

**EFECTO DE LAS DEMOSTRACIONES PRÁCTICAS EN LA MOTIVACIÓN DEL  
ESTUDIANTE DE AÑOS INICIALES DE LAS CARRERAS DE INGENIERÍA  
AGRONÓMICA Y FORESTAL PARA EL ESTUDIO DE CIENCIAS  
BÁSICAS.CASO: FÍSICA APLICADA.**

Weber Christian<sup>1,2</sup>. Lencina Alberto<sup>2,3</sup>. Filgueira Roberto<sup>1,4</sup>. Sarli Guillermo<sup>1</sup>. Gelatti Pablo<sup>1</sup>  
y Soracco Germán<sup>1,4</sup>

1 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, La Plata, Argentina.

2 Centro de Investigaciones Ópticas (CONICET La Plata - CIC), C.C. 3, 1897 Gonnet, Argentina.

3 Departamento de Física, Fac. de Cs. Exactas, UNLP.

4. CONICET La Plata.

cweber@agro.unlp.edu.ar

agl@ciop.unlp.edu.ar

Eje temático: 1 b

Palabras clave: taller, estímulo, interés, comprensión.

### **Resumen**

Resulta difícil para el alumno que recién se inicia comprender la utilidad del conocimiento de las Ciencias Básicas y más aún su potencial aplicación. Numerosos factores incidirían en ello: desconocimiento de los contenidos de las asignaturas aplicadas, falta de motivaciones al estudio de la carrera sin una visión ingenieril, entre otros. Un caso particular se presenta con Física Aplicada, donde los alumnos se encuentran con la resolución de problemas y algoritmos matemáticos que son difíciles de visualizar como aplicables en su desarrollo dentro de la carrera. Para mitigar esto, desde 2008 se implementó un taller en el que se hacen demostraciones prácticas a partir de contenidos teóricos-experimentales que incluyen simulaciones computacionales y demostraciones experimentales que abordan temas de óptica aplicados a problemáticas agronómicas y cotidianas. Encuestas realizadas a los alumnos revelan un alto grado de interés y compromiso por parte de estos con el taller. La inclusión de experiencias de laboratorio y simulaciones resultaron ser de importancia para el entendimiento de los conceptos expuestos. En definitiva, las aplicaciones agronómicas de la física, y la óptica en particular, han sido de interés y utilidad para los alumnos, tanto que, más del 90 % consideran que el taller debe seguir implementándose.

## **Introducción**

Desde hace varios años se viene detectando en la educación superior universitaria un conjunto de problemáticas que atañen especialmente a los alumnos del primer ciclo o de la formación básica de distintas carreras. Alta tasa de deserción, retraso en el grado de avance en la carrera, bajo desempeño de los alumnos en los cursos y en los exámenes, son algunas de estas, que con el paso del tiempo parece que cobran cada vez mayor magnitud. Pozo y Gomez Crespo (1998) apuntan que, de los contenidos que deben articular el currículo de ciencias básicas para lograr las diferentes metas en la educación, las actitudes son lo más difícil de abordar para muchos profesores acostumbrados y preparados para enseñar a alumnos leyes, ecuaciones o partes de células, pero menos preparados para enseñar a éstos a descubrir el interés por la ciencia como forma de conocer el mundo que nos rodea. Una forma de abordar la enseñanza de las ciencias básicas tradicionalmente ha tratado de promover en los alumnos una actitud científica, intentando que adopten métodos de indagación y experimentación usualmente atribuidos a la ciencia. Muchos creen que esa actitud sin embargo ya existe y lo que se debe hacer es mantenerla viva y enriquecerla con la enseñanza de los métodos adecuados de acercamiento a la realidad. Los mismos autores señalan que los alumnos muchas veces no aprenden porque no están motivados pero a su vez no se motivan porque no aprenden, concluyen que uno de los objetivos de la enseñanza de las Ciencias debe ser precisamente despertar el interés.

Si bien la situación es generalizada, en las carreras que presentan en el ciclo inicial materias básicas como Matemática, Física y Química, el diagnóstico empeora (Milicic et al, 2008). En carreras como Arquitectura, Arqueología, Biología o Ingeniería Agronómica no hay estándares o tradiciones bien establecidas en relación a la formación de sus cuerpos docentes. En Ciencias Agrarias y Forestales, los profesores suelen ser físicos o ingenieros, que reproducen los modelos didácticos propios de carreras de *ciencias e ingeniería*, encontrando numerosos problemas, tales como rechazo de los estudiantes, alto índice de aplazos, abandonos, desacuerdos y menosprecio más o menos explícito de los profesionales propios de la carrera, etc. Todo ello les genera frecuentes frustraciones, inseguridades y dilemas (Milicic et al., 2004). Las carreras de Ing. Agronómica o Ing. Forestal de Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (FCAyFtales) de la UNLP, no escapan a esta realidad. Aquí el estudiante, por lo general, suele priorizar la formación en ciencias biológicas y humanísticas sin una clara vocación por las ciencias exactas (Informe interno cátedra de Física, FCAyFtales). Mililic et al (2008) en su estudio para carreras no relacionadas con las ciencias exactas, señalan que los alumnos no se interesan por la física y no saben matemáticas. En un

estudio de caso para Ing. Agronómica, el jefe de cátedra manifestó que tuvo que cambiar su forma de pensar para poder superar esta situación. Su respuesta para motivar a los alumnos fue “*hacer la asignatura agradable al oído de los estudiantes*”, lo que implica emplear ejemplos de la disciplina, pero contextualizados en el agro, “*la vaca que choca*” o el “*análisis de la trayectoria de la semilla cuando sale de la sembradora*”, por ejemplo. Además de no emplear el formalismo matemático usual de la Física para ciencias e ingeniería, sino utilizando desarrollos matemáticos sencillos (Mililic et al; 2008).

Como respuesta a las problemáticas señaladas, en la FCAyFtales, UNLP, se han venido implementado, desde hace varios años, cursos de ingreso destinados a la integración de los alumnos a la vida universitaria y a la nivelación de conocimientos considerados imprescindibles para poder abordar el primer ciclo. En el curso de Física Aplicada, se imparten los contenidos correspondientes a la primera parte de la asignatura para compensar la disminución en la carga horaria debido a las modificaciones en el plan de estudio. Al mismo tiempo se han tomado otras medidas concurrentes, atención de alumnos en la Unidad Pedagógica, Secretaría de Asuntos Estudiantiles, en los cursos, etc. Éstas, si bien han sido contribuciones importantes, por sí solas resultan insuficientes ante la complejidad de la realidad planteada. Pero conscientes de las diferencias que presentan los alumnos en el contexto actual con referencia a los de las generaciones anteriores, especialmente en lo que hace a la cantidad y calidad de estímulos que reciben a través de las nuevas tecnologías, fuera del ámbito educacional, se considera imprescindible que la universidad adecúe su oferta pedagógica a la realidad presente, introduciendo cambios curriculares e innovaciones en las prácticas educativas que permitan motivar e interesar al joven actual. Atento a esto el curso de Física Aplicada, en la búsqueda de acciones que contribuyan a revertir la situación descrita, ha puesto énfasis en las estrategias didácticas dirigidas a la motivación del alumno de primer año para el estudio de las ciencias básicas, y de la física en particular, entendiendo que para un exitoso proceso de enseñanza–aprendizaje la motivación del alumno es un factor indispensable, al permitir que éste adopte una actitud positiva hacia el estudio, sea receptivo y asuma la responsabilidad de su propio proceso de aprendizaje (Pozo y Pérez Echeverry 2009). Es así que desde el año 2008 el curso ha incorporado en su programa de estudio una clase especial, interdisciplinaria, en la modalidad de Taller, con la participación activa de los alumnos, docentes de Física Aplicada e Investigadores del Centro de Investigaciones Ópticas de La Plata (CIOp CONICET-CIC). El tema que se aborda en el mismo es el Electromagnetismo con énfasis en Óptica. La conducción del taller ha estado a cargo de dos Dres. en física y de un Ingeniero Agrónomo doctorado en temas afines, todos investigadores

del CIOp.

Si bien en párrafos anteriores se ha hecho mención a los objetivos generales de la implementación de este taller, los objetivos específicos que persigue el mismo son:

- Integrar al alumno al quehacer profesional universitario mediante la participación de Físicos, docentes de la UNLP, que trabajan en un Centro de Investigación que depende de la CICPBA y del CONICET.

- Reforzar contenidos previamente estudiados en el curso regular de Física Aplicada, y que resultan de difícil comprensión para el alumno por el grado de abstracción que requieren y por la complejidad de los mismos.

- Permitir que el alumno pueda verificar leyes y observar los fenómenos físicos estudiados, mediante simulaciones computacionales y experiencias de laboratorio con instrumentos y dispositivos experimentales, aportados por el CIOp y que la Facultad no dispone.

- Presentar a los alumnos diversas aplicaciones tecnológicas de avanzada, las cuáles son accesibles a los Ing. Agrónomos y Forestales y que involucran gran parte de los conceptos físicos abordados en el Taller.

- Propiciar un diálogo e intercambio de ideas entre alumnos, Físicos en Ingenieros Agrónomos, que permita alentar a los primeros en el estudio de las Ciencias Exactas, en particular la Física, con aplicaciones agronómicas y no agronómicas de las ondas electromagnéticas.

- Ofertar un espacio en donde los alumnos puedan realizar becas de experiencia laboral, tesinas y futuras tesis doctorales.

### **Metodología del taller:**

El taller consta de dos partes, una introductoria y de revisión de los conceptos desarrollados previamente en clase y otra donde se abordan aplicaciones científicas y tecnológicas de tales conceptos con énfasis en temas agronómicos. La modalidad es de clases participativas en dos bandas horarias de 10 a 13 y de 14:30 a 17:30 con intervalos de descanso de 20 min (un único encuentro de tres horas por cada turno) dentro del ámbito de la FCyFtales. Un universo de alrededor de ciento veinte alumnos participan anualmente (en promedio).

A lo largo de la primer parte del taller y para cada concepto abordado se destaca su rol para comprender diversas situaciones cotidianas o bien cómo pueden ser usados para obtener información del algún sistema u objeto. De esta forma se busca asignarle un sentido *real (tangible)* a las *abstracciones* físico-matemáticas adquiridas previamente. En todos los casos en que es posible se realizan simulaciones computacionales. De estas se pretende destacar su rol tanto desde el punto de vista didáctico, como de la asistencia profesional y en la

investigación. Seguidamente, se realizan experiencias demostrativas, en concordancia con las simulaciones, de forma de visualizar el concepto y asignarle su carácter *real* además de mostrar el sentido complementario de la simulación-experimentación en la investigación moderna. Todas las demostraciones experimentales son realizadas con el Equipo Didáctico de Óptica que fuera desarrollado en el CIOp mediante un convenio con el Ministerio de Educación de la Nación (web CIOp).

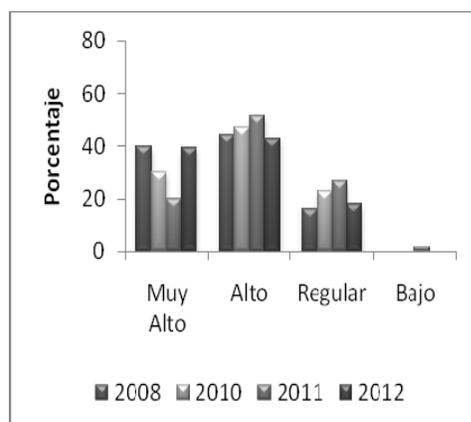
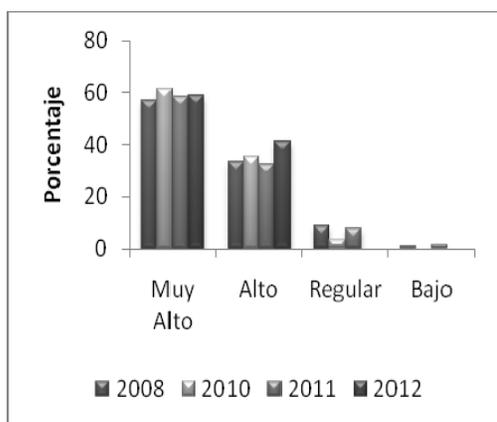
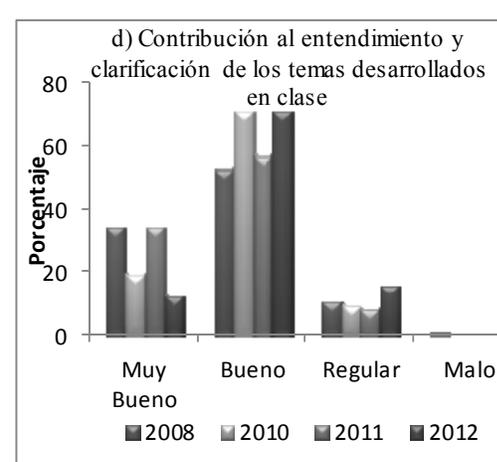
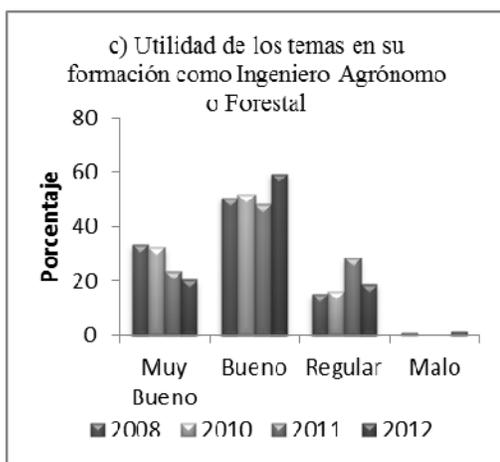
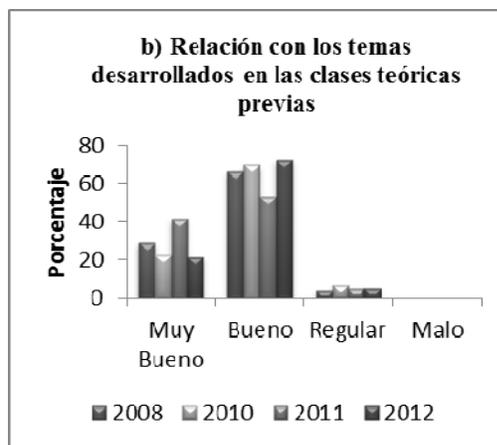
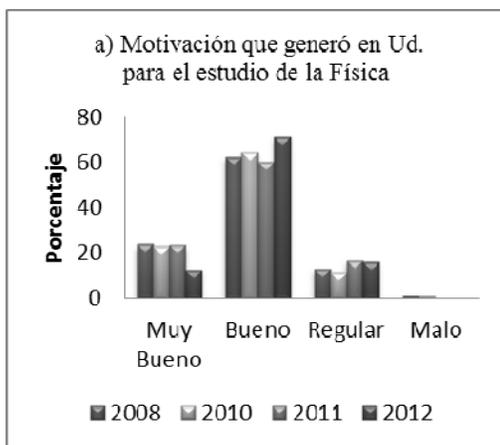
Durante la segunda parte se muestra cómo esos conceptos son aplicados en la resolución de problemáticas científico-tecnológicas. En particular, se orienta a mostrar el abordaje interdisciplinario de algunas problemáticas que requirieron la intervención de ingenieros agrónomos, ingenieros electrónicos y físicos. A modo de conclusión se destaca la importancia de la comprensión de los conceptos adquiridos en la carrera para poder abordar problemáticas que se presenten en sus vidas profesionales y la posibilidad existente de formar parte de equipos científico-tecnológicos encargados de la resolución de tales problemas.

Más detalles del taller pueden encontrarse en el Anexo I.

### **Resultados y discusión**

De las encuestas realizadas a todos los alumnos al finalizar cada uno de los talleres (ver Anexo II), se desprende una alta valoración de la experiencia didáctica. Mayoritariamente los alumnos han considerado la realización del taller como un hecho altamente positivo y motivador, manifestando la necesidad de ampliarlo a otros temas de la Física. Cabe mencionar que no se ha hecho una valoración cuantitativa del impacto del taller en el rendimiento académico de los alumnos de Física Aplicada, dado que no se incluyó este objetivo en el diseño del mismo. Estas apreciaciones han sido uniformes a través de los años tal como se aprecia en las figuras siguientes que muestran los resultados del análisis de las encuestas realizadas.

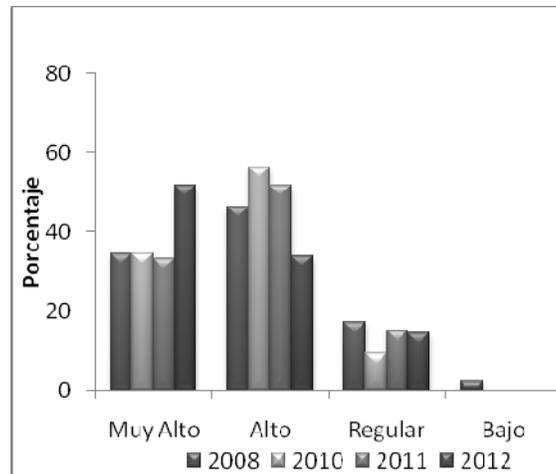
- 1) Cómo calificaría al taller en cuanto a: (figura1)



2) ¿En qué grado considera que la realización de experiencias en laboratorio contribuye al aprendizaje en Física ?

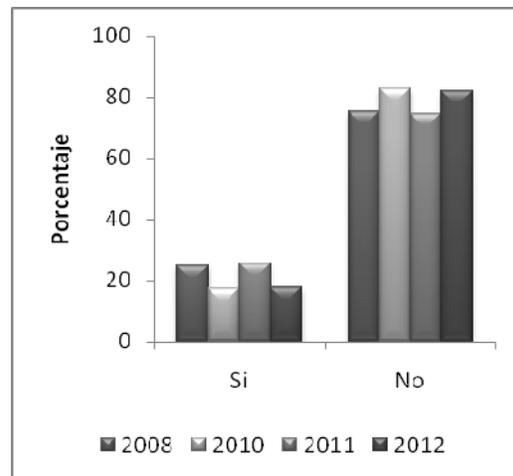
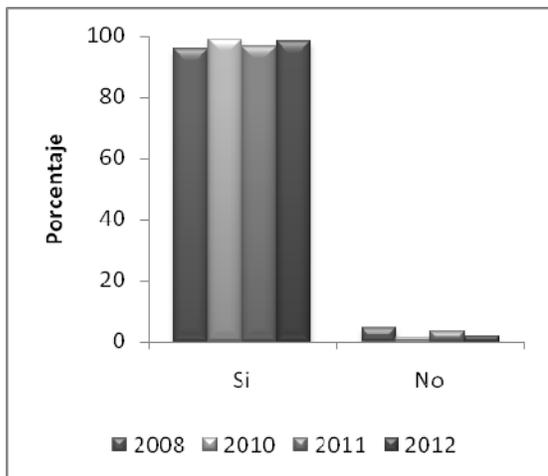
3) ¿En que grado considera que este tipo de experiencia didáctica interdisciplinaria puede contribuir a su formación básica?

4) ¿En qué grado considera importante que el alumno de Ciencias Agrarias y Forestales tenga una visión acerca de la inserción laboral del Ingeniero Agrónomo o Forestal que se interesa por temas de Física aplicados al Agro? (figura 4)



5) ¿Sería conveniente continuar el año próximo con el Taller? (figura 5)

6) ¿Habría que hacer modificaciones a la implementación del taller? (figura 6)



Adicionalmente, resulta interesante discutir algunas de las sugerencias hechas por los alumnos para el futuro.

Aproximadamente un 25% del total de los alumnos considera que debe haber algún tipo de modificación en el Taller, a saber:

- que también se hagan talleres prácticos de otros temas.
- agregar otras experiencias prácticas con aplicaciones agronómica/forestal.
- continuar con estos talleres con el resto de los temas relacionados con el futuro de las carreras.
- hacer talleres en otros temas ya que facilita el entendimiento y se puede ver la aplicación de lo que se estudia.
- mayor cantidad de actividades experimentales.
- más horas de laboratorio o más charlas aplicadas a la profesión
- más clases de este tipo.
- aumentar la carga horaria.
- incluirse como actividad complementaria a la Materia.
- debería evaluarse.
- que los alumnos participen más de las experiencias.
- que haya más ejemplos agronómicos.

De las distintas opiniones vertidas por los alumnos y el análisis de las encuestas, se observa que este tipo de actividades propende a una valoración positiva de la utilidad de las Ciencias Básicas y su potencialidad de aplicación en la formación de grado, lo cual plantearía la necesidad de incorporarlas formalmente a los planes de estudio. Sin embargo, la incorporación de este taller y otros a la currícula requeriría una revisión de los enfoques didácticos y pedagógicos actuales.

### **Conclusiones**

Existe un alto grado de interés y compromiso por parte de los alumnos con el taller. La inclusión de experiencias de laboratorio resulta ser de considerable importancia para el entendimiento de los conceptos expuestos. Las aplicaciones agronómicas de la física, y la óptica en particular, han resultado de interés y potencial utilidad para los alumnos. Más del 90% de los alumnos consideran que el taller debe seguir implementándose, hecho que se corresponde con el efecto motivador que este tipo de actividades conlleva y que atiende a los objetivos específicos planteados oportunamente.

### **Bibliografía.**

Milicic B., Utges G., Salinas B., San José V. 2004. Creencias, concepciones y enseñanza en la universidad: un estudio de caso de desarrollo profesional colaborativo centrado en un profesor de física. *Revista española de pedagogía*. Vol LXII (229) 377:394.

Milicic B., Utges G., Salinas B., San José V. 2008. Transposición didáctica y dilemas de los profesores en la enseñanza de física para no físicos. *Investigações em Ensino de Ciências V13 (1)* 7:33.

Pozo Juan I. y Gómez Crespo Miguel A. 1998. Ediciones Morata. Ch2.

Pozo, Juan Ignacio y Pérez Echeverry, M. 2009. “Aprender para resolver y comprender problemas” .En: *Psicología del aprendizaje universitario: la formación en competencias*. Madrid, Morata pag 31-53

Web CIOP: [www.ciop.unlp.edu.ar/Espanhol/Actividades/capacitacion\\_esp.htm](http://www.ciop.unlp.edu.ar/Espanhol/Actividades/capacitacion_esp.htm)

## Anexo I

La primer parte del taller se inicia con una breve reseña sobre el Centro de Investigaciones Ópticas (CIOp) y su contextualización dentro del Sistema Científico Nacional. Además se comentan los principales aspectos que hacen a la investigación y a la vida académica del CIOp, haciendo mención de las principales líneas de investigación. Seguidamente, se abordan los conceptos a desarrollar. Se inicia con una revisión sobre el concepto de ondas a partir de ejemplos simples de ondas mecánicas: de presión, elásticas y en una cuerda. Posteriormente se introduce la idea de onda electromagnética, tema ya desarrollado previamente en el curso de Física Aplicada, resaltando las principales diferencias con las ondas mecánicas: posibilidad de propagarse en ausencia de un medio material, carácter transversal y constancia de la velocidad de propagación en el vacío. Se comentan también los diferentes regímenes de la luz: rayo, onda, partícula.

Se detalla el concepto del espectro electromagnético y sus aplicaciones para cada rango de frecuencias. El espectro de la luz blanca es observado y comentado mediante un experimento de dispersión de luz utilizando un prisma y la luz blanca de un proyector. A continuación, mediante el modelo atómico de Böhrr, son abordados los conceptos de emisión, absorción y transmisión. Se enfatiza en el hecho que cada compuesto tiene un espectro de absorción/emisión característico y que es la *espectoscopia* el área que se encarga de registrar y analizar esos espectros. Seguidamente también se describe la dispersión espacial de luz. Este fenómeno se ejemplifica experimentalmente mediante la visualización de un haz de luz haciendo uso de partículas dispersoras disueltas en una cubeta con agua y mediante el esparcimiento de polvo de tiza en el camino de un haz láser. Luego se exponen las leyes de reflexión y refracción en medios materiales acompañadas de simulaciones computacionales y demostraciones empíricas. En particular se hace énfasis en la reflexión total interna, concepto que conduce a la explicación del funcionamiento de las fibras ópticas. El filtrado en frecuencias (o la explicación de los colores de objetos semi-transparentes) se explica acompañado de simulaciones por computadora y demostraciones experimentales. Se realizan dos ejemplos experimentales. Por un lado se muestra cómo un filtro rojo solo deja pasar la componente de luz roja cuando es iluminado con la luz blanca de un proyector de presentaciones. Por otro lado, se muestra cómo el filtro rojo “bloquea” el paso de un láser verde pero no así de uno rojo. Esta primera parte concluye con la exposición teórica, simulaciones y experimentos de los fenómenos de interferencia y difracción. Para el primero se comenta el caso del coloreado de una película de aceite sobre agua, se simulan algunos patrones de difracción con distinto número de fuentes y se muestra un disco DVD “roto” que

forma patrones de interferencia entre el sustrato y el plástico cobertor. Para el segundo, se simulan patrones de difracción de una rendija, se observa la difracción de una rendija y la difracción de un pelo humano, explicándoles que de esa forma puede usarse el fenómeno de difracción para medir el diámetro del pelo o de un objeto.

Luego de un intervalo, en el cual se promueve la interacción entre los expositores y los alumnos, se continúa con aplicaciones científicas y tecnológicas de la luz, en particular en la agronomía, basadas en trabajos llevados a cabo actualmente en el CIOp. Entre otras, se comentan aplicaciones del láser en la determinación de viabilidad de semillas, y sensado remoto en la detección óptica de malezas, determinación de contenido de nitrógeno en cultivos, cuantificación de superficies cultivadas y componentes del paisaje en una imagen satelital.

## Anexo II

a) Encuesta realizada por la cátedra a los alumnos que participaron del taller. Años 2008-2012.

En el curso de Física se estimó conveniente que los alumnos tuvieran un Taller de Optica Física a cargo de los investigadores del CIOP para un adecuado cierre de la temática.

1) Cómo calificaría al taller en cuanto a:

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
-----------	-------	---------	------

a) Motivación que generó en ud. para el estudio de la Física

b) Relación con los temas desarrollados en las clases teóricas previas

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
-----------	-------	---------	------

c) Utilidad de los temas en su formación como Ingeniero Agrónomo o Forestal

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
-----------	-------	---------	------

d) Contribución al entendimiento y clarificación de los temas desarrollados en clase

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
-----------	-------	---------	------

2) En que grado considera que la realización de experiencias en laboratorio contribuye al aprendizaje en Física

Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
-----------	-------	---------	------

3) ¿En que grado considera que este tipo de experiencia didáctica interdisciplinaria puede contribuir a su formación básica?

Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
----------	------	-------	------

4) ¿En que grado considera importante que el alumno de Ciencias Agrarias y Forestales tenga una visión acerca de la inserción laboral del Ingeniero Agrónomo o Forestal que se interesa por temas de Física aplicados al Agro?

Muy Alto	Alto	Medio	Bajo
----------	------	-------	------

5) ¿sería conveniente continuar el año próximo con el Taller?

Si	No
----	----

6) ¿Habría que hacer modificaciones a la implementación del taller? Si la respuesta es Si, aclarar de qué forma:

Si	No
----	----