

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

Entrevista de Eduard Punset con Juan Ignacio Cirac, director de la División Teórica del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica. Castelldefels, 25 de abril del 2013.

Vídeo del programa:

<http://www.redesparalaciencia.com/?p=8918>

Un solo ordenador cuántico equivale a un número gigantesco de ordenadores convencionales.

Juan Ignacio Cirac

Eduardo Punset:

En el programa de hoy vamos a hablar de la teoría cuántica de la información y vamos a hacerlo (tenemos la enorme suerte de hacerlo) con Ignacio Cirac. Es director de la *Theory Division* del Max-Planck Institute en Múnich. Oye, estamos tan obnubilados con este tema de la información cuántica que, a veces, tenemos la impresión de que este va a ser el futuro, que está al lado... y luego hablamos con vosotros y nos decís: «oye, no, está todavía lejos». Bueno, un día u otro se tenía que acabar la historia de los ordenadores; hemos agotado, o estamos a punto de agotar, la información que puede tratar un ordenador y por eso recurrimos a gente como vosotros, a los grandes especialistas de la física cuántica. Primero: ¿es cierto que se hayan agotado los ordenadores normales? ¿Es cierto (segundo) que vosotros nos estáis preparando la sucesión, o estáis preparando otra cosa totalmente distinta?

Juan Ignacio Cirac:

Pues vamos por partes: en primer lugar, todavía no hemos llegado a explotar completamente los ordenadores y a llegar al límite de la potencia de los ordenadores, pero no nos queda mucho tiempo. Si miramos qué es lo que ha pasado durante los últimos 30 años, nos damos cuenta de que los ordenadores cada vez son más rápidos y más potentes... y la razón es muy sencilla: es porque podemos hacer los procesadores y los transistores (y todos los equipos que

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

están detrás del cálculo de un ordenador) más pequeños. Al hacerlos más pequeños, podemos almacenar más información en el mismo espacio. Y, por otro lado, al hacerlos más pequeños hacemos que sean más rápidos, y la razón es porque la información que está dentro de un ordenador la transmiten unas partículas (que llamamos electrones) y, si son más pequeños, tienen que recorrer menos espacio; por lo tanto, van más rápido. Así que hacer las cosas más pequeñas es lo que nos ha permitido hacer que vayan más rápido, almacenar más información...

Eduardo Punset:

Y hacer más.

Juan Ignacio Cirac:

Y hacer más. Pero claro, eso tiene un límite: no podemos hacer algo infinitamente pequeño. De hecho, cuando lleguemos a tener que almacenar los bits (que almacenan la información) en un solo átomo, pues ahí estaremos llegando al límite. Y si uno mira hacia atrás y ve cómo ha progresado todo este desarrollo, pues se da cuenta que para eso falta del orden de 10, 15, 20 años. Y cuando lleguemos ahí, pues hay una... no podremos utilizar, pues, los ordenadores como los utilizamos hoy en día. Y allí es donde llegamos nosotros, los científicos, que trabajamos en la computación cuántica o en la información cuántica: lo que venimos a decir es que, cuando lleguemos a ese límite, eso no será un problema, sino todo lo contrario: será una ventaja. Cuando lleguemos al límite del átomo, las leyes de la naturaleza cambian: las leyes de la física cuántica (que es una teoría que describe el mundo microscópico) se ponen en marcha y son extraordinarias, nos permiten hacer cosas extraordinarias, cosas que parecen más bien sacadas de una película de ciencia ficción, y lo que estamos estudiando es cómo aprovechar esas leyes de la física cuántica no solo para poder seguir haciendo que los

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

ordenadores vayan más rápido, sino para que vayan MUCHÍSIMO más rápido y se puedan hacer cálculos que de otra forma serían imposibles.

Eduardo Punset:

Oye, Ignacio, una cosa: déjame intentar entender un poco en qué medida la información cuántica obedece a sus propias leyes, que son totalmente distintas de las leyes a las que estamos acostumbrados de una mesa y de unas sillas. Vamos a ver: en un ordenador, tengo entendido que hay una especie de instrumento de lectura, de escritura, que es el que os permite, gracias a estos cuadraditos en donde hay un uno, un cero, un uno, un cero, un nada... y luego un uno o un cero, esto os permite dar las instrucciones necesarias para hacer un programa; este es el ordenador digamos tradicional. Pero lo que me estás tú sugiriendo que será tan fascinante (porque os transforma las leyes y el mundo que viene) es que, bueno, en los computadores cuánticos, ¿qué es lo que ocurre exactamente? Que en lugar de uno y cero en otro cuadradito, el uno y cero conviven el mismo cuadradito... ¿qué es lo que pasa, exactamente?

Juan Ignacio Cirac:

Sí, pues algo así. Aunque parezca muy raro, y a uno que lo escucha la primera vez le va a sonar muy, muy raro, eso es precisamente lo que le da la potencia a los ordenadores cuánticos y, en definitiva, a la física cuántica. Si miramos los ordenadores usuales, los que tenemos hoy en día, como has dicho muy bien, la información se almacena y se procesa en términos de lo que llamamos los bits (ceros y unos). Si tú quieres, cuando haces la declaración de la renta y tienes que poner alguna cantidad, pues eso el ordenador lo almacena en términos de ceros y unos (en binario) y esto son lo que llamamos los bits de información en los cuales almacenamos la información y luego la recibimos. Pues bien, eso son pequeños objetos que pueden tomar dos valores (cero y uno) y es así cómo funcionan los ordenadores usuales. En la

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

física cuántica, cuando nos vamos al mundo microscópico y queremos almacenar el cero y el uno en un átomo, pues resulta que, además de tener la posibilidad de tener cero y uno, tenemos otras posibilidades, que es tener los dos a la vez: en un solo átomo podemos tener a la vez cero y uno. Y esto es una propiedad de la física cuántica que solo observamos en el mundo microscópico, pero que está muy bien entendida por los físicos; es lo que llamamos la superposición: una misma partícula puede hacer dos cosas a la vez, puede estar en cero y en uno. Y eso es lo que da potencia a los ordenadores cuánticos, porque ahora uno se puede imaginar que, cuando tiene muchos de estos bits cuánticos, pues a lo mejor puede tenerlos todos ellos en cero, pero también los puede tener a la vez todos en uno, o algunos en cero y otros en uno... por lo tanto, puede hacer cálculos en paralelo: digamos, en cada uno de estos... de estos... los llamamos a veces universos, ¿no? en los que están todo ceros, o cero-uno, etcétera, etcétera, se puede hacer un cálculo, así que, teniendo un solo ordenador, es como si tuviésemos millones y millones y millones de ordenadores a la vez: esto es lo que le da potencia precisamente.

Eduardo Punset:

¿Tiene algo que ver esto con lo que llamábamos *entanglement* o entrelazamiento, en que un átomo puede estar en distintos hemisferios a la vez, o es algo totalmente distinto?

Juan Ignacio Cirac:

El entrelazamiento es una consecuencia del principio de superposición y es algo que juega un papel muy importante dentro de la información cuántica. El entrelazamiento lo que nos viene a decir es que podemos tener dos partículas (dos átomos, por ejemplo), que estén en lugares completamente distintos, que no se comuniquen entre ellos, aislados, pero que se comporten de una manera que llamamos correlacionada. Déjame dar un ejemplo de esto.

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

Eduardo Punset:

Sí...

Juan Ignacio Cirac:

Imagínate que tú tienes un dado y tiras el dado aquí y tienes un resultado, pues el resultado sabemos muy bien que será típicamente aleatorio: a veces el uno, a veces el tres, a veces el seis... y ahora imagínate que te vas a otro sitio (a Nueva York) o que a la vez otra persona en Nueva York tira otro dado... bueno, pues allí el dado dará un resultado aleatorio. Pues, de acuerdo con las leyes de la física cuántica, es posible tener dados microscópicos en los cuales cada vez que tiremos un dado aquí obtendremos un resultado aleatorio pero, si tiramos a la vez otro en el otro lado, tenemos exactamente el mismo resultado: si aquí tiro y obtengo el tres, allí tiro y obtengo el tres; es decir, son resultados aleatorios pero completamente correlacionados. Y esto está relacionado con estas superposiciones de las que he hablado anteriormente y básicamente nos dice que podemos tener estos estados, estos bits, estos dados, que ahora serían como los bits pero con seis valores posibles, en los cuales tenemos a la vez el resultado uno-uno, el resultado dos-dos, el resultado tres-tres, el resultado cuatro-cuatro... y estos...

Eduardo Punset:

¿Simultáneo?

Juan Ignacio Cirac:

Sí, están viviendo simultáneamente, están como en paralelo. Y cuando observamos obtenemos uno de los resultados pero es el que está siempre correlacionado.

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

Eduardo Punset:

Ahora lo que me estás sugiriendo, Cirac, es que en el mundo nuestro podremos utilizar algunas de las cualidades que hemos descubierto en el mundo microscópico, ¿no? Eso es lo que me estás sugiriendo, y eso es lo que va a suponer un cambio revolucionario en la visión, en la percepción del mundo al que estamos acostumbrados. Fíjate, yo he hablado muchísimo con evolucionistas, genetistas, biólogos... y, más o menos, hay el sentimiento de que bueno, hubo el aprendizaje agrícola primero. Después de esto, aprendimos cantidad de cosas que nos enseñaron realmente los animales. Luego vino la máquina de vapor, digamos, que fue el gran salto adelante que nos metió de lleno en la Revolución Industrial. Luego vino este computador que miras con gran apego por un lado pero, por otro, con cierto recelo... y este computador electrónico dio cauce a la Revolución Informativa, o sea, nos permitió realmente entrar de lleno en el mundo de la información. Oye, ¿el próximo salto adelante va a ser el vuestro?

Juan Ignacio Cirac:

Bueno, no sé si será el próximo o el siguiente, porque todavía falta mucho tiempo. Pero sí, sí: lo que estamos haciendo ahora, si lo relaciono con lo que acabas de decir, es que estamos intentando domesticar los átomos, las moléculas y los fotones: las partículas microscópicas. Y estamos dando los primeros pasos. Ya somos capaces realmente de pararlos, observarlos, aislarlos, verificar que todas las propiedades que predice la física cuántica son correctas... y ahora estamos empezando a construir con ellos algo y, si logramos ponerlo en marcha (algo que estamos intentando pero que va a tardar un tiempo hasta que lo lleguemos a domesticar) pues yo creo que eso va a dar lugar a una revolución, por lo menos en el campo del procesamiento y la transmisión de información: nos ofrece unas nuevas formas...

Eduardo Punset (solapado):

Que es casi todo... que es casi todo.

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

Juan Ignacio Cirac:

Sí. Bueno, nos ofrece una nueva manera de tratar datos, una nueva manera de procesarlos, una nueva manera de enviarlos, ¿no? Y transmitirlos, y yo creo que eso sí que puede dar lugar a una revolución.

Eduardo Punset:

Oye, otra revolución paralela en la que también estás: o sea, tú no solo te dedicas a los ordenadores estos que pueden tratar mil cosas, sino a una historia que llamáis simuladores. ¿Qué quieres decir? Simuladores porque estáis estudiando la estructura de determinados materiales... ¿qué son estos simuladores?

Juan Ignacio Cirac:

Es curioso que, si tú quieres construir un avión, pues antes de construirlo y ver si funciona, puedes programar con un ordenador una simulación y aprender, a través de un ordenador, si el avión va a volar, cómo va a volar, cuáles son las propiedades... o, si quieres construir una casa, pues no hace falta que la construyas y veas si se cae o no se cae: tú la puedes simular con un ordenador y ver, realmente, si funciona. Bueno, pues, aunque parezca mentira, si ahora cogemos un material que tenga 100, 200 átomos, y queremos simular su comportamiento en ciertas condiciones, no sabemos cómo hacerlo.

Eduardo Punset:

¿Ah, sí?

Juan Ignacio Cirac:

O sea, cosas que están formadas por muchos, muchos átomos las podemos simular muy bien: el tiempo, la meteorología, cómo se mueven las nubes... sin embargo, estos sistemas de 20,

redes

Título: «El ordenador del futuro» – emisión 161 (23/06/2013) – temporada 17

100, 200 átomos no sabemos cómo simularlos. Y la razón es que cumplen las leyes de la física cuántica, y las leyes de física cuántica son muy difíciles de simular con ordenadores. De hecho, Richard Feynman es el primero que se dio cuenta de esta propiedad de la física cuántica, y es el primero que empezó a pensar en los ordenadores cuánticos para resolver estos problemas. Entonces, una posibilidad para poder simular estos problemas (cómo se comportan los materiales a bajas temperaturas, cómo se comportan... cómo transmiten la electricidad, cómo transmiten el calor, etcétera, etcétera) es utilizar un ordenador cuántico. Y un ordenador cuántico puede hacer estas simulaciones, o podría hacer estas simulaciones, lo que ocurre es que no tenemos todavía ninguno y todavía falta mucho tiempo para que podamos construir uno de ellos. Pues bien, un simulador cuántico sería un sucedáneo de un ordenador cuántico, sería algo que no es tan difícil de construir como un ordenador cuántico, pero que sería capaz de simular estos materiales, este conjunto de átomos, de ver qué es lo que va a pasar si los ponemos juntos, y por eso es lo que estamos intentando construir, porque es una investigación que tiene aplicaciones a más corto plazo.