

Discurso de aceptación

21 de septiembre de 2021

Charles Bennett, galardonado en la categoría de Ciencias Básicas (XII edición)

Al cosmólogo John Wheeler, que hizo famoso el término “agujero negro”, le gustaba decir que el universo es más simple y más extraño de lo que nos imaginamos. Gilles Brassard y yo hemos tenido el privilegio de ayudar a elucidar un tipo de información más sencilla y más extraña, la información cuántica. Como los sueños, no puede copiarse ni compartirse. Si intentas contarle un sueño a alguien, al final olvidas el sueño y recuerdas solo lo que has dicho de él. Pero a diferencia de los sueños, la información cuántica obedece a leyes bien definidas. Además de tener importantes aplicaciones prácticas, ha cambiado nuestra comprensión del universo por razones de las que toda persona culta puede y debe saber un poco; como sabe, por ejemplo, de los agujeros negros.

La revolución de la información, que sigue transformando todos los aspectos de la vida en el siglo XXI, tuvo su origen en dos descubrimientos realizados en Bell Laboratories en 1948. Uno de ellos fue el transistor, que dio inicio a varias décadas de asombrosa miniaturización de la electrónica. El otro fue la revolucionaria obra de Claude Shannon *Mathematical Theory of Communication*. Hoy en día no hace falta ser científico para entender lo esencial: lo que sea que uno quiera comunicar —palabras, sonidos, imágenes, formas, movimientos y quizá algún día incluso olores— puede codificarse en bits —ceros y unos— transmitidos a través de un canal como la radio o la fibra óptica a una localización remota, que luego vuelven a ensamblarse en una versión aproximada del original arbitrariamente buena a beneficio del receptor. La teoría de Shannon era una idealización del comportamiento robusto de los objetos macroscópicos entonces utilizados como portadores de información, como tarjetas perforadas, ruedas dentadas e interruptores eléctricos. Esa información puede leerse y copiarse con exactitud sin alterar el original. Pero los químicos y los físicos saben desde hace tiempo que el comportamiento de la información contenida en objetos muy pequeños es más sutil. No se puede determinar el estado exacto de un átomo de materia, ni de un fotón de luz, porque el intento de conocerlo lo altera; y dos átomos o dos fotones que han interactuado alguna vez, pero que posteriormente se han alejado demasiado como para influirse mutuamente, pueden existir en el así llamado estado entrelazado, donde el comportamiento de cada partícula es aleatorio, pero la correlación entre ellas es demasiado fuerte como para explicarla partiendo de que cada partícula se encuentra en un estado propio (tal vez desconocido), todas cuyas propiedades pueden en principio determinarse examinándola aisladamente. Estos fenómenos (denominados “cuánticos” para distinguirlos del comportamiento ordinario “clásico” de los objetos macroscópicos) se conocen razonablemente bien desde la década de 1930, e incluso han suscitado cierto interés entre los filósofos; pero fueron considerados objeto de estudio de la física y la química, con poca relevancia en el

21 de septiembre de 2021

campo del procesamiento de la información salvo por ser una molestia: por ejemplo, al hacer los transistores muy pequeños más ruidosos y menos fiables que sus primos mayores.

Veinte años después del artículo de Shannon, nuestro genial colega Stephen Wiesner, fallecido este año, se dio cuenta de que los efectos cuánticos podían utilizarse para hacer cosas muy interesantes que la teoría de Shannon no contemplaba: por ejemplo, combinar dos mensajes en una sola transmisión de la cual el receptor pudiera recuperar cualquiera de ellos, pero no ambos. Wiesner no se molestó demasiado por publicar ni dar a conocer estas ideas, pero sí se las contó a un puñado de amigos. Gilles Brassard y yo fuimos, respectivamente, el primer informático y el primer físico que se tomaron en serio sus ideas, contribuyendo así a fundar la disciplina que hoy se conoce como ciencia de la información cuántica. Nuestro primer descubrimiento, que luego fue la primera aplicación práctica de la información cuántica, fue la distribución cuántica de claves. Permite a dos partes, que inicialmente no comparten ninguna información secreta, ponerse de acuerdo para compartir un secreto que nadie más conoce. A diferencia de los protocolos utilizados actualmente en Internet, su privacidad está garantizada por las leyes de la física y ni siquiera un adversario superior en espionaje o computación podría quebrarla. Con nuestros alumnos, construimos una demostración funcional en 1989 y fuimos superando sobre la marcha otros problemas para que el esquema fuera práctico, como compensar los errores de transmisión y medición y las fugas parciales de información interceptada por el espía. A principios de la década de 1990, en colaboración con Wiesner, Claude Crépeau, Richard Jozsa, Asher Peres y William Wootters, demostramos que el entrelazamiento no solo era un fenómeno muy interesante, sino un recurso útil y cuantificable, pese a no tener capacidad de comunicación por sí solo.

En la técnica de la codificación superdensa, duplica la cantidad de información clásica que puede enviarse a través de un canal cuántico, mientras que en la "teleportación cuántica" permite enviar información cuántica a través de un canal clásico. Por su parte, Artur Ekert demostró que el entrelazamiento también puede utilizarse para la distribución cuántica de claves. Y también en los años 90, ellos y otros investigadores, desarrollando los primeros trabajos que hicieron David Deutsch y Richard Feynman en los años 80, demostraron que la información cuántica proporciona una generalización igual de potente de la teoría clásica de la computación que de la teoría clásica de la comunicación de Shannon. Las técnicas inspiradas en la información cuántica han mejorado la precisión del cronometraje y las mediciones, y parecen a punto de producir mejoras económicamente significativas en tareas de procesamiento de información masiva y compleja para las que se requieren diversas combinaciones de comunicación, computación y privacidad. En teoría, nos han acercado hasta el umbral de los misterios más profundos de la física, como el origen del espacio-tiempo y el destino de la información que cae en un agujero negro.

Otro alucinante descubrimiento de la ciencia de los siglos XX y XXI es lo vasto y antiguo que es el universo en relación con la experiencia humana. En el universo conocido hay alrededor de mil millones de trillones de planetas, muchos de ellos potencialmente habitables; pero nuestra civilización es la única conocida. En realidad, las pocas pruebas que hay indican que la vida simple puede ser bastante común en el universo,



21 de septiembre de 2021

la vida compleja menos común, y las civilizaciones tan pocas y lejanas entre sí que nunca sabremos de ellas ni ellas de la nuestra. Pero la civilización está más amenazada que nunca porque han desaparecido los límites que durante casi toda la historia le permitieron prosperar en ciertos lugares mientras agonizaba o se extinguía en otros. En este escenario solitario que recuerda a la biblioteca de Babel de Borges, ningún interés de ninguna facción, ideología ni nación puede prevalecer sobre el imperativo existencial de preservar la civilización en la Tierra hasta que pueda extenderse a otros lugares. Mientras tanto, la evolución de la naturaleza humana, medida en una escala de mil de años, no parece a la altura de la situación presente, que nos exige pensar detenidamente, evaluar riesgos y beneficios antes de actuar; pero la mayoría nos dejamos arrastrar a decisiones imprudentes y emocionales, y más cuando los políticos demagógicos, y hasta los bienintencionados, ven que manipular nuestros temores y prejuicios es la mejor forma, o la única, de conseguir nuestro voto. Vadear este peligroso periodo de la historia de la Tierra, en el que el clima y la pandemia se ven impulsados con la misma fuerza por la desinformación que por las causas naturales, exigirá una colaboración sin precedentes entre los científicos naturales y sociales.