

EL MUNDO DE LO MÁS VELOZ, EL ATTOMUNDO

BASILIO A. KOTSIAS

E-mail: kotsias@yahoo.com

El premio Nobel de Física 2023 fue otorgado a P. Agostini, F. Krausz y A. L'Huillier por sus estudios de la dinámica de los electrones en la escala temporal de los attosegundos. Este reconocimiento incluyó un premio de un millón de dólares¹. Un attosegundo es una milmillonésima de milmillonésima de segundo, es decir 10^{-18} segundos, el tiempo natural del movimiento de los electrones en átomos y moléculas. Una analogía para entender esta unidad es que, si un attosegundo se alargara a un segundo, un parpadeo ocuparía casi toda la edad del universo y que en un attosegundo un haz de luz se pasea de un extremo a otro de una molécula de agua: Bienvenidos al attomundo.

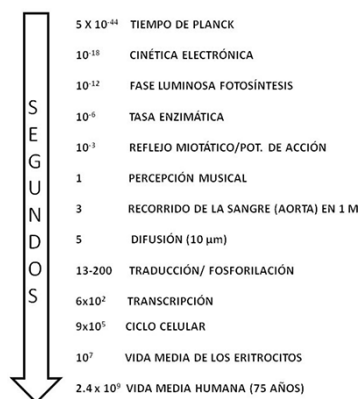
Para comprender mejor esta unidad, se muestran en la figura adjunta fenómenos biológicos que yacen a lo largo de un "río" de más de veinte órdenes de magnitud, entre la vida media humana y el procesamiento de los excitones durante la fase luminosa de la fotosíntesis, extremos provisionales de una escala que mide nuestra vida diaria². Contrario al "sentido común"- la escala parece tener un límite inferior, su valor es de 5.4×10^{-44} segundos, el "Tiempo de Planck", el mínimo tiempo en el que puede ocurrir algo con sentido físico³. "Cerca" de uno de los extremos de la escala se halla el mundo de los attosegundos.

¿Cuál es el propósito de detectar procesos tan rápidos como con los attosegundos? La respuesta es que proporcionan herramientas para entender la materia. Pulsos laser de attosegundos que permiten estudiar las interacciones de los fotones con los electrones y sus órbitas como en la fase luminosa de la fotosíntesis o que uno de los fotones emitidos desplace a un electrón de su posición o los cambios que suceden cuan-

do una molécula vibra o se desintegre. Esto aporta información sobre la particular sustancia en la que se realiza el experimento como la posición de un electrón entre sus distintas órbitas dentro de un campo

electromagnético, la fuerza responsable de toda la química y con esto la anticipación de conocer posibles uniones moleculares⁴.

La información actual está en una fase inicial y se espera recoger los "frutos maduros" con el tiempo. Aunque no existen imágenes mentales que repliquen el rigor de los cálculos se proyecta utilizar esta información para diseñar dispositivos electrónicos súper-rápidos y más aplicaciones en la biomedicina. Ya tenemos señales prometedoras como con la espectroscopía Raman que requiere pulsos de laser en el rango de los subpicosegundos para observar cambios de polarización de la molécula⁵. Como ejemplos, conocer el intercambio del aminoácido fenilalanina entre una línea celular y el complejo apical del parásito *Toxoplasma gondii*⁶ que no puede sintetizarla y por lo tanto se la "roba" a su huésped o para diagnosticar tumores de estómago a partir de biopsias del estómago. En este caso, en menos de 60 segundos se obtienen imágenes histológicas compatibles con los métodos de tinción comunes a partir de los espectros de vibración de las biomoléculas excitadas con pulsos láser de cortísima duración⁷.



Como una perla agregamos que el premio Nobel de Química de 2023 otorgado a M. Bawendi, L. Brus y A. Ekimov por el descubrimiento y síntesis de los puntos cuánticos (*quantum dots*), materiales que hacen a la nanotecnología⁸. De esta manera las dos disciplinas galardonadas

comparten fenómenos que los acercan un poco (poquísimo) más a los límites mínimos presentes en las profundidades de la materia.

El extraño nombre para esta unidad de tiempo, atto, proviene de una palabra danesa o noruega que designa al número 18⁹.

Bibliografía

1. The Nobel Prize in physics. En: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2023/press-release/>; consultado enero 2024.
2. Shamir M, Bar-On Y, Phillips R, Milo R. SnapShot: Timescales in Cell Biology. *Cell* 2016; 164: 1302.
3. Rovelli C. El orden del tiempo. Anagrama, Barcelona, España: 2017.
4. Do attosecond lasers allow us to further constrain the location of electrons within the established probability clouds, via time? En: <https://physics.stackexchange.com/questions/783923/do-attosecond-lasers-allow-us-to-further-constrain-the-location-of-electrons-wit>; consultado enero 2024.
5. https://www.mt.com/mx/es/home/applications/L1_AutoChem_Applications/Raman-Spectroscopy/raman-scattering.html; consultado enero 2024.
6. Naemat A, Elsheikha HM, Boitor RA, Notingher I. Tracing amino acid exchange during host-pathogen interaction by combined stable-isotope time-resolved Raman spectral imaging. *Sci Rep* 2016; 6:20811.
7. Liu Z, Su W, Ao J et al. Instant diagnosis of gastroscopic biopsy via deep-learned single-shot femtosecond stimulated Raman histology. *Nat Commun* 2022; 13:4050.
8. The Nobel Prize in chemistry. En: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2023/press-release/>
9. Merriam Webster. En: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/atto->; consultado enero 2024.