

MEMORIA DE EJECUCIÓN

PROYECTOS DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE 2013-2014

**INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA LÁSER DE ESTADO SÓLIDO
EN LAS ASIGNATURAS DE CARÁCTER EXPERIMENTAL DEL GRADO
EN FÍSICA**

Código: ID2013/106

Responsables de ejecución:

Ana García González

Isabel Arias Tobalina

Javier Rodríguez Vázquez de Aldana (coordinador)

**Dirigido al Sr. Vicerrector de Promoción y Coordinación de la
Universidad de Salamanca**

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta la memoria final del trabajo realizado durante la ejecución del Proyecto **Incorporación de la tecnología láser de estado sólido en las asignaturas de carácter experimental del Grado en Física**, concedido dentro del Programa de Mejora de la Calidad-Plan Estratégico General 2013-2018, en la modalidad de “Proyectos impulsados por un profesor y/o vinculados a un grupo de profesores”. Pertenece al ámbito **II.1 Prácticas de Laboratorio**, dentro de la línea de actuación “Incorporación de recursos para actividades prácticas”.

El proyecto fue solicitado por los profesores del Grado en Física: Isabel Arias Tobalina, Ana García González y Javier Rodríguez Vázquez de Aldana (coordinador), y fue dotado con una financiación de **175 €** de los 470 € solicitados.

El objeto de dicho proyecto era adquirir láseres de diodo y equipamiento auxiliar:

- Láser de diodo violeta (405 nm)
- Láser de diodo verde (532 nm)
- Montura para láser

para su incorporación en prácticas de laboratorio impartidas por el Área de Óptica.

Las asignaturas del Grado en Física en las que se va a incorporar el próximo curso académico este material son: Laboratorio de Física (1º) y Laboratorio de Óptica (3º). Aunque no estaba proyectado inicialmente, también se utilizará en las visitas al Laboratorio de Óptica de alumnos de bachillerato dentro del programa “Salamanca Ciudad de Saberes”, pues permite realizar experiencias sencillas muy ilustrativas de distintos fenómenos ópticos.

2. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ha visto limitado al recortarse la financiación concedida respecto a la solicitada, por lo que sólo se adquirió una parte del material. Limitándonos a la parte de material adquirida, podemos decir que la parte correspondiente del proyecto se ejecutó satisfactoriamente, si bien podremos comprobar el curso próximo los resultados.

Al no ser suficiente la financiación para la adquisición del equipamiento, el Departamento de Física Aplicada contribuyó con una cantidad de 58 €.

El proyecto se ha ejecutado coordinadamente con otros dos proyectos de innovación docente dirigidos por otros profesores del Área de Óptica:

- *Visitas guiadas a un laboratorio de láseres para alumnos de 4º de la ESO y 2º de Bachillerato (ID-2013-2011)*
- *Diseño de experimentos de polarización en el Laboratorio de Óptica del Grado en Ingeniería Química (ID-2013-2010)*

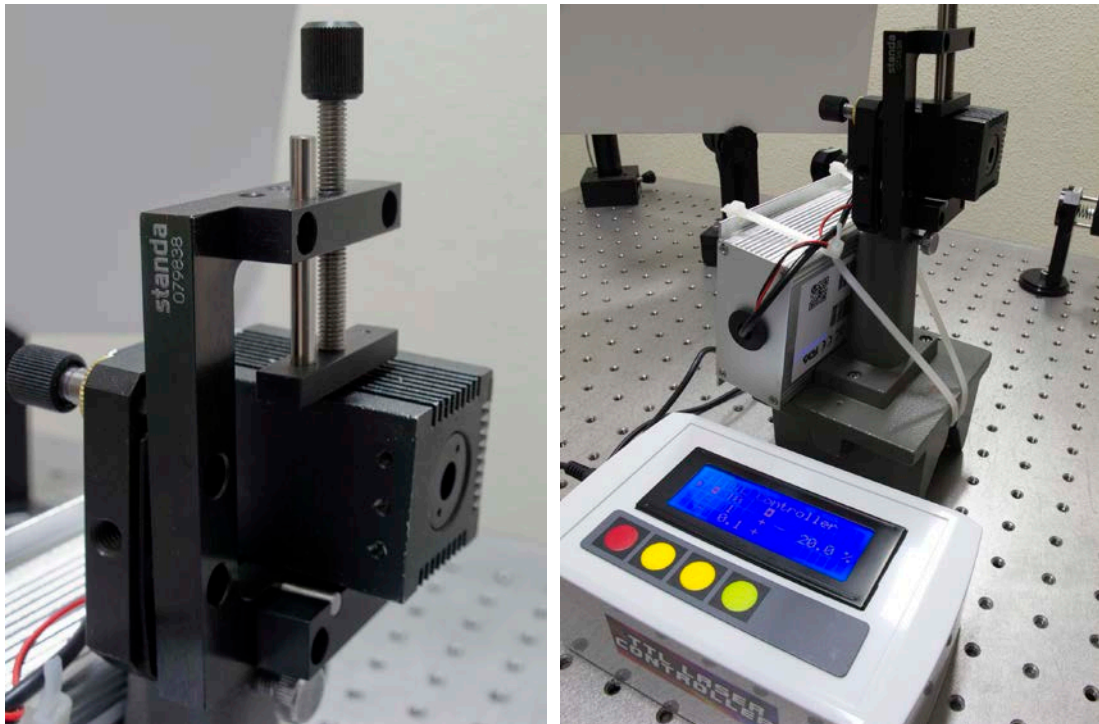
2.1. Adquisición del material y descripción de los equipos

El material adquirido fue el siguiente:

- 1) Módulo láser violeta de 150 mW con modulación TTL. Es un láser de diodo de 405 nm con lente de colimación que comercializa la empresa LaserLince S.L. Lleva una fuente de alimentación externa de 12 V DC a 220 VAC 1250 mA. La calidad espacial es bastante buena
- 2) Regulador de potencia TTL con pantalla. Si bien no estaba contemplada la adquisición del regulador de potencia en la solicitud del proyecto, la hemos comprado con cargo al Departamento de Física Aplicada ya que la elevada potencia del láser podría ser peligrosa para el trabajo en un laboratorio de alumnos. Este regulador TTL puede servirnos para otros sistemas láser que adquiramos en el futuro.

El total fue de 233 €, siendo 175 € a cargo del proyecto y 58 € a cargo del Departamento de Física Aplicada. Se adjuntan facturas, si bien los gastos ya fueron

tramitados en su momento. El soporte en el que hemos montado el láser ha sido adquirido a través de otro proyecto de innovación docente financiado.



Fotografía del cabezal láser y del regulador TTL. Se aprecia también el soporte del láser en el que se ha montado

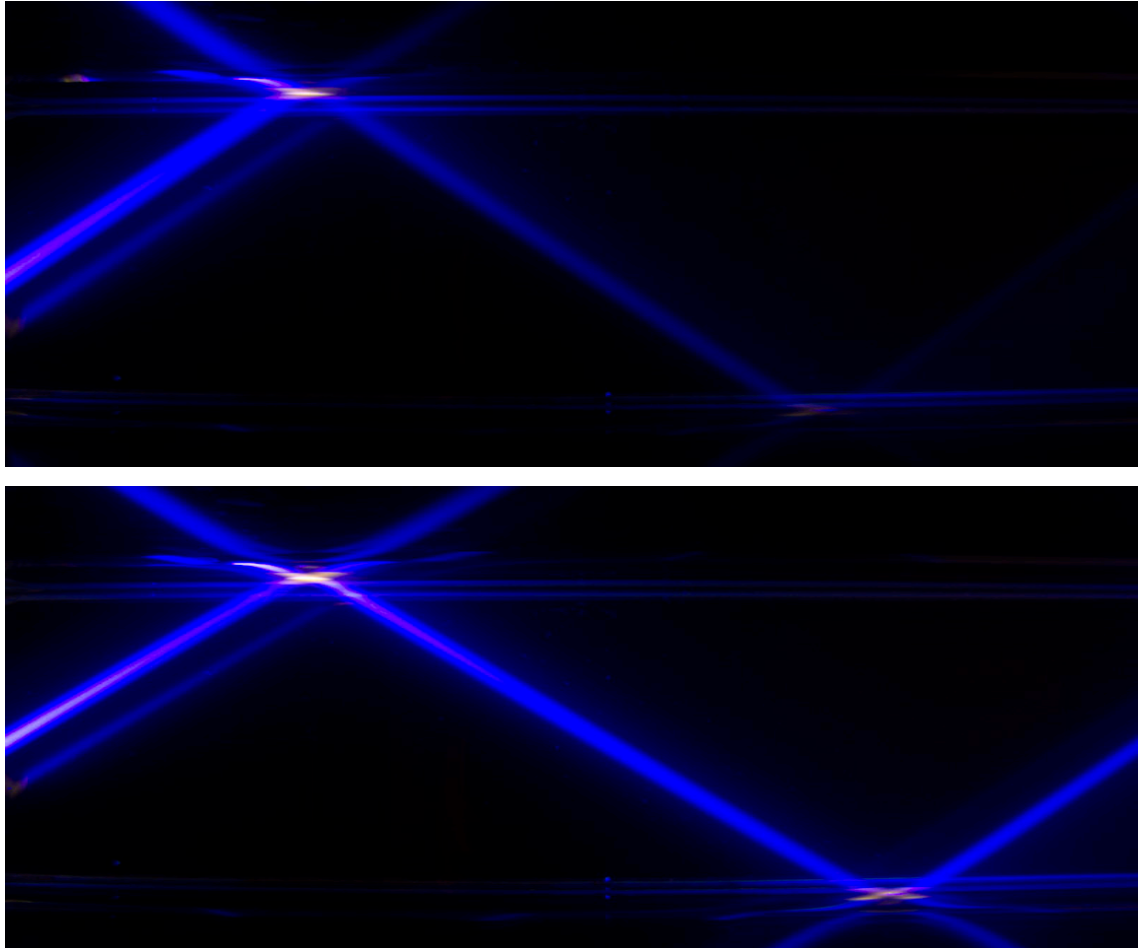
2.2. Diseño e implementación de las nuevas prácticas

Las prácticas que hemos implementado con este láser son las siguientes:

1. Reflexión total en una cubeta de agua

Es una forma de observar el fenómeno de la reflexión total, en este caso con múltiples reflexiones en una cubeta de agua. Se incide con el láser desde un lateral de la cubeta. Gracias a las partículas de suciedad en suspensión contenidas en el agua es posible ver la “trayectoria” del haz propagándose en la cubeta. Variando el ángulo de incidencia se logra reflexión total cuando se excede el ángulo crítico, parámetro que depende únicamente del índice de refracción para la longitud de onda del haz en estudio.

Esta experiencia es simplemente demostrativa, adecuada tanto para 1º de Grado en Física como para las experiencias visuales de estudiantes de Bachillerato.

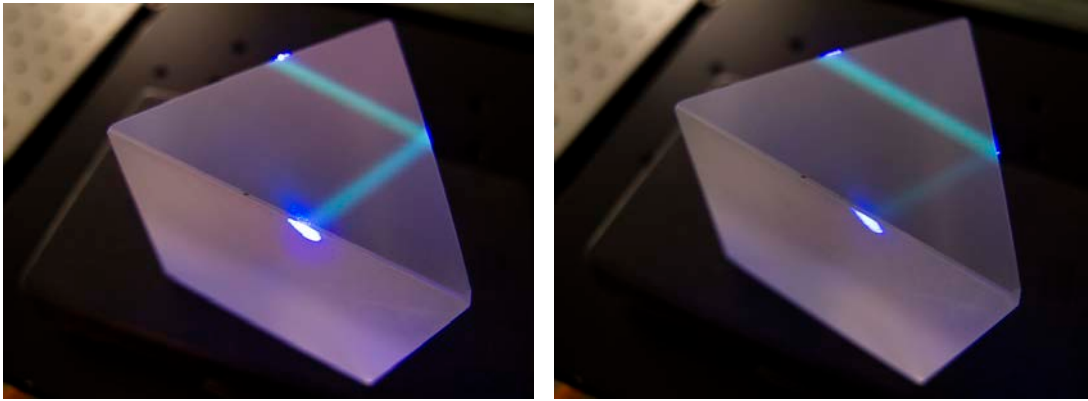


Reflexión en una cubeta de agua con incidencia menor (arriba) y mayor (abajo) al ángulo límite.
El efecto de reflexión total se observa claramente.

2. Refracción y reflexión en un prisma. Dispersión

Se trata de estudiar el fenómeno de la refracción y reflexión en dieléctricos transparentes y su dependencia con la longitud de onda (dispersión). Para ello se monta un prisma en un espectrogoniómetro (plataforma giratoria) y se incide con el laser previamente alineado. Se mide el ángulo de desviación del láser en función del ángulo de incidencia. Se repite la experiencia para un láser de He-Ne convencional (633 nm).

En este montaje es también muy sencillo observar el efecto de la reflexión total puesto que el láser de 405 nm emite una cierta fluorescencia en el vidrio del prisma (BK7) y permite la observación de la *trayectoria* del haz, como se puede apreciar en la siguiente figura.

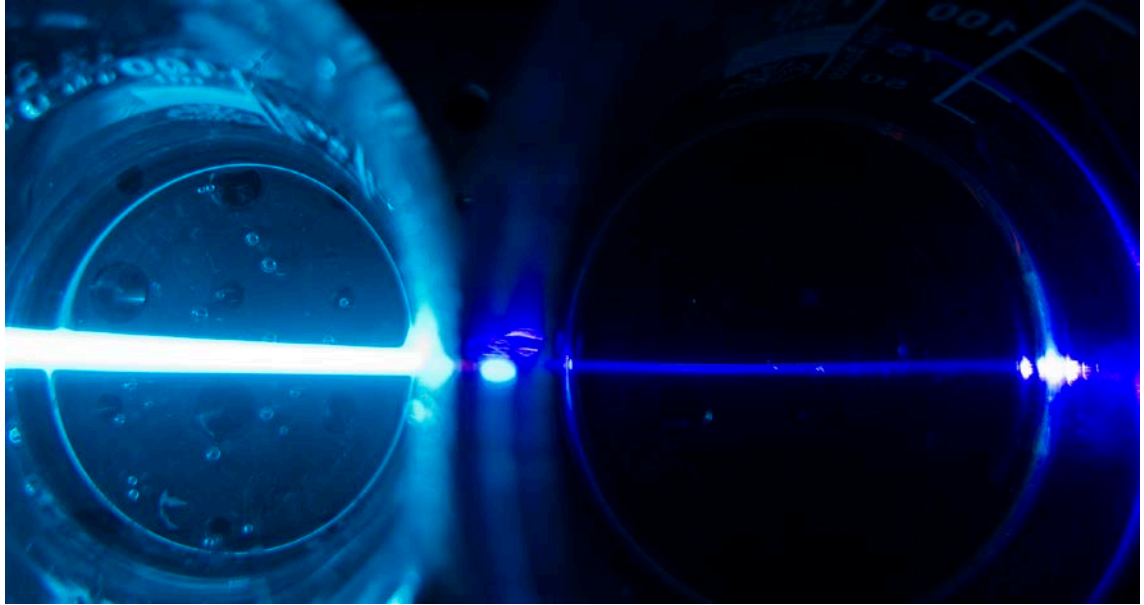


Reflexión y refracción en un prisma de vidrio. Ángulo de incidencia superior (izquierda) e inferior al crítico (derecha)

3. Fluorescencia

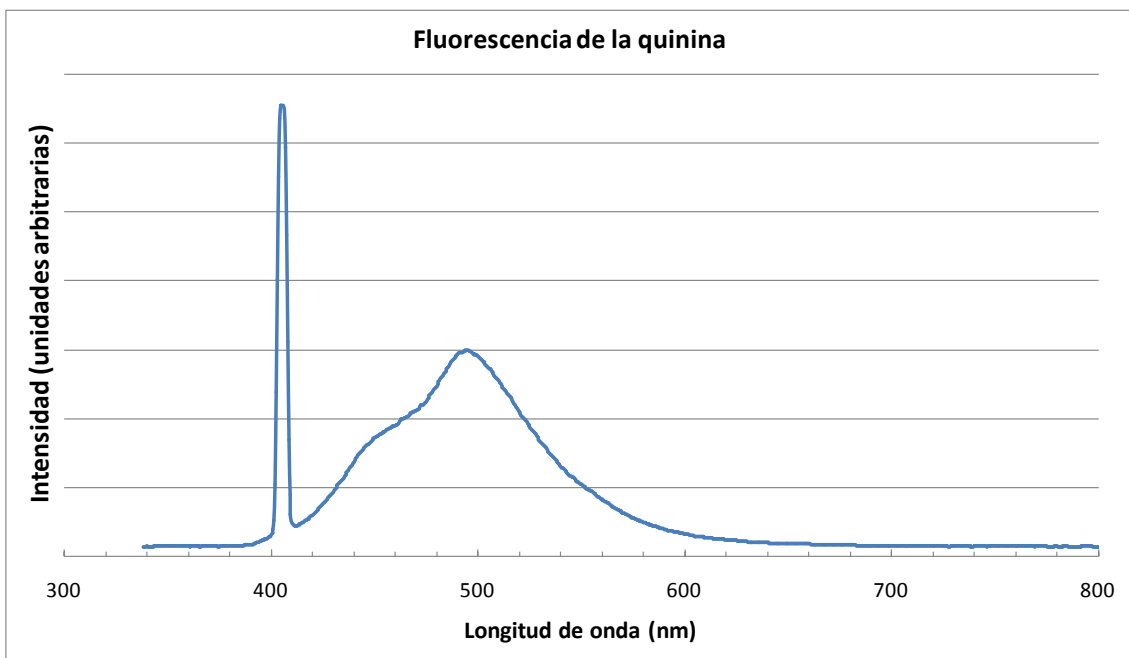
Si bien el concepto de fluorescencia queda un poco fuera de los contenidos habituales de las asignaturas de 1º y 3º de Grado, resulta muy ilustrativo visualizar el fenómeno incluso en niveles más bajos. Existen bastantes ejemplos de la vida cotidiana en los que interviene la fluorescencia, y con el láser de 405 nm se puede visualizar de forma sencilla. Este tipo de experiencias no se puede realizar con otro tipo de láseres ya que no tienen la longitud de onda adecuada para excitar la fluorescencia.

En la imagen mostramos el haz láser al pasar dos cubetas, una contiene tónica y la otra agua del grifo. En la primera se observa claramente el efecto de la fluorescencia inducida.



Fluorescencia inducida en las moléculas de quinina (agua tónica) a la izquierda, y propagación del haz en un vaso de agua corriente a la derecha

Con un espectrómetro de los que disponemos en el laboratorio de prácticas resulta sencillo visualizar el espectro de emisión de la fluorescencia y entender la coloración que posee. Una medida típica se muestra en el siguiente gráfico.

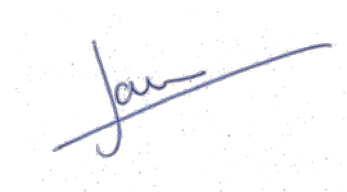


Espectro medido de la fluorescencia (pico centrado en 500 nm) y emisión del láser (pico centrado en 405 nm). Se empleó un espectrómetro de fibra óptica del laboratorio de alumnos.

Se está elaborando también el correspondiente material docente (Guiones de prácticas, Modelos de informe) para el óptimo aprovechamiento y seguimiento de las prácticas por parte de los alumnos. Este material docente se pone a disposición de los alumnos previamente a la realización de las prácticas a través de la página de Studium de las asignaturas. Asimismo, el material será publicado en la plataforma Gredos en Acceso Abierto.

3. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

- Puesto que hasta el próximo curso académico no se incorporarán las nuevas experiencias a las asignaturas correspondientes, no podemos analizar los resultados y el grado de comprensión por parte de los alumnos.
- Pensamos que la implementación que se ha realizado es prometedora y visualmente muy atractiva, punto muy a tener en cuenta en particular en las asignaturas de los primeros cursos de la titulación.
- La línea de actuación planteada por el equipo de trabajo será seguir solicitando proyectos de este tipo para ir dotando a los laboratorios de nuevo material que permita la implementación de nuevas prácticas con tecnología más moderna y actualizada.
- En otro proyecto complementario a éste, (2013/210), se ha adquirido una lámina retardadora que permite variar la polarización de este láser de 405 nm. Esto permitirá la implementación en otras prácticas de óptica que requieran la preparación de haces específicos.



Fdo. Javier Rodríguez Vázquez de Aldana

Salamanca, 5 de Junio de 2014



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

DEPARTAMENTO DE FÍSICA APLICADA

Pza. de la Merced, s/n 37071 Salamanca

Tel.: +34 923 29 44 39 Fax: +34 923 29 45 84

dpto.fa@usal.es

Remito factura nº 1024/2014 de fecha 25/03/2014 del proveedor "Laserlince, S.L.", por importe de 233,00€.

Este importe abonarse a la prof. D^a. Isabel Arias Tobalina en su cuenta, y el cargo ha de distribuirse del siguiente modo:

- Proyecto de innovación docente ID2013/106: 175,00 €
- Departamento de Física Aplicada (0043) 58,00 €

Se adjunta la correspondiente ficha de inventario.

Salamanca, 27 de marzo de 2014

V^o.B^o.



Fdo.: M^a. Susana Pérez Santos
Directora Dpto. Física Aplicada

Fdo.: Javier Rodríguez Vázquez de Aldana
Coordinador del proyecto



**TRANSFERENCIAS EMITIDAS
ORDEN DE TRANSFERENCIAS**

FECHA: 26-03-2014

ENTIDAD	OFICINA	D.C.	NUM. CUENTA		
CCC	0049	5081	22	2710607677	
IBAN	ES09	0049	5081	2227	1060 7677
ADEUDAMOS EN SU CUENTA					
FECHA OPERACION	ORDENANTE			BENEFICIARIO	
17-03-2014	ARIAS TOBALINA ISABEL			LaserlinceS.L	
TIPO DE OPERACION	MONEDA	REFERENCIA			
Eventual	EUR	0049 5081 632 BBBBTQ			
CUENTA DEL BENEFICIARIO				IMPORTE ORDENADO	
ES7200495453422595312163				233.00 EUR	

CONCEPTO Isabel Arias Láser 405 nm

DETALLE DE NUESTRAS COMISIONES

GASTOS POR CUENTA DE	TOTAL GASTOS	IMPORTE	FECHA VALOR
Compartidos	0.00 EUR	233.00 EUR	17-03-2014

Este justificante es provisional y carece de toda validez sin una autenticación explícita del banco

N.I.F. B 47635859
C/Marquesa de Esquilache 2
47005 Valladolid

CLIENTE:

Universidad de Salamanca NIF: Q-3718001-E
Área de óptica, Dep Física Aplicada, Fac Ciencias, plz Merced s/n
37008 Salamanca
Salamanca

CONCEPTO:

1 Módulo láser violeta 150mW (405nm) con modulación TTL
1 Fuente de alimentación 12V DC a 220VAC 1250mA:
1 Regulador digital de potencia TTL con pantalla
Subtotal: 192,56€
IVA de 192,56 (21 %) 40,44€
Envío incluido
Suma Total en Euros: 233,00 €

PAGADO



LASERLINCE S. L.

Esta factura ha sido abonada mediante transferencia bancaria



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

FICHA INVENTARIO
ALTA

1 ELEMENTOS ALTA: Uno Varios: Cantidad _____ Grupo: Cantidad _____

Nº INVENTARIO INICIAL 329973 Nº INVENTARIO FINAL _____

CON ETIQUETA FISICA ASOCIADA SI / NO

ELEMENTO PRINCIPAL SUBELEMENTO DEL ELEMENTO Nº _____

EL BIEN TIENE FACTURA ASOCIADA: SI / NO

FECHA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO 25 03 2014 FECHA RECEPCION 25 03 2014

SITUACION JURIDICA Propiedad-compra

2 DESCRIPCION CONTABLE (Subfamilia) LÁSER

MARCA NEWWISH MODELO No tiene

Nº DE SERIE 41463513787

MATERIAL CONSTRUIDO _____ COLOR _____

MEDIDAS/OTROS DATOS 150mW (405nm)

OBSERVACIONES Módulo láser violeta con fuente de alimentación y regulador digital de potencia TTL con
(Datos informáticos, etc...) pantalla.

3 UNIDAD ORGANIZATIVA 0043 UNIDAD ECONOMICA _____

UNIDAD GEOGRAFICA MUNICIPIO Salamanca

EDIFICIO SECCION DE FISICAS -EDIFICIO TRILINGUE

PLANTA -1

Nº.: _____ Nombre: _____

LOCAL 038 LABORATORIO ÓPTICA - Nº T0102

4 DOCUMENTO CONTABLE (Tipo y nº): _____

PROVEEDOR: NIF.: B-47635859 Nombre: LASERLINCE, S.L.

FACTURA: Nº.: 1024/2014 Fecha Emisión: 25 03 2014

IMPORTE 233

5 FECHA 27-03-2014

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD ORGANIZATIVA _____ EL PERSONAL ADMINISTRATIVO _____
EL LA DIRECTORA DEL DEPARTAMENTO _____ EL ADMTVO. DPTO. FÍSICA APLICADA _____

Fdo.: M^a. Susana Pérez Santos (Sello) Fdo.: Juan José Vidal Santos