

17/05/2020

Disparar la luz fantástica

TXT ALE HACKER IMG SEBASTIAN GAGIN

¿Cómo se hace un láser y para qué sirve? ¿Son posibles los sables láser de Star Wars?

El laboratorio estaba completamente a oscuras y de repente apareció. Un rayo de luz. Rojo como el rubí. Infinito, poderoso, hipnótico. Un rayo para ver y para medir, para crear y para destruir. Un rayo que abriría las puertas a la naturaleza más extrema del Universo. Qué julepe.

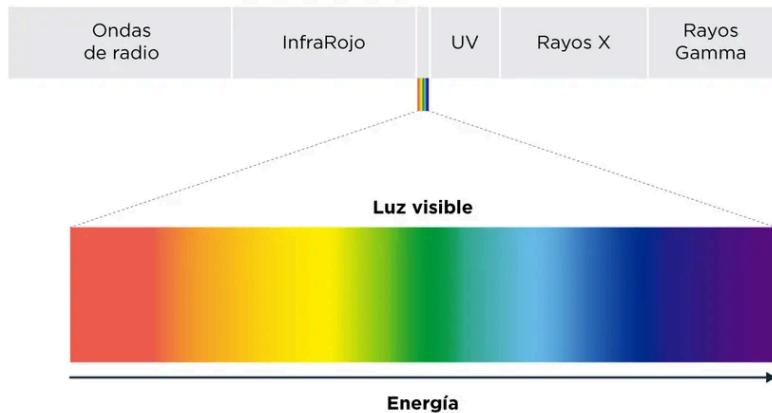
Hace 60 años, el 16 de mayo de 1960, el físico norteamericano Theodore Maiman creó el primer láser de la historia. Pero esa historia comenzó, en realidad, mucho antes, en 1916, cuando Albert Einstein (¿quién otro?) planteó los fundamentos teóricos para el desarrollo de este dispositivo. A esto le siguió una larga carrera que ocupó a investigadores y laboratorios durante varios años,

sumado a una siempre presente controversia con respecto a patentes y cosas del estilo. Sin embargo, cuando se construyó exitosamente el primer láser –pese a los años que llevó lograrlo– la opinión generalizada era que estábamos ante ‘una solución en busca de un problema’. Construimos el láser, ¿y ahora qué? ¿De qué nos sirve? Poco se sabía que este evento marcaría el inicio de una nueva era científica y técnica, desencadenando una avalancha de descubrimientos e innovaciones que se extienden hasta el infinito y más allá, repercutiendo en nuestra vida para siempre.

Pero ¿qué es un láser? ¿Por qué fue tan importante? Lo primero que hay que saber acerca del láser es que es un acrónimo. LÁSER es ‘*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*’. Esto en castellano quiere decir ‘**amplificación de luz por emisión estimulada de radiación**’. ¿Y qué significa? Allá vamos.

La loooooz

La respuesta a qué es la luz fue cambiando con los años. Hoy día sabemos que es ni más ni menos que **radiación** electromagnética. Esta, al igual que los gemelos fantásticos, se puede expresar de varias formas, particularmente dos, de acuerdo a la física cuántica: en forma de onda que se propaga o en forma de chorro de partículas llamadas **fotones**. Para nuestro caso se va a expresar como fotones. ¿Por qué? Bueno, porque es lo que termina pasando en la práctica cuando se hacen los experimentos que vamos a contar, qué le vamos a hacer, yo no inventé las leyes de la mecánica cuántica. Estos fotones tienen energía, la cual determina el color de la luz. La luz visible va del rojo al violeta en la escala, pasando por todos los colores del arcoíris. Fotones con energía mayor al violeta componen la famosa radiación ultravioleta (que no se ve), y con energía por debajo del rojo tenemos toda la radiación infrarroja (que tampoco se ve).



Captura del espectro electromagnético. Fotón

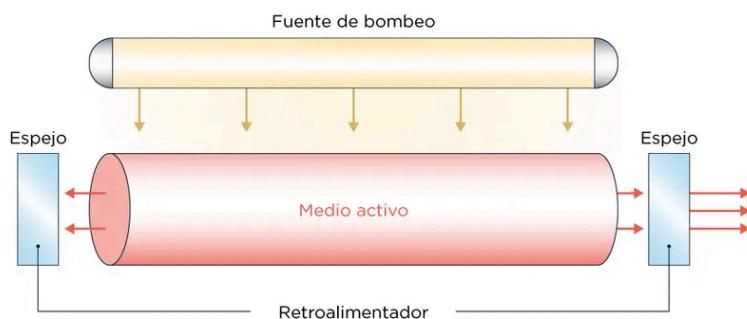
Los materiales pueden **absorber** luz pero sólo de algunos determinados colores, es decir, luz cuyos fotones tienen determinadas cantidades de energía. Al hacerlo, el material aumenta su energía: la energía del fotón no desaparece, sino que hace que algún elemento del material se excite (sí, ‘excite’ es el término técnico). Por ejemplo, un electrón puede excitarse pasando de un estado de menor energía a uno de mayor energía. Ahora bien, si un material es capaz de absorber luz de un determinado color, entonces también **emitirá espontáneamente**, después de un tiempo, luz de ese color. O sea que, después de un tiempo, el electrón emite un fotón y se desexcita. Como nos pasa a todos, básicamente, después de un tiempo. Esos dos procesos de interacción entre la luz y la materia (absorción y emisión espontánea) ya eran conocidos en 1916. Lo que Einstein propuso fue la existencia de una tercera forma de interacción: la **emisión estimulada** (no espontánea). Propuso que, si al momento en el que llega un nuevo fotón, el electrón que recibe esa luz ya se encuentra excitado (por haber recibido energía previamente), entonces se desexcitará emitiendo un segundo fotón; y que ese otro fotón tendrá el mismo color, dirección y *fase* (otra característica importante de la luz) que el primer fotón, el que estimuló la emisión. Resumidamente: **al principio del proceso hay un fotón y un electrón en estado excitado. Al final, dos fotones y un electrón desexcitado:** la energía total se conserva y todos felices.

Ahora bien: si un fotón de un determinado color pasa por un material con decenas de electrones excitados, entonces al interactuar con el primer electrón lo desexcitará por emisión estimulada y tendremos dos fotones. Esos dos fotones ahora desexcitarán otros dos electrones, y así por delante. Entonces, un solo fotón

produce, a través de emisión estimulada, muchísimos otros fotones con la misma dirección, color y fase. Es decir, ese fotón será **amplificado** y el efecto será un haz de luz monocromático (mono=1, riel=riel, cromático=color).

¡Hágalo Ud. mismo!

Lo hicimos, completamos todas las letras de LÁSER. Ahora veamos cómo hacemos para construir uno. Necesitamos tres componentes básicos: en primer lugar está la **fuente de bombeo**, que provee la energía necesaria para que se produzca y mantenga la emisión (para que los electrones, tomando el ejemplo anterior, se mantengan en el estado excitado). Una fuente de bombeo puede ser de varios tipos, por ejemplo, una corriente eléctrica, una reacción química, una lamparita o, curiosamente, otro láser. Este último caso es como la vieja receta para hacer galletitas: se requiere harina, azúcar, manteca, huevos y galletitas. Lo que sí, este láser tiene que ser de mayor energía que el que se quiere generar.



El láser por dentro.

El segundo componente es el **medio activo**, un material que puede ser sólido (materiales semiconductores, cristales), líquido (colorantes) o gaseoso. Es el que recibe la energía de bombeo y la usa para emitir la radiación. Pero ojo, para que la emisión estimulada sea efectiva, necesitamos el tercer componente del láser: la **cavidad resonante** o retroalimentador. Esta consiste en dos espejos colocados a ambos lados del medio activo para que reflejen la luz y la misma pase muchas veces por el material, amplificándose por cada ida y vuelta. El chiste es que uno de los dos espejos deja escapar un pequeño porcentaje de luz en cada impacto. Estos fotones prófugos son los que le dan forma a nuestro haz y la cavidad resonante es

lo que hace que el láser sea tan brillante y tan colimado (que se mantenga finito con la distancia).

Otro aspecto importante y buscado del láser es que tiene *coherencia*, que vendría a ser que los fotones viajan alineados entre sí (en física se dice que ‘*mantienen una relación de fase constante*’), a diferencia de la luz natural o de fuentes térmicas, que son incoherentes. De esta manera obtenemos como resultado un haz de luz intenso, monocromático (el color lo determina el material que se use como medio activo), colimado y coherente. Estas son las características fundamentales que hacen que el láser sea tan especial y se haya buscado su construcción desde que se teorizó en 1916. Son las propiedades que lo hacen aplicable a tantos ámbitos y las que le permitieron marcar la revolución que vino con su aparición.

Eso escaló rápido

Ahora que ya sabemos qué es y cómo funciona un láser, podemos ver en qué ámbito y para qué se utiliza. La respuesta es bastante simple: para todo lo que uno se imagine. Las aplicaciones del láser hasta el día de la fecha, como si fuera su propio mercado de pulgas, abarcan pero no se agotan en:

Telecomunicaciones, tratamientos quirúrgicos, grabación y reproducción de CDs, cortado y soldado industrial, investigación científica, lectura de códigos de barras, destrucción de enemigos en el ámbito militar (misiles, aviones, barcos, etc.), destrucción de enemigos en el ámbito estético (acné, estrías, vellosidades, etc.), detección de ondas gravitacionales, espectáculos visuales impresionantes,...

...topografía, documentación arqueológica, puntero para presentaciones digitales , guiado de robots, molestar a jugadores en la mitad del partido, el mouse que no es con ruedita, tratamiento de cáncer, marcarle a alguien que se baje del parlante, pinzas ópticas para manipular células y atrapar virus y bacterias, seguridad,...

...catalogación de patrimonios arquitectónicos, sanado de tejido celular, termómetros, hologramas, láser *tag*, impresoras láser, borrado de tatuajes, proyección cinematográfica, medición de la distancia a la Luna, cirugía ocular y odontológica, arpa láser, recreación de las condiciones extremas del Universo momentos después del Big Bang...



Un niño flotó sobre mí y voló un auto con su rayo LAAASER

...entre otras tantas aplicaciones.

Preguntas frecuentes y no tan

- *¿Son posibles los sables láser de Star wars?*

No existe arma más copada en la historia del cine que la de los Caballeros Jedi y Señores Sith, un arma elegante para una Era más civilizada. Esos colores, ese sonido cuando se desenvaina, esas coreografías...

Perdón, ¿en qué estábamos? Ah sí, ¿son asequibles por la ciencia y tecnología actual? Bueno, veamos.

El desafío principal es que el láser tenga forma de espada. Para esto habría que detener el haz en algún punto y acá se complica. Tal como habrá comprobado cualquiera que haya usado un puntero láser, este, como radiación electromagnética que es, **tiende a propagarse hasta el infinito, salvo que coloquemos algún obstáculo**. Podríamos poner un espejito al final del sable pero no sería lo mismo, ¿no? Incluso aunque solucionemos este problema, si queremos que nuestro sable corte puertas y enemigos, la energía necesaria para generar un láser con esa potencia (aproximadamente la misma que consumen diez aires acondicionados) requeriría una batería demasiado grande como para que entre dentro del mango. Y ni hablar del sistema de enfriamiento necesario para que el mango no se recaliente y nos queme o derrita la mano. Finalmente, este sable láser sería inútil para defenderse ya que dos láseres no se chocan entre sí, pasan uno a través del otro.

Por lo visto es básicamente imposible hacer un sable láser en la vida real. Profesor Cocoon, ¿diría usted que es momento de estrellarse las cabezas unos contra otros y sacarse los sesos? No tan rápido, joven padawan. Lo único que hicimos fue descartar la idea de usar láseres. El canon de *Star Wars* y la ciencia de la vida real ya establecieron que los sables láser son, de hecho, sables **plasma**. El plasma es un gas cuyas partículas están cargadas eléctricamente y se lo conoce como ‘el cuarto estado de la materia’. Ejemplos de plasma son los relámpagos, las estrellas y el 99% de la materia visible en el Universo. Resulta que el plasma cumple con todas las características que uno quisiera en un sable láser, o sea que es el material perfecto para construir esta arma. Por ejemplo, al estar cargado eléctricamente, el plasma puede ser manipulado y moldeado por un campo magnético externo para darle forma de espada.

Y si ya está todo resuelto, ¿por qué no se fabricó ninguno? Para generar el tipo de plasma necesario haría falta una energía comparable con la que ilumina una ciudad entera y además, si dos de estos sables plasma chocaran entre sí en un duelo, generaría una explosión que pulverizaría a ambos guerreros. Si igual no valdría la pena con tal de probar uno, ya es otra pregunta.

- *Si todas las personas del planeta apuntáramos a la Luna con un puntero láser, ¿cambiaríamos su color?*

Esto le preguntaron al físico e historietista Randall Munroe. La respuesta completa se puede ver en su página o en este video, pero a modo general, resulta que depende de la intensidad del láser y los resultados van desde no generar ningún efecto hasta prender fuego la Tierra y matarnos instantáneamente a todos.

- *¿Cuál es el láser más potoso que existe?*

Para darnos una idea, un puntero láser común y corriente tiene una potencia de hasta 1mW (miliwatt), o sea la milésima parte de un watt. Estos son inofensivos salvo que lo apuntemos al ojo (y ojo con eso). Un láser 1000 veces más potente (1W) ya puede explotar globos, quemar madera, plástico y otras cosas. Láseres del orden de los kilowatts (1000 watts) y megawatts (1 millón de watts) ya se usan como armas militares para destruir blancos a miles de kilómetros. Los ejemplos

anteriores no llegan ni a soplido en comparación al láser desarrollado por el Extreme Light Infrastructure for Nuclear Physics (ELI-NP) y el grupo Thales en Rumania, el cual en marzo del año pasado se disparó con una potencia de 10 mil billones (un uno seguido de dieciséis ceros) de Watts, otorgándoles el puesto al láser más poderoso del mundo. Para ilustrar esa potencia: es como si agarrásemos toda la energía solar que llega a América y Europa en conjunto y la concentráramos en un único rayo láser. Los objetivos de este láser son la **investigación en física nuclear, en tratamientos de altas energías para el cáncer y simular supernovas para entender cómo las explosiones estelares forman metales pesados**. Tomá mate.

Queda claro que desde 1960 el láser se fue infiltrando en todos los aspectos de la sociedad, dejando poco territorio sin cubrir. No sólo se le dio rienda suelta en el mundo del arte y el entretenimiento sino que nos otorgó nuevas formas de tratar enfermedades, documentar y almacenar información, comunicarnos más ágilmente y hasta nos ayuda a descubrir los misterios del Universo y del mundo microscópico.

Cuando apareció hace 60 años nadie se imaginaba el potencial que tenía esta nueva tecnología y sin embargo, desde entonces, en todo el mundo se dispara la luz fantástica. Será nuestro el deleite ver con qué nos sorprende en el futuro. Ojalá sea algo relacionado con una estación espacial esférica enorme y un rayo verde capaz de destruir planetas enteros. O no. No, mejor no.

elgatoylacaja.com/disparar-la-luz-fantastica

