

UNA NUEVA HISTORIA DEL LASER

*“Perdón Profesor, no nos dimos cuenta”
Mario Gallardo*

Introducción

La Comunidad Científica y Tecnológica celebró en el año 2010 el Cincuentenario del Láser y en el Teatro Argentino de la Ciudad de La Plata, el Centro de Investigaciones Ópticas –CIOp- organizó una importante muestra que contó con el auspicio del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina –CONICET-, de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Pcia.de Buenos Aires –CIC- y de la International Society for Optics and Photonics – SPIE-, lo que hizo posible que la misma alcanzara la magnitud que el tema merece.

La fecha conmemoró la observación llevada a cabo por el científico Theodoro Maiman, de emisión estimulada de radiación -Láser-, en la región óptica del espectro luminoso, más precisamente de color rojo, mediante un dispositivo compuesto por una pequeña barra de rubí sintético excitada por una descarga luminosa tipo flash.

Durante los días que duró la muestra, los numerosos asistentes fueron guiados por Profesionales del CIOp a través de innumerables caminos científicos tales como juegos, experiencias elementales, detalles de equipamientos así como otros de mayor nivel: fibras ópticas, diversos tipos de láseres, hologramas, concluyendo con grandes desarrollos tecnológicos de alto nivel en donde la óptica y el láser jugaban un papel fundamental.

Dentro del Teatro los equipos y las explicaciones de los expertos deslumbraban a los asistentes, mientras que, en el exterior del mismo, láseres proyectados sobre grandes pantallas realizaban un show de luz y color al que podía asistir todo transeúnte que circulara por el Eje Fundacional de la Ciudad de La Plata.

A partir de varios de los eventos realizados en la importante muestra, se podría haber escrito “La historia de los 50 años de vida del láser”. En efecto, en ellos se trató de explicar cómo y cuándo apareció por primera vez; los intentos no muy claros que hicieron científicos de renombre para adjudicarse el título de inventor del láser; la lucha que llevó a cabo T. Maiman para demostrar que su instrumento era un láser; y finalmente, aclaraba por qué el hombre debió observar más allá del planeta Tierra, para tener la verdadera dimensión de la historia.

Pero esta Historia I, analizada hoy por ojos expertos, que rescatan datos no muy tenidos en cuenta en el pasado y por definiciones sumadas a trabajos de investigación llevados a cabo a partir del primer cuarto del Siglo XX, se la expone para completarla, dándole diferente importancia a algunos otros relevantes conocimientos.

Este nuevo punto de vista, no excluye definitivamente a Maiman como el creador de un primer Emisor Láser, sino que incorpora al texto nuevos personajes y distintas formas de manifestar la **emisión de luz láser**, para iniciar el tratamiento de la Historia II.

Historia I

Cuando Albert Einstein en 1916, incorpora a la Física los conceptos de probabilidad de transición y de emisión estimulada de la radiación, comienza a desarrollarse para los terráqueos la historia del láser.

Ya desde muchos años atrás, los científicos tenían los conocimientos iniciales de la generación de radiación luminosa. Esto quiere decir que excitando la materia convenientemente, ésta devuelve en forma de luz parte de la energía recibida.

Como un ejemplo elemental, un átomo excitado por medio de una descarga eléctrica, “ve” cómo el electrón que “se mueve” alrededor de su núcleo, pasando a un estado de mayor energía. El regreso espontáneo del electrón a su posición anterior, se realiza generalmente emitiendo radiación luminosa que posee la energía que absorbió el mismo, para saltar al estado superior. La frase correcta que describe esta última operación es: “El átomo emitió un fotón de luz”. Esta operación se conoce como emisión espontánea de radiación y la realiza el átomo, en algún momento, con un cierto grado de probabilidad.

De la misma manera, con una dada probabilidad, el átomo excitado puede ser forzado a emitir, por la llegada de un fotón **de la misma energía**, proveniente de otro átomo.

En este momento se está en presencia de lo que Einstein denominó emisión estimulada de radiación, idea que debe ser complementada agregando que los dos fotones que ahora existen, continuarán su camino en la misma dirección y con sus ondas en fase.

Esta última operación puede continuar con un tercer átomo y con un cuarto y así sucesivamente, con N más, generándose un haz de fotones que se propagan en la misma dirección que el inicial y, por supuesto, en fase.

En este preciso momento, -año 1916-, se podría haber usado la sigla laser, ya que la misma significa “Amplificación de luz por emisión estimulada de la radiación”. El término “amplificación” se debe a que incide un fotón y salen dos, el incidente y el producido por la estimulación. Y estos dos generan otros cuatro, en los átomos excitados que encuentran en su camino, y así siguiendo este proceso multiplicativo. Es decir que ingresa uno y saldrían N fotones.

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Por lo tanto, en esa fecha, se establece la fundamentación teórica del Láser a través de una adecuación de la ley de radiación de Max Planck, pero conceptualmente basada sobre coeficientes de probabilidad para la absorción, emisión espontánea y emisión estimulada de radiación electromagnética.

Debió pasar más de una década para que trabajos teóricos y experimentales dieran señales de que lo establecido por Einstein, acerca de la existencia de la emisión estimulada, tuviera rigor científico. Entre los más importantes están los trabajos de:

Rudolf Ladenburg, en **1928**, confirmó la existencia del fenómeno, relacionándolo con algo que describió como absorción negativa, aseveración que no pudo probar aunque su experimento en cierto sentido fue exitoso.

Valentin Fabrikant, en **1939**, predijo el uso de emisión estimulada para amplificar ondas cortas, pero, si bien se sospecha que a partir de sus estudios teóricos logró estar

muy cerca de arribar al láser, carecemos de información concreta sobre el éxito de su predicción.

Muchos científicos experimentales, han dado cuenta de observaciones, fuera de lo normal, que aparecen en descargas luminosas convencionales. Los datos aportados, que indican un aumento de la radiación emitida, no fueron suficientemente claros para su publicación, aunque, como se detallará más adelante, los mismos serán analizados dentro del marco de esta presentación.

El camino que se recorrió, tanto desde el punto de vista teórico como experimental, para arribar a la observación concreta de la emisión estimulada, tiene varios puntos de interés que en forma simple se describirán.

Una de las afirmaciones a la que arriba la teoría, indica que la probabilidad de la emisión estimulada es mucho mayor si se trabaja en una región del espectro electromagnético lejano, por ejemplo, en las microondas.

Es por ello que en 1954 C. H. Townes, J. P. Gordon y H. J. Zeiger operan por primera vez un MASER -**M**icrowave **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation-, generando la tan buscada emisión estimulada que Einstein había introducido, dentro de la expresión matemática “balance” absorción-emisión de radiación.

La puesta en funcionamiento del primer Máser, colmó por un tiempo las expectativas experimentales de los científicos, que durante los tres años siguientes dedicaron su tiempo a perfeccionar el nuevo descubrimiento.

Pero alrededor del año 1957, se potenció la idea del inicialmente denominado máser-óptico, un dispositivo que pudiera generar emisión estimulada en la región “óptica” del espectro, esto quiere decir en la región que abarca el Ultravioleta - Visible – Infrarrojo.

Los científicos, sobre todo los que desarrollaban sus tareas en grandes laboratorios de empresas (como la Bell Telephone, Hughes, Westinghouse, etc.) y en universidades de EEUU, que contaban con conocimientos e infraestructura experimental del más alto nivel, pronosticaron la no muy lejana aparición de dicho máser-óptico (láser) e internamente se dieron cuenta del potencial, sobre todo económico, que esto representaba.

Así se inició lo que podría llamarse, la “guerra por la patente del láser” y la historia aproximada de la misma nace a partir de una de las fórmulas a la que arriba el desarrollo de la teoría generada a través de los años.

Dicha fórmula, indica que para aumentar la probabilidad de generar emisión estimulada, al excitar un medio material, debe existir una gran densidad de radiación para contrarrestar las lógicas pérdidas que siempre posee todo sistema óptico.

En este punto de la historia, la lectura de muy diversas versiones sobre “la patente del láser”, obliga a tomar posición acerca de quién fue o quiénes fueron realmente los verdaderos dueños de dicha patente. Los relatos de los pormenores de dicha guerra que involucra finalmente a dos contendientes, poseen ingredientes que resultan insólitos dentro de la comunidad científica, aunque no raros si se tiene en cuenta el factor humano.

La versión de la historia que se relata, debe iniciarse en 1957 a partir de Gordon Gould, joven físico estadounidense al que muchos, tal como puede leerse en Wikipedia, le

atribuyen la invención del láser, aunque, en el relato que continúa, se desprenderá un cambio de significado sobre tal “hecho”.

G. Gould, tesista de la Universidad de Columbia, propone en 1956, usar el llamado “bombeo óptico” para estimular un máser, idea que fue analizada junto a C. H. Townes, Profesor de dicha Universidad e inventor del máser, como se mencionó anteriormente. G. Gould, continúa en Columbia hasta 1957 trabajando en el tema y antes de abandonar la Universidad y tratando de salvaguardar sus ideas, hace certificar las notas de su cuaderno de trabajo con un notario. Las notas sugieren que el láser debe disponer de dos espejos semitransparentes en los extremos del medio activo, -denominados luego “resonador abierto” o “cavidad resonante”-, dato esencial en los futuros láseres.

La Figura 1 muestra una foto de la página inicial del cuaderno de Gould, en la que, además de los detalles de la propuesta, aparece la firma de un testigo, que era el propietario del despacho de comestibles en donde él se abastecía.

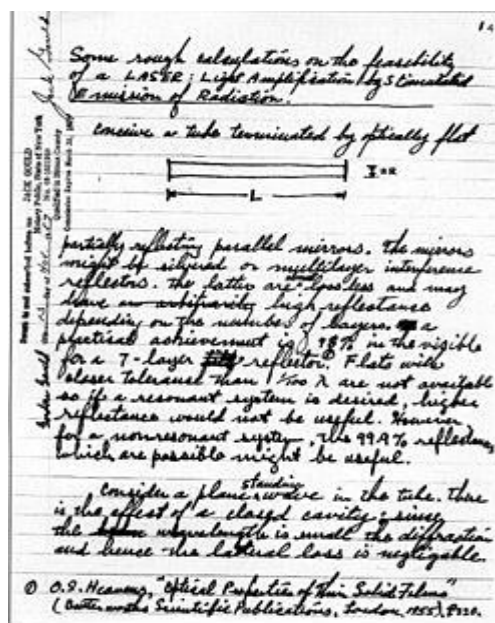


Figura 1: Fotografía de una página del cuaderno de laboratorio de Gordon Gould

La propuesta, con base en un segundo resultado teórico fundamental ya detallado, dice que el resonador abierto, formado por los dos espejos, genera el aumento de radiación dentro del medio activo, tal como lo requería la última expresión matemática mencionada en párrafos anteriores.

Creando erróneamente que para obtener la patente se requería construir el dispositivo que generara emisión estimulada en la región “visible” del espectro, al dejar la Universidad de Columbia, Gould se incorpora al Technical Research Group (TGR) y logra que ellos presenten un proyecto al Gobierno para la construcción de dicho dispositivo, con el apoyo de Townes.

Gould, que tenía por antecedente haber sido desafectado del Proyecto Manhattan (Bomba atómica) en 1945, por pertenecer al partido Comunista, no logró por el mismo motivo, ser incluido en la presentación de la propuesta de TGR declarada como reservada por la Agencia Gubernamental.

Continuando con la carrera por la patente, debe aclararse que meses después que Gould sugiriera cómo debería ser un láser, L. Schawlow y el tan renombrado Townes llegaron a la misma conclusión, dándole el nombre de “Máser-óptico” al futuro dispositivo.

Gould y TGR por una parte y Bell Telephone Laboratories, junto con Schawlow y Townes por la otra, presentan los formularios para optar a la patente en 1959.

En marzo de 1960 la U.S. Patent Office con argumentos conceptualmente no muy claros, no hace lugar a la presentación de TGR y otorga la misma a la Bell.

La “guerra” terminó con la victoria de una de las más poderosas empresas de EEUU, para la cual la presencia de Townes significó tener y usar, **tal como sugiere el autor de este artículo**, las ideas de Gould. Cabe destacar que, durante los años siguientes a la aparición del Láser, se vendieron 50.000 patentes para su construcción.

Piense el lector una cifra lógica para el precio de la patente del tan buscado instrumento y el número resultante, que casi seguro alcanzará los cientos de millones de dólares.

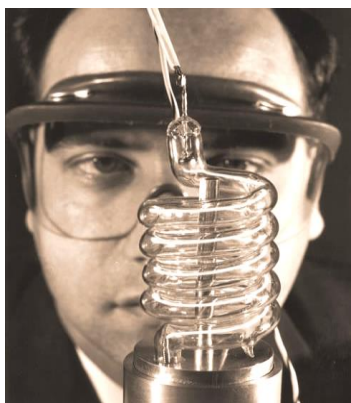
Tres meses después del otorgamiento de dicha patente, el 16 de mayo de 1960, **Theodore Maiman** pone en funcionamiento el Láser de rubí y aquí el destino juega una mala pasada a la poderosa Universidad de Columbia (Townes), a la Bell Telephone Labs (Schawlow) y a TGR (Gould), porque Maiman desarrolló su instrumento en los Laboratorios de la compañía Hughes Research, California.

Nuevamente en este punto se generan tensiones, ya que la comunidad científica más encumbrada y grandes empresas relacionadas con el tema, no aceptan con naturalidad la primera operación de un láser en el planeta, hecho anunciado públicamente en los diarios por la Hughes, el 7 de julio de 1960. Los mismos Schawlow y Townes tardaron muchas semanas en confirmar que realmente Maiman había observado emisión estimulada en la región visible. Townes en su publicación “ The First Laser” de la Universidad de Chicago, relata detalles referentes a las dudas que surgieron al leer la presentación, ya que se trataba de una fuente de luz pulsada, de la que no se daban especificaciones de su luminosidad y por sobre todas las cosas, no había “**sido prevista por él y Shawlow**” dentro del escrito de la patente.

Pero lo más increíble que ocurrió, está relacionado con dos hechos:

- Maiman rápidamente presentó su trabajo al Physical Review Letters, importante publicación científica. Su editor, S. Pasternak, mostrando el limitado conocimiento del tema y su proyección futura, desestimó su publicación aduciendo que el artículo “era más de lo mismo”, ya que el autor había desarrollado una intensa actividad en máseres y en la emisión de los cristales excitados por luz. Maiman envió entonces su manuscrito a Nature, una revista de carácter más general, la que publicó su trabajo el 6 de Agosto de 1960.

- Cuando ya nadie dudaba de la aparición del láser en el planeta Tierra, se solicitó a la Hughes Research, como era lógico, una foto del instrumento desarrollado. Se trataba de una barra cilíndrica de rubí sintético (un cristal de óxido de aluminio dopado con cromo), de apenas 6 cm de longitud y de 1 cm de diámetro, excitada por una lámpara de flash helicoidal, con una forma muy parecida a algunas de las actuales lámparas de bajo consumo, como se ve en la foto siguiente.



Los ejecutivos de la Hughes Research Corp, pensaron que, a pesar de tratarse de un gran descubrimiento, desde el punto de vista de impacto periodístico, el instrumento en sí mismo dejaba mucho que desear, por lo que la empresa suministró a la prensa una fotografía de un máser de gran tamaño, ya que nadie sabría cómo era un láser. Por lo tanto, la foto del primer láser fue la de un máser. Dejando de lado estos tres últimos tumultuosos años de 1957 a 1960, debemos decir que los científicos e ingenieros no estaban preparados para el advenimiento del láser. Pero trabajando juntos ópticos y electrónicos, abrieron nuevos caminos en ciencia y tecnología.

La aparición rápida de nuevos tipos de láseres y el desarrollo de aplicaciones de los mismos en diferentes campos de la ciencia y la tecnología, marcó una etapa de trabajo intenso generado por un gran número de importantes laboratorios.

Durante el año 1960, se logró operar un láser similar al de Maiman pero en un cristal basado en fluoruro de calcio. A principios de 1961, se obtuvo emisión estimulada en el cercano infrarrojo por medio de una descarga eléctrica en una mezcla de Helio y Neón. Ese mismo año, este láser operó en el rojo, convirtiéndose así en el láser gaseoso más vendido de la historia.

La marcha imparable continuó y continúa actualmente, con emisión que cubre desde los rayos X blandos, pasando por el UV cercano hasta el infrarrojo profundo y con potencias que van desde milésimas de Watt a un número de Watt que escapa a la realidad cotidiana por la cantidad de ceros que deben agregarse al número inicial.

HISTORIA II

Primera parte

Desde sus orígenes, el hombre siempre ha observado el cielo y tal colosal espectáculo ha sido un foco de interés desde todo punto de vista. Motivos religiosos, astrológicos, económicos (agricultura y la navegación), científicos, etc, han dado a la humanidad oportunidad de llevar adelante una inmensa cantidad de especulaciones relacionadas con el Universo.

El inicio de los tiempos, su creación, su evolución, las estrellas, los planetas, fueron temas que se trataron y tratan de explicarse, fundamentalmente, a partir de la observación de las “luces” que provienen de dicho Universo. Primero las observables a simple vista, luego por medio de instrumentos elementales y actualmente, por sistemas altamente sofisticados que permiten mirar más allá de lo imaginable.

Para colocar una línea de tiempo en esta historia, podemos tomar los instrumentos astronómicos creados por Galileo Galilei en el Renacimiento, como inicio de nuevas y precisas observaciones y así, llegar a la tercera década del Siglo XX, en donde a partir del análisis más detallado de la luz que proviene del espacio exterior, se llega a la conclusión de que no sólo existe radiación luminosa generada por átomos, sino también por moléculas.

La Ciencia Astronómica avanzó y no sólo hay telescopios en la Tierra, sino también los hay en el espacio. Toda esta infraestructura de observación y análisis, permitió ampliar también el mundo del láser, ya que en 1965 se observó emisión máser en la Nebulosa de Orión y años más tarde, tal como ocurrió en nuestro planeta, también se detectó emisión láser originada en diferentes objetos estelares. Másers y láseres **Interestelares**, también llamados “**Naturales**”, ya son hoy algo normal en el Espacio.

Este es el momento en que es dable repetir la frase escrita en la Introducción:

“...ojos expertos, que rescatan datos no muy tenidos en cuenta en el pasado y por definiciones sumadas a trabajos de investigación llevados a cabo...”, que sirve de puntapié inicial para desarrollar lo que se propone llamar La nueva historia del Láser.

Y entonces comienza a gestarse la idea:

-Ali Javan predice en 1958 que una amplificación de radiación por emisión estimulada podría eventualmente ser descubierta radioastronómicamente. Esto se confirma siete años más tarde cuando el Radio Astronomy Group de California, descubre emisión máser en ondas de radio proveniente de moléculas OH cercanas a estrellas de la Nebulosa de Orión.

-Aun, luego de la aparición del Láser de Rubí, nadie sugiere que un hecho similar podría ser detectado en la región UV-Visible-IR del espectro en el espacio exterior.

¿Qué uniría físicamente a estos hechos?

La respuesta es simple y sólo involucra la ausencia de una cavidad resonante. Hecho claro de entender en el espacio, sin embargo todavía no tratado en experiencias de laboratorio y que se constituirá en la base de la nueva historia.

Segunda parte

Tal como definiera Gordon Gould en su famoso cuaderno, un láser consta de un medio activo (sólido, líquido o gaseoso), de una fuente de excitación y de una cavidad resonante (espejo + semi-espejo).

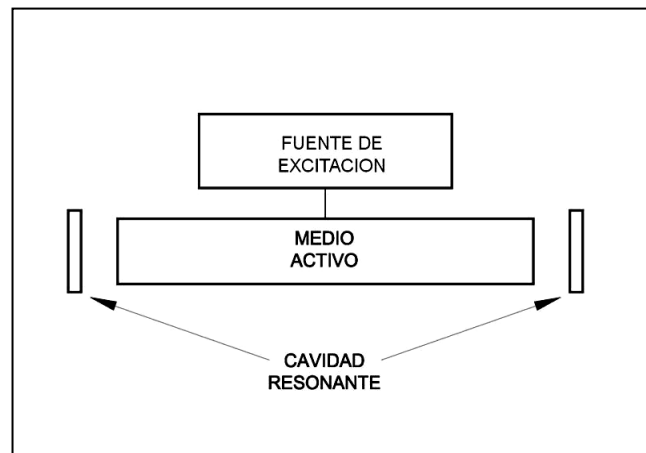


Figura 2: Esquema básico de funcionamiento de un láser según Gordon Gould

Un ejemplo clásico de este tipo de configuración es un láser que se compone de un tubo de vidrio de aproximadamente 0,005 m de diámetro y 1,3 m de longitud, lleno de gas a baja presión y tal como muestra la Figura 3 (esquema fuera de escala), con electrodos y ventanas en sus extremos orientadas según el ángulo de Brewster. A los electrodos, se conecta la fuente de energía que hace pasar una corriente eléctrica a lo largo del gas contenido en el tubo. Fuera de éste se colocan los espejos -en este caso cóncavos- y alineados de tal manera que el centro de su superficie resulte perpendicular a la dirección del tubo.

Cuando todas las condiciones previas que requiere el sistema - elección correcta del gas y presión del mismo, alineación de los espejos externos (uno de ellos es semitransparente), nivel adecuado de la intensidad de excitación - son satisfechas, emergerá del tubo, a través del semi-espejo la **emisión láser** buscada.

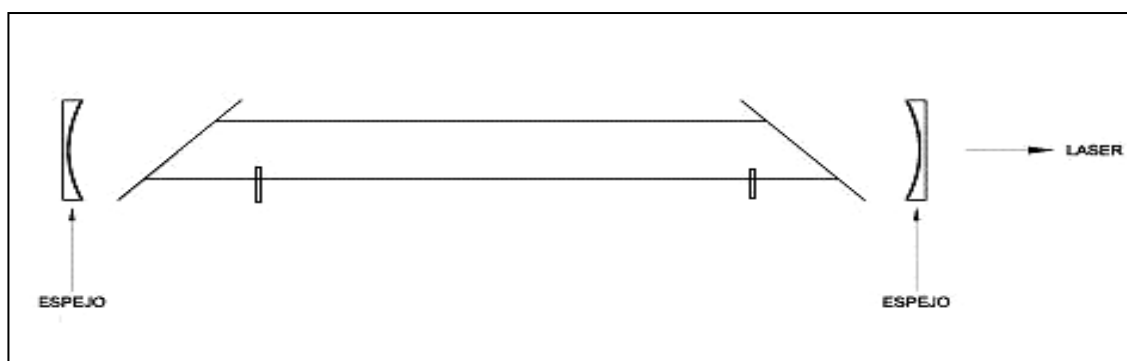


Figura 3: Esquema básico de funcionamiento de un láser de descarga gaseosa

Esto significa, **radiación de luz altamente monocromática, direccional, coherente (todas las ondas viajan en fase) y de gran intensidad.**

A modo de ejemplo, podemos mencionar el láser gaseoso de Xenón (Xe) con el que trabajamos muchos años en el CIOp, produciendo gran cantidad de tesis y trabajos publicados en revistas internacionales. De este dispositivo emerge como mínimo, una decena de radiaciones láser, todas al mismo tiempo y dentro del mismo haz. En este caso particular, es como tener superpuestos distintos láseres simples. Muchas de las líneas figuran hoy día, como referencias en el catálogo del National Institute of Standards and Technology (NIST) y son utilizadas para analizar espectros de atmósferas estelares.

Los diferentes colores emergentes, van desde el ultravioleta, pasando por el visible hasta el infrarrojo cercano. Definido con más exactitud, se trata de un “láser de Xe pulsado”, ya que el haz es de luz pulsada, no es continua, igual que el láser de rubí de Maiman.

Estos diferentes colores o longitudes de onda pueden separarse colocando un medio dispersivo delante del haz, (por ejemplo un prisma transparente), de modo de poder observarlos con facilidad.

Recordando que el ojo humano sólo puede ver desde el violeta hasta el rojo, los extremos del espectro emitido requieren de un “ojo electrónico” (fotodiodo, fotomultiplicador, CCD u otro dispositivo fotosensible) para su detección.

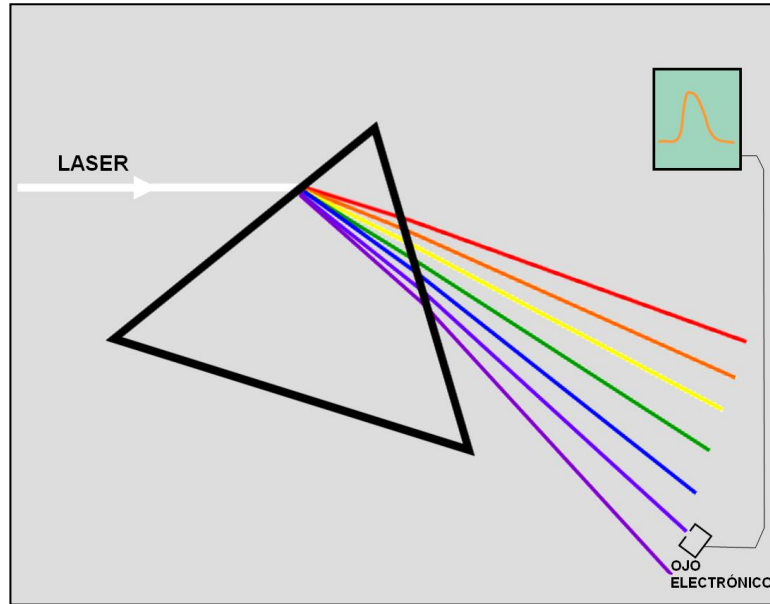


Figura 4: Esquema del sistema dispersor en base a un prisma, fotodetector y osciloscopio

Tal como se indica en la Figura 4, la señal que genera el detector (2 x 2 mm de área), es enviada a una pantalla de osciloscopio en la que se observa la altura del pulso, proporcional a la intensidad de luz que recibe. Como en general, dicha intensidad es grande tratándose de un láser, resulta muy fácil la detección y del análisis de ella, es posible rescatar algunas características propias de un equipo Láser experimental.

Ahora vamos a colocar frente a un láser real, un medio dispersivo especial, llamado red de difracción (que cumple la misma función que un prisma, aunque con mayor eficiencia de separación), observando el registro de las diferentes emisiones del mismo sobre una pantalla de papel.

Como este particular equipo genera además radiación en el cercano infrarrojo (IR), desplazamos un detector (ojo electrónico) sensible a dicha radiación por fuera de dicha pantalla hasta captar una señal y observamos detenidamente qué ocurre en la estructura pantalla – detector (Figura 5), ante cambios en la estructura del láser.

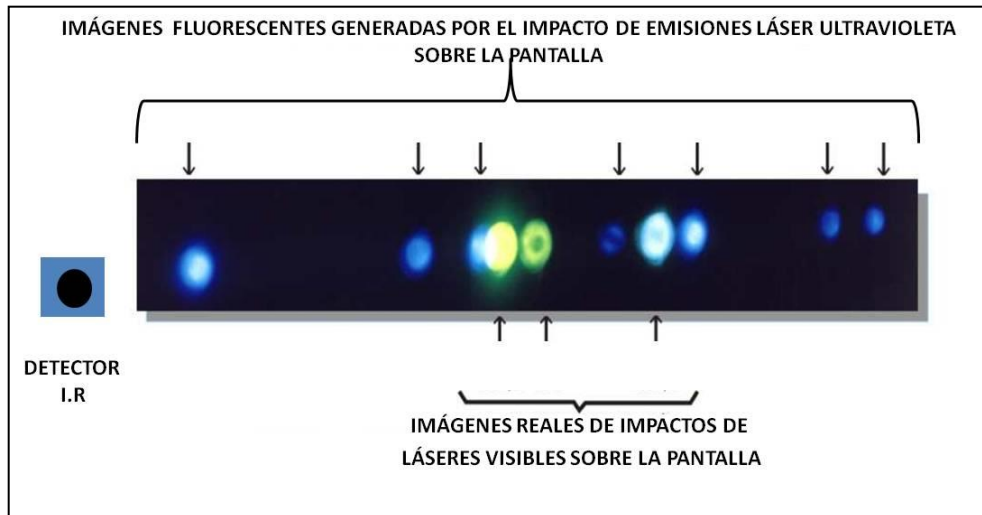


Figura 5: Fotografía real de la pantalla de observación primaria de las diferentes emisiones de un láser pulsado de Xe luego de que el haz pasara por una red de difracción. Obsérvense los “huecos” que presentan algunas de las emisiones centrales, indicando los complejos mecanismos de población de los niveles iónicos involucrados.

Comparando con la mayoría de los “colores” emitidos por el láser, la señal observada en el visor (fuera de la Fig.) correspondiente al mencionado infrarrojo, puede ser catalogada como pequeña, pero si quitamos el semi-espejo delantero, la misma, sorprendentemente, casi supera a la correspondiente al color más intenso emitido por este láser.

En este punto, toda la estructura montada en esta historia para explicar el funcionamiento de un Láser (en este caso gaseoso), se derrumba estrepitosamente y hasta la famosa hoja de Gordon Gould en donde explica cómo debe ser un láser, parece desintegrarse. Se ha destruido la cavidad resonante y la **emisión láser visible** desapareció, pero **la IR aumentó su intensidad, con todas sus propiedades intactas.**

Para completar la obra de eliminar la cavidad, quitamos el espejo trasero y el láser infrarrojo, mucho menos intenso, **continúa operando.**

La Tesis Doctoral para obtener el Título de Doctor en Física del autor de esta historia, (1968), que tiene como base un Láser desarrollado en Lund, Suecia (1967), trata el tema de emisión láser de alta ganancia o “superradiante” en gases nobles (Ne,Ar,Kr,Xe) , una de las cuales es la correspondiente al Xenón tomada como ejemplo en párrafos anteriores.

Pero para conectar esta última parte con el tema de esta Historia II, debe iniciarse la explicación remarcando que la frase de la cual sale el acrónimo láser, no alude a cavidad resonante sino a la amplificación de luz por medio de la emisión estimulada.

En el ejemplo que se detalló, luz espontánea generada en un extremo del tubo es amplificada a lo largo del mismo, en una emisión de las llamadas superradiantes, esto es radiación que posee características particulares.

R.H. Dicke en 1954, logró demostrar que la interacción coherente de las partículas a través de su campo de radiación, puede dar como resultado un aumento de la intensidad de la radiación, fenómeno que denominó “Superradiancia”. La radiación amplificada emitida en tal caso, está caracterizada por un moderado angostamiento del ancho de línea (color más puro) y una direccionalidad también moderada.

Trabajos de investigación que describían la emisión Láser Superradiante en Mercurio, Neón, Kriptón y Xenón ya, desde 1962, habían sido publicados en revistas de la especialidad, considerando el hecho como un avance lógico en el Mundo del Láser y fundamentalmente sin analizar más de tres décadas en el pasado. A tal afirmación, deberíamos agregar el hecho de que el nombre de Dicke no era mencionado en dichas publicaciones, incluida en la que figura el autor de este relato.

Más de medio siglo después de esa tumultuosa década que transcurrió luego del láser de Maiman, un par de importantes investigadores argentinos, más el autor del presente escrito, comienzan a desarrollar una nueva Historia tratando de responder la pregunta “¿Cómo no nos dimos cuenta?”

Antes de iniciar la Tercera Parte del relato, se vuelve necesario retornar imaginariamente a la Universidad de Lund y preguntarse el porqué del bajo poder de respuesta de caracterizados científicos del Departamento de Física y Departamento de Astrofísica ante la presentación efectivizada del Láser de Gases Nobles Superradiante.

Personalidades del prestigio del Profesor Bengt Edlen y del Director del Grupo Láser Kjell Bockasten, destacaron el hecho, pero no aportaron comentarios sobre un pasado en el tema.

Bela Lengyel, (autor del libro *Introduction to Laser Physics*), compartió dicha presentación sin emitir comentario alguno, de la misma manera que omite tratar el tema de la Superradiancia en su libro, edición 1965.

Lógica indiferencia, según el punto de vista del autor, de científicos allende el Atlántico ya que la desarrollada investigación en el tema y su inserción en el área industrial, obviaba cualquier comentario sobre el pasado del Láser.

Tercera parte

La Historia I de este relato, ubica a Rudolf Ladenburg en 1928 sólo confirmando la existencia del fenómeno de Emisión Estimulada. Más de nueve décadas después, al revisar más detalladamente la información rescatada con el paso del tiempo, a partir de publicaciones de la época interesa destacar la siguiente publicación:

- H. Kopfermann and R. Ladenburg “*Experimental Proof of ‘Negative Dispersion’*” *Nature* Volume 122, 438-439 (22 September 1928). Este trabajo describe el experimento que representó un primer y decisivo paso en el camino para la construcción de un dispositivo láser, pero su hallazgo quedó guardado por muchos años en la oscura galería de los conocimientos teóricos, esperando ser rescatado del olvido por algún investigador.

- Del lado soviético sobresalió la figura de Valentin Aleksandrovich Fabrikant, un físico, matemático y educador que investigaba cuestiones relacionadas con la emisión de luz. En 1951, Fabrikant y un equipo de colaboradores presentaron una solicitud de patente sobre la invención de un nuevo método de amplificación de luz que se extendía a la radiación ultravioleta, infrarroja y a las frecuencias de radio. Todo un hallazgo, camino a la construcción de lo que después se conoció como un dispositivo Láser.

Dentro de la historia, corresponde incorporar otra publicación anterior casi no tenida en cuenta, aportante de un nuevo hecho a esta revisión del pasado.

-1924 - Richard Tolman y Paul Ehrenfest del Instituto Tecnológico de California, reportan un trabajo científico en el que discuten acerca de la emisión estimulada, a la que nombran como “absorción negativa” o “amplificación”.

A esta altura del relato, se hace necesario clarificar el porqué de la insistente tendencia a volver al pasado para escribir una nueva historia.

La historia anterior, ya mencionada en el inicio, fue leída hace poco tiempo por un destacado investigador – compañero de estudios en la UNLP de este autor-, y de sus comentarios, surgió la relevante frase: “...a esta Historia le falta algo (o alguien)”

Y efectivamente, la importante información recibida días después, sumada a la obtenida en Internet, confirmaba dicha falta y daba inicio a una investigación que seguramente irá más allá de lo que exprese este relato. Es por eso que para dicho inicio se debe incorporar a la Historia a un personaje fundamental:

Enrique Gaviola (1900-1989)



Recibido de agrimensor en la ciudad de La Plata decidió, por recomendación de [Richard Gans](#), continuar su formación como físico en Alemania, adonde llegó en 1922 y estudió junto a los científicos más encumbrados de la época, [Max Planck](#), [Max Born](#) y Albert Einstein. En 1926 terminó sus estudios doctorales en Berlín con calificación "sobresaliente".

Luego le pidió a Einstein que apoyase su pedido de una beca Rockefeller para ir a trabajar a [Baltimore](#) donde dicha beca le acababa de ser negada con el argumento de que no se le concedía a sudamericanos, a pesar de haber obtenido la calificación más alta entre los solicitantes.

Indignado, Einstein envió una carta con la que lograría que el International Education Board concediese por primera vez una beca a alguien del hemisferio sur.

Gaviola se trasladó entonces a [Estados Unidos](#) donde trabajó con [Robert Wood](#), el más grande físico experimental en aquel momento.

Y se puede rescatar de una corta pero importante frase publicada en Wikipedia: Gaviola, **1928** "*An Experimental Test of Schrödinger's Theory*", sobre emisión atómica estimulada, antecedente de lo que hoy conocemos como “emisión Láser”.

De un primer análisis en profundidad de los cuatro ejemplos reportados, surge la idea clara e importante de que en sus experimentos los investigadores obtienen Emisión Estimulada. Pero ellos, temporalmente, no conocían la definición de Diecke de Superradiancia ni las consecuencias que ella representaba para el perfil de esa emisión.

Porque, si como sugieren dichas experiencias, ellos lograban amplificar la radiación emitida, a ésta se la debería denominar **emisión laser**.

Por lo tanto:

Tolman → **emisión Láser***

Gaviola → “

Ladenburg → “

Fabrikant → “

*Superradiancia o Líneas espectrales de Alta Ganancia

Maiman → **radiación Láser (rayo láser)**

Dentro de un segundo análisis, surge como hecho fundamental la llamada Inversión de Población, acto fundamental que se produce dentro de la estructura de un átomo para generar emisión estimulada.

La importancia del trabajo del Prof. Gaviola, se refiere a que, en su experimento, él **fuerza** dicha inversión. Este hecho, primeramente denominado como tal por Fabrikant, fue determinante para los que luego de 1960, desarrollaran la teoría del láser.

Los trabajos de R. Ladenburg primero, Fabrikant después, son los que ponen de manifiesto que la Emisión Estimulada generada por sus equipos, emerge con un cierto grado de direccionalidad. La emisión de Neón en el caso de Ladenburg, luego observada como superradiante en un Láser de He-Ne en 1965, constituyó un claro hecho de radiación Láser.

También es necesario rescatar que en 1941, mientras se desarrollaba el sitio de Leningrado por parte de tropas alemanas, imposibilitados los rusos de evitar que los adversarios interceptaran sus comunicaciones, Fabrikant, teniendo en cuenta los resultados generados en su tesis doctoral de 1939, intentaba desarrollar un transmisor modulando un haz luminoso de radiación estimulada.

No se tiene información de los resultados de tal experimento, pero sí que de tal propuesta se puede afirmar que Fabrikant generaba un haz de luz suficientemente intenso y direccional para llevarla a cabo.

Finalmente, y poniendo de manifiesto que el trabajo del Prof. Gaviola había sido ignorado en el tiempo, en los finales de la década del '50, los rusos Butayeva y Fabrikant, reportan el descubrimiento de temperatura negativa (amplificación) en una mezcla de vapores de Mercurio e Hidrógeno, repitiendo en parte la experiencia del investigador Argentino del año '28, sin nombrarlo.

Sólo, casi tres décadas después de este hecho, en el libro Lasers de Anthony Siegman, página 29, surge el nombre de Gaviola, aunque sin relacionarlo, en forma concluyente, con la emisión estimulada. Hay algo inexplicable dentro del mismo texto, ya que medio

millar de páginas más adelante surge el párrafo “mucho antes de la invención del láser, R. H. Dicke.....” que da inicio a un largo desarrollo de la teoría que concluye en la definición de un láser sin espejos ó Láser Superradiante. Para Siegman, este láser recién comienza a tomar vida en 1970 (L. Allen et. al).

Luego de redactar esta tercera parte, no deberían quedar dudas sobre la necesidad de realizar algunos cambios en la historia, enfatizando algunos de los hechos relatados. Los profesionales que, luego de 1960 se insertaron en la era del láser, no tuvieron mayormente en cuenta dicha historia, ya que el impacto científico-tecnológico fue de tal magnitud, que no había espacio ni tiempo para volver la vista atrás.

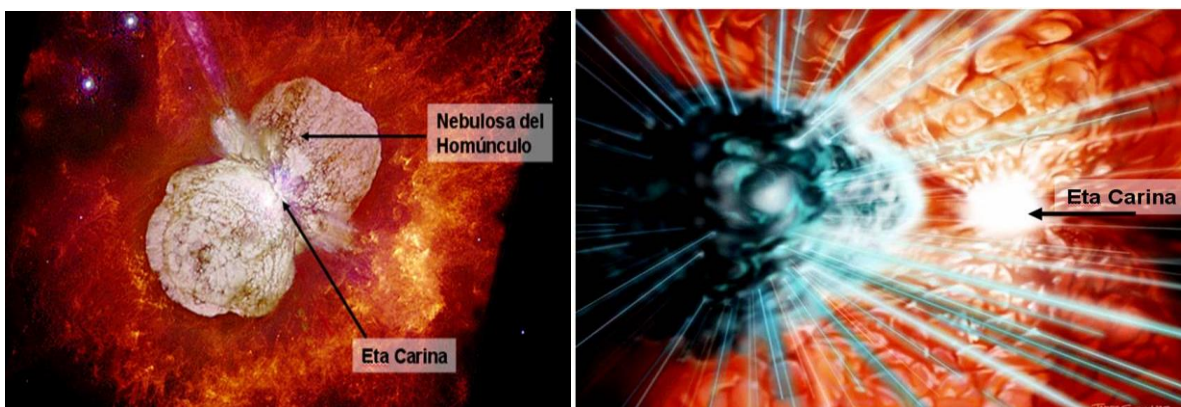
Pero este autor, veterano investigador en el tema, todavía tiene esas posibilidades y es por eso que se arriesga con el cuento que sigue a continuación:

- Durante la década que se inició en 1831, los astrónomos observaron que una estrella, hoy ya calificada como una de las más luminosas y grandes de la Vía Láctea, aumentaba su intensidad de manera caótica, convirtiéndose en un espectáculo interestelar.

Eta Carina (Eta Carinae), 100 veces más grande y varios millones de veces más luminosa que nuestro Sol, se encuentra a 8.000 años-luz de la Tierra rodeada por la Nebulosa del Homúnculo, nombre introducido por el físico y astrónomo argentino Enrique Gaviola en 1950. Durante la década mencionada, colosales erupciones de su propia materia fueron arrojadas al espacio convirtiéndose en un gran Geysir interestelar.

El Telescopio Espacial Hubble permitió observar, en los últimos años del Siglo XX, las emisiones luminosas provenientes del gas que emergió de Eta Carina, unos 100 años después de una gran explosión y recogió información sobre las diferentes radiaciones emitidas. El gas que escapó de la estrella viajando a más de 165000 km/h se encontraba en el momento de la observación, a unos 146 mil millones de Km de la estrella, esto quiere decir a 1000 veces la distancia Tierra – Sol.

Las figuras que siguen muestran dos monumentales escenas de Eta Carina. En la izquierda se observa a la estrella y la nebulosa que la rodea obtenida por el telescopio Hubble y la de la derecha corresponde a una composición de la explosión realizada sobre un acercamiento de la estrella y parte de la nebulosa del Homúnculo



Enviada la información a la Tierra, uno de los Grupos más importante de especialistas en Espectroscopía Atómica liderado por el Dr. Sveneric Johansson de la Universidad de Lund, analizó dicha información y determinó la existencia de emisión láser,

Es de destacar el notable descubrimiento de la radiación láser emitida en el rango de 0,9 – 2 micrones en varias líneas espectrales del Fe II que parten desde la Nébula del Homúnculo.

Este láser, que se encuentra dentro de la radiación emitida por la gran explosión y generada hace 8000 años, inició su camino hacia nuestro planeta cuando aquí el *homo sapiens* recién comenzaba en su vida la etapa de siembra. Toda una historia de vida transcurrió mientras su luz transitaba por el espacio y arribaba en 1997 a la cercanía de la Tierra, 246 segundos luego de atravesar la órbita de Marte.

Ya en el final y analizando el informe de los investigadores de la Universidad de Lund, podemos “sugerir” que la Madre Naturaleza generó hace 80 Siglos ese láser interestelar, para homenajear al Prof. Gaviola. Porque dicho láser y “esto no es un cuento”, partió de la Nébula del Homúnculo, que fue descubierta por él en 1950 y su generación tiene más que atisbos de su trabajo experimental publicado en 1928.

Ya concluida una primera parte de la fase informativa al Mundo, relacionada con la posibilidad de iniciar la escritura de una nueva historia, debe ser presentado el grupo que a partir de este momento propuso primero, plasmar desde un punto de vista más académico tal idea y luego continuar con este relato porque, luego de la llegada del primer láser “visible” interestelar a nuestro planeta, la mirada del mismo, fue localizada en el espacio exterior.

Tres investigadores que en la década del ‘60 desarrollaron en laboratorios del Norte de Europa sus primeros trabajos dentro de la Física del Láser y que figuran como pioneros, en el texto de la historia del láser en la Argentina, se han auto-propuesto como redactores. Los tres alcanzaron el Doctorado, previo paso por el Departamento de Física de la UNLP para lograr el Título de Licenciados en Física.

El Dr. Eduardo Quel, es el autor de la frase “**a esto le falta algo**” expresada al Dr. Mario Gallardo luego de comentar un relato escrito por él. Ambos, al poco tiempo, se reunieron para analizar los trabajos que días más tarde compartieron con el Dr. Mario Garavaglia.

Luego de varias reuniones e intercambio de información vía mail, el Dr. Garavaglia en colaboración con el Dr. Quel, llegaron a la conclusión de que el Profesor Gaviola generaba en su experimento emisión estimulada. El escrito, a ser publicado próximamente en una revista científica, es encabezado por un largo e importante desarrollo histórico, redactado por el Dr. Garavaglia, que se inicia en 1900, continúa con un largo y descriptivo relato que arriba a 1916 cuando Einstein introduce los conceptos de emisión estimulada y probabilidades de transición y finaliza en las puertas del trabajo del Prof. Gaviola.

Por último, el escrito detalla el porqué de la afirmación que asigna al científico argentino la generación en su experimento, de **emisión estimulada**.

CUARTA PARTE

Pero, al tener que comparar el diagrama del experimento del Prof. Gaviola con el que describe el Dr. Sveneric Johansson y que genera el láser astrofísico de Fe II, este autor debió recurrir, para tener una idea más acabada del hecho al libro “Astrophysical Lasers” escrito por el citado científico sueco, junto con Vadilen Letokhov.

La primera lectura, rescata el hecho de que la emisión de láseres astrofísicos en el rango óptico fue descubierta recientemente aunque sus raíces pueden ser atribuidas a observaciones realizadas entre 1930 y 1940, en las que surgían emisiones anómalas de líneas espectrales.

El lenguaje específico del mundo astronómico, dificultaba al autor de este relato, expresar apropiadamente las revelaciones que surgían del mencionado libro de tal nivel científico. Además, tampoco posee un conocimiento acabado del poder de análisis con que contaba en esos años, un astrónomo observador.

Un contacto telefónico con el Decanato de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, logró resolver el problema. La Sra. Vicedecana, en una corta pero consistente serie de respuestas en la que la palabra láser surgió en varios pasajes, informó a su interlocutor que un astrónomo en 1930 ya podía determinar claramente cambios de intensidad de una línea y además medir su ancho espectral, lo que quiere decir observar en ella su pureza cromática.

Ya finalizando la corta “clase magistral”, surgió de la caracterizada interlocutora, un nombre: Bowen, y aquí surgieron nuevas e interesantes conclusiones, al complementar el contacto telefónico, con el envío de más información. Las mismas, pueden sintetizarse de la siguiente manera:

1- Con el conocimiento del potencial de análisis con que contaban los astrónomos que estudiaban las “luces” provenientes del espacio exterior en los años treinta, la observación de líneas anómalas (más intensas y angostadas espectralmente), daba cuenta de la existencia de **emisión estimulada en el espacio**.

2- La existencia de un llamado Mecanismo Bowen (1934), que genera emisión intensa (fluorescencia) en un elemento, a partir del bombeo de radiación coincidente energéticamente con la línea de absorción, no necesariamente del mismo elemento (generalmente el bombeo lo produce la línea espectral del hidrógeno Hbeta).

3- Usando las relaciones entre el bombeo y las tasas de emisión (Thackeray), en términos modernos podemos hablar de **inversión de población**.

Y aquí surge otro escenario no tenido en cuenta del descubrimiento de la acción láser, basado en observaciones astrofísicas (“Astrophysical Lasers” 2005).

Todo este simplificado análisis, que no alcanza la altura de una prueba científica, permite “sugerir” un camino similar al transitado por los investigadores que generaban emisión estimulada en los laboratorios terrestres en la misma época.

Pero el autor de este relato, que en su imaginario cuento sostiene que el experimento generado en la Nébula de Homúnculo 80 Siglos atrás tiene similitud con el desarrollado por el Prof. Gaviola, tiene ahora otras disyuntivas:

En 1928, Ira Sprague Bowen (1895-1973), explicó el origen de intensas líneas prohibidas producidas en el verde, de los espectros de las nebulosas planetarias. Y podemos agregar que el espectro de emisión de una difusa y brillante nebulosa (como ser el de una Nebulosa Planetaria), es producida por la energía recibida desde una estrella adyacente.

Confirmado ya en un trabajo científico el hecho de que el Prof. Gaviola dentro de su experimento generaba emisión estimulada, el autor del presente relato, que ya había observado similitudes comparando esquemas específicos del funcionamiento interno de dichos experimentos, afirma:

Que en términos generales, las conocidas experiencias realizadas en laboratorios terrestres (por Tolman, Gaviola, Ladenburg y Fabrikant), más otras que seguramente se llevaron a cabo, generaban, lo que en un primer momento de este relato se denominó, emisión estimulada.

Y que más tarde, ante la llegada de la definida emisión superradiante sugerida por Dicke en 1954 y sus características de intensidad, direccionalidad y angostamiento de línea, al mundo del láser se incorporaron los “astrofísicos”.

Pero hay que hacer notar que el término superradiante aparece por primera vez para los astrofísicos en 1981 - emisión de OH en U Orionis - (P.R.Jewell). Además como un ejemplo de que el tema sigue latente en nuestra década, una tesis doctoral de la Universidad de Ontario trata sobre Dicke's Superradiance in Astrophysics (R. Feresh 2016).

Finalmente, como una propuesta a discutir este autor sugiere, teniendo en cuenta las, ahora incorporadas definiciones de Bowen y Thakeray, que el esquema del experimento del Prof. Gaviola es similar al que naturalmente se lleva a cabo en una nebulosa planetaria (*así en la Tierra como en el Cielo*), en la que surgen líneas espectrales anómalas de un elemento, algunas de las cuales, por demás sobresaliente, puede ser calificada como **emisión de luz láser**.

PARTE FINAL

A manera de información de orden general, el autor cree haber cumplido con su propósito, ya que sin haber redactado un texto de carácter científico, debería quedar en

la mente del lector una idea clara de los hechos que contribuyeron al desarrollo del Láser.

Replantear el camino que siguieron los acontecimientos, no va a cambiar sustancialmente el suceso científico que se inició en 1960, pero sí va a dar a la historia un nuevo matiz, ya que al involucrar en ella a destacados participantes, en realidad adelantó la misma en más de tres décadas.

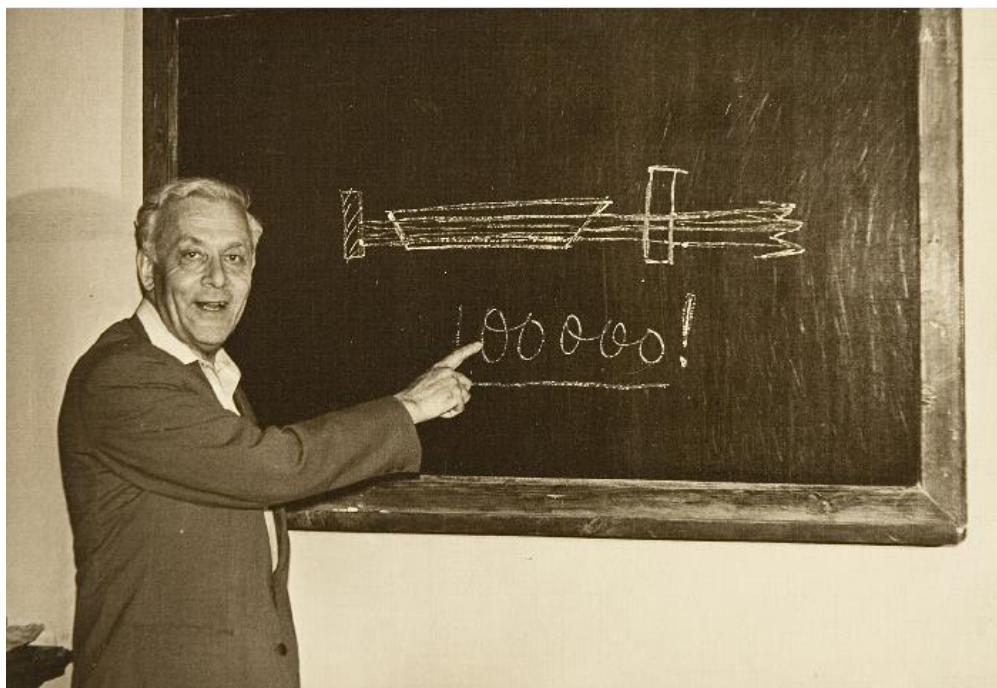
Es importante hacer notar, que este relato ha sido escrito con un lenguaje lo más amplio y accesible posible, pero cuidando que su sencilla estructura científica no pierda validez.

Pero, luego de haber indagado y analizado gran número de páginas, imágenes y registros fotográficos, perdura la pregunta:

¿Theodore Harold Maiman construyó el primer Rayo Láser que operó en el Planeta Tierra?

La fotografía siguiente, rescatada de Internet señala:

(1959-60) > FABRIKANT



Valentin Alexandrovich Fabrikant; (9 October 1907 - 3 March 1991).

Imagen que analizada por veteranos “laseristas” que se encontraban en el Aula del Centro de Investigaciones Ópticas – CIOP, el 12 de noviembre de 2019, instaló la duda sobre tal afirmación.

Retornando al punto Historia II Segunda Parte, se puede concluir que lo señalado por Fabrikant en la pizarra, representa un dibujo de un Láser gaseoso que emite el famoso Rayo. Lo que nadie puede afirmar - la estructura rusa lo impidió- es que dicho Láser

operó en algún momento, pero las flechas y el número (¿amplificación?) señalado dan, al menos, indicios de que tal operación se realizó.

Durante la Reunión de la AFA - Asociación Física Argentina- Bariloche 1980, el CIOp le otorgó al Dr. Enrique Gaviola una medalla al mérito por sus trabajos en el Área de la Óptica.

Parte de los presentes, incluido el autor de este relato, -investigadores que habían trabajado más de una década en la Física del Láser- y teniendo frente a ellos al destacado científico, no estaban en ese momento en condiciones de expresar el reconocimiento que hoy sí cabría. Por eso: **“Perdón Profesor, no nos dimos cuenta”**

COMENTARIOS FINALES

La **Historia I** refleja, con ciertos matices incorporados por el autor, el relato sobre el nacimiento del láser que se podía rescatar en las redes sobre el final del Siglo XX. Aquí, los nombres de Ladenburg y Fabrikant aparecen junto a sus resultados científicos, dentro de un irrelevante contexto “y otros trabajos”, opacados por el resultado final que surge en 1960.

La **Historia II**, revaloriza a los dos importantes científicos ya mencionados a través de sus trabajos e incorpora en ella al Profesor Enrique Gaviola, determinante personaje que a partir de los resultados alcanzados en el trabajo del Dr. Garavaglia, pasa a constituirse en el científico cuyo trabajo experimental de 1928, marca el inicio de la Era del Láser.

Es importante hacer notar, que desde una fecha indeterminada, posiblemente cercana al final del Siglo XX, comienzan a ser relacionados con la sigla Láser los tres científicos mencionados (Ladenburg, Fabrikant y Gaviola) pero sin una justificación científica que avale tal determinación. El mismo Profesor Gaviola, tal como rescató de innumerables consultas el autor de este relato, **nunca relacionó los resultados de sus trabajos científicos con el desarrollo del láser.**

En Biografías - Ramón Enrique Gaviola - CieloSur, **Viviana Bianchi** del Grupo Astronómico Don Torcuato, presenta, a criterio del autor de este relato, una visión por demás detallada de la historia de vida de uno de los más importantes científicos argentinos.

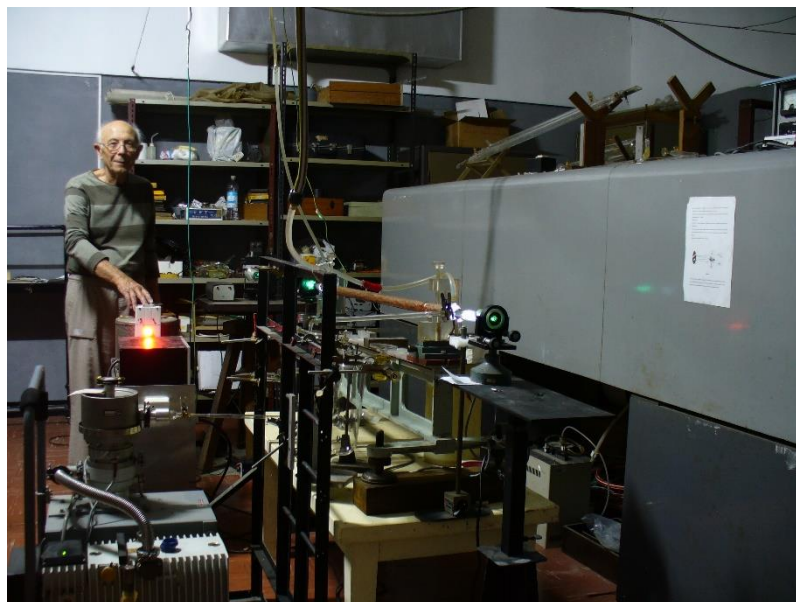
Es fundamental resaltar que, dentro del esquema del relato propuesto por el autor, dos caracterizados científicos contribuyeron de manera determinante en el mismo.

El **Dr. Eduardo Quel**, ya mencionado en el texto, que no solo detonó la idea de reescribir la historia, sino que contribuyó activamente en la misma, aportando su experiencia en el tema para fortalecer su estructura científica y mediante un aporte claro, introducir lo concerniente a la forma de redactar los nuevos conocimientos.

La **Dra. Lydia Cidale**, la voz en el teléfono, que primero introdujo al autor dentro de técnicas que no conocía, proporcionó nombres y datos bibliográficos para redactar parte del texto y finalmente, en su última revisión, poner el mismo en su lenguaje correcto.

Agradecimientos:

***A mi querida esposa Viviana Schaposnik por su invaluable ayuda en la edición del texto.
Al Dr. Jorge Reyna Almandos, por su mirada cuidadosa y correctiva del relato.***



Dr Mario Gallardo, cofundador del CIOp, en el Laboratorio de Espectroscopía Atómica del Centro. Foto superior: controlando los parámetros de funcionamiento de un láser pulsado de Xe. Foto inferior: junto al espectrógrafo de vacío con el que se determinaron varias líneas de emisión de gases nobles ionizados de interés en estudios astrofísicos.