

**ORIENTANDO EL APRENDIZAJE AL DESARROLLO DE DESTREZAS Y HABILIDADES
TECNOLÓGICAS¹**

L. M. Zerbino^{1,2}, F. Prodanoff¹, N. N. Baade¹, F. D. Alustiza¹, J. Stei¹

¹ EMEIPACiBa, Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional; ² Optimo. Facultad de Ingeniería. UNLP y CIOp. CONICET-CICBA.

lzerbino@frlp.utn.edu.ar

RESUMEN

Se discuten los lineamientos de una experiencia de laboratorio propuesta y desarrollada por alumnos de Física de la UTN (FRLP), cuyo eje es la motivación y autodeterminación para su realización y que culmina en la adquisición y profundización de conocimientos, competencias y repaso de contenidos sobre un tema tratado previamente. Por iniciativa propia los alumnos realizaron la experiencia y la cátedra actuó como tutora. En este proceso abarcativo la participación activa del alumno para explicar lo observado utilizando conceptos adquiridos, permite evaluar el aprendizaje significativo. El fenómeno físico fundamental es "Reflexión Interna Total". La metodología utilizada estimuló la curiosidad sobre detalles de diseño que no están presentes cuando se realiza un trabajo de laboratorio tradicional y contribuyó a desarrollar habilidades para resolver problemas y necesidades tecnológicas que trascienden las fronteras del aula. Se describen los aspectos más importantes de la evolución del grupo respecto a la interpretación de las observaciones, y cómo la guía del docente, planteando enigmas, confrontando resultados e ideas y sinopsis, permite, además, desarrollar el sentido crítico y las destrezas experimentales, en una experiencia considerada a priori "muy sencilla" por los alumnos. Se pone en evidencia la importancia de la experimentación real y concreta como complemento insustituible en la enseñanza de las ciencias naturales.

Palabras clave: Reflexión total, preconceptos, experiencia evaluadora, laboratorio libre, habilidades experimentales.

ABSTRACT

The tendencies of a laboratory experience suggested and developed by students of a Physics Professorship of the UTN (FRLP) are discussed. Its vehicle is the motivation and self-determination for its development which ends up in the acquisition and the deepening of knowledge, abilities and skills as well as a revision of content based on previous topics. In the experience, it was the students themselves, as a result of their own initiative, who carried out the experience while the professors acted as tutors. This comprehensive process requires active student participation to explain what has been observed in the laboratory, using the concepts, to acquire significant learning. The procedure, lined at the beginning, then enables the spontaneous evolution of the students. The main physical phenomenon is that of the 'Total Internal Reflection'. The spontaneous suggestion aroused the students' curiosity on aspects concerned in the carrying out of the experience, which are not evidenced in a traditional laboratory work. This factor helps us develop abilities and skills in research to solve problems and technological needs which go beyond the class. The main aspects of the party's progress, as regards the interpretation of observations and the instructions of the professor, built on bases of setting out enigma, resulting confrontations and ideas and summaries are described. At the same time, enable us to assess meaningful learning and to develop a critical sense and abilities and skills from an experience considered a priori as 'very simple' by students. This case is a clear evidence of the importance of real and concrete experimentation as an unavoidable complement in the learning of the natural sciences.

Key concepts: Total Reflection, pre-concepts, testing experience, free laboratory, experimental abilities

INTRODUCCIÓN

¹ Parte de este trabajo fue presentado como comunicación oral en el II Congreso Internacional de Educación en Ciencias y Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNCa. Catamarca. Argentina. Junio 2011

La experiencia que se comunica fue pensada dentro del contexto del trabajo abarcativo que involucra el nuevo rol del profesor como mediador (Mérida, 2006); (Baade, 2008), en un proceso de enseñanza y aprendizaje que se centra en el alumno, provocando que su participación sea más activa que la de un simple espectador. El rol del docente ha cambiado: se corre del centro de la escena para ser acompañante del alumno y poder facilitarle las herramientas necesarias para que adquiriera conocimientos (Zerbino, 2010).

En este marco se pretende observar cómo los alumnos, a partir de una dada consigna, con la simple guía del docente, ponen en juego su iniciativa para mejorar el montaje experimental y sortear las dificultades inherentes al momento de la ejecución práctica, logran reconocer los fenómenos involucrados y fundamentar utilizando los conocimientos adquiridos, para finalmente profundizar los conceptos subyacentes y afianzarlos.

Con estas reglas de juego los alumnos deben “pensar por sí mismos”, desarrollar sus competencias, y construir, guiados por el docente, una sinopsis que integre conocimientos previos y los complete con otros nuevos, resultando en un progreso significativo de su aprendizaje.

En las teorías actuales del aprendizaje interesa todo: el estímulo, el proceso y la respuesta. El alumno tiene conocimientos previos y debe estar motivado para adquirir otros nuevos. (Sosa Sánchez-Cortés, 2005)

Para la formación profesional los alumnos deben adquirir competencias que comprenden contenidos, habilidades y destrezas, pilares fundamentales para garantizar su desempeño con actitud creativa. El docente universitario debe motivar al alumno para que se esfuerce en la apropiación de conocimientos que puedan ser base de futuras innovaciones.

PROPUESTA DE TRABAJO

Durante la cursada de la asignatura Física II de la carrera Ingeniería Química de la Facultad Regional La Plata, Universidad Tecnológica Nacional (FRLP-UTN) se informó a los alumnos que la cátedra estaba organizando y reestructurando las experiencias de laboratorio a incorporar en futuros cursos. Se comentó que las experiencias nuevas se desarrollarían sobre la base de los instrumentos y elementos incorporados recientemente complementados con material accesible y de bajo costo.

En clases posteriores dos alumnos se acercaron a los docentes proponiendo realizar, en sus tiempos libres una experiencia sobre la base de las sugerencias encontradas en un apunte de un curso sobre fibras ópticas para técnicos y que les había llamado la atención. Les parecía sencillísima de reproducir, y a la vez sorprendente y pensaban que podría incorporarse al conjunto de las que estaba preparando la cátedra.

La experiencia elegida por estos alumnos no involucraba conceptos tratados en la asignatura, pero se decidió aceptar el ofrecimiento ya que no sólo permitiría canalizar sus inquietudes, y sostener su entusiasmo por el trabajo en el laboratorio, sino también, fundamentalmente, hacer un seguimiento de los aprendizajes realizados en Física I para verificar si los mismos fueron o no significativos, y, en particular, revisar los conceptos de óptica geométrica, para que sirvan como anclaje en la discusión de los conceptos de óptica física a tratar en Física II. Con esta idea se les propuso que la realización de la misma fuera en el laboratorio de física, de manera que los docentes los pudiera acompañar.

A continuación se planificaron los encuentros correspondientes de acuerdo a las disponibilidades de tiempo de alumnos y docentes.

Los docentes involucrados en la experiencia se comprometieron a cumplir el rol de mediadores propuesto en el trabajo abarcativo planteado a los alumnos. Es decir, permitir que los alumnos desarrollen el material didáctico y sean ellos los que intenten predecir y justificar la observación. El docente sólo interviene para encausar la discusión o asesorar sobre qué tópicos se deberían profundizar.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA SELECCIONADA Y PRIMER ENCUENTRO

La experiencia propuesta por los alumnos se basaba en el fenómeno de reflexión interna total. Para su realización dijeron necesitar una botella plástica transparente con un orificio circular en el costado, un recipiente para recoger el agua que saliera de la botella una vez llenada y un puntero láser.

Como actividad primaria se discutieron las siguientes cuestiones, cuyas respuestas, para ellos, resultaban obvias:

- 1) ¿Es factible el armado del experimento?
- 2) ¿Es sólo un caso de “libro” impracticable bajo condiciones normales de laboratorio?
- 3) ¿Por dónde empezar?

Las dos primeras no tenían caso para ellos, porque, y esto lo supimos después, habían visto su filmación en Youtube [video 1]. Según sus dichos, habían visto cómo “el láser atraviesa la botella transparente y continúa a través del orificio conducido y transportado por la trayectoria del agua que sale de la botella”. Los docentes sabíamos bien que la segunda no es tan fácil de contestar, por lo menos en los casos de experimentadores novatos, ya que, generalmente, las experiencias “reales” involucran, aún con diferentes pesos, más de un fenómeno físico, y no siempre las “recetas” describen todos los detalles y condiciones del experimento. La respuesta a la tercera sí es obvia: la mejor manera de empezar es probar.

Se los invitó a encontrar el material y a comenzar el montaje. Seleccionaron una botella plástica transparente en desuso y un láser de He-Ne disponible en el pañol. Realizaron un orificio de 6 mm de diámetro en el costado de la botella, y dispusieron un soporte para que el láser incidiera horizontalmente sobre la pared de la botella, a la misma altura que la del orificio pero en un punto diametralmente opuesto. Llenaron la botella con agua, que comenzó a verterse cayendo dentro de la pileta del laboratorio. Encendieron el láser y comenzaron a discutir expresando que la experiencia “no andaba”. Trataban de encontrar una razón, y comenzaron a observar que “*el chorro de agua era de forma extremadamente irregular y entrecortada*”, “*que la transmisión de la luz en el chorro, resultaba no continua*” y que tal vez por eso “*no salía*” como esperaban.

El docente interviene:

- *¿Qué esperaban ver?*
- *Esperábamos ver una continuidad en el chorro de agua y que el láser siga por dentro del chorro iluminando totalmente su interior.*

El mediador cuestiona:

- *¿Por qué esperaban ver eso? ¿A qué fenómeno físico lo asociarían?*

Ante estas cuestiones los alumnos propusieron dejar esa discusión para un próximo encuentro, así tendrían tiempo de estudiar los fenómenos involucrados. Dado que éste se había planteado como un laboratorio libre, los tiempos no apremiaban, y el docente pudo dejarlos pensar, investigar, discutir, calcular, para ver cómo aplicaban los conceptos que creían involucrados y hasta qué punto su aprendizaje durante el año anterior había resultado significativo.

SEGUNDO ENCUENTRO. DISCUSIÓN CON LOS ALUMNOS.

En primera instancia plantearon que la experiencia se podría explicar a través de conceptos de hidrodinámica y de óptica estudiados el año anterior, en especial el teorema de Bernouilli, sus condiciones, el flujo laminar y la reflexión interna total.

Luego, entusiasmados, contaron que probaron en la casa agregando un tubo a la salida del orificio con lo cual habían conseguido mejorar la manera en la que el agua salía del recipiente, obteniendo un chorro continuo y mejor formado. Reprodujeron la situación con la botella del laboratorio y sacaron la fotografía que se ve en la Figura 1a).

Al tratar de averiguar por qué pensaban que habían mejorado la experiencia, los alumnos respondieron:

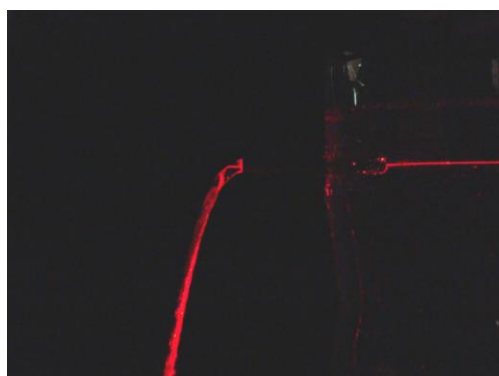
- *La forma del chorro no permitía las reflexiones del rayo dentro del chorro... Es decir que si el chorro tiene irregularidades en la superficie entre el chorro y el aire no se garantiza que el ángulo de incidencia sea mayor al crítico en alguna de las sucesivas reflexiones... Es por esto que pensamos que sería necesario asegurar la integridad y suavidad del "cilindro curvo" conformado por el agua al salir de la botella...*

Se invitó a los alumnos a realizar la experiencia en el laboratorio y a instancia de los propios alumnos se oscureció el local, y obtuvieron la fotografía de la Figura 1b).

Los alumnos muy contentos explicaron al docente que estaban observando el fenómeno de reflexión total interna. Ante la repregunta del docente manifestaron que sí, que estaban seguros del fenómeno observado y que si bien no recordaban mucho del año anterior, lo habían estudiado y discutido en sus casas. Además, manifestaron haber revisado el Teorema de Bernoulli, el de Torricelli y caída libre para poder describir la formación del chorro de agua, demostrando que estaban comprometidos en el análisis de la experiencia.



a)



b)

Figura 1: a) modificación del primer montaje realizado por los alumnos. b) oscureciendo el local, con tubo opaco

Es en esta instancia cuando el mediador toma un rol más preponderante debiendo encausar la discusión con la finalidad de que descubran las incongruencias que presentan sus explicaciones. Para ello hizo las siguientes preguntas:

- *¿Observaron lo que se ve en el fondo de la pileta?... ¿Pusieron la mano cortando el chorro de agua?*

Ahí es cuando por primera vez observaron en el fondo de la pileta y vieron la mancha roja.

- *¿Cómo es la intensidad de la mancha comparada con la intensidad con la que ven el chorro?*

El grupo concluyó que la mancha roja se veía mucho más intensa dado que el haz de láser es encauzado dentro de la guía que lo "conduce" y sale por el final del tubo. Esto les confirmaba que se trataba de la reflexión interna total.

- *¿Repasamos la teoría?*

La reflexión total interna se produce cuando un rayo de luz que viaja en un medio con un índice de refracción determinado, incide en la superficie de separación con un medio de menor índice de refracción bajo un ángulo mayor que el ángulo crítico, que es el ángulo para el cual el rayo refractado sale paralelo a la interfaz. Los rayos que inciden con ángulos mayores que el crítico no atraviesan la superficie de separación entre los medios, es decir, se reflejan **totalmente**. El ángulo crítico depende de la relación de valores entre los índices de refracción de los medios en cuestión, y en este caso si llamamos n_2 al índice de refracción del aire y n_1 al del agua, tiene la siguiente expresión:

$$\theta_c = \arcsen\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

— *¿Me pueden hacer un esquema mostrándome este fenómeno?*

Uno de los alumnos mostró el esquema de la Figura 2, que tenía en el apunte, y dijo que el chorro de agua funcionaba como las fibras ópticas: guiaba la luz dentro de él con reflexiones múltiples. El índice de refracción del “core” (núcleo de la fibra) es ligeramente superior al del “cladding” (envoltura de la fibra). Dijo que: “*el agua es el “core” y el aire el “cladding”, que la luz se refleja múltiples veces en la superficie interna del agua, manteniéndose dentro de ella*”.

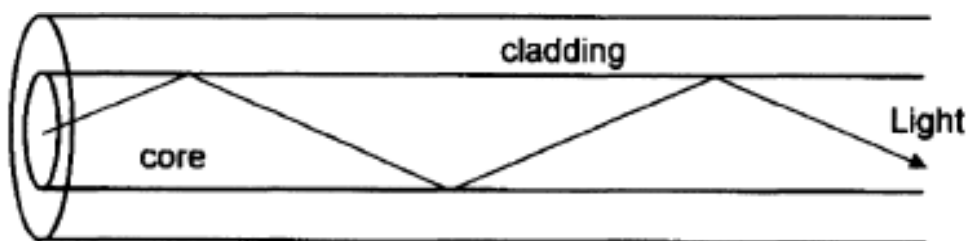


FIGURA 2: ESQUEMA SIMPLE DE FIBRA ÓPTICA SEGÚN FIGURABA EN EL APUNTE.

— *Pero, si toda la luz se refleja en las paredes del tubo de agua, interfaz agua aire, ¿cómo se ve el chorro iluminado?... ¿Por qué vemos la marcha del rayo?*

Es en esta instancia en que los alumnos se sorprendieron fuertemente, por haber buscado siempre ver dentro del chorro de agua la trayectoria del haz láser, y se enfrentaron al dilema: si la luz se reflejaba totalmente, se quedaba dentro del chorro, y salía en la pileta, ¿cómo pudieron sacar la foto? ¿Cómo pudieron ver la marcha del rayo? ¿Cómo podía llegar la luz del chorro a sus ojos? Y comenzaron a dudar:

— *¿Entonces aquí no hay reflexión total interna?... ¡Huy que lío!... ¡Ya no entendemos nada!*

ALGO MÁS OCULTO.

Es aquí donde el docente aprovechó la crisis y la sorpresa para reforzar y profundizar conceptos. Se puso en evidencia que los alumnos conocían las leyes fundamentales de la óptica geométrica, en términos de la marcha de rayos, la reflexión especular, la refracción, pero no tenían incorporada la reflexión difusa, que es la que nos hace ver el mundo tal como lo vemos. Se comentaron y discutieron ejemplos que llevaron a fijar ciertos conceptos como:

- *“Todos los cuerpos, sean transparentes u opacos, reflejan parte de la luz que incide sobre ellos. Es decir, devuelven una parte de la luz hacia el mismo lado de donde procede”.*
- *“La mayor parte de las superficies reales, no especulares, devuelven la luz en todas direcciones, dando una reflexión difusa”.*
- *“Gracias a la luz difusa vemos iluminados los cuerpos, observamos su textura y su color”.*

Se discutieron las condiciones necesarias para observar una escena como la de la Figura 3, y una explicación como la del esquema de la derecha para la reflexión en objetos difusores.

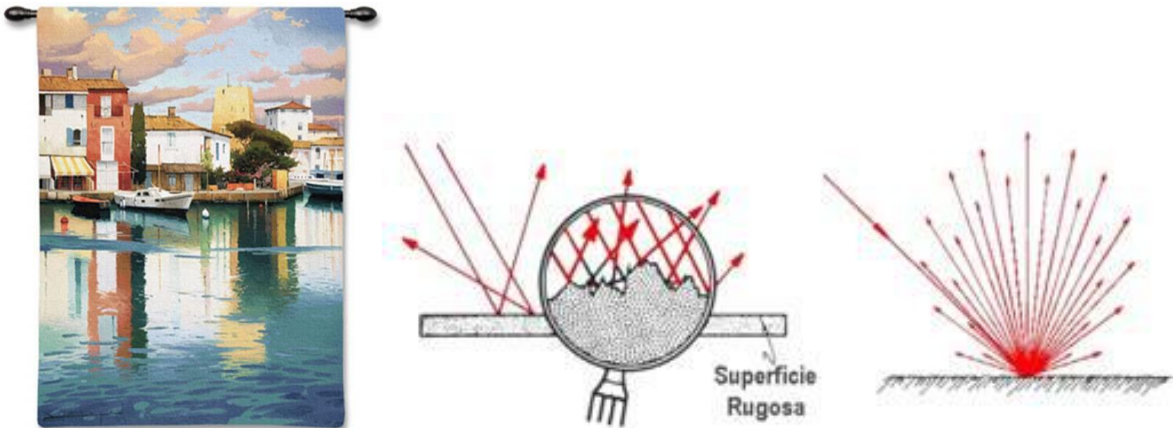


Figura 3: Reflexión difusa. Cómo se produce la reflexión difusa.

A partir de allí se comentaron más conclusiones:

- *Todos los cuerpos reflejan parte de la luz que incide sobre ellos pero la mayoría producen una reflexión difusa.*
- *La reflexión difusa se origina en los cuerpos que tienen superficies rugosas, no pulidas: esto es lo que nos permite ver los objetos que nos rodean sin deslumbrarnos aunque que estén iluminados por una luz intensa. La reflexión difusa es típica de sustancias granulosas como polvos. En el caso de la reflexión difusa los rayos son reflejados en distintas direcciones debido a la rugosidad de la superficie.*
- *El sistema óptico del ojo procesa los rayos difundidos que llegan a él y forma con ellos la imagen del objeto.*
- *La cantidad de luz reflejada por un cuerpo depende de:*
 - *La naturaleza de la superficie (composición, estructura, densidad, color, entre otras)*
 - *La textura de la superficie (plana, rugosa, regular, irregular, opaca, pulida, etc.)*
 - *La longitud de onda de la luz, y de si está o no polarizada.*
 - *El ángulo de incidencia de la luz sobre la superficie.*

Sinopsis: *la reflexión de la luz se puede realizar de dos maneras: reflexión irregular o difusa y reflexión regular o especular.*

- **Reflexión especular:** *Si la superficie donde se refleja un haz de rayos paralelos es perfectamente lisa (espejos, agua en calma) todos los rayos reflejados tienen la misma dirección (Ley de Reflexión).*
- **Reflexión difusa:** *Si la superficie presenta rugosidades. Los rayos se reflejan, en general, en todas las direcciones. Podemos percibir los objetos y sus formas desde cualquier ángulo gracias a la reflexión difusa de la luz en su superficie.*
- *Muchas reflexiones son una combinación de los dos tipos anteriores. Una manifestación de esto es una **reflexión extendida** que tiene un componente direccional dominante que es difundido parcialmente por irregularidades de la superficie.*
- *La **reflexión mixta** es una combinación de reflexión especular, extendida y difusa. Este tipo de reflexión mixta es la que se da en la mayoría de los materiales reales.*

Se avanzó sobre una descripción macroscópica de los lóbulos de luz reflejada y transmitida por una superficie no especular (difusora) mostrando que ese análisis escapa a la descripción de la óptica de rayos estudiada.

Los alumnos investigaron para descubrir técnicas y “trucos” que forman parte de cualquier curso de fotografía práctica, para aprovechar la reflexión difusa (tanto para eliminar reflexiones especulares como para hacer visible la marcha de los rayos), todos detalles que están casi ausentes en los libros de texto universitarios. También buscaron en los libros de texto universitarios de Física General y encontraron que en muy pocos de ellos se hace referencia a la reflexión difusa (Serway, 2006; Tippens, 1999)

Escapa a la extensión de este trabajo continuar con una descripción detallada de las discusiones que se siguieron, pero indicaremos los pasos y situaciones que se analizaron y observaron experimentalmente a fin de encaminar los razonamientos para solucionar el enigma:

- Mostrar que cuando se enciende un puntero láser y el haz se propaga en el aire e incide en una pared, sólo se ve una mancha en la pared, pero no se ve la traza del rayo en el aire, a menos que se espolvoreen partículas difusoras, como el polvo de tiza.
- Mostrar que si se pone un espejo en el camino del haz láser, resulta muy difícil determinar su dirección con sólo observar la zona de la pared que ilumina.
- Preguntar sobre las condiciones que deben darse para tomar una fotografía como la que se muestra en la Figura 4.
- Reflexionar sobre por qué todos, desde cualquier ángulo vemos un mismo objeto difusor, por ejemplo una pared iluminada, un cuadro...
- Preguntar cómo saben que la luna se ve brillante porque está iluminada por los rayos del sol, pero no se ven las trazas de los rayos de sol que la iluminan.
- Mostrar cómo es posible “ver el rayo de costado” cuando se propaga dentro del agua que contiene partículas en suspensión (probar con unas pocas gotas de leche en la botella).

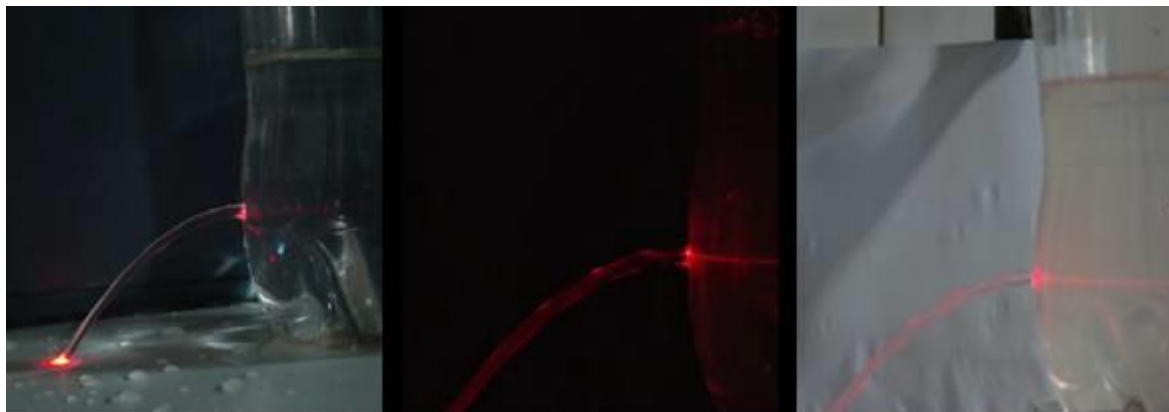


FIGURA 4: ¿POR QUÉ SE VEN LOS HACES DE LUZ?

Paulatinamente los alumnos descubrieron cómo mostrar que en esta experiencia hay reflexión total (dónde mirar, cómo ponerlo en evidencia, y cuál es el “truco” que se utiliza muchas veces para “ver” la traza del rayo). Se propuso un nuevo encuentro para discutir las soluciones analíticas respecto de:

- La velocidad de salida del chorro de agua y su dependencia con la columna de agua por sobre el orificio.
- El alcance del chorro de agua y su variación a medida que la botella se vacía.
- Variación del ángulo de incidencia en la interfaz agua aire con la curvatura del chorro.

Durante el tercer encuentro se logró la integración de todo lo analizado: la modificación del montaje para que el chorro de agua resultara el más adecuado para visualizar el fenómeno; las condiciones para que el chorro de agua constituyera una guía adecuada para la luz; las condiciones más convenientes para poner en evidencia sea la reflexión total sea la reflexión difusa para visualizar la traza del rayo. Así, los alumnos comprendieron que si realizaban el agujero mucho más cerca del fondo de la botella, conseguían un “chorro ordenado”, sin necesidad de poner un tubito y repitieron la experiencia tomando fotografías y videos con y sin luz ambiente, para preparar la ficha docente de la experiencia que se pondrá a disposición de las cátedras. Las fotografías de la Figura 5 muestran ejemplos de esos últimos registros.



a) b) c)
Figura 5: a) con luz ambiente (agua limpia). b) y c) agua con partículas en suspensión (leche).

Finalmente, y a la manera de Evaluación-Desafío, se presentaron a los alumnos las litografías de Escher de las Figuras 6 y 7, para que discutan su “factibilidad práctica” y las condiciones de iluminación y tipos de materiales con las que podrían lograrse.



Figura 6. Mano con globo reflectante. Litografía (1935)



CONCLUSIONES

Toda nueva metodología de trabajo necesita de una adaptación por parte de los alumnos y de los docentes. Cambiar una forma de trabajo arraigada en el tiempo lleva una carga extra de esfuerzo y concientización. Para que esta carga no sea tan pesada es importante mantener la motivación en el proyecto y permitir que tanto docentes como alumnos manifiesten activamente su interés, participando en las discusiones y dando respuesta en un breve tiempo a sus requerimientos.

Con relación a los aprendizajes logrados se puede detallar que se aprendió:

- que montar una experiencia presenta vicisitudes y dificultades que sólo pueden ponerse de manifiesto en el momento de llevarla a la práctica,
- que es necesario discutir y encontrar las condiciones por las cuales los primeros intentos fueron infructuosos sin desanimarse ni claudicar,
- que en general en una experiencia real confluyen varios temas, en este caso particular además de la óptica tuvimos oportunidad de repensar la hidrostática y la hidrodinámica,
- cómo a partir de una “sencilla” experiencia que data del siglo XVIII, el físico irlandés John Tyndall descubrió lo que es la base del funcionamiento de un desarrollo tecnológico que revolucionó los dispositivos de comunicaciones en el siglo pasado: la fibra óptica.

Particularmente, en cuanto al tema tratado, se pusieron en evidencia conceptos erróneos. Con respecto a la reflexión total, los alumnos pensaban que por estar la luz concentrada dentro del chorro, se debe ver el tubo luminoso, “por tener luz dentro”; esto incluye, además, algo relacionado con el hecho de pensar que los rayos de luz pueden verse “de costado”; también parecían pensar que en estos casos la luz era “arrastrada” por el agua. El estudio de estos preconceptos merece ser objeto de otro trabajo que nos permita entender sus orígenes. Quizás en parte puedan ser adquiridos, y no debemos buscar sus raíces sólo en concepciones griega, mecanicista, geométrica de la luz, sino, además, en la particular manera en que los docentes de los niveles básicos suelen presentar los fenómenos de la óptica geométrica y las leyes fundamentales para la óptica de rayos, haciendo más de una vez caso omiso de la reflexión difusa. En este caso especial, también, seguramente, ha contribuido a reforzar esa concepción la particular “estrategia técnica” que utilizan los autores de muchos de los videos que aparecen en la red [video 1 y 2], sin hacer notar que el medio a través del cual se propaga la luz se ha hecho levemente dispersivo para lograr este efecto.

En ese sentido, llamamos la atención sobre el problema que resulta de omitir estos detalles en la “receta” y que puede llevar a generar o afianzar conceptos erróneos. Así, tal vez sean menos espectaculares, pero más efectivos otros multimedia que presentan el fenómeno sin ese componente [video 3].

Un párrafo aparte merece la participación de los alumnos en la experiencia: el esfuerzo y entusiasmo que mostraron nos lleva a seguir en la línea de promover que los estudiantes propongan y realicen experiencias complementarias. Estos espacios logrados, fuera de los tiempos académicos asignados a la cursada, generan situaciones en las cuales el alumno es parte más activa en su proceso de formación, profundizando el desarrollo de competencias como manejo de la información, creatividad, dinamismo, capacidad de comunicarse, buenas relaciones interpersonales y liderazgo, entre otros, que lo preparan para el mundo profesional.

Entendemos que la experiencia fue altamente positiva, y que generar estos espacios experimentales extras para “aprender un poco más” para los alumnos que tienen disponibilidad de tiempo, contribuye no sólo a su propio aprendizaje significativo sino también al de los docentes, y redundará, a través de ellos, en un mejoramiento de su práctica que, por consiguiente, implica en un beneficio para todo el alumnado.

REFERENCIAS

Baade, N. N., Prodanoff, F., Stej, J., Alustiza, D. (2008). Integración metodológica en búsqueda de un acercamiento al pensamiento científico en alumnos de Ingeniería. *Formando al Ingeniero del siglo XXI*. Edición Electrónica. Autores: Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta (UNSA), Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta (UCASAL), Consejo Profesional de Agrimensores, Ingenieros y Profesionales Afines – Salta (COPAIPA). Editorial de la Universidad Nacional de Salta.

Mérida, R. (2006). Nueva percepción de la identidad profesional del docente universitario ante la convergencia europea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 8(1).

Serway, R; Jewett, Jr, J. (2006). *Física para Ciencias e Ingeniería*. 6ta. Edición. Editorial Thomson.

Sosa Sánchez-Cortés, R. García Manso, A. Sánchez Allende, J. Moreno Díaz, P. Reinoso Peinado, A.J. (2005) B-Learning y Teoría del Aprendizaje Constructivista en las Disciplinas Informáticas: Un esquema de ejemplo a aplicar. *Recent Research Developments in Learning Technologies*. <http://www.formatex.org/micte2009/>

Tippens, P. E. (1999). *Física. Conceptos y aplicaciones*. 5ta. Edición. Editorial Mac Graw Hill

Video 1: <http://www.youtube.com/watch?v=BMG8Stpn1uc&feature=related>

Video 2: http://www.youtube.com/watch?v=hBQ8fh_Fp04&feature=related

Video 3: http://www.youtube.com/watch?v=kJIXqby_5IY

Zerbino, L. M.; Baade, N. N.; Prodanoff, F.; Devece, E.; Del Zotto, R.; Atilio, G. 2010. “Estrategias didácticas integradoras utilizando NTIC’S”. *Congreso Mundial y Exposición INGENIERIA 2010 – y CAEDI 2010*. Buenos Aires, Argentina. Trabajo completo: Nº 156 <http://www.ingenieria2010-argentina.info/programa/programaExtendido.php?sala=20&dia=13>.