

En plena forma física

Con 40 años, Ignacio Cirac, premio Príncipe de Asturias 2006 de Investigación, ha logrado un enorme prestigio por sus estudios en física cuántica, un fascinante mundo que está llamado a revolucionar la ciencia. Así son su vida y trabajo en el instituto alemán que dirige. Por **Milagros Pérez Oliva**. Fotografía de **Pamela Spitz**.



Examples

$$H = \sum_r \left[\begin{matrix} [r] & [r+1] \\ \sigma_x & \sigma_x \end{matrix} + h_z \sigma_z^r \right]$$

sing m. t. m. f

n.c.p. $\downarrow$ title

$$|W\rangle = \sum_{i_1 \dots i_N} W[A^1 \dots A^N] |i_1 \dots i_N\rangle$$
$$\propto [ABA \dots B]$$



OTRA PERSPECTIVA. Ignacio Cirac, en las instalaciones del Instituto Max Planck de Óptica Cuántica, situado a las afueras de Múnich, donde construyen un computador cuántico.

Conforme me acercaba al Instituto Max Planck de Óptica Cuántica, situado en las afueras de Garching, al lado de Múnich, tenía una sensación ambivalente: fascinación por convertirme durante dos días en la sombra del personaje que con 40 años ya es una referencia mundial en su especialidad, y pavor porque en algún momento tendría que entrar en la física cuántica y no sentía las neuronas muy preparadas para ello. Ignacio Cirac dirige uno de los institutos de la más exigente organización científica de Alemania. Sus aportaciones en la teoría cuántica de la luz y la física atómica han abierto nuevos campos de experimentación y han permitido abordar un proyecto colosal, el superordenador cuántico. Pero no es en eso en lo que él trabaja. Lo suyo es la física teórica, un mundo de elucubración en el que el reto no es concretar aplicaciones, sino llegar lo más lejos posible. De lo mucho que se ha escrito sobre Cirac y sus "visionarias" aportaciones tras recibir el Premio Príncipe de Asturias 2006 de Investigación Científica y Técnica, hay algo que me produce especial curiosidad: qué quería decir César Nombela, uno de los miembros del jurado, cuando afirmó que sus aportaciones tendrían también "una considerable incidencia en el desarrollo de las ciencias de la vida". ¿Las ciencias de la vida?

Hace mucho calor también en Alemania, pero el edificio en que trabaja Cirac, aun sin aire acondicionado, es un reducto de bienestar. Ha comenzado la jornada con una reunión de dirección. El Instituto de Óptica Cuántica tiene 140 científicos y 50 técnicos agrupados en cuatro divisiones,

una teórica, la de Cirac, y tres experimentales. Desde 2001, Cirac es además el director del instituto, y aunque la burocracia es mínima, lleva su tiempo. Pero la espera es muy agradable: Es un edificio con grandes ventanales y enormes claraboyas por las que penetra un manto de luz cenital. En el amplio vestíbulo al que da el despacho de Cirac, la luz se dispersa tamizada entre palmeras y plantas tropicales, un mundo irreal, pues lo que se ve a través de las cristalerías es un trozo de llanura bávara con el trigo crecido.

En el primer momento no le reconozco. Ha subido los escalones de dos en dos y sólo cuando está a dos metros me doy cuenta de que es él. Es joven, pero aún lo parece más. Vestido con un pantalón claro y un polo verde que realza sus expresivos ojos claros, su imagen para nada se corresponde con lo que una mentalidad clásica definiría como "*herr direktor*".

Llegar tan alto tan joven significa que ha hecho una carrera meteórica.

La verdad es que nunca me he parado a pensar en ello. Supongo que es cuestión de trabajar mucho y estar en el momento oportuno en el lugar adecuado. Vas haciendo cosas, y sí, si miro atrás, es cierto, ha sido una carrera bastante rápida. Pero yo miro poco atrás, miro más al futuro.

Habla con una musicalidad extraña, tal vez por la mezcla idiomática en la que vive. En el poco rato que llevamos juntos ha pasado del castellano al alemán con su secretaria y al inglés por teléfono sin ninguna dificultad. Pero su biografía tiene otras mixturas >



CASA Y TRABAJO. Con su familia: su mujer, Eva, y sus tres hijos, Alicia, Sofía y Lorenzo, en el jardín de su casa. Y en el trabajo, con algunos de sus colaboradores. Su equipo está formado por 22 investigadores; de ellos, diez son alemanes y cinco españoles.

[04] En plena forma física

➤ interesantes. Por ejemplo, es catalán de nacimiento y castellano de adopción. Nació en Manresa, pero ha pasado la mayor parte de su vida en Madrid; estudió en la Universidad Complutense y fue en la de Castilla-La Mancha donde comenzó su fulgurante carrera docente y científica. También es hijo de una pareja mixta en términos de saber —profesor de griego el padre, de matemáticas la madre—, lo que ha repercutido muy positivamente en su bagaje intelectual. Y cuando obtuvo su primera plaza docente de Física en Ciudad Real hizo una cosa bastante atípica, quedarse y marcharse al mismo tiempo. De las tierras del Quijote a las de Colorado (EE UU), ambas con reminiscencias de llaneros

mi primer vuelo transoceánico pensaba: “Es que no voy a dar la talla; me voy a encontrar con toda esa gente y me van a hablar de cosas que no voy a entender, se van a fijar en que hablo mal inglés. Iba muy asustado. Luego te das cuenta de que eso les pasa a todos, no sólo a los españoles, y ves que ellos también aprecian lo que tú dices”.

Tengo la impresión de que el trabajo científico se parece mucho a la creación artística. ¿Es así?

Sí, sí. Está todo dando vueltas en tu cabeza hasta que, de repente, las cosas se ordenan. En física son más importantes las preguntas que las respuestas, definir bien cuál es el problema. Y sí, es cierto,

por conocer. También fue muy importante estudiar la carrera en Madrid. Estoy muy contento con mis estudios en la Complutense. He podido comprobar que fueron muy, muy buenos. Tal vez porque no requiere grandes medios, la física teórica ha sido siempre muy buena en España, más que la experimental. Pero he de decir que la física no fue mi primera opción. En realidad quería ser arquitecto, pero alguien me dijo que para eso tenía que saber dibujar bien y yo dibujaba fatal. Entonces pensé en ingeniería, y de hecho me matriculé en Aeronáutica, pero cinco días de clase fueron suficientes para cambiar la matrícula a Física. La razón fue que todos los profesores, cuando presentaban la asignatura, decían que lo que les importaba no era que entendiéramos las matemáticas, sino que supiéramos resolver los problemas, y a mí lo que me gustaba era entender. A mis padres no les gustó mucho el cambio, y yo creo que, para compensarles, empecé a estudiar también ingeniería industrial en la UNED. Pero en tercero, cuando llegué a la mecánica cuántica, me di cuenta de que había encontrado mi camino.

Hemos llegado al nudo gordiano de este reportaje, la física cuántica, y al privilegiado momento en que aquel que está considerado como uno de sus máximos exponentes habla de ella del modo más personal, desde las propias vivencias. Así que abro mi cerebro de letras y me dispongo a poner toda la conexión neuronal de que soy capaz:

“La mecánica cuántica me pareció fascinante porque es como si alguien te dice: existe otro mundo, el mundo de los átomos, con unas leyes completamente distintas, de las que no sabemos ➤

“En física son más importantes las preguntas que las respuestas, definir bien cuál es el problema”

más o menos solitarios, más o menos locos, dependiendo de cómo y cuándo se mire, como la física cuántica. Debí de ser una experiencia intensa, porque habla de ella como muchas mujeres hablan de su primer embarazo.

“Iba y venía. Acumulaba las clases y eso me permitía pasar cuatro o cinco meses en Estados Unidos. La Universidad de Castilla-La Mancha estaba naciendo, había captado investigadores jóvenes muy preparados y el trabajo era muy interesante. Pero lo de la Universidad de Colorado era otra cosa. Estaba en plena ebullición, y, de hecho, unos años después dos de sus investigadores obtuvieron el Nobel de Física por los trabajos que hacían entonces. Para mí era un desafío enorme. Recuerdo que en

existe la inspiración científica. Recuerdo épocas en que mi momento más inspirado era al levantarme por la mañana. Probablemente había pasado la noche soñando problemas, y mientras me afeitaba, frente al espejo, les daba vueltas. Alguna vez mi mujer me avisó de que me iba con media cara sin afeitar.

¿Cuánto de lo que es usted se debe a la inteligencia y cuánto a la familia, a la educación, al entorno cultural?

Creo que, en mi caso, lo que más ha influido son las circunstancias. La educación que he tenido. En mi casa la ciencia era muy apreciada y mis padres siempre se preocuparon por que leyera, por que fuera una persona culta, y me estimularon mucho el gusto por saber,

➤ prácticamente nada. Tiene una parte muy grande de matemáticas, pero también una parte muy misteriosa: es ese mundo microscópico que no podemos observar ni siquiera con microscopio, pero que se puede verificar experimentalmente. Y tiene además aspectos profundos, casi filosóficos, porque las leyes de ese mundo son muy extrañas: la objetividad no existe, el determinismo tampoco. Las cosas no están bien definidas. Una de las propiedades más extrañas de la mecánica cuántica es que, en ese mundo microscópico, un objeto no está ni aquí ni allí, sino en los dos sitios a la vez. Y no tiene una forma estable: sólo cuando lo observas quedan definidas sus propiedades. Todo en él es difuso, pero no porque no lo veas bien, sino porque es así. Es como una película completamente borrosa que se va enfocando y construyendo conforme la vas mirando”.

Le sigo, pero no sé si le comprendo.

Es que es complicado. Recuerdo que, cuando estudiaba, a veces tardaba mucho en entender un concepto. Y a veces

una matemática muy avanzada por la que también hay que pasar.

Y que muchas veces no tienen una aplicación inmediata. ¿Cree que la ciencia está demasiado orientada a obtener aplicaciones?

La ciencia se ha de dedicar a crear productos útiles para la sociedad. Pero también es importante investigar en áreas sin una aplicación inmediata y que ni siquiera se sabe si la tendrá. Las mayores revoluciones científicas se han debido a unos pocos locos que trabajan en las esquinas de la ciencia. El láser es un buen ejemplo: lo descubrieron unos físicos que intentaban encontrar una vía para observar mejor los átomos. Nadie le veía ninguna otra utilidad y ahora se utiliza incluso en cirugía. Nosotros intentamos dominar el mundo microscópico; si lo logramos, seguro que le encontraremos aplicaciones. Para avanzar, la ciencia necesita un punto de utopía.

Éste es un lugar propicio para ella. No hay aparatos en los dominios de Cirac. Sólo ordenadores, pizarras y lápices.

“En el mundo cuántico, uno más uno no son siempre dos porque, cuando son dos, actúan de forma diferente”

lo entendía, pero al día siguiente desaparecía, se borraba de mi cerebro y tenía que empezar de nuevo. Estamos acostumbrados a pensar que existe un mundo independiente de nosotros y que nosotros formamos parte de él. En el mundo cuántico no ocurre así. No podemos decir que está formado por partículas muy pequeñas que están ahí siempre, de acuerdo con unas reglas definidas. No, la mecánica cuántica nos dice que esas partículas pequeñitas ni están aquí ni allí, están en todas partes a la vez y sólo cuando las miramos se concretan sus posiciones y propiedades. Y si dejamos de mirar, dejarán de estar, no porque se hayan movido, sino porque las propiedades aparecen y desaparecen de una forma muy extraña.

Lo que explica me recuerda a la situación en que tomas conciencia de algo: estaba ahí pero tú no lo veías y de repente emerge como una realidad perceptible. ¿Es una comparación pertinente?

Sí. En la mecánica cuántica ocurre algo parecido. Sólo cuando observas los objetos, sus propiedades quedan fijadas. Esto llama mucho la atención y por eso es una materia tan atractiva para los estudiantes, pero viene acompañada de

Nadie le va a pedir una patente. Lo que le piden es que avance en el plano teórico, que lleve a Garching a los mejores *post-doc* del mundo, que los zarandee intelectualmente, los forme y los exprima durante cinco años como máximo, de forma que siempre haya savia nueva dispuesta a hacerse una nueva pregunta. A esa savia tierna pertenece el chico rubio que espera ser recibido por Cirac. Es suizo y ha solicitado una de las cinco plazas que se convocan cada año, para las que se presentan más de 300 aspirantes. Cirac lo acoge con afecto y se encierran en el despacho. Fuera, el sol del mediodía aprieta, pero el instituto es una burbuja de frescor en la que predomina un silencio algo extraño, como reconcentrado. Entonces me doy cuenta de que algo no acaba de cuadrar en el ambiente, una especie de contradicción entre continente y contenido. El edificio recuerda a un centro docente y su paisaje está formado por jóvenes muy jóvenes, que suben y bajan, entran y salen de los despachos, de la biblioteca, de la cafetería. Pero allí donde se esperaría al menos un cierto bullicio, lo que predomina es la contención. Está claro que las hormonas están amordazadas. Casi todas las puertas están abiertas, pero

puedes acercarte tranquilamente sin miedo a molestar porque, sumergidos en sus ecuaciones, cualquier intruso se vuelve transparente.

Ha terminado la entrevista con el chico suizo. Los despachos han comenzado a vaciarse; es hora de comer. Hay una cafetería con menú y una terraza junto a un riachuelo de lo más bucólico con grandes mesas redondas propicias al intercambio. Cirac explica que su equipo está formado por 22 investigadores (10 alemanes, cinco españoles y el resto de diferentes nacionalidades). “En mi grupo siempre hay bastantes españoles, pero no porque sean españoles, sino porque son muy buenos. Hasta ahora todos han sido fenomenales”.

Antes decía que la ciencia tiene que tener su parte de utopía. ¿Cuál es la suya?

Nos habíamos quedado en que existe un mundo distinto con unas leyes distintas. Si realmente lo llegamos a dominar, podremos hacer cosas que no son posibles en nuestro mundo. Y algunas de las cosas que ya ahora sabemos que podemos hacer en ese mundo microscópico están relacionadas con la información y los cálculos numéricos. Si tomamos por ejemplo un trozo de este metal y lo enfriamos mucho, vemos que empiezan a ocurrir cosas raras. Para saber qué ocurre exactamente, necesitamos ver cómo se comportan cada una de las partículas que lo componen, y para ello necesitamos una capacidad de cálculo que ahora no tenemos. Pero con los sistemas de información cuántica, sí podríamos.

Ahora veo la conexión con las ciencias de la vida.

Biología y física cuántica se van a encontrar, porque igual que podemos estudiar cómo se comporta un metal a temperaturas muy, muy bajas, también podremos estudiar cómo se comporta una molécula, una proteína, en determinadas condiciones. Serán aplicaciones que veremos muy pronto. Se ha hablado del siglo XX como el siglo de la Física y se dice que el XXI será el de la Biología, pero yo creo que avanzamos hacia una sola ciencia. Antes se creía que si tenemos una partícula y conocemos su comportamiento, podemos predecir qué ocurrirá con un millón de esas partículas. Pues no, en el mundo cuántico, si hay un millón, ya no se comportan igual, el todo no es igual que la suma de las partes, ni uno más uno son siempre dos porque, cuando son dos, actúan de forma diferente. Lo que es peor, esos dos pueden funcionar así ahora y más tarde de otra manera. Queremos averiguar qué ocurre y por qué.

➤ **¿Se puede establecer una relación entre cerebro y mecánica cuántica?**

Hay una cosa que ahora atrae mucho la atención de algunos físicos y neurólogos: el libre albedrío, la capacidad de decidir. Si todo es bioquímica, si estamos formados por moléculas que interactúan con el entorno, ¿hasta qué punto somos libres de decidir? Se han hecho algunos experimentos que sugieren que realmente no existe el libre albedrío. Es un recorrido muy especulativo, pero interesante. Hay investigadores de física cuántica interesados en estudiar el concepto de azar. A mí personalmente, esto me interesa, pero me queda muy lejos.

Hábleme de lo que le queda más cerca, la información cuántica. ¿En qué consiste exactamente su aportación?

Cuando yo empecé a investigar se especulaba con la posibilidad de un ordenador cuántico, pero no se sabía si era posible ni cómo hacerlo. Yo trabajaba en Ciudad Real y Colorado con Peter Zoller. Estaba estudiando las propiedades físicas de los iones y me di cuenta de que algunas de esas propiedades podían

ca cuántica, según la cual el observador modifica el entorno, permite que se pueda codificar la información de tal manera que cuando alguien intenta observarla, o cesa el envío o se destruye. Ya hay dos empresas que venden sistemas cuánticos de encriptamiento. Son muy caros, pero existen.

¿Quién los utiliza?

Actualmente existen métodos para encriptar muy buenos, pero no son seguros frente al ordenador cuántico, que podría leer sin problema toda la información, incluso la más rigurosamente secreta. No sabemos si este ordenador estará disponible dentro de 30 o 50 años, pero sí sabemos que entonces la información secreta será vulnerable, lo que puede dar lugar a situaciones embarazosas. En cambio, el sistema de encriptamiento cuántico es inexpugnable incluso para ordenadores cuánticos, por eso a la Agencia de Seguridad Americana y a otros organismos de esta naturaleza les interesa comenzar a utilizar ya estos sistemas de protección.

“Si todo es bioquímica, ¿hasta qué punto somos libres de decidir? Algunos sugieren que no existe el libre albedrío”

abrir la puerta al ordenador cuántico. Lo que encontré no sólo demostraba que el ordenador era posible, sino la forma de lograrlo. A partir de aquella idea original, que se publicó en 1995 en la revista *Physical Review Letters*, se han desarrollado unos 20 proyectos, de modo que hoy es una expectativa real. En estos momentos se están construyendo varios prototipos, uno de ellos aquí mismo. Y como derivada de estas teorías, también se ha desarrollado un sistema cuántico para enviar mensajes secretos de forma absolutamente inexpugnable.

¿Absolutamente?

Absolutamente. Cuando tomamos las partículas del mundo microscópico, puede que sus propiedades no estén bien definidas. El color, por ejemplo. Los fotones son un tipo de partículas que transportan la luz. Tenemos un canal secreto por el que queremos enviar información. Lo que hacemos es enviar fotones que no tienen un color definido. Si alguien intenta leer el mensaje, tendrá que observarlo, y, al hacerlo, se definirá el color; eso cambiará su estatus y quien envía o recibe la información se dará cuenta de que hay alguien que intenta leerlo. Esta regla de la mecáni-

¿Podría ver el computador cuántico, por favor?

Por supuesto. Lo construye una de las divisiones experimentales del instituto.

Recorremos varios pasillos y llegamos ante una puerta protegida por sistemas de seguridad. Cuando se abre, lo que aparece es una habitación llena de cables, espejos, circuitos, lentes y rayos láser que parecen competir en una carrera enloquecida. Tres jóvenes discuten en torno a unos planos muy sobados, indicador claro de que libran un feroz combate neuronal.

En el aula docente esperan a Cirac tres de sus jóvenes colaboradores, Inés de Vega, Christine Muschik y Diego Porras. Van a exponer el problema matemático en el que están trabajando. Cirac les escucha y, de tanto en tanto, les interrumpe con preguntas. Ellos llenan y vacían la pizarra varias veces. Cuando terminan, están exhaustos, pero satisfechos. El madrileño Diego Porras lleva ya tres años y confiesa que disfruta: “Hacemos un trabajo muy creativo”. Dice que no siente la presión del instituto. Inés de Vega es de Tenerife y trabaja en lo que ha de ser el *hardware* del ordenador cuántico. En la explicación

de lo que hace pronuncia una palabra que ha dado lugar a muchos equívocos, “teletransportación”, pero rápidamente aclara su significado: “Esto no quiere decir que la mecánica cuántica pueda llegar a transportar un cuerpo de un lugar a otro, como en las películas. Lo que se transfiere es información”.

Menos mal.

Termina la jornada. Cirac nos invita a conocer a su familia. Vive en el mismo Garching, pero vamos en coche, un Mercedes blanco. Garching es a Múnich lo que Majadahonda a Madrid o Sant Cugat a Barcelona. “A mi mujer la conocí en COU y nos casamos en 1991. Estudió Farmacia e hizo un doctorado en nutrición, pero lo dejó porque nos fuimos a vivir a Ciudad Real y enseguida tuvimos a nuestra primera hija, Alicia; en 1995 nació la segunda, Sofía, y al año siguiente ya nos fuimos a Innsbruck. Nuestro tercer hijo, Lorenzo, nació aquí; tiene dos años. La verdad es que mis hijas se han adaptado muy bien y son completamente bilingües. En casa hablamos castellano, pero entre ellas cambian enseguida al alemán”.

Vive en una espaciosa casa adosada con jardín. En cuanto le ve, el pequeño Lorenzo, vital y extrovertido, se lanza a sus brazos. Su mujer, Eva, dice que se encuentra a gusto en Alemania, aunque a veces echa de menos ver más a su familia. Pero ya ha asumido que en la ciencia no hay fronteras.

La mañana siguiente, la agenda incluye varias reuniones de trabajo y una sesión con el grupo. Conozco a otros dos españoles, también con expediente todo matrículas: la valenciana Maria del Carmen Bañuls, que trabaja en sistemas de fermiones, y Miguel Aguado, formado en la Universidad de Zaragoza: “Aquí, si dices que eres investigador, te miran con respeto. En España, con conmisericordia”, dice, irónico. “Aquí podemos hacer ciencia de primerísimo nivel”, añade Cirac. “Max Planck es una institución pública, como el CSIC en España, financiada por el Gobierno federal. Tiene 80 institutos que cada dos años se someten a la evaluación externa de dos comités, uno científico y otro social. Y es uno de los pocos sitios en el mundo en que no te presentas a la plaza; son ellos los que van a buscar. Yo llevaba cinco años en la Universidad de Innsbruck (Austria), como profesor de Física-Teórica, cuando me hicieron la oferta. Me hizo mucha ilusión”.

Antes de despedirme le pregunto si ha pensado en el Nobel. “Es el *sumum*. No te lo puedes ni imaginar. Pero supongo que todo científico ha tenido alguna vez esa fantasía”. ●