GABRIEL PANKOW

Entrevista con la Premio Nobel de Física Anne L'Huillier

El Nobel de Física de 2023 fue otorgado a Anne L'Huillier y sus dos colegas Pierre Agostini y Ferenc Krausz. Solo unos días antes la Fundación Berthold Leibinger había concedido el galardón Zukunftspreis a esta física atómica. En una entrevista en exclusiva, Anne L'Huillier, flamante Premio Nobel de Física, explica a dónde conduce la investigación sobre los haces láser más cortos del mundo.

Sra. L'Huillier, cuando en una fiesta le preguntan a qué se dedica, ¿qué responde?

L'Huillier: Para esas situaciones tengo preparada una respuesta con la que estoy muy satisfecha. Digo que trabajo en la frontera entre la física del láser y la física atómica. Nuestro equipo utiliza pulsos láser muy, muy cortos, como el flash de una cámara. De este modo grabamos movimientos extremadamente rápidos, como los electrones.

¿A qué se refiere cuando habla de pulsos láser muy, muy cortos?

L'Huillier: Pulsos que duran un par de attosegundos.

¿Cómo puedo imaginarme un attosegundo?

L'Huillier: No puede. Hay diferentes ensayos para mostrar gráficamente la brevedad de ese intervalo de tiempo. La comparación que suelo hacer es la siguiente: un attosegundo es a un segundo como un segundo a la edad del universo, es decir, 14 mil millones de años. Pero ¿ayuda algo realmente esa explicación? Tengo mis dudas. ¿Le ayuda a usted?

Bueno, un poco quizás.

L'Huillier: Debemos simplemente asumir que no se puede comprender con la sensación humana del tiempo. Por suerte, no dependemos de ello. Nosotros poseemos los métodos abstractos de las matemáticas y la teoría, así como la experimentación práctica. Un attosegundo equivale a 10^{-18} segundos. Ahora bien, mucho más interesante que pensar en la duración de un attosegundo, es la cuestión de por qué queremos actuar en escalas de tiempo tan cortas.

De acuerdo. Entonces ¿para qué necesitamos pulsos de attosegundo?

L'Huillier: Hay procesos en la naturaleza que suceden tan rápidamente que solo podemos medirlos con pulsos de luz de attosegundos. Los más importantes serían los movimientos de los electrones. Cuanto más corto sea nuestro destello, es decir, el pulso, más exacta será la observación del proceso. Actualmente, mi grupo de investigación está registrando principalmente

procesos en átomos simples, porque es más sencillo. Cuando seamos más eficaces, será posible observar movimientos de electrones en sistemas más complejos, como en las moléculas, por ejemplo. Las reacciones químicas tienen lugar cuando se mueven los electrones. Llegará un momento en que podamos medir estos movimientos iniciales.

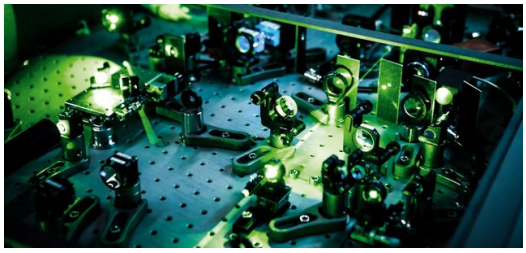
¿Y entonces?

L'Huillier: Poder medir algo es el primer paso para poder controlarlo. Es decir, el gran objetivo final es controlar en algún momento reacciones químicas al nivel de los electrones.

¿Y qué se podrá hacer entonces?

L'Huillier: Es difícil ofrecer una visión bien definida. Se trata de investigación básica.

La catedrática Anne L'Huillier abrió en su día la puerta a la física de los pulsos láser de attosegundos. Con sus investigaciones, ahora estrecha el cerco sobre los electrones.



Con los pulsos láser de femtosegundos, el equipo investigador genera en Lund, Suecia, los denominados altos armónicos, que utilizan para producir pulsos láser de attosegundos y observar, de este modo, procesos a nivel atómico.

En un experimento en 1987 usted descubrió cómo generar los denominados altos armónicos. Una condición previa para generar pulsos de attosegundos.

L'Huillier: ¡Sí, fue una afortunada coincidencia! Te sientes genial cuando te encuentras con algo que no esperabas. Te desconcierta y te hace pensar. Por aquel entonces lo que queríamos era disparar gases nobles con luz láser de alta potencia e investigar los efectos de la fluorescencia. Resultó que la luz más potente observada no era fluorescente, sino los altos armónicos de la frecuenica láser. Este descubrimiento cambió mi carrera profesional. Con ayuda de los altos armónicos, pudimos generar más adelante pulsos de attosegundos, que es lo que sigo haciendo hoy en día.

¿Podría, al menos, imaginarme los altos armónicos?

L'Huillier: ¡Sí, eso sí! Para ello tengo una comparación que funciona mucho mejor que la del universo y los attosegundos. Cuando toca la cuerda de un violín con el arco no solo surge el sonido en sí, sino también una frecuencia sonora pura. También se producen otras frecuencias. En música se les llama armónicos superiores o sobretonos. Son los que dan color al sonido. Los sobretonos son armónicos. Algo similar sucede cuando, en determinadas circunstancias, se expone un gas a pulsos láser de alta potencia durante femtosegundos: surgen nuevas frecuencias láser con una onda mucho más corta. Los altos armónicos son los sobretonos de la física del láser.

¿Qué se puede hacer con pulsos de luz de altos armónicos?

L'Huillier: En un siguiente paso, crear pulsos de attosegundos. Claro que también son útiles por sí mismos. Actualmente cooperamos con un fabricante de instalaciones de litografía y metrología para la industria de los semiconductores. La idea es comprobar las minúsculas estructuras en los semiconductores con ayuda de altos armónicos. Para mí, como investigadora básica, es un proyecto inusualmente concreto. Estoy sorprendida y satisfecha con que nuestro trabajo pueda resultar de utilidad para la sociedad.

¿Acaso la tecnología láser también se beneficia de su investigación?

L'Huillier: Sí. En la física de los attosegundos llevamos décadas espoleando a los fabricantes de láseres a desarrollar nuevos y mejores láseres de pulsos ultracortos. Por otro lado, también nosotros nos beneficiamos de mejores fuentes de rayo láser. Cuanto mejor es la fuente del rayo láser inicial, mejores serán los altos armónicos y, en consecuencia, mejores serán los pulsos de attosegundos. A partir de aquí generamos nuevos desarrollos técnicos como métodos de diagnóstico y medición en el área de la tecnología láser de pulsos ultracortos. Así que es un estímulo constante. Pero, además de estas felices consecuencias, hay otra cosa que, para mí, es lo realmente importante de mi trabajo.

¿Qué es para usted lo más importante?

L'Huillier: Soy investigadora. Pero también soy docente. Puedo formar a muchos jóvenes inteligentes y observar cómo crece

su conocimiento. Para mí esa es mi mayor contribución.

Anne L'Huillier es profesora de física atómica en la Universidad de Lund en Suecia. Está considerada una de las cofundadoras más importantes del campo de investigación de la física de los attosegundos. En 2023 L'Huillier recibe el galardón Zukunftspreis de la Fundación Berthold Leibinger por sus logros en investigación. Un par de días después obtiene el Premio Nobel de Física junto con Pierre Agostini y Ferenc Krausz.

GABRIEL PANKOW
PORTAVOZ DE TECNOLOGÍA LÁSER