

VIDA CIENTÍFICA

Comenzamos esta sección con el cuarto trabajo de la serie "Nuevos Materiales", en el que los Profesores Jaque, Capmany y García Solé, de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), describen un material que permite la generación simultánea de luz láser en tres colores fundamentales, rojo, verde y azul.

Disponemos de nuevo de colaboraciones de las diferentes secciones de nuestra Facultad. En la sección de Matemáticas iniciamos, con un trabajo del Prof. Gómez Villegas de la UCM, una serie histórica sobre el Análisis Multivariante que estamos seguros enriquecerá los conocimientos de Historia de las Matemáticas de todos nuestros lectores. En la sección de Química, el Prof. Ríos de la Universidad de Córdoba trata de un tema muy en boga, la calidad, aplicada al ámbito de la Química Analítica. Y, en la sección de Física, la Prof. Williard de la UNED nos hace una descripción de los beneficios y riesgos que conlleva la utilización de las radiaciones ionizantes en diferentes

campos de la Medicina, a saber, el radiodiagnóstico, la radioterapia y la medicina nuclear. Incluimos, además, una nota del Prof. Costa, de la UNED, en la que llama la atención sobre el resurgimiento que está teniendo lugar entre las ideas originarias de la Física y las Matemáticas puras, que, a buen seguro, será del interés de los lectores.

Siguen apareciendo nuestras secciones habituales de *Efemérides*, *Novedades científicas* y *Premios Nobel*, realizadas por diferentes miembros del Consejo de Redacción.

Como novedad, hemos incluido una sección sobre *Mujer y Ciencia*, donde pretendemos poner en evidencia el papel que muchas mujeres han desempeñado a lo largo de la Historia en el desarrollo de la Ciencia y que, en la mayoría de los casos, no ha sido justamente reconocido por los historiadores de la misma.

Por último, contamos con dos colaboraciones de la UNED, ajenas a la Facultad de Ciencias. La primera procede del Departamento de Radio

y se suma a las efemérides; está realizada por la periodista Edith Checa en conmemoración del 80º aniversario de las primeras emisiones radiofónicas diarias a través de una emisora en Pensilvania (EE.UU.), y del 75º aniversario de la primera emisión radiofónica diaria en España (Radio Barcelona, 14 de noviembre de 1924).

La segunda, ha sido realizada por el Prof. Emilio Ambrosio del Departamento de Psicobiología. En ella nos cuenta los procesos conductuales y los factores neurofisiológicos que hacen que algunas personas sean más vulnerables que otras a la adicción a las drogas. Las experiencias realizadas con modelos animales han permitido estudiar aspectos básicos de la dependencia de las drogas. En el trabajo se describen los métodos (científicos) utilizados así como los resultados obtenidos con diferentes tipos de ratas de laboratorio. No dudamos de la curiosidad e interés que el tema suscitará en nuestros lectores.

NUEVOS MATERIALES

Parte IV: Generación de luz láser roja, verde y azul en un mismo cristal: un nuevo paso hacia los dispositivos láser de alto brillo

RESUMEN

Cuando se combina el ion Nd^{3+} con el apropiado medio no lineal, diversas coincidencias permiten la generación simultánea de luz láser en los tres colores fundamentales. En el presente trabajo se muestra experimentalmente cómo esta generación simultánea de colores se ob-

tiene en el Borato de Ytrio y Aluminio activado con iones Neodimio ($Nd^{3+}:YAl_3(BO_3)_4$).

1. INTRODUCCIÓN

Desde el descubrimiento por parte de Maiman del primer láser (1), el láser de Rubí, las especiales propiedades de la radiación láser —tales como alto brillo, monocromaticidad y alta coherencia espacial y temporal— han sido explotadas en ciencia y tecnología. Hoy en día se están realizando grandes esfuerzos en la obtención de dispositivos de color (pantallas de proyección y televisión láser) basados en fuentes de luz láser, de tal manera que se obtendría

un mayor brillo y una mayor pureza espectral que con los actuales sistemas de proyección (tubo catódico y pantalla fosforescente). Adicionalmente, un dispositivo de proyección basado en fuentes de luz láser permitiría tamaños de pantalla ilimitados, frente a las 50 pulgadas que, como máximo, se obtienen mediante la tecnología de televisión actual.

La Figura 1 muestra el esquema de funcionamiento de un sistema de proyección basado en fuentes de luz láser, denominado también "Laser TV". Como se puede apreciar, el tubo catódico ha sido substituido por tres fuentes de luz láser (rojo, verde y azul), de tal manera que la mezcla entre sus tres radiaciones daría lugar a la formación de cual-

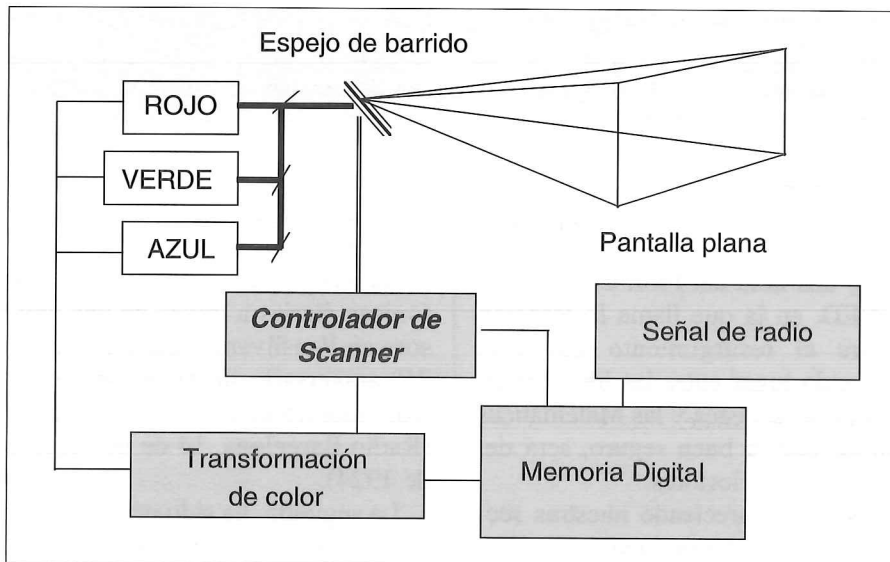


Figura 1. Esquema de funcionamiento de un dispositivo láser de proyección de imágenes.

quier color. La combinación de estos tres haces sobre una superficie plana (pantalla) se realiza mediante un sistema mecánico de espejo giratorio. La configuración final de la imagen se obtiene modulando la intensidad de emisión de cada una de las tres fuentes láser junto con la frecuencia de barrido del espejo. Actualmente existen modelos comerciales de sistemas de proyección láser basados en tres láseres de iones gaseosos. Sin embargo, estos láseres son de gran tamaño y alto consumo energético. Es, pues, deseable la sustitución de estos láseres de iones gaseosos por otros láseres de tamaño y consumo más reducido. En concreto, la obtención de una única fuente de luz láser emitiendo en los tres colores fundamentales permitiría la construcción de dispositivos de proyección láser compactos y económicos.

2. ESTADO DEL ARTE

Hasta principios de los años noventa, los intentos por obtener una fuente de luz láser capaz de emitir simultáneamente en los tres colores fundamentales (rojo, verde y azul) se habían basado en el empleo de fuentes de bombeo láser pulsadas. Dichas fuentes son de gran tamaño y bajo rendimiento energético. Además, necesitan para

su funcionamiento de complejos sistemas de refrigeración. Todo ello hace imposible su integración en sistemas compactos. La aparición de los láseres de diodo en el azul a principios de los noventa marcó un punto de inflexión en el desarrollo de la tecnología de proyección láser (los láseres de diodo emitiendo en el verde y rojo se habían desarrollado durante los años ochenta). Fue entonces posible utilizar tres diodos (emitiendo en el rojo, verde y azul) para, mediante combinación de cada uno de sus haces, proyectar y formar una imagen sobre una superficie plana. Existen, sin embargo, tres problemas principales en los dispositivos de imagen basados en diodos láser:

- 1) Resolución espectral: La anchura espectral de los láseres de diodo (número de longitudes de onda emitidas por el diodo) es, generalmente, de varios nm ($1\text{nm} = 10^{-9}\text{ m}$). Este hecho trae como consecuencia una disminución del contraste en la imagen proyectada.
- 2) Baja estabilidad: La potencia de luz láser generada por un diodo sufre una degradación temporal. La vida media de un diodo láser emitiendo en el azul se ubica actualmente entorno a las 10.000 horas. Existe, además, otra inestabilidad; la inestabilidad espectral. La

longitud de onda de emisión de un diodo láser depende de la intensidad que por él está circulando, así como de la temperatura a la que se encuentre. Estas inestabilidades causan cambios temporales en el brillo y contraste de la imagen proyectada.

- 3) Por último, la baja calidad modal del haz láser (haz de alta divergencia) hace necesario el uso de sistemas de colimación, enfoque y corrección que aumentan la complejidad del dispositivo, disminuyendo al mismo tiempo su compacidad.

Durante los cuatro últimos años han aparecido en escena nuevos materiales láser capaces de subsanar los problemas presentes en los diodos. Estos nuevos materiales son los cristales láser no lineales activados con iones de tierras raras. En este tipo de materiales se combinan las excelentes propiedades láser en el infrarrojo de los iones de tierras raras (en especial del ion Nd^{3+}) con los procesos de interacción entre fotones que tienen lugar en el interior de un cristal no lineal (2,3). La radiación láser visible así conseguida "hereda" las buenas características de la radiación láser infrarroja proveniente de los iones de tierras raras. A saber: alta monocromaticidad (baja anchura espectral), alta estabilidad espectral, alta estabilidad en potencia y gran calidad modal. Además, y como veremos más adelante, este tipo de materiales láser puede ser bombeado mediante diodos láser de reducido tamaño, que emiten en el infrarrojo, haciendo, por tanto, posible su integración en sistemas compactos.

3. LOS MATERIALES LÁSER NO LINEALES: EL NYAB

En nuestro estudio de cristales no lineales dopados con iones de tierras raras hemos encontrado un conjunto de coincidencias en las transiciones ópticas asociadas al ion Nd^{3+} que han permitido la generación de luz láser en el rojo, verde y azul de

forma simultánea cuando dicho ion se encuentra en el apropiado material no lineal. También se muestra en este trabajo cómo estos nuevos materiales láser no lineales, bombeados por diodos, pueden ser utilizados en el futuro como píxeles de dispositivos de proyección de imágenes de alto brillo y definición. En este trabajo se muestran los resultados obtenidos en el cristal no lineal de Borato de Ytrio y Aluminio $\text{YAl}_3(\text{BO}_3)_4$ (YAB), en el cual se han introducido durante su crecimiento iones trivalentes de Neodimio, cristal láser no lineal denominado NYAB. No es, sin embargo, éste el único cristal láser basado en un medio no lineal. Existen en la actualidad numerosos cristales láser no lineales, entre los que destaca, por sus innumerables aplicaciones tecnológicas, el Niobato de Litio activado con iones Neodimio ($\text{Nd}^{3+}:\text{LiNbO}_3$). La principal razón por la cual se ha recurrido al NYAB es que la presencia de altas intensidades de iluminación en el interior del cristal no produce daño alguno, en contraposición con el caso de Niobato de Litio (4).

En la Figura 2 se muestran los estados energéticos del ion Nd^{3+} que participan en la operación láser.

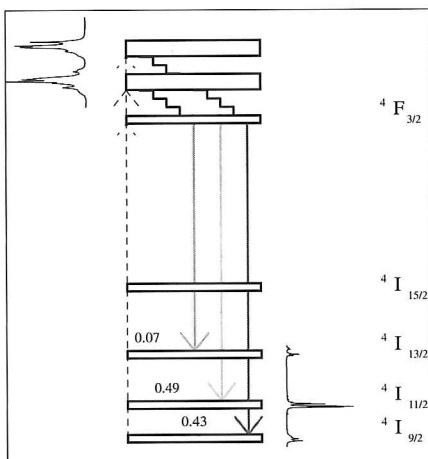


Figura 2. Diagrama de niveles de energía del ion Neodimio. Los canales de absorción y emisión, así como sus correspondientes espectros, también están indicados en la figura.

Existen dos estados ($^4F_{5/2}; ^2H_{9/2}$ y $^4F_{7/2}; ^4S_{3/2}$)* que permiten la excitación de iones desde el estado fundamental ($^4I_{9/2}$) mediante la absorción de fotones con longitudes de onda entorno a 750 y 800 nm, respectivamente. Es fácil encontrar diodos comerciales emitiendo en estas longitudes de onda. Así, pues, la excitación de iones desde el estado fundamental hasta estados excitados superiores es fácilmente realizable mediante el uso de diodos comerciales de bajo coste y alta estabilidad (diodos de GaAlAs). Una vez que los iones han sido excitados hasta estos estados, se desexcitan de forma rápida pasando a poblar el estado $^4F_{3/2}$. Como se puede observar en la Figura 2, la separación energética entre este estado y su inme-

diato inferior es grande, y como consecuencia, el estado $^4F_{3/2}$ es un estado metaestable (los iones excitados a este estado permanecen en él durante largo tiempo antes de decaer a estados inferiores). Existen cuatro posibles canales de desexcitación correspondientes a transiciones desde el mencionado estado metaestable hasta los estados $^4I_{15/2}$, $^4I_{13/2}$, $^4I_{11/2}$ y $^4I_{9/2}$, originando la emisión de fotones de longitudes de onda igual a 1,8; 1,3; 1 y 0,9 micras, respectivamente.

Cuando un cristal con iones Nd^{3+} es bombeado con un diodo e introducido en una cavidad láser (formada por dos espejos de alta reflectancia para la longitud de onda láser), tal y como se muestra esquemáticamente en la Figura 3, es posible, me-

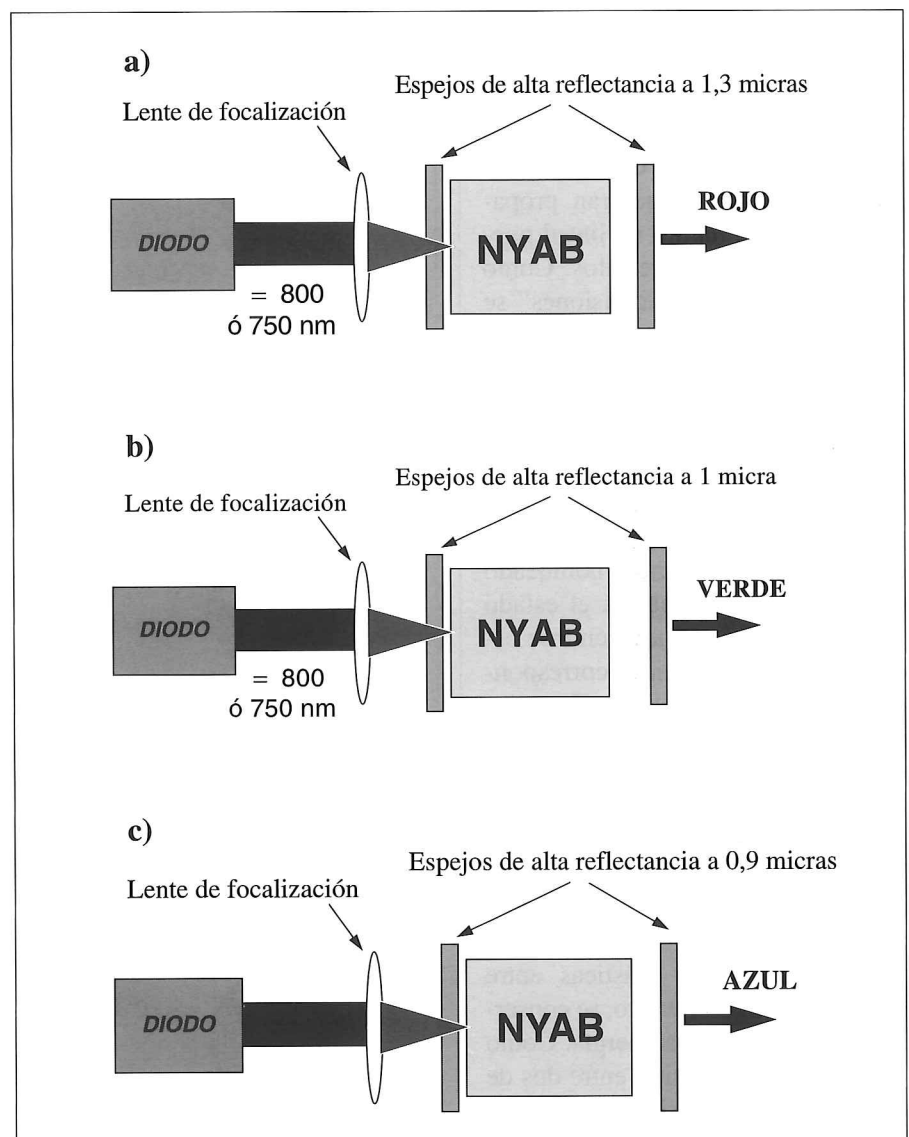


Figura 3. Dispositivos experimentales para la obtención de luz láser a 1,3; 1 y 0,9 micras a partir de un cristal de NYAB bombeado por un diodo láser.

* La nomenclatura es la correspondiente a estados $^{2S+1}L_J$, donde S = número cuántico de spin, L = número cuántico de momento angular orbital y $J = L + S$.

diante el correcto diseño de los espejos de dicha cavidad, la obtención de luz láser para estas longitudes de onda (salvo a 1,8 micras, puesto que la transición ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{15/2}$ resulta ser de muy baja probabilidad).

En la Figura 2 se muestra el espectro de luminiscencia asociado a las transiciones radiativas que se producen desde el estado metaestable. La primera coincidencia que se observó es que el segundo armónico de las radiaciones asociadas a estos tres canales de desexcitación nos lleva a longitudes de onda de 0,65 (Rojo), 0,53 (Verde) y 0,45 (Azul) micras, respectivamente. Así pues, la primera idea fue la de generar el segundo armónico de cada una de las transiciones que se producen desde el estado metaestable.

¿Cómo generar el segundo armónico? Recurriendo a un medio no lineal. Básicamente un material no lineal es un material que permite la interacción entre fotones que se propagan en su interior. Cuando dos o más fotones se encuentran propagándose en un medio no lineal pueden “colisionar” entre ellos. Como resultado de dichas “colisiones” se producen fotones cuya energía es la suma o diferencia de las energías de los fotones incidentes. Por ejemplo: supongamos que nuestro cristal láser no lineal es introducido entre dos espejos altamente reflectantes a longitudes de onda cercanas a 1 micra. Si el cristal es ahora bombeado con un diodo, se poblará el estado metaestable ${}^4F_{3/2}$, produciéndose oscilación láser a 1 micra correspondiente al canal ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{9/2}$. Esto significa que en el interior del cristal se están propagando un gran número de fotones con energía $E = hc/\lambda$ (donde $\lambda \simeq 1$ micra). Debido a que los fotones se propagan en un medio no lineal es posible la interacción entre ellos. En concreto, son posibles las colisiones elásticas entre ellos donde, por supuesto, se conservan el momento y la energía. Como resultado de la colisión entre dos de estos fotones se origina un tercer fotón de energía igual a la suma de energías de los fotones incidentes. Es decir, se generará un tercer fotón

de longitud de onda igual a la mitad de la longitud de onda de los fotones incidentes. Los tres procesos de autodoblado de frecuencia que conducen a los tres colores fundamentales (rojo, verde y azul) se encuentra esquematizados en la Figura 4.

La eficiencia de cada uno de estos procesos no lineales (probabilidad de las colisiones entre “fotones”) depende de numerosos factores. En primer lugar, depende del propio medio no lineal; existen medios más eficientes que otros. En segundo lugar, depende de las con-

diciones geométricas en las que se esté propagando el haz fundamental; para que la colisión entre dos fotones tenga lugar es indispensable la conservación de momento de tal manera que la suma de los momentos de los fotones incidentes ha de ser igual al momento del fotón resultante de la colisión (3). El momento de un fotón propagándose dentro de un cristal depende de su longitud de onda así como de su dirección de propagación (3). Como consecuencia, la colisión entre dos fotones es solo posible para una

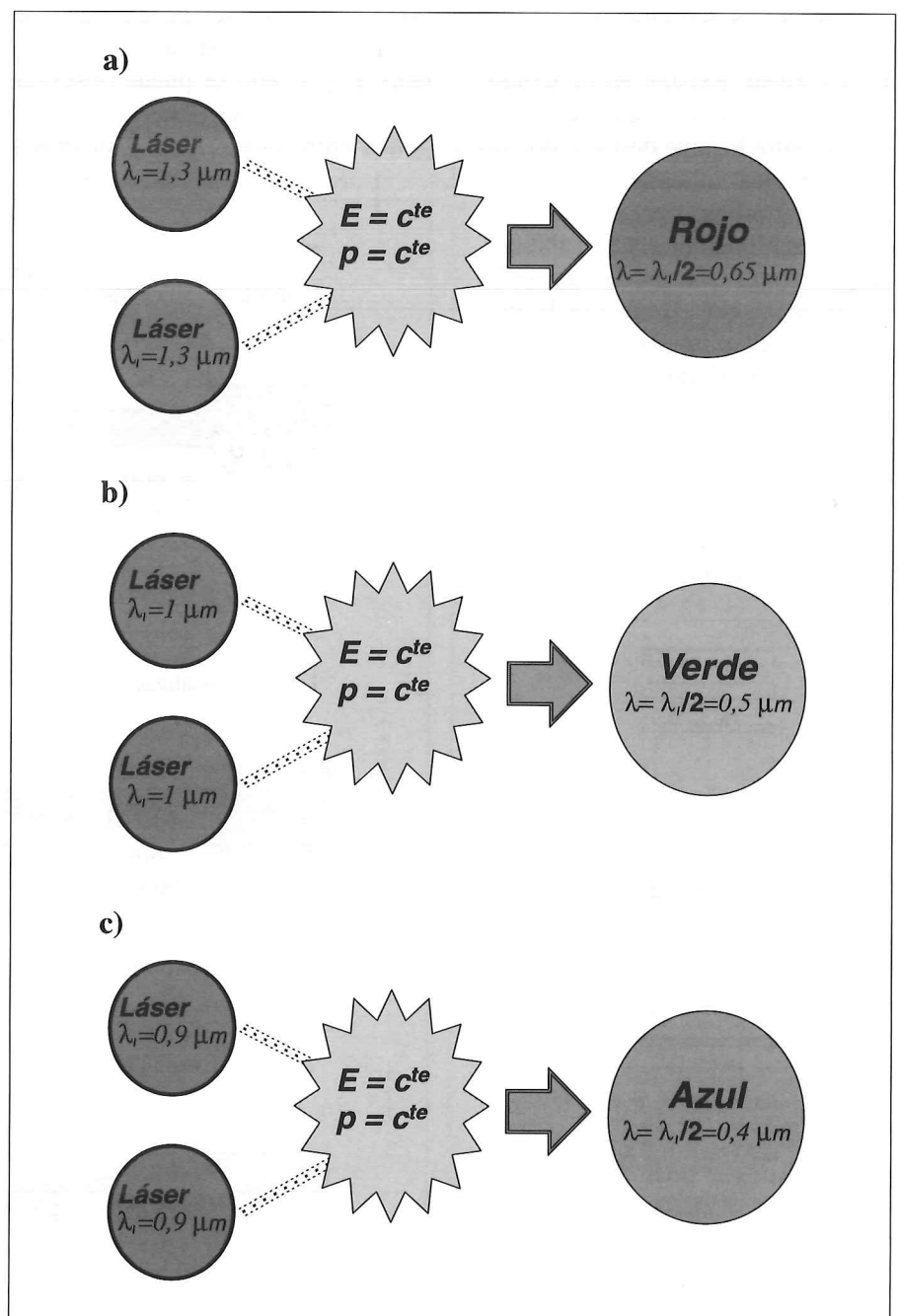


Figura 4. Representación gráfica de los procesos de autodoblado de frecuencia que originan radiación en el rojo, verde y azul.

cierta dirección de propagación dentro del cristal. Esta dirección se denomina "dirección de ajuste de fase".

En principio, una condición necesaria para obtener luz láser roja, verde y azul mediante autodo- blado de frecuencia es la de ser capaces de obtener oscilación láser en cada uno de los tres canales de desexcitación fundamentales (1,3; 1 y 0,9 micras). Para ello simplemente hemos de situar un cristal bombeado ópticamente (mediante el uso de un láser de diodo) en la cavidad láser apropiada (espejos de alta reflectancia en la longitud de onda deseada), tal y como se muestra en la Figura 3. Las oscilaciones láser a 1,3 y 1 micras involucran cuatro niveles energéticos del ion Neodimio (ver Figura 1) mientras que la transición láser a 0,9 únicamente involucra tres niveles. Es bien conocido que las transiciones láser que tienen lugar involucrando únicamente tres niveles requieren de una serie de circunstancias especiales, tales como altas potencias de bombeo así como dimensiones reducidas del elemento láser (2). En el caso concreto de NYAB, incluso satisfaciendo estas condiciones, no se ha podido obtener oscilación láser a 0,9 micras. Así pues, no ha sido posible generar luz azul mediante el proceso de autodo- blado en frecuencia.

Se presentó entonces un método alternativo para la generación de luz azul; en un cristal bombeado con luz de 800 nm de longitud de onda, en el cual se está produciendo oscilación láser a 1 micra (correspondiente a la transición ${}^4F_{3/2} \rightarrow {}^4I_{11/2}$), es posible la colisión entre fotones de bombeo y fotones láser, dando lugar a fotones de longitud de onda en torno a 450 nm (luz azul). Este proceso, esquematizado en la Figura 5, se denomina autosuma de frecuencias, y es únicamente eficiente si se produce en una dirección determinada del cristal (dirección de ajuste de fase para autosuma de frecuencias). Este mecanismo presenta una ventaja adicional sobre el autodo- blado de frecuencias: la sin-

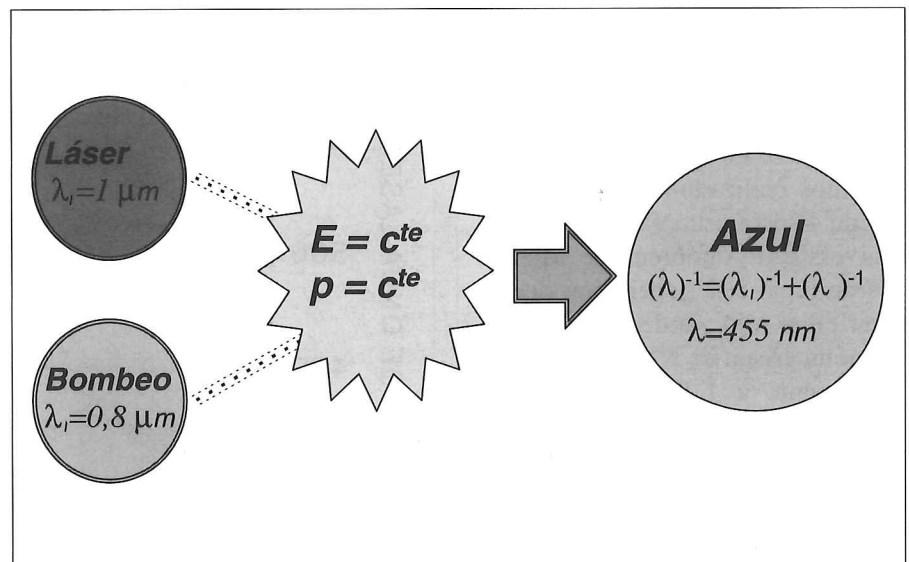


Figura 5. Esquema de funcionamiento de un dispositivo láser de proyección de imágenes.

tonizabilidad. Variando la longitud de onda de la radiación de bombeo se varía la energía de los fotones de bombeo y, por lo tanto, la energía del fotón resultante de la colisión (fotón azul). Así pues, la variación controlada de la longitud de onda de bombeo produce una variación de la longitud de onda azul resultante. La posibilidad de sintonización en la longitud de onda es de gran importancia en los dispositivos de proyección, ya que permite un ajuste fino del brillo y contraste de la imagen.

En 1998 se demostró en nuestro laboratorio generación de luz láser en el rojo, verde y azul en un cristal de NYAB bombeado por un láser de diodo, lo que se conseguía por primera vez y marcaba el futuro de un nuevo tipo de lasers para dispositivos de alto brillo (5). Para la generación de luz verde y azul el cristal fue introducido entre dos espejos altamente reflectantes a 1 micra, de tal manera que tras ser focalizada la luz del diodo sobre el cristal se obtuvo oscilación láser entorno a 1 micra. Cambiando la orientación del cristal dentro de la cavidad, y por tanto la dirección de propagación de la radiación láser en el interior del mismo, fue posible obtener las condiciones de ajuste de fase para los procesos de autodo- blado y autosuma de frecuencias, generándose luz láser verde y azul respecti-

vamente. Para la generación de luz roja el cristal fue situado entre dos espejos altamente reflectantes a 1,3 micras, de tal manera que se obtuvo oscilación láser a esta longitud de onda. Tras la orientación adecuada, se generó luz roja mediante el proceso de autodo- blado de frecuencia anteriormente explicado. Es importante el reseñar aquí que, aun cuando esta primera demostración de generación de luz láser en los tres colores fundamentales fue un hecho novedoso, presenta una serie de inconvenientes técnicos que impiden su aplicación en dispositivos comerciales. Dichos inconvenientes son:

Las diferencias encontradas en las direcciones de ajuste de fase correspondientes a los tres procesos no lineales (autodo- blado en frecuencia de las líneas láser a 1 y 1,3 micras y el proceso de autosuma de frecuencias entre la radiación láser a 1 micra y la de bombeo a 0,8 micras). Esto hacía necesario un giro del cristal en el interior de la cavidad mayor a 10 grados, lo cual traía una serie de inconvenientes técnicos, tales como desajuste de la cavidad láser e inestabilidades en la potencia de luz visible resultante.

Era necesario obtener oscilación láser a 1 y 1,3 micras de forma simultánea. Aunque esta oscilación es, en principio, factible, cuenta con la desventaja de la apa-

rición de la llamada “competencia entre modos espectrales”, produciéndose inestabilidades en la potencia láser.

En marzo de 1999, nuevos experimentos realizados en el laboratorio de Espectroscopía Láser de la Universidad Autónoma de Madrid dieron lugar a la generación de luz láser en el rojo, verde y azul, basada en un cristal de NYAB oscilando únicamente a 1,3 micras (6). Al igual que en los experimentos anteriores, la luz roja fue obtenida mediante el proceso de autodoblado en frecuencia de la radiación láser a 1,3 micras. Para obtener luz en el verde y azul se recurrió al fenómeno de autosuma de frecuencias entre la radiación láser y la radiación de bombeo, variándose la longitud de onda de la fuente de bombeo. Como se había comentado anteriormente, una de las ventajas del proceso de autosuma de frecuencias es que la variación de la longitud de onda de la radiación de bombeo producía una variación en la longitud de onda de la radiación láser visible (sintonizabilidad). La Figura 6 muestra la longitud de onda de la radiación láser obtenida en un cristal de NYAB que se encuentra oscilando a 1,3 micras. Se observa cómo la radiación resultante pasa del verde al azul cuando la longitud de onda de bombeo pasa de ser 800 a 750 nm. Para longitudes de onda intermedias no se genera luz láser visible, puesto que la radiación de bombeo no es absorbida por el cristal siendo, por tanto, imposible la oscilación láser infrarroja (1,3 micras). Al igual que ocurría en el caso de oscilación multilínea, cada uno de los procesos no lineales que generan rojo, verde y azul requieren de una dirección de propagación dentro del cristal diferente (diferentes direcciones de “ajuste de fase”). Sin embargo, en el caso de oscilación sólo en la línea a 1,3 micras, las tres direcciones de ajuste de fase difieren en menos de 3 grados. Hacer girar el cristal un ángulo inferior a 3 grados no supone una complicación excesiva del dispositivo. La Figura 7

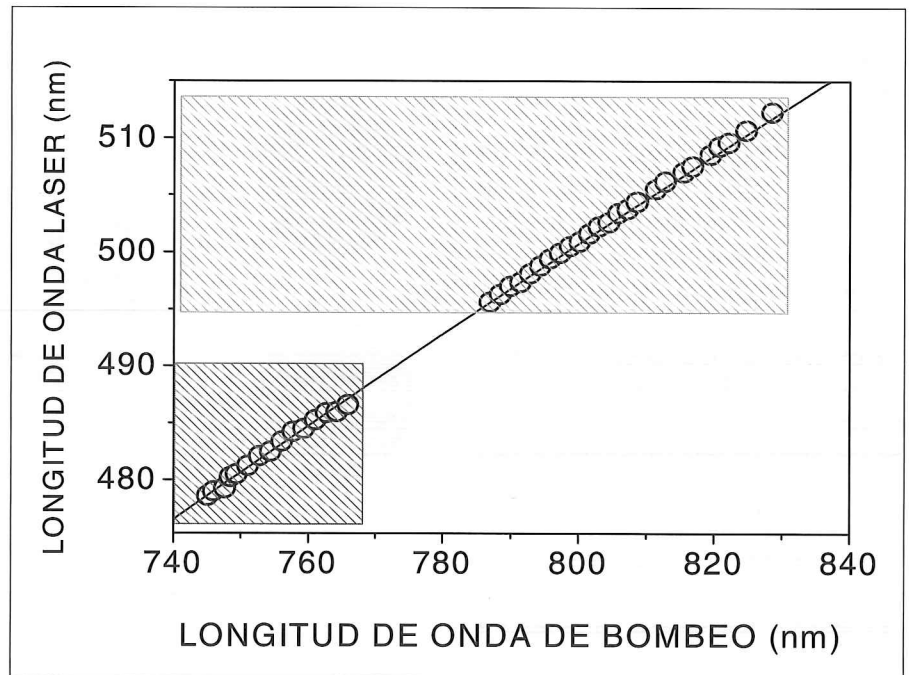


Figura 6. Longitud de onda láser obtenida mediante el proceso de autosuma de frecuencias en un cristal de NYAB operando a 1,3 micras en función de la longitud de onda de bombeo.

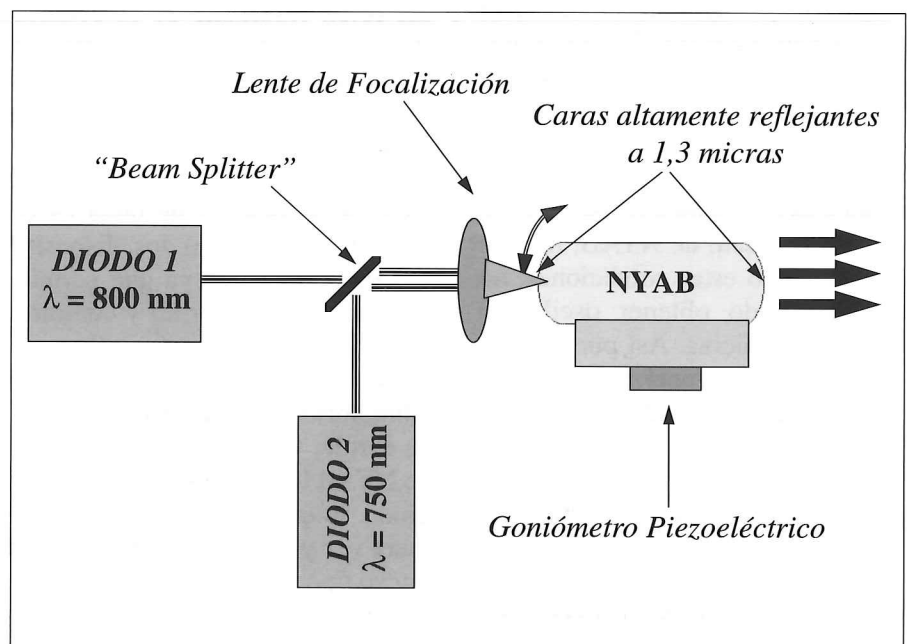


Figura 7. Propuesta de dispositivo láser en el rojo, verde y azul compacto, basado en un cristal de NYAB, operando a 1,3 micras.

esquematiza una propuesta de dispositivo láser emitiendo en los tres colores fundamentales basado en un cristal de NYAB bombeado por diodos láser. En dicho cristal se han pulido caras curvas, de tal manera que un giro del mismo no impida la oscilación láser. Sobre las caras del cristal se han depositado unos tratamientos antirreflectantes para per-

mitir una propagación eficiente de la radiación a 1,3 micras, sin pérdidas por reflexión en el cristal, con lo que se permite la oscilación láser. El cristal es bombeado por dos diodos de longitudes de onda de emisión de 800 y 750 nm. El objetivo de estos diodos es el de permitir la oscilación láser, así como el de establecer la circulación de fotones

a estas longitudes de onda, dando lugar a los procesos de suma de frecuencias que originan la radiación visible (verde y azul). El cristal se encuentra, finalmente, sobre un goniómetro piezoeléctrico que permite, mediante un giro del cristal, alcanzar las direcciones de ajuste de fase de cada uno de los procesos no lineales (autodoblado en frecuencia para el rojo y autosuma de frecuencias para el verde y el azul).

4. CONCLUSIONES

Los materiales láser basados en la incorporación de iones de tie-

rras raras en matrices cristalinas no lineales permiten la combinación de las excelentes propiedades láser de dichos iones con la posibilidad de combinaciones múltiples de frecuencias (colisiones entre fotones láser y de bombeo). En el presente trabajo se han esquematizado los diferentes métodos utilizados para la obtención de luz láser en el rojo, verde y azul, basados en un cristal de Borato de Ytrio y Aluminio activado con iones Nd^{3+} . Se abren pues la puertas a los dispositivos láser compactos de proyección, basados en láseres de estado sólido de cristales no lineales activados con iones de tierras raras.

REFERENCIAS

1. T. Maiman, *Nature*, **187**, 493 (1960).
2. A. A. Kaminskii, *Laser Crystals*. Springer-Verlag, Berlin (1981).
3. R. Boyd, *Non linear Optics*. Academic Press (1992).
4. D. Jaque, J. Capmany, J. A. Sanz García, A. Brenier, G. Boulon and J. García Solé, *Optical Materials*, **13** (1999).
5. D. Jaque, J. Capmany and J. García Solé, *Optical Engineering*, November 1999.
5. D. Jaque, J. Capmany and J. García Solé. *Applied Physics Letters*, **75**, 3 (1999).

Daniel Jaque, Juan Capmany y
José García Solé
Depto. de Física de Materiales
Universidad Autónoma de Madrid

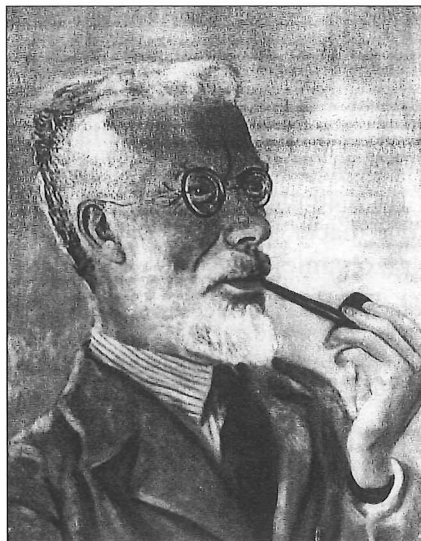
COLABORACIONES

R. A. Fisher: el inicio del Análisis Multivariante

1. ALGUNOS ASPECTOS BIOGRÁFICOS DE R. A. FISHER

Sir Ronald Aylmer Fisher (1890-1962) puede ser considerado sin duda el creador del análisis multivariante. Interesa recordar la cita de L. J. Savage, que decía que era más fácil señalar las partes de la Estadística a las que no había contribuido, que referirse a las que sí lo había hecho.

Fisher nace en East Finchley (Londres). Era el más joven de ocho hermanos; tuvo otro gemelo que no sobrevivió: asistió a la escuela en Stanmore y posteriormente estudió en Harrow. En su juventud tuvo prohibido leer con luz eléctrica y se le recomendó no fijar la vista demasiado, se ha especulado sobre si sus problemas de visión ayudaron a desarrollar su capacidad para lograr resultados sin necesidad de realizar todos los pasos y reforzaron su intuición geométrica. Gracias a una beca, estudió en el Casius College en Cambridge, donde se graduó entre 1909 y 1912; en 1913 es lector de física matemática, dedicándose al estudio de biometría y genética. Entre 1913 y 1915 trabaja en una compañía de inversiones, pero pronto descubre que no es ésta su vocación.



Ronald Aylmer Fisher (1890-1962).

En 1916 escribe un artículo en el que demuestra que las teorías de Mendel no se ven rechazadas por los datos; este artículo fue referenciado por Karl Pearson como estadístico y por Punnett como genetista, al no ser aceptada su publicación en la versión que Fisher deseaba, va a dar lugar a una de las muchas polémicas que Fisher mantuvo a lo largo de su vida y que le llevó a afirmar que su artículo había sido referenciado por un estadístico que no sabía genética y por un genetista que no sabía estadística, lo que le creó una fuerte enemistad con Karl Pearson.

En 1917 se casó con Ruth E. Guinness, con la que tuvo dos hijos y seis hijas. Fisher era una persona

muy partidaria de su familia pero mantenía la teoría de que a partir de una determinada edad, los hijos debían vivir fuera de la unidad familiar, teoría que procuró mantener.

En 1919 se une a la estación experimental de Rothamsted, éste fue su particular esfuerzo a la contribución de Inglaterra en la primera guerra mundial, ya que aunque quiso alistarse, por su mala vista, no fue admitido. En esta estación experimental, desarrolló dos de sus principales contribuciones a la ciencia estadística: *el análisis de la varianza*, alrededor del año 1911 y *los principios del diseño de experimentos*, entre 1923 y 1924.