como una máquina del todo imposible en términos de la ciencia y la tecnología que hoy conocemos. Es, se conviene, sólo un truco que la ciencia ficción ha imaginado para evitar serios problemas de transporte.

La tele-transmisión de materia a distancia sigue siendo del todo imposible pero, al menos a nivel cuántico empieza a vislumbrarse una posibilidad. Ha de quedar bien claro que seguimos muy lejos de poder trasladar al capitán Kirk, al vulcaniano Spock o a cualquier cuerpo macroscópico, pero sí se ha conseguido transferir instantáneamente y, aparentemente sin limitación de distancia, el estado cuántico de una partícula a otra. Por algo se empieza.

La teoría subyacente fue establecida por C.H. Bennett y otros en un artículo publicado en 1993 en la Physical Review Letters, y fue llevada a la práctica experimental, como ya se ha dicho, por un equipo dirigido por Anton Zeilinger en la Universidad de Innsbruck en Austria. El experimento, publicado en el número del 11 de diciembre de 1997 de Nature, llevó al capitán Kirk a las páginas de esa prestigiosa revista científica.

Todo se basa en un curioso fenómeno que, a nivel cuántico, hace posible una misteriosa conexión entre dos partículas distantes. En inglés lo llaman "entanglement" que se puede traducir por enredo o lío y que se usa también en el caso de una relación amorosa, es decir, un "lío" de otro tipo. Otra broma de esos físicos que han venido en lla¬mar "verdad", "belleza" o "color" a algunos números cuánticos. Afortunadamente, el rigor y la seriedad científica no están reñidos con el humor y la ironía.

Pues bien, si dos partículas están "liadas", existe una misteriosa unión entre ambas de tal manera que si varía un determinado estado cuántico en una de ellas, de forma automática varía también ese estado cuántico en la partícula a ella "liada". Y eso ocurre de forma instantánea y con independencia de la distancia que las separe en ese momento. En realidad, parece ser que se ha verificado el fenómeno con fotones separados incluso diez kilómetros, y nada en la teoría parece limitar el alcance de esa distancia.

Como era de esperar, a algunos autores, como por ejemplo el mismísimo Einstein, no les gustaba la idea de las partículas "liadas" ni siquiera a nivel cuántico, pero hace ya años que diversos experimentos ligados al trabajo de John Bell dejaron establecido el fenómeno del "entanglement", hoy bien aceptado en el campo de la mecánica cuántica. La teleportación cuántica sin límites de distancia parece pues a la vuelta de la esquina.

Tal y como sugería la teoría, el grupo de Zeilinger utilizó dos fotones "liados" y su estado cuántico de polarización como los soportes de ese envío de información cuántica a distancia y de forma inmediata. La polarización de dos fotones (a los que Zeilinger y su grupo han bautizado como Alice y Bob, en lugar de usar el A y B de rigor) se usa para transmitir el estado de polarización de otro fotón (Carol, en lugar de C, como no podía ser menos).

La interacción de Alice y Carol (en realidad una operación de medida), destruye por una parte el estado de polarización de Carol, pero altera el estado de polarización de Alice lo que, inevitablemente, se refleja en el estado de Bob, la partícula con la cual estaba Alice "liada". Así, gracias a ese par de partículas "liadas", la información sobre el estado cuántico del fotón Carol ha desaparecido y ha reaparecido instantáneamente y a distancia en el estado cuántico del fotón Bob. La teleportación, a nivel cuántico, ha funcionado. A nivel macroscópico el proceso sólo se completaría cuando alguien midiera el estado cuántico del fotón Bob (satisfaciéndose así la regla de que nada, ni la información, puede viajar a mayor velocidad que la luz).

Evidentemente, todo el proceso depende de ese "lío cuántico" entre Alice y Bob. Por eso hay que llamarlo "teleportación cuántica" ya que no opera con objetos macroscópicos. O, dicho en otros términos, en el mundo macroscópico, si Carol tiene una aventura lésbica con Alice, nada hace que Bob, la pareja de Alice, deba enterarse

instantáneamente y a distancia. Es cierto que el capitán Kirk no puede todavía ser tele-trans¬portado, pero Bob tal vez vive mejor en su ignorancia.

Física e información

Pues bien, el 20 de mayo, Anton Zeilinger expuso una de las ideas más sugerentes del día (aunque, como he sabido después, ya "rodaba por el mundo" desde hacía unos años). Zeilinger empezó comentando la idea de que la física no puede hablar de la realidad como tal, sino que lo que hace es hablar de la información que tenemos de la realidad. Se apoyó en una referencia a Niels Bohr que viene a decir que la física no trata de lo que la naturaleza es, sino que trata de lo que podemos decir sobre la naturaleza. Pura filosofía de la ciencia, pero hecha y razonada por científicos y no por filósofos desconocedores de la ciencia...

Y lo que podemos decir está muy claramente relacionado con la información. Una información que medimos en bits. La idea de Zeilinger, lo que alguien ha denominado ya "el principio de Zeilinger", es que el sistema más elemental aporta un bit de información.

Aunque parezca algo inocuo, las consecuencias de esa idea son muchas y, en definitiva, aportan la mejor defensa filosófica a la realidad de la mecánica cuántica, pese a que Einstein se negara a creer que Dios juega a los dados y pese a tantos otros que no se cansan de repetir como la mecánica cuántica resulta ser del todo incomprensible.

Siguiendo el razonamiento de Zeilinger: ha de haber una explicación cuántica de todo ya que la información está cuantificada (la mínima cantidad de información es el bit: la información va en "cuantos" de información llamados bit...).

Repetimos (como en el tradicional anuncio de ciertas natillas...): como la física habla de lo que podemos decir de la naturaleza y esa manera de decir tiene relación con la información y la información está "cuantizada" en unidades llamadas bits, lo cierto es que la física ha de ser física cuántica. No hay vuelta de hoja...

Si quieren saber más de todo ello (y les aseguro que hay mucho más), les sugiero el artículo de Zeilinger o el que escribió Hans Christian von Baeyer el 17 de febrero de 2001 en New Scientist. Lo encontrarán en: http://www.quantum.univie.ac.at/links/newscientist/bit.html

A veces, la ciencia ficción que tanto me interesa, me ha sugerido ideas de amplio alcance, pero pocas como ésta, fruto de una nueva aproximación a la filosofía de la ciencia, producida esta vez, como no podía ser menos, no por un filósofo tal vez poco enterado de la misma, sino por uno de los mejores físicos de la actualidad.

Para leer:

Ensayo

- "A FOUNDATIONAL PRINCIPLE FOR QUANTUM MECHNICS". Anton Zeilinger, Foundations of Physics, vol 29, pág. 631 (abril 1999)
- "IN THE BEGINNING WAS THE BIT". Hans Christian von Baeyer, New Scientist (17 de febrero de 2001) y en: http://www.quantum.univie.ac.at/links/newscientist/bit.html

Ficción

- CORRIENTES ALTERNAS (1956). Frederik Pohl. Madrid. Editorial Magisterio Español. Novelas y Cuentos (núm. 39). 1968.