

# EXPERIENCIA DE LABORATORIO NO ESTRUCTURADO EN LA UNIVERSIDAD

HERRERA CABELLO, F. y CORULLON PAREDES, A.  
Dpto. de Física, Universidad de La Laguna (Tenerife)

## SUMMARY

This paper is an introduction to the unstructured laboratory, mentioned by Robinson (1979) and Spears-Zollman (1977) for university level. This experience was performed at the Optical Laboratory by the third year physics course students at La Laguna University.

## 1. INTRODUCCION

Es bastante común que los alumnos de las Facultades de Ciencias de nuestro país terminen con una pobre formación experimental en Física y bastante desligada de la realidad científica del momento. Se suele decir que las causas son la escasez de medios económicos y la infravaloración del Laboratorio dentro de la actividad docente.

Nosotros mostramos aquí un ejemplo de experiencia de laboratorio, montada con material convencional, no demasiado caro, en la que hemos intentado poner a los alumnos en contacto con algunos aspectos de la investigación actual, además de mostrarles que la Física es algo vivo y existe una relación entre cada una de sus ramas.

Con motivo del proceso de montaje del laboratorio de la asignatura de Óptica, por primera vez en la Universidad de La Laguna, se pensó darle un enfoque totalmente distinto al de los ya existentes de Electromagnetismo o Física General (montados en la forma clásica), tratando que el alumno pusiera más de su parte en cada experiencia. Por ello, como última práctica decidimos montar la experiencia que se describe en este trabajo aprovechando, además, que el nivel de conocimientos de Óptica y Estructura de la Materia de los alumnos, cercano ya al final del curso, nos permitían tocar los puntos principales que se tratan en la misma. Por otro lado, nuestros alumnos serán la primera promoción de Físicos que se formarán totalmente en La Laguna, por lo que están acostumbrados desde 1º a ser un poco el blanco de las innovaciones de los profesores. Este detalle nos hizo pensar que se evitaría así el efecto Hawthorn (el resultado del experimento cambia, cuando el alumno sabe que es objeto del mismo). A modo de curiosidad, diremos que estas personas, desde que realizaron en 1º las prácticas de laboratorio de Física General, no habían vuelto a tomar contacto con la Física experimental hasta 3º, curso en el que se en-

contraron con las prácticas de Óptica y Electromagnetismo.

## 2. LA EXPERIENCIA

### 2.1. Objetivos

Para organizar la experiencia, se tomó como referencia la taxonomía de Klopfer (1975) y los objetivos seleccionados de la misma son los que se citan a continuación:

Categoría A: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 y 10  
(Conocimiento y comprensión)

Categoría B: 1, 2, 3, 4 y 5  
(Observación y medida)

Categoría C: 1, 2, 3 y 4  
(Descubrimiento de un problema y búsqueda de la forma de resolverlo)

Categoría D: 1, 3, 5 y 6  
(Interpretación de datos y formulación de generalizaciones)

Categoría F: 1 y 3  
(Aplicación de conocimientos y métodos científicos)

Categoría G: 1 y 2  
(Destrezas manuales)

Categoría H: 1, 2, 4, 5 y 6  
(Actitudes e intereses)

Categoría I: 3, 4 y 5  
(Orientación)

### 2.2. Diseño del experimento

Nuestros alumnos se agruparon, por afinidad, en equipos de 4 para la realización de la experiencia. Esto hubo que hacerlo por razones de espacio y tiempo, pero también nos pareció conveniente que pudieran cambiar

impresiones mientras trabajaban. Cada miembro del equipo intervendría en la toma de medidas, llevaría un cuaderno de laboratorio y presentaría al final un informe, similar al de los presentados por los científicos en revistas especializadas. (En esto estamos de acuerdo con autores como Robinson (1979)). En las otras prácticas de Óptica, se limitaban a tomar notas y a presentar un resumen, que no se les pediría hasta el final de las mismas.

La evaluación de la experiencia se hizo respecto a criterio (Gardener), asignando el valor 1 ó 0 si el objetivo estudiado era alcanzado o no por el alumno. Dicha Evaluación se realizó a partir de los informes, cuadernos de laboratorio, observaciones del profesor y un examen tipo test.

**2.3. Desarrollo de la experiencia**

En la figura 1 se muestra un esquema del montaje básico utilizado y en el Apéndice II incluimos una descripción del material que aparece en ella.

Desde el punto de vista de la asignatura, los objetivos que se querían conseguir eran:

A) Familiarización del alumno con el LASER mediante: a) Comprensión del fundamento y la obtención de la radiación LASER b) Estudio de las características del haz utilizado.

B) Estudiar las diversas formas de actuar sobre un haz plano-polarizado utilizando la acción de campos eléctricos y magnéticos, que al actuar sobre ciertos materiales inducen en ellos propiedades anisótropas las cuales se ponen de manifiesto al ser atravesadas por un haz de luz monocromático linealmente polarizado. Esto se hizo: a) Obteniendo un haz elípticamente polarizado a partir de uno plano-polarizado. (Usando el efecto electroóptico transversal en una cerámica ferroeléctrica). b) Rotan-

do el plano de polarización del haz. (Usando la rotación Faraday y midiendo la constante de Verdet para un vidrio Flint).

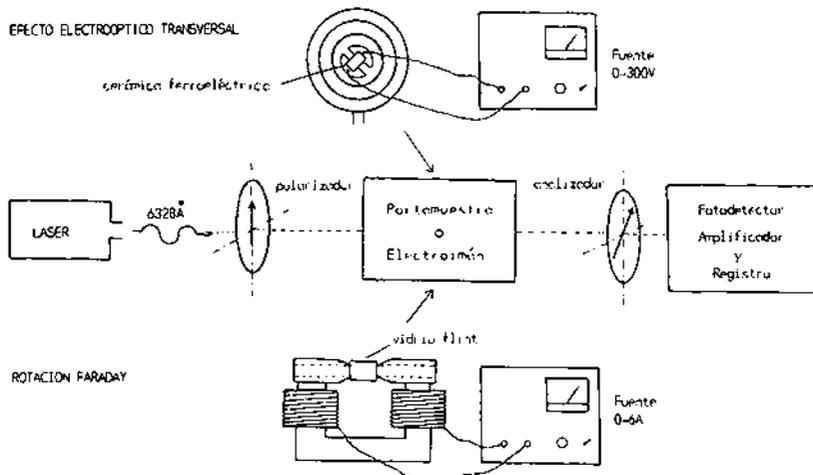
C) Destreza en el manejo de un sistema básico de medida.

D) Comprobar la interrelación entre las diferentes áreas de la Física como son: a) La Física de Materiales, porque en ella se estudia el comportamiento de los mismos. b) El Electromagnetismo, porque permite el cálculo aproximado del campo magnético usado en la rotación Faraday. c) La Electrónica, porque nos permite medir la intensidad de haz.

La organización de la experiencia fue como sigue:

En la *Primera Sesión*, de duración aproximada de 3 horas, se les indicaron las normas generales, como la necesidad de llevar un cuaderno de laboratorio y confeccionar un informe, dándoles fotocopias de un artículo científico extraído de la revista *Journal of Non-Crystalline Solids* (1971), para que les sirviera de modelo. A continuación una charla sobre el LASER explicándoles la historia de su descubrimiento, fundamentos y aplicaciones más importantes; asimismo se les proporcionó una fotocopia de un catálogo comercial sobre el equipo, indicándoles el significado de sus especificaciones, mostrándoles además el montaje básico que utilizarían así como otra fotocopia con las características del fotodetector. Para que no fueran con ideas preconcebidas, sólo se les dijo lo que iban a hacer en la *Segunda Sesión*. En esta, cuya duración fue de aproximadamente 2 horas, estudiaron las características del haz LASER que utilizarían, el cual tenía cierto defecto cuyas causas deberían determinar. También realizaron unas cuantas medidas encaminadas al estudio de la sensibilidad del sistema de detección, familiarizándose de este modo con las dificultades del manejo de la instrumentación y del montaje experimental (los aparatos eran de diferente procedencia y todo el conjunto

figura 1



pretendía ser una muestra de cómo un investigador empieza a tomar contacto con el fenómeno a investigar, improvisando sobre la marcha la forma de estudiar las diferentes variables que intervienen). En esta sesión trabajaron basándose únicamente en unas ideas generales que se les dieron al principio de la misma. Es decir, no hubo ningún guión y tuvieron que poner bastante de su ingenio.

En la *Tercera sesión*, que duró unas 3 horas, utilizaron separatas en las que aparecían los conceptos teóricos más importantes que les permitirían comprender las observaciones y medidas que deberían realizar en la siguiente sesión. (Borrelli y Layton, 1971), (Elliot, 1966), (Kittel, 1981) y (Layton y Herczog, 1967).

A su vez, se les habló de las características (fabricación y propiedades dieléctricas) del material ferroeléctrico que iban a utilizar: una muestra de cerámica transparente del tipo PLZT, amablemente cedida por el Instituto de Física de Materiales del C.E.N.F.A. «Torres Quevedo». En cuanto a la rotación Faraday, se les explicó también la que caracteriza a los ferrimagnéticos, comentándoles en la última sesión sus aplicaciones en las guías de ondas.

En la *Cuarta Sesión*, de duración aproximada 5 horas, tuvieron que hacer medidas que exigían soldadura en la manipulación de los aparatos, observaron su comportamiento y comprobaron la validez de una aproximación teórica y la veracidad de algunas leyes. Para ello todos dispusieron de un guión (que adjuntamos en el Apéndice I), que les obligaba a seguir un orden de trabajo, parcialmente perfilado, intercalando cuestiones que debían responder al profesor de prácticas antes de poder continuar con la experiencia; a su vez se les pedía que sugiriesen los métodos de medida y las condiciones óptimas para su realización.

Por último, en la *Quinta Sesión*, tuvo lugar un examen tipo test sobre los conceptos teóricos y técnicas utilizadas en la experiencia; comentándoles a continuación, la influencia y aplicaciones presentes y futuras en el campo de las comunicaciones de los fenómenos observados.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSION

Antes de exponer los resultados, cabe señalar que la práctica, dada su duración y periodo en que fue realizada (plenos exámenes) fue de carácter voluntario. Llevados por la curiosidad, participaron la totalidad de los alumnos, aunque a la hora de presentar los trabajos relacionados con la misma, únicamente lo hicieron 8 de los 15 alumnos que integraban el curso. Podemos afirmar que aquellos que nos entregaron sus trabajos, han denotado un gran interés por la asignatura y, por ello, hemos supuesto que han alcanzado con creces los objetivos de las categorías I y H, a excepción de la H-2, que se evaluó en virtud de su forma de trabajar durante la experiencia.

Los resultados obtenidos aparecen en la tabla 1.

Tabla I

Tabla de Resultados

CATEGORIA	alumnos que la superaron	CATEGORIA	alumnos que la superaron
A-1 . . . . .	8	D-1 . . . . .	7
A-2 . . . . .	8	D-3 . . . . .	4
A-3 . . . . .	8	D-5 . . . . .	2
A-5 . . . . .	8	D-6 . . . . .	2
A-6 . . . . .	8		
A-7 . . . . .	8	F-1 . . . . .	8
A-8 . . . . .	8	F-3 . . . . .	8
A-10. . . . .	4		
		G-1 . . . . .	8
B-1 . . . . .	8	G-2 . . . . .	8
B-2 . . . . .	7		
B-3 . . . . .	8	H-1 . . . . .	8
B-4 . . . . .	8	H-2 . . . . .	5
B-5 . . . . .	7	H-4 . . . . .	8
		H-5 . . . . .	8
C-1 . . . . .	7	H-6 . . . . .	8
C-2 . . . . .	6		
C-3 . . . . .	7	I-3 . . . . .	8
C-4 . . . . .	6	I-4 . . . . .	8
		I-5 . . . . .	8

Vemos que las categorías en que el nivel ha sido más bajo son la D y la C. En la C nos centramos en la evaluación de cómo el alumno era capaz de explicar las anomalías observadas en el LASER mediante las medidas realizadas en la 1ª parte experimental, en las que únicamente manejaban conceptos ya estudiados en el curso de Optica. En la categoría D, incluimos también los datos experimentales observados en la 2ª parte experimental, donde ya tenían que hacer uso de conceptos más nuevos; de ahí que se note la diferencia de una categoría a otra.

### 4. CONCLUSIONES

Aun teniendo en cuenta que los resultados anteriores no son muy representativos, entre otras cosas por el pequeño número de alumnos que participaron, creemos que no deja de ser interesante el que este grupo de personas, que apenas habían trabajado en un laboratorio y cuyo único contacto con la Física experimental era a través de práctica «con recetario», hayan sido capaces de:

- Realizar medidas experimentales bastante aceptables, usando un montaje experimental de cierta dificultad de manejo y poca estabilidad.

