

Trabajo Práctico de Laboratorio de reflexión en el aula

María Alejandra Aleman^{1,2}

¹Instituto de Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento. J. M. Gutiérrez 1150, Los Polvorines, B1613GSX, Prov. Bs. As., Argentina.

²Colegio San Marcelo, Av. T. de Alvear 746, Don Torcuato, Prov. Bs. As., Argentina.

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

E-mail: maleman@ungs.edu.ar

Resumen

Se presenta una experiencia didáctica que se llevó a cabo en una clase de Física correspondiente a 5° año de la escuela secundaria. Se diseñó e implementó un trabajo práctico de laboratorio en el aula, con características lúdicas, en el que las consignas son precisas y los estudiantes tienen que tomar decisiones para realizar las actividades. Los grupos de estudiantes contaban con material suficiente y variado para trabajar la reflexión múltiple en espejos planos en ángulo y así obtener imágenes de distintos objetos. A partir del análisis de las respuestas que estos grupos dieron durante el desarrollo del TPL, se observa que los estudiantes pueden comprometerse con la tarea, que tienen en claro cuáles son los objetivos del TPL, que pueden vincular cada actividad con las anteriores y que asocian las reflexiones múltiples, la cantidad de imágenes y sus orientaciones a patrones que se repiten según sea el ángulo entre los espejos. Por otra parte, los estudiantes valoran este tipo de actividades experimentales que les permiten conectarlas con la teoría y así favorecer el aprendizaje de conceptos.

Palabras clave: Trabajo práctico de laboratorio, Formación de imágenes, Reflexiones múltiples, Enseñanza de la óptica geométrica, Escuela secundaria.

Abstract

A learning experience that took place in a class corresponding Physics 5th year of secondary school is presented. It was designed and implemented a laboratory practice in the classroom with playfulness features in which the watchwords are accurate and the students have to take decisions for activities. Student groups had enough and varied material to work in forming images of objects with multiple reflections at plane mirrors in angle. From the analysis of the responses that these groups occurred during the development of the TPL, it appears that students can engage with the task, make the objective of the TPL their own, they can link each activity to previous and associate the multiple reflections, the number of images and their orientations with repeating patterns as the angle between the mirrors. Moreover, students value this type of experimental activities that allows them to connect with the theory and thereby promote learning concepts.

Keywords: Laboratory practice, Images formation, Multiple reflections, Teaching of geometrical optics, Secondary level.

I. INTRODUCCIÓN

Para la materia Física de 5° año, de tres horas semanales, que corresponde al Ciclo Superior de la Escuela Secundaria con Orientación en Ciencias Naturales está prescripto un diseño curricular en el que se han seleccionado contenidos que pertenecen al electromagnetismo. La importancia de este tema de la Física en sus aplicaciones tecnológicas y su presencia en casi todas las prácticas cotidianas sustenta la selección de contenidos en cuatro ejes: “Fuerzas eléctricas y magnéticas”, “Las corrientes y sus efectos”, “Fenómenos electromagnéticos” y “La propagación de la luz”. A partir de estos ejes que se organizan como una propuesta no lineal, el docente en función de sus elecciones, puede elaborar las unidades didácticas.

La experiencia que a continuación se relata se llevó a cabo en una escuela secundaria parroquial de la zona norte del conurbano bonaerense con la participación de estudiantes que tenían entre 16 y 17 años.

Dentro del eje “La propagación de la luz” y del núcleo temático “La óptica geométrica”, en años anteriores, se había trabajado en esos cursos con material de laboratorio en demostraciones

experimentales de la formación de imágenes por reflexión en espejos planos como un momento durante la presentación del tema de manera teórica. Se solía hacer más énfasis en los ejercicios de papel y lápiz, y el tema de la formación de imágenes en reflexiones múltiples no solía darse. Para profundizar el aprendizaje y lograr una mayor comprensión de la reflexión se pensó en implementar un Trabajo Práctico de Laboratorio con espejos. El espacio reducido del laboratorio en esta escuela hace pensar en planificar actividades experimentales en el aula.

Las características propias de estos fenómenos ópticos hacen que se presten para trabajarlos con materiales de bajo costo y de realización sencilla. Estas condiciones permitieron realizar una cantidad de actividades en el aula en las que se hizo hincapié en la perspectiva experimental, la manipulación de material concreto y el uso de un lenguaje científico para dar cuenta de lo observado.

II. DISEÑO DE LA ACTIVIDAD

Con el objetivo de complementar el tratamiento del tema Reflexión se agregó un trabajo práctico de laboratorio (TPL) para trabajar las reflexiones múltiples en dos espejos planos en ángulo. Como este es un tema que no se solía dar en estas clases de Física, por la complejidad que presentaba el trazado de rayos, se decidió incorporarlo de manera experimental y cualitativa para una mayor comprensión de la reflexión. Se diseñó¹ entonces un TPL sobre la formación de imágenes por reflexión en espejos planos y se preparó material suficiente y variado para que todos los estudiantes pudieran manipularlo (ver figura 1).

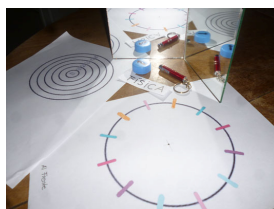


FIGURA 1. Se muestra los materiales utilizado para desarrollar las actividades del TPL de óptica.

Las actividades fueron inspiradas en las que se encuentran en un capítulo del libro “Física conceptual” de P. Hewitt, (2007), en el que se presenta el tema de reflexión en espejos planos. Las actividades se diseñaron considerando los resultados de investigaciones anteriores que muestran que cuando los estudiantes tienen claros los objetivos se comprometen con la tarea, pueden tomar decisiones para realizarla, y se genera en ellos seguridad, compromiso y participación proactiva (Montino et al, 2011). Con este formato de TPL, que presenta las actividades con indicaciones precisas acerca de lo que debían hacer pero con la libertad de tomar algún tipo de decisión sobre cómo debían manipular el material para seguir las consignas, se espera mayor compromiso de los estudiantes que con los diseños de formatos tradicionales. Después del enunciado de cada actividad los estudiantes dispusieron de un espacio para dibujar y/o para contestar cualitativamente las preguntas durante el desarrollo del TPL.

Se presentan, a continuación, las actividades y sus objetivos específicos. Las dos primeras fueron pensadas con características lúdicas. La consigna de la actividad 1 es:

Jugando con dos espejos planos, unidos por uno de sus lados y apoyados sobre la mesa formando un ángulo entre ellos, se forman imágenes múltiples de un objeto. Apuntando con un puntero láser formen diferentes figuras (estrellas, hexágonos, triángulos, cuadrados, etc.) y dibujen las que encontraron.

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes se familiaricen con el material y visualicen las imágenes múltiples cuando se varía el ángulo entre dos espejos planos. Se espera que puedan relacionar las imágenes obtenidas con las leyes de la reflexión y el trazado de rayos que se estudia en óptica geométrica. Está pensada para contestar de manera cualitativa o con dibujos de las figuras que se forman cuando se refleja el láser en los dos espejos colocados a distintos ángulos.

En la actividad 2 los integrantes de cada grupo compiten en un juego de tiro al blanco utilizando un puntero láser y siguiendo ciertas reglas:

Cada tirador se ubicará detrás del blanco sosteniendo el puntero láser en una posición fija y apuntando a uno de los espejos para que se refleje en el segundo espejo y dé en el blanco.

¹ Para la selección de actividades y diseño del TPL colaboraron Marisol Montino, Francisco Kenig y Celia Dibar.

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes anticipen la posición de la imagen considerando las leyes de reflexión de los espejos planos. En esta actividad se espera que cada uno de los estudiantes tome el puntaje que han obtenido al dar en el blanco y lo vuelquen en una planilla que se les ha proporcionado para tal fin.

Las actividades 3 y 4 se diseñaron para que los estudiantes puedan observar la multiplicidad de imágenes que se forman cuando cambian el ángulo entre los dos espejos planos. La consigna de la actividad 3 es:

Utilizando los dos espejos unidos apoyados sobre el cuadrante de un reloj, vayan cambiando el ángulo entre los dos espejos, ¿en qué ángulos se forma el reloj completo?

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes relacionen la cantidad de imágenes de un objeto que se forman cuando se varía el ángulo entre los espejos en los que se produce la reflexión.

Se espera que los estudiantes coloquen los espejos en ángulo sobre un cuadrante de reloj en el que se han pintado los segmentos que corresponden a los distintos números y anoten los distintos ángulos para los cuales se forma la imagen que completa el cuadrante del reloj.

Se presenta la actividad 4 que consta de dos partes:

Se colocan dos espejos formando un ángulo recto y se coloca una tapita con una flecha dibujada entre ellos. Verán cuatro tapitas. ¿Qué puedes observar en relación con las flechas?

Cambien el ángulo de los espejos y anoten cuántas imágenes de las tapitas se pueden ver para distintos valores del ángulo entre los dos espejos.

El objetivo de esta actividad es que los estudiantes primero observen la orientación de las imágenes múltiples y la comparen con la orientación del objeto; luego se pretende que relacionen la cantidad de imágenes que se forman con los distintos ángulos entre los espejos.

La actividad 5, que también consta de dos partes, es la siguiente:

Busquen una posición en que se vean la cara entera en un par de espejos que formen ángulo recto entre sí. Se verán como los demás los ven. A continuación tóquense un ojo. ¿Qué ven? Expliquen con sus propias palabras cómo hicieron para tocar el ojo derecho.

Ahora coloquen los espejos para que formen un ángulo de 60°, y mírense la cara entera en ellos. A continuación tóquense un ojo. ¿Qué ven? Expliquen con sus propias palabras cómo hicieron para tocar el ojo derecho.

Esta actividad tiene como objetivo “sentir con el cuerpo” cómo cambia la orientación de las imágenes que se forman por reflexión múltiple en relación con el ángulo entre los dos espejos. Se espera que los estudiantes comparen las imágenes frente a los espejos cuando cambia el ángulo y puedan explicarlo con las reflexiones múltiples.

En la actividad 6 se les pide a los estudiantes que:

Sujeten una página impresa frente a los espejos en ángulo, y observen la diferencia de su aspecto con el de la reflexión de un solo espejo. Expliquen la diferencia.

Con esta actividad se pretende que los estudiantes asocien la orientación de la imagen de una palabra para distintos ángulos entre los espejos con situaciones de la vida cotidiana como por ejemplo cuando en algunos vehículos se escriben las palabras al revés para ser leídas por los conductores que las observan utilizando un espejo. Se espera que los estudiantes expliquen la diferencia entre la imagen que se forma por reflexión simple y la que se forma por reflexión múltiple.

Finalmente se pregunta a los estudiantes qué les pareció el Trabajo Práctico de Laboratorio:

¿Qué te pareció la actividad con espejos? ¿Hay algo que quieras agregar?

III. IMPLEMENTACIÓN Y MODO DE TRABAJO

Previo a las siete clases, que totalizaron diez horas, destinadas a abordar el núcleo de contenidos de “La óptica geométrica” se prepara un material de lectura especialmente compilado para esta unidad.

En las clases anteriores a la implementación del TPL se presenta un material audiovisual acerca del recorrido histórico en el conocimiento científico de los mecanismos de visión y la naturaleza de la luz, se conversa sobre el material presentado y los estudiantes contestan algunas preguntas relacionadas con el mismo; los estudiantes realizan un trabajo de lectura del material bibliográfico, se explican en el pizarrón las leyes de reflexión usando unas experiencias demostrativas con uso de espejos planos, cóncavos y convexos, y se resuelven situaciones problemáticas y también problemas en donde los estudiantes tienen que realizar el trazado de rayos para la formación de imágenes en espejos planos.

El TPL de reflexión se implementó en una clase de dos horas, en la que veintisiete estudiantes distribuidos en seis grupos realizaron actividades experimentales en el aula trabajando sobre cuatro pupitres unidos a modo de mesada.

Una vez organizados los grupos se procedió a distribuir las consignas para las actividades 1 y 2, que se encuentran en una misma hoja, y los espejos con el puntero láser para la actividad 1. Los estudiantes se tomaron el tiempo necesario para experimentar con el puntero láser, encontrar la forma de obtener haces con distintos ángulos de incidencia y rasantes a la superficie de la mesa para formar las figuras y dibujarlas en el espacio que se había destinado debajo de la consigna (ver figura 2).

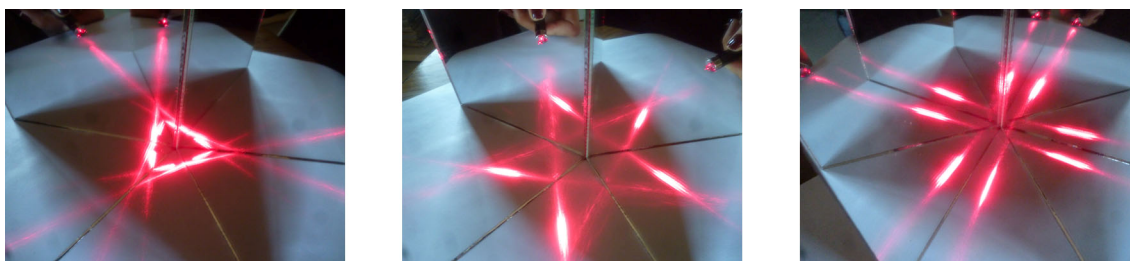


FIGURA 2. Se muestran algunas de las distintas figuras que se obtienen por reflexión del láser cuando va cambiando el ángulo entre los espejos planos.

Una vez que los grupos fueron terminando esta actividad se les pidió que fueran leyendo las reglas del juego de la actividad 2 y que se pusieran de acuerdo sobre la forma de jugar. Al material que ya tenían en cada grupo se les agregó una hoja con un disco de tiro al blanco impreso con la puntuación para los tiros. Se les dio el tiempo necesario para que todos los integrantes del grupo pudieran jugar y así obtener un ganador.

Cuando los grupos terminaron la actividad 2 entregaron las respuestas a las primeras dos consignas y el puntero láser junto a los discos de tiro fueron retirados. Se distribuyeron las actividades 3 y 4 que figuran en la misma hoja y el cuadrante de reloj impreso para realizar la actividad 3. Apoyando los espejos en distintos ángulos con el vértice en el centro del cuadrante los estudiantes pudieron ir variando el ángulo entre los espejos y encontrar aquellos en los que se formaba el cuadrante completo, es decir con los doce segmentos correspondientes a las horas (ver figura 3). En el espacio debajo de la consigna los estudiantes pudieron contestar con distintos valores de los ángulos.

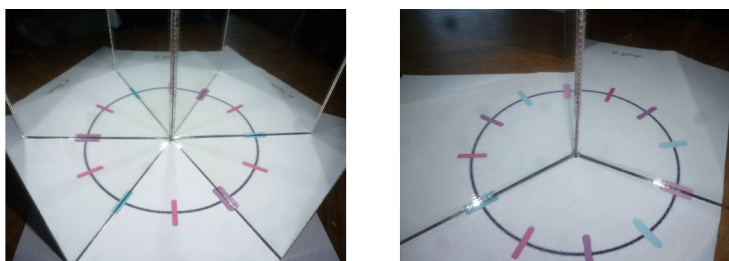


FIGURA 3. Se muestra el cuadrante de reloj completo que se obtiene por reflexión para determinados ángulos entre los espejos planos.

A los materiales de la actividad 3 se agregó una tapita de gaseosa que tenía una flecha pintada para que pudieran colocarla entre los dos espejos en ángulo recto como se pedía en la primera parte de la actividad y observar la orientación que tenía la flecha en las imágenes formadas por reflexión (ver figura 4). En la segunda parte se les pidió a los estudiantes que variaran el ángulo entre los espejos y anotaran

cuántas imágenes observaban para dichos ángulos (ver figura 4). Al finalizar esta actividad los grupos entregaron sus respuestas y los materiales utilizados.

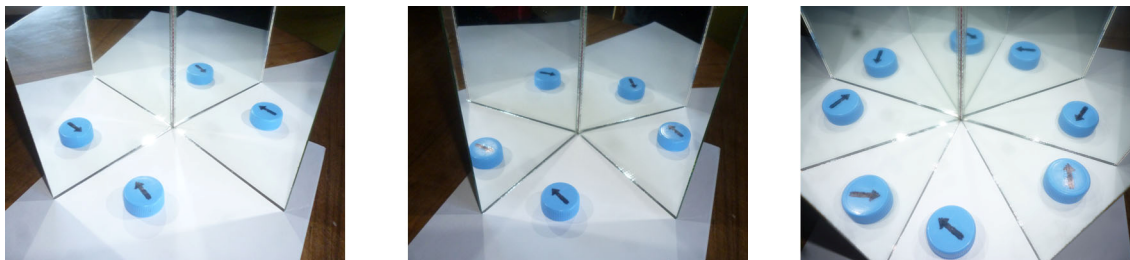


FIGURA 4. Se muestran algunas de las imágenes de las tapitas que se obtienen por reflexión cuando va cambiando el ángulo entre los espejos planos.

Para las actividades 5 y 6 sólo dispusieron de un juego de espejos por grupo y al ser una actividad más individual, los estudiantes se fueron turnando para experimentar con ellos al observar su cara cuando se tocaban el ojo derecho con los espejos en ángulo de 90° y de 60° . Luego se les entregó un cartelito con la palabra FÍSICA para que también la observaran con los espejos. Después de tomarse el tiempo suficiente para realizar estas últimas actividades y responder las consignas correspondientes, se les brindó unos minutos para escribir una opinión final sobre todo el TPL. Se recogieron las respuestas y se dio por finalizada la clase.

Durante el desarrollo de todas las actividades los estudiantes fueron haciendo algunas consultas que se respondieron grupo por grupo. En ningún momento de esta clase se realizó una puesta en común de los resultados de las actividades y de esta manera cada grupo, a su ritmo de trabajo, pudo tomarse el tiempo necesario para realizar las actividades y responder las preguntas.

Con posterioridad a la experiencia que se relata se trabajó con la aplicación de los conceptos de reflexión en instrumentos ópticos.

III. RESULTADOS DE LA IMPLEMENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS MISMOS

En las respuestas por escrito que elaboraron los estudiantes mientras se desarrollaba el TPL, se puede apreciar que ningún grupo dejó de contestar alguna de las consignas. Todos los grupos dibujaron como mínimo cuatro figuras y alguno llegó a dibujar hasta once figuras distintas para la actividad 1. Sólo uno de los grupos dibujó las figuras y también los espejos (ver figura 5).

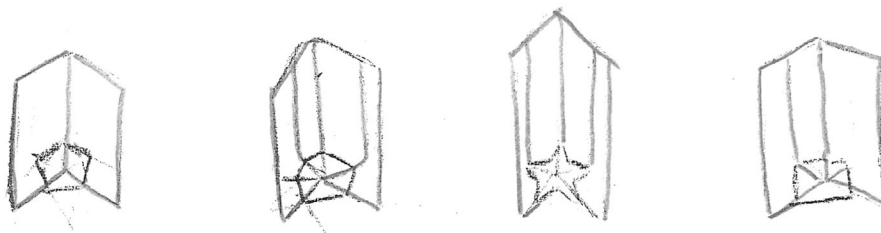


FIGURA 5. Se muestran los dibujos que realizaron los grupos 1 y 5 durante la actividad 1.

Para la actividad 3 la mayoría de los grupos anotó seis ángulos con la cantidad de imágenes asociadas, uno de los grupos agregó ángulos mayores a 180° entre los espejos y otro grupo respondió que podía ver el cuadrante del reloj para todos los ángulos sin aclarar cuáles eran.

En la primera parte de la actividad 4 dos de los siete grupos dibujaron los espejos y las imágenes de la tapita objeto indicando la orientación de la flecha en las tapitas, uno de ellos lo hizo en perspectiva y el otro como una vista aérea (ver figura 6).

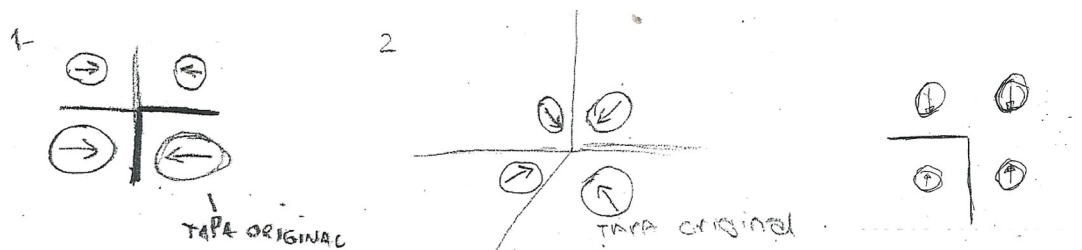


FIGURA 6. Se muestran los dibujos que realizaron los grupos 6 y 7 durante la actividad 4.

Cabe señalar que probaron con dos distintas posiciones de la flecha del objeto respecto de los espejos: apuntando al vértice que formaba a la unión de los espejos y apuntando hacia uno de los espejos. El resto de los grupos explicó cómo eran las orientaciones

“Si apuntamos al centro todos apuntan hacia el centro en cambio si apuntamos a un solo espejo la del frente apuntará a una sola tapita y las otras dos actuarán igual pero paralelamente”. (Grupo 4)

En la segunda parte de la actividad 4, cinco grupos anotaron la cantidad de imágenes observadas para cada ángulo y mencionan seis ángulos en total. Un grupo explicó cómo se orientaban:

“A 30° se forman 12 tapitas con las flechas opuestas a la anterior y a 60° se forman seis tapitas con flechas opuestas entre la anterior”. (Grupo 2)

Otro de los grupos no contestó lo pedido sino que se dedicó a ampliar la respuesta de la primera parte observando la dirección hacia la cual apunta la flecha.

En la actividad 5 todos los grupos observaron la diferencia en la imagen cuando se tocan el ojo derecho frente a los espejos con un ángulo de 90° en una primera parte y frente a los espejos con un ángulo de 60° entre ellos en una segunda parte de la actividad. El Grupo 2 explica esta diferencia de la siguiente forma:

“Colocando el espejo plano recto, vemos que al tocarnos el ojo derecho, en el espejo se refleja el mismo. Pero si lo colocamos a 90° vemos nuestra cara a la mita, y al tocarnos el ojo derecho el espejo refleja que nos estaríamos tocando el izquierdo”.

Además tres grupos amplían su respuesta observando la cantidad de imágenes y la orientación de las mismas, uno observó que *“se movía hacia el lado contrario”* y otro pudo explicarlo utilizando la noción de reflexiones múltiples de la siguiente manera

“Cuando nos tocamos el ojo derecho este se refleja de 6 maneras diferentes de las cuales una se opone a la otra y así sucesivamente dando como resultado 3 caras iguales y 3 opuestas”. (Grupo 6)

Para la actividad 6 cinco grupos observaron cómo cambiaba la posibilidad de leer la palabra cuando usaban un espejo plano y cuando usaban uno doble, de ellos dos grupos explicaron esa diferencia haciendo uso de la noción de reflexiones múltiples

“La diferencia se da porque en el espejo siempre la imagen se ve reflejada al revés, en cambio con los espejos dobles la imagen se vuelve a reflejar y esta se ve correctamente”. (Grupo 5)

En su comentario final todos los grupos coincidieron que esta experiencia les resultó *“divertida”* o *“entretenida”*, dos grupos destacaron que les gustó esta forma de trabajar que está fuera de la rutina, un grupo asoció esta actividad con *“una buena forma de explicar la teoría”* y otro dijo que habían *“aprendido cosas nuevas que en sus vidas cotidianas no se hubieran fijado”*.

La clase también fue observada por un docente externo. Se observó que en general los estudiantes se comprometieron con el TPL, mostrando mayor entusiasmo en las dos primeras actividades que en las restantes, cuando debían formalizar sus respuestas por escrito y comenzaban a organizarse para la materia siguiente.

A partir de estos resultados se puede apreciar que los estudiantes pudieron vincular cada actividad con las anteriores y que asocian las reflexiones múltiples, la cantidad de imágenes y sus orientaciones a patrones que se repiten según sea el ángulo entre los espejos. En las respuestas de los distintos grupos se puede ver que evocan los objetivos con los que las actividades fueron diseñadas y cuando se refieren a las situaciones cotidianas llaman a los espejos “convencionales”, naturalizando así sus observaciones de todos los días.

Cabe señalar que al año siguiente de haberse desarrollado la experiencia didáctica, cuando los estudiantes comenzaban a cursar 6° año, se tomó un cuestionario de cinco preguntas para saber qué recordaban sobre el TPL de óptica. Estos cuestionarios estaban destinados, en el marco de otra investigación, a estudiar cuánto recuerdan los estudiantes de lo que aprenden en las clases de física (Petrucci et al, 2006). Del análisis de las respuestas a estos 27 cuestionarios surge que el 93% de los estudiantes recordaba por lo menos una de las actividades realizadas, porque pudo relatar que había utilizado el láser para formar distintas figuras y que la cantidad de figuras tenía relación con la posición de los espejos. El 59% de estudiantes pudo describir con explicaciones vagas que las posiciones de las flechas en las imágenes de la tapita cambiaban respecto de la que tenía en el objeto y el 44% de estudiantes pudo explicar cómo habían hecho para que la palabra se viera derecha cuando se reflejaba en los espejos en ángulo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las autoridades del Colegio San Marcelo y a los estudiantes que se prestaron a participar de esta experiencia didáctica. A Silvia Pérez por su colaboración en la redacción.

REFERENCIAS

DGCyE, (2011). *Diseño Curricular de la Provincia de Buenos Aires para la Escuela Secundaria: 5° año ES. Orientación en Ciencias Naturales*. La Plata: Dirección General de Cultura y Educación.

Hewitt, Paul G. (2007). Reflexión y refracción. En: *Física Conceptual*. Décima edición. México: Pearson Educación.

Montino, M.; Petrucci, D.; Ure, J. E.; Aleman, M. A. y Pérez, S. (2011). *Una propuesta de trabajos prácticos de laboratorio que favorece el aprendizaje de conceptos*. Revista *Ciência & Educação*. V.17, N°4, 823-833. <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/> (fecha de consulta:1/09/2015)

Petrucci, D.; Ure, J y Salomone, H. (2006). *Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios*. Revista de Enseñanza de la Física (APFA), V.19, N°1, pp. 7-20.