Y, ¿cómo apareció el láser?

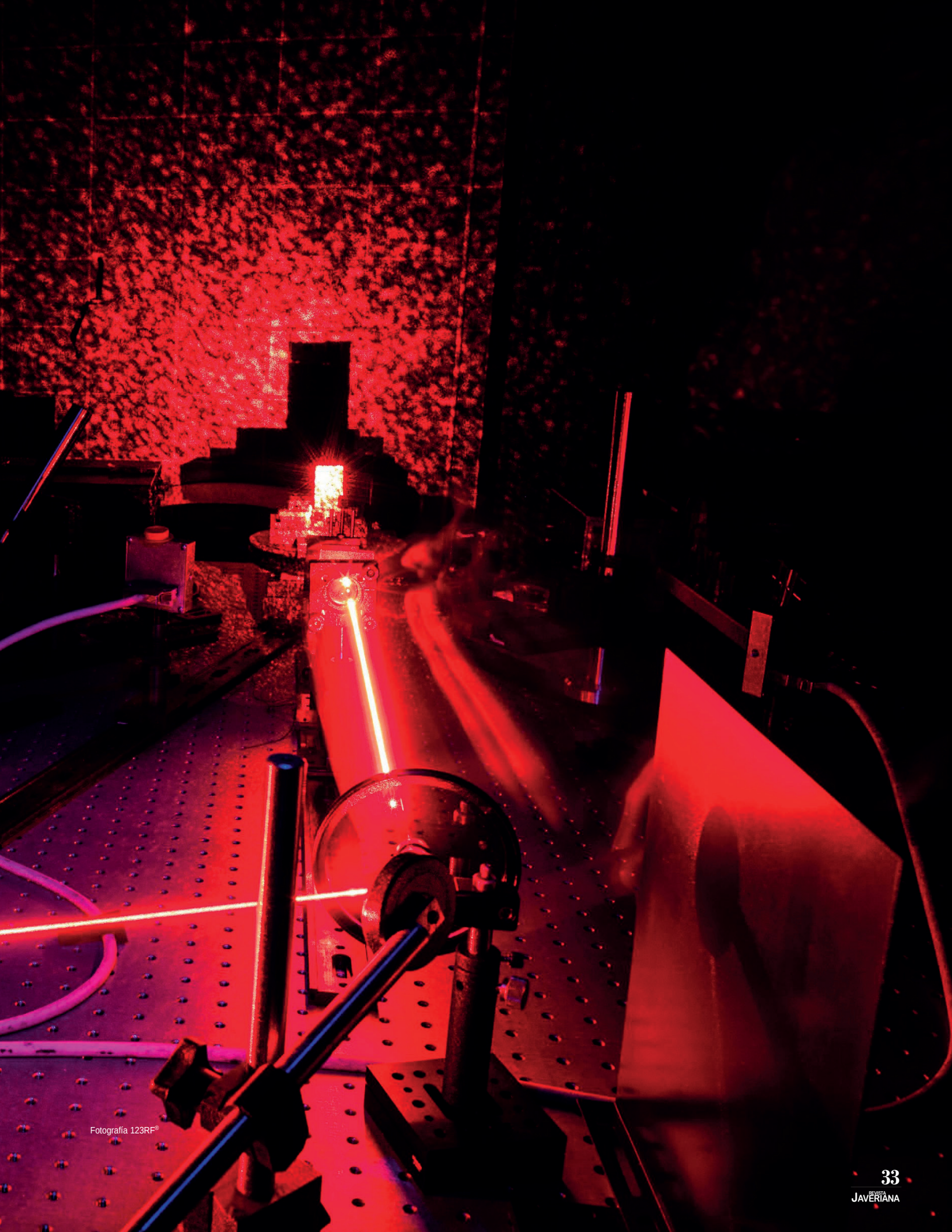
Alejandra Catalina Valencia González*

El año es 1960 y el lugar es Hughes Research Laboratories en Malibú, California. En ese entonces y en ese lugar, un hombre de 32 años de edad, llamado Theodore Maiman, ganó la carrera por implementar el primer láser. Esta "solución en busca de un problema", como Irnee D'Haenens (compañero de trabajo de Maiman) lo definió, se ha convertido, hoy en día, en un descubrimiento científico con un gran impacto en nuestra vida diaria.

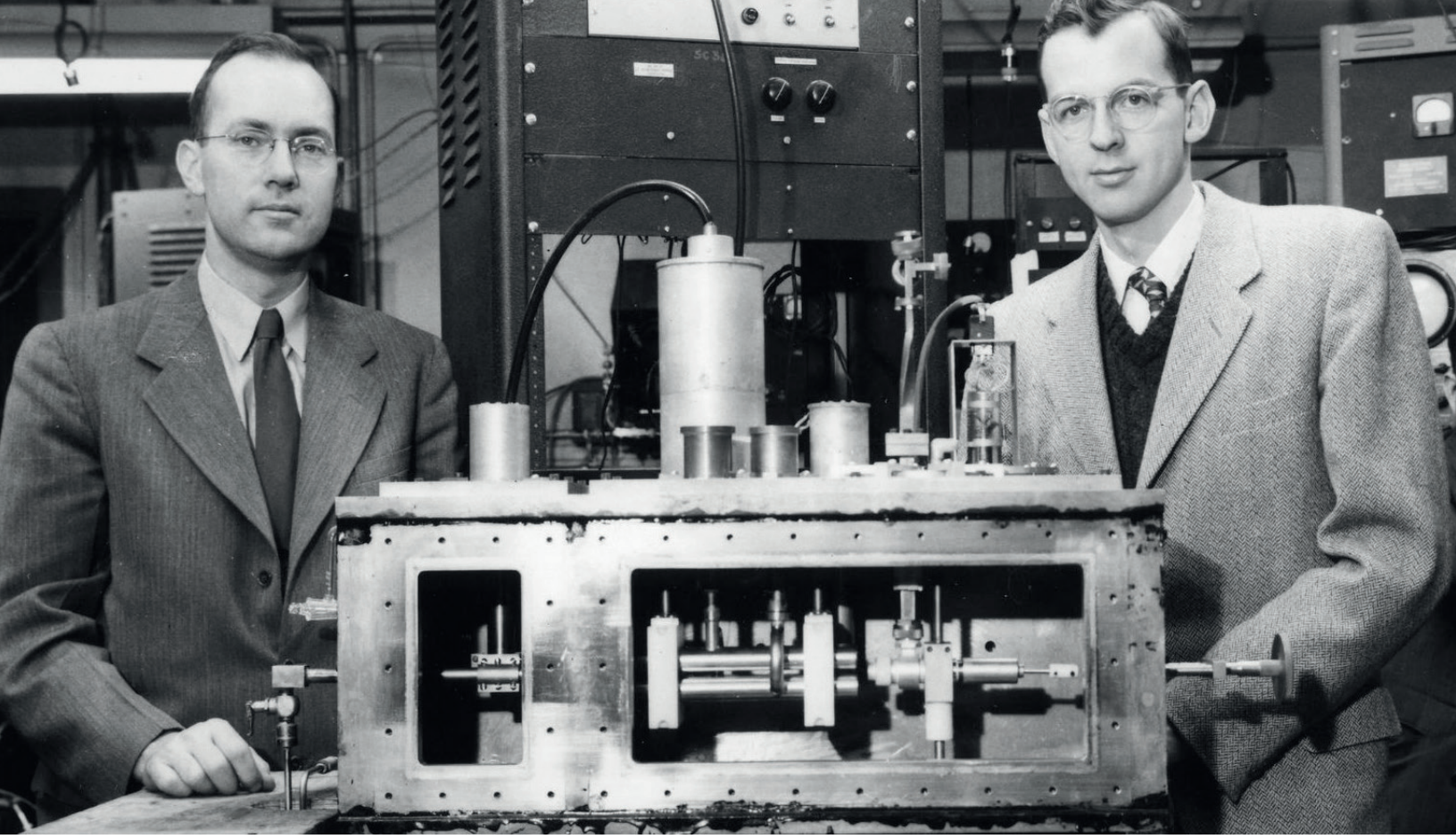
Las características de la luz láser han dado forma al estilo de vida en el siglo XXI; desde nuestras impresoras y reproductores de CD hasta aplicaciones en salud y seguridad, utilizan las propiedades peculiares de la luz láser.

La palabra láser es un acrónimo que significa "amplificación de luz por emisión estimulada de radiación" (en inglés Light amplification by stimulated emission of radiation). Todas estas palabras no son solo una buena rima, sino que describen la física detrás de los principios de funcionamiento del láser. La emisión estimulada se produce cuando un fotón golpea un átomo que se encuentra en un estado excitado y lo estimula para volver a su nivel basal, a través de la emisión de un nuevo fotón idéntico al entrante. En la naturaleza, los átomos de un material no están normalmente en un estado excitado; por lo tanto, el concepto de emisión estimulada no parece tener muchas implicaciones. Sin embargo, si de alguna manera se logra que la mayoría de los átomos estén en un estado excitado –un fenómeno físico conocido como "inversión de población"– se podrá generar un fotón que probablemente golpeará a otro átomo excitado, que a su vez emite dos fotones, los cuales también llegarán a otros átomos excitados, que desencadenarán la liberación de más fotones, y así sucesivamente... Vamos a tener entonces una avalancha de fotones que se traduce en la amplificación de la radiación.

* Desde Agosto del 2012, Alejandra Valencia es profesora asistente del Departamento de Física de laUniversidad de los Andes donde lidera el grupo de óptica cuántica experimental. A. Valencia hizosus estudios de pregrado en física en esta universidad y posteriormente, en el 2002, recibió su grado de Maestría en ciencias, y en el 2005, su título de doctora en física aplicada, ambos de la Universidad de Maryland en USA. A partir del 2006, A. Valencia realizó trabajos de investigación post-doctoral en España e Italia enfocándose principalmente en el diseño de fuentes de pares de fotones enredados. Desde el 2010 hasta el 2012, Alejandra participó activamente en el desarrollo de actividades para llevar la fotónica, las ciencias de la luz, a diversos públicos no especializados. En la actualidad, sus temas de interés son la generación, caracterización y uso de diversas fuentes de luz que van desde fuentes de fotones individuales hasta fuentes de luz de alta potencia.



Fotografía 123RF®



Charles Townes y JP Gordon pastel con La Segunda MASER haz de amoniaco en la Universidad de Columbia, 1955.
Crédito: AIP Emilio Segré Archivos Visuales, Physics Today Colección.

Los conceptos básicos detrás del funcionamiento de un láser eran ya entendidos a mediados de 1920 por algunos físicos. En 1916, Einstein había introducido el concepto de emisión estimulada, y la idea de conseguir amplificación a partir de esta había sido discutida por Tolman en 1924. Sin embargo, la historia nos dice que no fue sino hasta el 26 de abril de 1951 cuando un joven profesor de Física de la Universidad de Columbia,Charles H. Townes, sentado en una banca en el Franklin Park en Washington DC, tuvo la idea de cómo crear un dispositivo que uniera los distintos ingredientes para tener luz láser.

LOS CONCEPTOS BÁSICOS DETRÁS DEL funcionamiento de un láser ya eran entendidos a mediados de 1920 por algunos físicos. En 1916, Einstein había introducido el concepto de emisión estimulada y, la idea de conseguir amplificación a partir de esta, había sido discutida por Tolman en 1924.

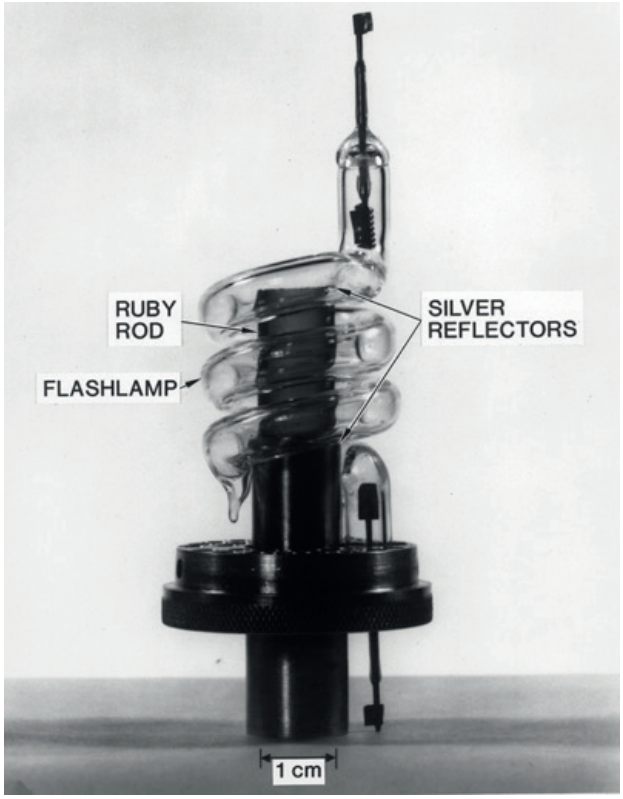
Esta última afirmación no es del todo correcta; en 1954, Townes y su equipo fueron capaces de construir el primer dispositivo apto para generar radiación por amplificación de emisión estimulada. Sin embargo, la radiación generada era en el régimen de las microondas; por lo tanto, el aparato inventado fue llamado *máser*, el acrónimo de amplificación de microondas por emisión estimulada de radiación. El *máser* es el precursor del láser. Ambos se basan en la emisión estimulada, pero amplifican la radiación a diferentes longitudes de onda. Un *máser* amplifica y produce la radiación de baja energía (microondas, de ahí la letra “m” de *máser*), mientras que un láser genera un haz de energía más alta en el rango de lo que llamamos luz (de ahí la letra "l" en la palabra láser).

El paso del *máser* al láser puede parecer fácil, pero no lo fue; muchas cuestiones técnicas debieron ser solucionadas. La implementación real del láser se convirtió en una carrera en la que la industria, las universidades, los institutos de investigación y personajes particulares estaban compitiendo para ser los primeros en crear este buscado dispositivo.

Townes no podía pedir condiciones mejores para construir lo que él llamaba un *máser óptico* (óptico se refiere a luz visible) para subrayar el hecho de que era “simplemente” una extensión del *máser*. En Columbia, se rodeó de varios premios Nobel y en 1957 empezó también a trabajar en la compañía telefónica Bell, con su cuñado Art Schalow.

Pero el año 1957 traería sorpresas. El 25 de octubre, un estudiante de doctorado fue a ver a Townes para discutir

ideas y datos sobre el *máser óptico*: su nombre era Gordon Gould. Los dos no podían ser más diferentes: Townes era metódico, una persona convencional dentro del sistema científico. Gould, tenía 37 años y aún no había terminado el doctorado, amaba la Física, pero también la vida fuera de la universidad. Gould por su parte era también un gran científico y empezó a trabajar intensamente, por su cuenta, en el *máser óptico*. Tres semanas después de encontrarse con Townes, había conseguido concebir todas las características de los láseres modernos, incluyendo la idea de colocar el medio donde se genera la emisión estimulada entre dos espejos (cavidad). Esto permitiría a la luz emitida rebotar en los espejos y así generar aún más emisión estimulada y obtener un haz muy intenso, que eventualmente podría salir por uno de los espejos si este es parcialmente transparente. Las palabras son importantes, también en ciencia: Gould consideró a su invención diferente del *máser* de Townes y le dio un nombre nuevo: LASER... un acrónimo pegadizo y atractivo: probablemente el término científico más famoso de todos los tiempos.

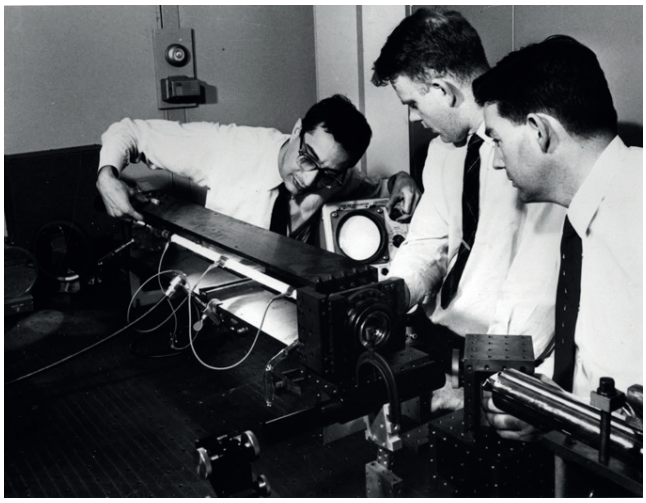


Estructura de la primera láser de rubí por Theodore Maiman.
Imagen cortesía de HRL Laboratories, LLC.

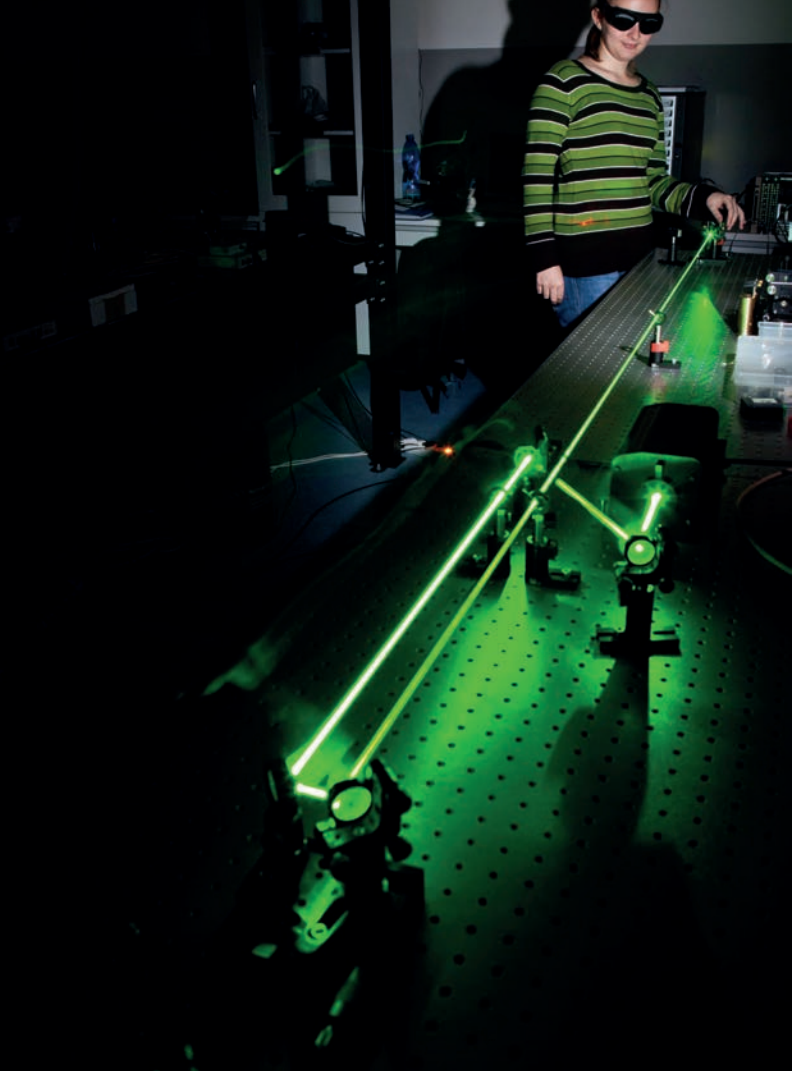
A diferencia de Townes, Gould era un inventor intuitivo, no un investigador analítico, y entendió inmediatamente las potencialidades prácticas del láser. El 13 de noviembre de 1957 fue a una tienda de dulces en Nueva York para que su dueño, un notario, le firmara sus anotaciones sobre el láser. Gould quería patentar su creación y necesitaba una prueba de que él era el inventor. Consultó con un abogado, pero entendió, equivocadamente, que primero tenía que construir el láser antes de pedir el derecho de patente...

Mientras esto ocurría, Townes y Schawlow estaban avanzando y desarrollaron básicamente las mismas ideas de Gould las cuales fueron publicadas en 1958 en la revista "Physical Review" (Phys. Rev. 112, 140 (1958)). Una guerra de treinta años entre ellos y Gould estaba a punto de comenzar por determinar quién concibió primero la idea del láser y, por tanto, merecía la patente.

El aspecto teórico estaba solucionado, pero un instrumento que funcionara aún se encontraba en el mundo de las ideas. Gould necesitaba dinero para construir su láser y propuso un proyecto al Pentágono. Era tan bueno impresionando a los científicos militares, quienes imaginaban el láser como un "rayo de muerte", que obtuvo más dinero del que había solicitado. Pero había un problema: Gould tenía antecedentes en el comunismo y el Pentágono no podía permitir que un potencial espía soviético trabajara en un proyecto que había sido clasificado como secreto, a pesar de que el proyecto era iniciativa del mismo Gould. Se cuentan historias donde se relata que Gould no podía saber el resultado de los experimentos que él mismo propuso, ni pudo tener autorización para entrar físicamente en las instalaciones donde estos se realizaban.


LR: Ali Javan, William R. Bennett, Jr. y Donald R. Herriott Ajustar el láser de helio-neón, 1961.
Crédito: Alcatel-Lucent EE.UU. Inc., Cortesía AIP Emilio Segré Archivos Visuales,
Physics Today </ em> Colección.

En 1959 una importante conferencia de Física tuvo lugar cerca de Nueva York y el desarrollo del láser fue uno de los temas principales. Entre los participantes se encontraban los



Fotografía 123RF®
Laboratorio de óptica cuántica

rusos Nicolay Basov y Aleksandr Prokhorov quienes compartirán el premio Nobel de Física con Townes en 1964 por su trabajo fundamental que lleva a la construcción de los dispositivos basados en el principio *máser - láser*.

La ciencia se basa en compartir datos y resultados pero en aquella ocasión nadie quería hablar demasiado para no dar ninguna ventaja a sus rivales en la carrera del láser. Uno de los problemas era qué material se usaría para obtener la emisión estimulada. Algunos propusieron potasio, otros una mezcla de helio y neón o quizás cesio. El rubí parecía prometedor, pero Schawlow, en su charla, afirmó tajantemente que nunca funcionaría. Entre los asistentes a esta charla se encontraba un científico californiano poco conocido: Ted Maiman...

Maiman era un individuo independiente, competitivo y obstinado: no le convencieron los razonamientos de Schawlow. De vuelta al trabajo, hizo algunos experimentos con rubí y descubrió que realmente podría funcionar... Maiman no tenía el dinero de los laboratorios Bell ni el que Gould tenían a su disposición, pero era un persona práctica con una formación en ingeniería: sabía cómo lograr que las cosas funcionaran y cómo hacerlas sencillas.

Otro reto que imponía la implementación de un láser era cómo obtener la gran cantidad de energía necesaria para excitar a los átomos, en la cavidad del láser, y conseguir la inversión de población. Maiman estaba buscando un láser que funcionara y quería construirlo con cosas fáciles de obtener. Un fotógrafo amateur que trabajaba con Maiman le dio la idea sencilla que necesitaba: ¡simplemente utilizar un flash!

Mientras Gould se peleaba con el Pentágono para obtener la autorización para trabajar y el equipo de Townes se centraba en un sofisticado láser de helio y neón, nadie imaginaba que un poco de rubí y un flash estaban haciendo que, en Malibú, un no muy conocido científico llevara la delantera en la creación de un dispositivo láser.

Tras unos meses de experimentos, Maiman estaba preparado para probar su creación extraordinariamente sencilla: una barrita de rubí recubierta de una capa reflectante de plata, insertada en la lámpara de un flash. La luz del flash excita los átomos de rubí, causando la emisión estimulada de luz, la cual, tras rebotar en los espejos (la cubierta de plata) y ser amplificada en la cavidad, eventualmente puede escapar como un haz concentrado. Sencillo y eficaz. El 16 de mayo de 1960, en su laboratorio frente al mar, Maiman encendió el flash, la lámpara se iluminó y un intenso rayo de color rojo apareció en la habitación: en ese momento había nacido el Láser. Nature 187, 493–494; 1960.

Nadie conocía a Maiman y muchos físicos necesitaron un tiempo para aceptar que realmente él había construido el primer láser. La verdad es que el láser nació ese día para pasar muy pronto a ser una herramienta indispensable en nuestro mundo. Inicialmente, conseguir un dispositivo capaz de producir radiación a una longitud de onda óptica no tenía ninguna aplicación en particular. El láser apareció como “una solución en busca de un problema” y en realidad nos ha permitido solucionar muchos de ellos. En 1961 un láser de rubí fue utilizado en un ser humano, por primera vez, para destruir un tumor de la retina; días después de la misión Apolo 11, un rayo láser brilló de la tierra, llegó a la luna, y regresó permitiendo una medición de la distancia Tierra-Luna con centímetros de precisión.

Hoy en día los láseres y en general las tecnologías basadas en luz, se utilizan en diferentes áreas: entretenimiento, seguridad, comunicaciones, medicina, y también como una herramienta para investigación fundamental. Para enfatizar y hacer conciencia sobre el rol que la luz tiene en nuestra vida actual, la Unesco ha decretado el 2015 como el Año Internacional de la Luz. En este contexto podemos celebrar el descubrimiento del láser, el cual nos sirve de ejemplo para ver cómo resultados que nacen de la investigación fundamental pueden llegar a convertirse en innovaciones tecnológicas que generan crecimiento económico RJ

Bibliografía

Beam the race to make the laser. Jeff Hecht. Oxford University press (2005)

How the laser happened. Charles H. Townes. Oxford University press (1999)