

## Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios

Diego Petrucci<sup>1</sup> - José Ure<sup>2</sup> - Horacio Daniel Salomone<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Desarrollo Humano, Universidad Nacional de General Sarmiento y Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, UBA. Argentina.

dpetrucc@ungs.edu.ar

<sup>2</sup> Instituto de Ciencias, Universidad Nacional de General Sarmiento. Argentina.

ure@ungs.edu.ar

*Se presentan los primeros resultados de una investigación sobre el rol de los trabajos prácticos de laboratorio (en adelante TPL) en los cursos de física de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS). Con el objetivo de conocer dicho rol y la influencia de los distintos tipos de TPL en la formación de los estudiantes, iniciamos una investigación exploratoria, de carácter cualitativo. Inicialmente discutimos qué es un TPL, estableciendo algunas categorías y analizamos sus objetivos según se presenta en la bibliografía. Presentamos luego los resultados referidos a la opinión de los estudiantes respecto a qué es un TPL, a qué hace un estudiante durante un TPL y a cuál es su utilidad. En las reflexiones finales se propone acercar los TPL a los intereses de los estudiantes en función de su aprendizaje, favoreciendo la comprensión mediante la visualización y la manipulación.*

**Palabras clave:** trabajo práctico de laboratorio, cursos universitarios de física, visión de los estudiantes, investigación exploratoria, utilidad del laboratorio.

*In this paper we present the first results of a research about the role of laboratory practices (TPL) in the Physics courses of Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS). We started an exploratory, qualitative investigation aimed at knowing the role and the influence of the different types of TPL on the students' education. Initially we discuss the question of what a TPL is and we establish some categories. We analyze the TPLs' goals as presented in the literature. We briefly discuss the TPL in the context of UNGS and present the results of what students say respecting what TPL is, what students say they do during a TPL and what they say is the utility of a TPL. In the final discussion we propose that the TPL should approach to students' interest in learning, favoring comprehension through visualization and manipulation.*

**Keywords:** laboratory work, physics university courses, students' view, exploratory research, laboratory utility.

### Introducción

A partir de los estudios sobre nociones alternativas de los años '70 y '80, quienes nos dedicábamos a indagar sobre la enseñanza de las ciencias nos dimos cuenta que escuchar a los estudiantes nos aportaba valiosa información para conocer más sobre la enseñanza y el aprendizaje de ciencias y para tomar decisiones durante nuestra práctica docente. A partir de allí se abrieron nuevas líneas de investigación (imagen de ciencia de estudiantes, concepciones sobre la naturaleza, concepciones sobre docencia, sobre aprendizaje, etc.)

Por otro lado, como veremos en el aparta-

do ¿cuáles son los objetivos de los TPL? varios especialistas sostienen que no está muy claro cuáles son el rol y los objetivos de los TPL en cursos básicos de física. García Sastre et al. (1999) realizan un interesante resumen del estado del debate sobre el tema, con argumentos a favor y en contra de los TPL. En este contexto, iniciamos una investigación de carácter exploratorio, sobre la visión de los estudiantes de nuestra universidad acerca del rol de los TPL en cursos de física.

En este trabajo, inicialmente, discutimos qué es un TPL y presentamos los objetivos de los TPL mencionados en la bibliografía. Posteriormente exponemos el contexto y la meto-

dología empleada durante la investigación. Finalmente presentamos los resultados obtenidos y una discusión de los mismos.

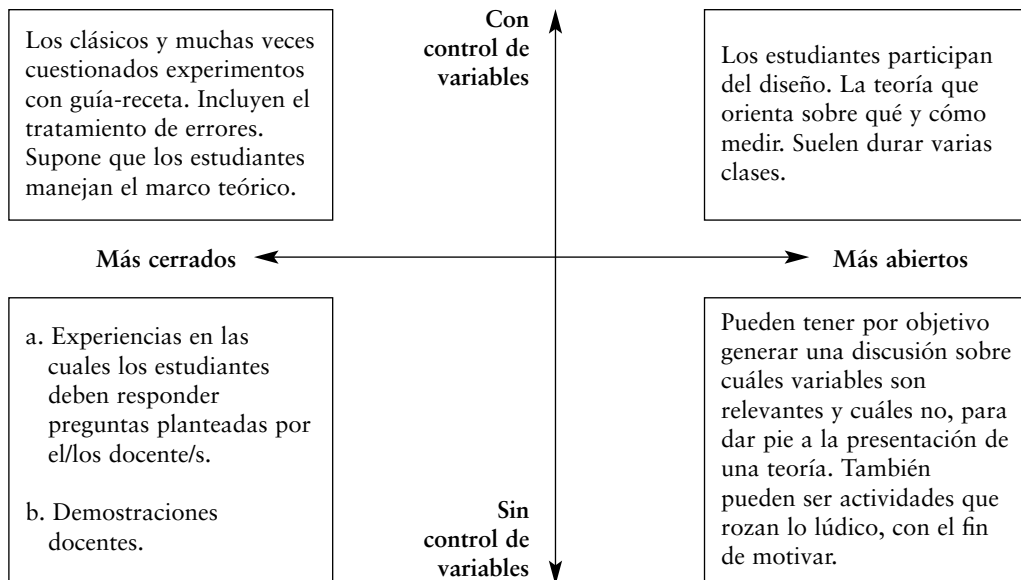
### ¿Qué es un trabajo práctico de laboratorio?

Esta pregunta puede tener una respuesta muy evidente, pero en la bibliografía consultada no suele discutirse, ni definirse, qué es un trabajo práctico de laboratorio (TPL). Es llamativo que ni siquiera su nombre esté consensuado. Hodson (1994) indica que en Norteamérica es frecuente utilizar “trabajo de laboratorio”, mientras que en Europa y Australia es “trabajo práctico”. América Latina no figura en su mapa. Hodson usa indistintamente estas dos expresiones, al igual que “experimentos” lo que indica que los diferentes nombres denotarían la misma cosa. En Argentina se han realizado investigaciones desde distintos enfoques (Gil Pérez y González, 1993; Gil Pérez et al., 1993; Salinas, 1996).

Según Richoux y Beaufile (2003) la estructura “clásica” de los trabajos prácticos se apo-

ya en el hecho de poner a disposición de los estudiantes una ficha de actividades y aparatos adecuados para estudiar diferentes fenómenos, generalmente de forma cuantitativa (mediciones, tratamientos numéricos, modelización). Pero Hodson (1994) nos presenta más de un tipo de TPL: *investigaciones personales poco estructuradas* por un lado y “*ejercicios*” *prácticos de acuerdo con un conjunto de indicaciones explícitas* por otro. Nos hallamos entonces ante una primera dimensión de análisis que nos permite clasificar a los TPL según sean abiertos o cerrados, es decir, teniendo en cuenta si el diseño corre por cuenta de los alumnos o de los docentes. Es una dimensión continua, un TPL puede situarse en algún punto entre dos extremos. En un extremo tenemos a los totalmente estructurados y en el otro a los completamente desestructurados.

En el marco de nuestra investigación proponemos otra dimensión más puntual. Nos referimos a si involucran o no mediciones. A los TPL que no involucran mediciones los llamamos experiencias. Resumimos lo expresado en el Esquema I.



Esquema 1: Tipos de trabajos prácticos de laboratorio

## ¿Cuáles son los objetivos de los TPL?

Al buscar en la bibliografía los objetivos de los TPL, nos encontramos con unos listados que a primera vista parecen coincidentes, pero no lo son tanto. Varios de ellos son cuestionados con sólidos argumentos. ¿Será que es posible cuestionarlos a todos?

Séré (2002) indica *las ventajas evidentes, examinadas y conocidas, de los trabajos prácticos, a saber:*

- la **motivación** que los trabajos prácticos aportan a los estudiantes (Lunetta y Tamir, 1979);
- el interés de **razonar sobre lo concreto del caso particular del experimento, más que sobre lo abstracto en las clases de aula y en las sesiones habituales de ejercicios;**
- el interés de **visualizar los objetos y eventos que la ciencia conceptualiza y explica.**

Del segundo y del tercer objetivo no hemos encontrado cuestionamientos en la bibliografía. El objetivo referido a la motivación es cuestionado por otros autores. White (1996) expresa que *uno puede imaginar que los laboratorios motivan, incluso excitan, a los estudiantes y son para ellos la mayor atracción para estudiar ciencia. Deberían ser una fuente de diversión... Si ellos quieren hacer esto ¡construyan patios de juegos, no laboratorios!* Por su parte, Hodson afirma que el interés y entusiasmo de los estudiantes por los trabajos prácticos dependen al menos de:

- el género: *los chicos se interesan más* (que las chicas);
- la edad: *el entusiasmo por el trabajo práctico a menudo disminuye de forma significativa con la edad;*
- el tipo de trabajo práctico: *me gusta cuando sé lo que estoy haciendo, o me gusta cuando hacemos nuestros propios experimentos.*

Según Hodson (1994) *al preguntar a los profesores acerca de sus razones para hacer que los estudiantes participen en actividades prácticas, se observa que el abanico de motivos es desconcertante.* Ella propone agrupar estas razones en cinco categorías:

- para motivar, mediante la estimulación del interés y la diversión;

- para enseñar las técnicas de laboratorio;
- para intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos;
- para proporcionar una idea sobre el método científico y desarrollar la habilidad en su utilización;
- para desarrollar determinadas “actitudes científicas”, tales como la consideración de las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados.

Hodson se encarga luego de, al menos, cuestionar cada uno de estos objetivos.

Centrándonos en Argentina, Salinas (1996) señala serias limitaciones en los TPL de física básica en carreras de ingeniería:

- los enunciados destinados a guiar la labor de los estudiantes en los laboratorios habituales, evidencian una visión desproblematizada, y acientífica;
- el atractivo y la valoración que las prácticas habituales de laboratorio despiertan en los estudiantes es bastante bajo, al igual que su capacidad para estimular el interés por la física y su aprendizaje;
- en los laboratorios de física básica habituales, los estudiantes poseen visiones limitadas e inadecuadas de la naturaleza del proceso y del producto de la labor científica.

White plantea además que según su revisión los TPL poco aportan para:

- mejorar la comprensión de la ciencia;
- promover competencias en habilidades para recolectar y organizar información, comunicar e interpretar observaciones;
- desarrollar capacidad para preguntar apropiadamente cuestiones en ciencia;
- reconocer qué involucran las respuestas tanto a preguntas como a experimentos;
- desarrollar habilidad para delinear conclusiones y hacer inferencias;
- apreciar el rol de experimentos y observaciones en el desarrollo de teorías.

Según White los propósitos para los que el TPL puede ser el único medio, son:

- adquisición de técnicas específicas;
- diseño de investigaciones para resolver problemas científicos.

Pero, siempre según White, el propósito central de los laboratorios es:

- *asistir a un aprendizaje con profunda comprensión de hechos y explicaciones.*

Salinas y Cudmani (1992) consideran *cuatro orientaciones que suelen presentarse en la práctica educativa habitual en ciclos básicos de carreras de ingeniería* para las prácticas de laboratorio, a saber:

- como meras ilustraciones de la teoría;
- como estrategia de descubrimiento individual autónomo;
- como entrenamiento en los métodos de la ciencia;
- como escenarios para el cuestionamiento de paradigmas.

En este primer punto podemos incluir también a las demostraciones del profesor durante una clase teórica. Esta actividad, generalmente no involucra mediciones y se utiliza con el fin de ilustrar la teoría. En algunos casos puede contar con la participación activa de los estudiantes (por ejemplo para ejemplificar la conservación de momento angular en una silla giratoria y con pesas). Crouch et al. (2004) discuten la importancia de comprometer a los estudiantes en las demostraciones, mediante la predicción.

Como características de las demostraciones podemos citar:

- el profesor controla el experimento: esto permite, en muchos casos, sorprender a los estudiantes con los resultados obtenidos contrarios a sus predicciones o a lo esperado;
- son motivadoras: los estudiantes prestan más atención ante una demostración experimental que ante una exposición verbal o la proyección de un video;
- ya no hay que creerle al profesor, cada uno lo ve con sus propios ojos: no estamos dentro de un modelo teórico, sino en contacto con el mundo real, transforma el modelo teórico en “evidente”;
- suelen tener un gran poder evocativo, probablemente debido a las tres características anteriores.

Por su parte, cuando las experiencias (que no involucran control de variables) se emplean

con anterioridad a que los estudiantes aprendan el marco teórico, resultan apropiadas para enriquecer el significado de los conceptos en juego. Esta tarea prepara el camino para comprender la teoría y permite al docente evocarlas durante la presentación de la misma.

A continuación presentamos una lista de todos los objetivos que hemos recopilado de la bibliografía, aunque no surgidos de investigaciones, sino que son aceptados tradicionalmente o resultan de una indagación entre los profesores. Los hemos agrupado según si se refieren principalmente a aspectos actitudinales, procedimentales o conceptuales:

Objetivo de índole actitudinal:

- motivar mediante la estimulación del interés o la diversión;
- motivar a los estudiantes para el aprendizaje;
- fomentar el gusto por la ciencia (propuesto por nosotros);
- apreciar el rol de experimentos y observaciones en el desarrollo de teorías.

Objetivos de índole procedimental:

- adquirir técnicas específicas de laboratorio;
- aclarar los métodos básicos de la ciencia;
- diseñar una investigación para resolver problemas científicos;
- desarrollar capacidad para preguntar apropiadamente cuestiones en ciencia;
- desarrollar habilidad para delinear conclusiones y hacer inferencias;
- promover competencias en habilidades para recolectar y organizar información, comunicar e interpretar observaciones;
- enseñar cómo trabajar como un científico.

Objetivos de índole conceptual:

- familiarizarse con los fenómenos;
- visualizar los objetos y eventos que la ciencia conceptualiza y explica;
- agregar significado a las abstracciones;
- mejorar el recuerdo de información;
- intensificar el aprendizaje de los conocimientos científicos;
- mejorar la comprensión de la ciencia;
- asistir a un aprendizaje con profunda comprensión de hechos y explicaciones;

- razonar sobre lo concreto más que sobre lo abstracto, en las clases de aula y en las sesiones habituales de ejercicios;
- ilustrar conexiones entre diversas secciones de la ciencia;
- reconocer qué involucran las respuestas tanto a preguntas como a experimentos.

problema general, define un aspecto particular de ese problema, lo acota (por ejemplo, identificando las variables relevantes), hace un diseño experimental, realiza las mediciones y presenta un informe final. Esta tarea se realiza bajo la supervisión del equipo docente.

## Los TPL en la UNGS

Después de aprobar el Curso de Aprestamiento Universitario (a modo de ingreso) los estudiantes cursan el Primer Ciclo Universitario (PCU), que tiene una duración de cinco semestres y ofrece diferentes Diplomas de Estudios Generales. Las materias del área de física corresponden a los Diplomas de Ciencias Exactas y de Tecnología Industrial con variaciones en los temas de Mecánica y Termodinámica. Con esos diplomas se puede continuar en el Segundo Ciclo Universitario los Profesorados Universitarios de Matemática y Física, las Licenciaturas en Urbanismo y Ecología Urbana o las Ingenierías Industrial y de Manufacturas.

Las materias del área de física son: Física General, Mecánica Clásica, Electricidad y Magnetismo, Óptica y Termodinámica. Cada una de ellas tiene entre dos y cinco TPL, que no tienen un formato establecido. Se puede encontrar una variación apreciable en sus características (más abierto o más cerrado) o en el tipo de exigencias respecto de las mediciones o del informe. Las variaciones se encuentran no sólo entre diferentes materias, sino también en una misma, entre un curso y el siguiente según quien sea el profesor a cargo. La rotación de los profesores entre materias hace que los estudiantes deban realizar diversos tipos de TPL. Esto *a priori* puede parecer una desventaja, pero podemos pensarlo como un aspecto positivo, en el sentido de que favorece una formación más completa.

Además de los cursos de Física los estudiantes del Diploma de Ciencias Exactas cursan al menos dos materias de Química, una de Biología y un Laboratorio Integrador en el último semestre del PCU. El Laboratorio Integrador es una materia en la cual cada grupo de estudiantes toma distintos aspectos de un

## Objetivos y metodología de la investigación

Con el objetivo de conocer el papel de los TPL en general y también conocer la influencia de los distintos tipos de TPL en la formación de los estudiantes nos propusimos iniciar una investigación exploratoria, de carácter cualitativo (Hopkins et al., 1989; Easley, 1982). Con este fin, realizamos doce entrevistas semiestructuradas. Todas las entrevistas fueron realizadas con estudiantes que habían terminado el PCU entre los años 2001 y 2004. Ninguno de los estudiantes cursaba, al momento de la entrevista, el Profesorado de Física. Tres de las primeras entrevistas fueron con alumnos avanzados que se desempeñaban como auxiliares de enseñanza o guías de un museo interactivo. Estas entrevistas están claramente sesgadas por la experiencia docente de los entrevistados. Sin embargo, cuando analizamos el resto de las entrevistas, apreciamos que esta visión convive con la que proviene de su experiencia como estudiante, ya que observamos algunas características interesantes que se repitieron en las siguientes. Decidimos no descartar estas entrevistas, aunque sólo utilizamos para el análisis las visiones que aparecían en el resto de los estudiantes. Además, resultaron muy útiles para ajustar el guión del cuestionario que empleamos en las entrevistas posteriores. El guión definitivo se presenta en el Anexo.

Por otra parte, debido a que además de investigadores somos docentes universitarios de física, nos hallamos familiarizados con el lenguaje, pero como lo indican Dumrauf y Dibar (1996) se debe tener cuidado en que esta familiaridad no dificulte reconocer nuestras propias interpretaciones de los significados que utilizan los entrevistados.

El proceso de análisis de los datos se inició con la lectura y relectura de las entrevistas,

mientras intercambiábamos y registrábamos nuestras impresiones. Finalmente decidimos centrarnos en las afirmaciones de los estudiantes que respondieron a tres cuestiones:

- ¿Qué es un TPL?
- ¿Qué hace un estudiante durante un TPL?
- ¿Para qué sirve un TPL?

y en identificar algunas características que nos llamaron la atención de las respuestas. Estas últimas fueron extractadas de su contexto y normalizadas siguiendo un criterio sintáctico, intentando minimizar las modificaciones semánticas (Magariños de Morentín, 1993; Mengascini et al. 2004). Una vez finalizada esta tarea, las afirmaciones fueron ordenadas según un proceso de clasificación reiterativa inspirado en el propuesto por Glasser y Strauss (1968). Se llegó así a generar categorías a partir de los propios datos, sin una teoría previa. A continuación presentamos los resultados obtenidos.

## Resultados

A continuación presentamos las categorías armadas a partir de las afirmaciones de los estudiantes sobre los TPL, con la indicación de cuántas definiciones se incluyeron en cada una, seguida de algunos ejemplos (las palabras entre corchetes son aclaraciones, en muchos casos producto de traslaciones de frases de los estudiantes, según un criterio sintáctico):

### ¿Qué es un TPL?

- Es un complemento de la teoría (4)  
*...es ver experimentalmente la aplicación que tiene lo que te enseñan en la teórica.*
- Es una clase con aparatos (3)  
*...es como una clase práctica en la cual en vez de hacer ejercicios se hacen cosas con aparatos para tratar de aplicar o de ver alguna de las cosas que ven en la teórica.*
- Es recrear el fenómeno (4)  
*...es un problema de lápiz y papel, nada más que uno lo arma al problema.*
- Son recetas (1)  
*...son recetas, recetas donde uno hace cosas y en general no tiene demasiada idea de lo que está haciendo.*

- Es un recurso para evaluar (1)  
*...es el recurso del estudiante para demostrarle al profesor que entendió el tema. Porque el laboratorio hay que hacerlo entendiéndolo, habiendo leído la teoría y habiéndose equivocado y habiendo preguntado veinte veces, qué tengo que hacer, qué tengo que hacer, ¿hice bien?*
- Es difícil de explicar (1)  
*...es difícil explicar qué es un trabajo práctico de laboratorio*

En estas respuestas notamos que 9 sobre el total de 13 afirmaciones están hechas desde una visión escolar. Esto se aprecia en frases como “*ver la teoría*” o “*clase de ejercicios con aparatos*”. Sólo 2 respuestas no tienen esta visión, mientras que en 2 respuestas no pudimos discriminar. Este es un resultado interesante que puede aportar a la discusión sobre la utilidad de los TPL para acercar a los estudiantes al quehacer científico, que claramente no se aprecia en estas respuestas.

### ¿Qué se hace en un TPL?

Estas respuestas fueron fragmentadas y agrupadas según las acciones que iban mencionando. Las acciones resultantes fueron separadas en dos grupos, el primero se refiere a etapas dentro de un TPL y el segundo a acciones que abarcan a todo el práctico.

- a. Acciones dentro de un TPL:
  - Entender el objetivo (5)  
*...primero tenés que plantearte el objetivo, tiene que haber un objetivo, quiero obtener, no sé, tal cosa...*
  - Armar un dispositivo (4)  
*...lo que hacía antes que nada era hacer un diagrama del dispositivo, especificar bien todas las condiciones iniciales, cómo montar todo y...*
  - Ver qué pasa (4)  
*...bueno si yo tengo dos lentes distintas, bueno qué pasa si una la pongo a continuación de la otra y ver qué es lo que sucede con las imágenes que están del otro lado.*
  - Manipular (1)  
*...[uno] maneja con sus propias manos, mete mano...*
  - Medir (6)

- ...mide, anota, arma, si puede armar, bueno al final no, porque arman los pañoleros, pero mide...
- Calcular (4)
    - ...[con los resultados y las mediciones del laboratorio] se calcula lo que uno quiere llegar...
  - Sacar conclusiones (6)
    - ...después sacar alguna conclusión y mostrar los resultados a través de un gráfico, si se puede y nada más.
  - b. Acciones que abarcan a todo el práctico:
    - Hacer lo que dice la guía (7)
      - ...en los que hicimos acá... sobre todo al principio, fue hacer lo que decía una guía.
    - Prestar atención (2)
      - ...prestar atención... para mí los primeros prácticos yo lo que trataba de hacer era no distraerme con el dispositivo en sí, sino tratar de ver qué pasaba... no me traté de distraer tanto cómo pongo la plomada o cómo tengo que medir, miraba como lo hacían los demás.
    - Jugar (1)
      - ...cuando uno va al laboratorio y empieza a jugar, es como jugando, es como un juego.
    - De todo (1)
      - ...yo cuando hice los laboratorios hice todo, hice las mediciones, hice los informes, hice los gráficos, hice todo.
    - Anotar todo (1)
      - ...y muchas veces yo anotaba cosas, a veces sin saber bien qué estaba haciendo... yo trataba de anotar muchas cosas, cualquier cosita que se observara en la experiencia anotaba, anotaba los datos, sin saber bien para qué era, anotaba por ahí mucho como para decir: "bueno, anoto mucho para que más vale que me sobre cuando después lo tengo que hacer", entonces iba después me sentaba en mi casa decía: "bueno a ver qué tengo que hacer, bueno este dato lo tengo, este lo tengo, por ahí este no lo tengo me faltó anotar eso".
    - No sé bien (1)
      - ...no sé bien qué responder a qué debería hacer [un estudiante en un trabajo práctico]...
- Las acciones que mencionan los estudiantes constituyen una buena descripción de qué hace un estudiante en un TPL, pero, como ocurría con los resultados sobre qué es un TPL, distan de la tarea del científico.
- ¿Para qué sirve un TPL?
- Todos sirven, todo es útil (3)
    - ...todo [TPL] es útil, todo sirve para la formación, no hay menos útil, bah, para mí no.
  - No sirven (2)
    - ...y, [el TPL de dispersión] en ese momento me gustó, pero servir, no sé, no.
  - Para entender física, la teoría, para comprender (17)
    - ...y algunos prácticos por ejemplo me asombraron y me llevaron a, después de ahí, a entender un poco mejor la teórica, por ejemplo los de óptica. Generalmente hacíamos las cosas antes y... uno por ahí no se esperaba ciertos comportamientos que veías ahí en la experiencia y uno después cuando iba a las cuentas era una manera de explicar eso que habías visto, eso estuvo muy bueno. Bueno después para afianzar conceptos...
    - ...[El TPL] te ayuda a que queden claros los conceptos, al hacerlo queda más claro que leyéndolos solamente. Además te obliga a entrar en detalle en el tema también... Durante una práctica de laboratorio estás continuamente consultándole al docente y... por ese lado es útil la práctica... al ver el fenómeno físico es como que te despierta la curiosidad y como que estás más abierto a entender.
  - No le resultó útil para entender física (1)
    - ...no me resultaron útiles... en general no me resultó útil el laboratorio en sí para lo que se quería ver en ese momento en particular.
  - Sirve para medir y comprobar analíticamente, entender las cuentas (5)
    - ...utilidad para resaltar algunos aspectos que por ahí en los parciales, para tener más claro el tema de electricidad y magnetismo, que es en realidad qué es medir... cómo es, qué es medir en paralelo y qué es medir en serie las corrientes con los tes-

ter... eso me pareció más piola para saber bien qué es lo que estaba haciendo analíticamente y también los de óptica...

...[lo que hace un alumno durante un TPL] tiene muchas utilidades porque muchas veces Física termina siendo... uno la realiza en una hoja y son puras cuentas que uno no entiende nada, o bueno hizo una cuenta y ya está, tipo secundario, movimiento rectilíneo uniforme y cuando hace un trabajo práctico de laboratorio ve cómo se pueden entender esas cuentas.

- Sirve porque se ve qué pasa (6)

...[en] los [TPL] de óptica [tuve la sensación de que me resultó útil, que había entendido algo]... porque leía la parte de difracción del libro, por ejemplo, y, bueno, sí, se entiende, pero después al hacerlo, al agarrar las cosas, los kit de óptica, uno las entendía, a ver, bueno, qué pasa con la distancia, qué pasa con todas esas cosas, qué pasa el foco, más que nada con las lentes, si las pongo de una manera tengo un microscopio, si las pongo de otra tengo un telescopio.

- Manipular ayuda a entender (4)

...en la práctica es cuando más se afianzan los conocimientos, uno puede escuchar una clase, por ahí lo entendió, le parece que lo entendió, pero hasta que no va y visualmente ve, digamos maneja con sus propias manos, mete mano, si es que se da la oportunidad, ahí es que se afianza el conocimiento.

- Sirve para conocer y aprender a usar dispositivos (3)

...para profundizar, para entender más el tema... para tener más claro qué es un tester, ...cómo se mide con un tester, cómo se mide con un amperímetro. Yo creo que es para profundizar más, para entender mejor el laboratorio, por ahí no el concepto que da el profesor, pero sí para pulir algunas cositas.

...en Electricidad estaba bueno, me quedó eso de armar los circuitos y todas esas cosas que como que me parecieron más aplicadas que de los libros, saber eso es, digamos es ver la "resistencia" porque digamos vos cómo la ves en un libro, un rolli-

to, un zigzag, porque si vos la ves como la usa un técnico cualquier cosa, no es una línea, no es un zigzag. Eso me quedó porque lo teníamos que armar nosotros, me gustó eso..., era más ver lo que estudiábamos tanto, cómo era un capacitor..., porque te aparece graficado de una manera en un libro y verlo me pareció totalmente diferente..., te ayuda a después acordarte o relacionar...

- Jugando se aprende más (5)

...[los TPL de óptica son los que me gustaron más] porque..., tenía como doble finalidad..., una era como aprender y otra era un juego, se juntaban las dos cosas y el tema así los telescopios, los microscopios, ...yo los recuerdo bien.

- Sirve para aprobar (o no) (2)

...me fue útil para dar los parciales y me acuerdo, ...totalmente

...los de Física General, por ahí como fue la primer física, fueron los que menos me interesé y..., como que si los obviaba podía llegar a aprobar la materia también, no es algo esencial para aprobar la materia...

- No sirve si no tenés la teoría (3)

...cuando vos vas a hacer una práctica de laboratorio que no tenés idea de nada, porque me pasó una vez y no me sirvió para nada, porque no pude ver nada y tuve que volver sobre lo mismo para poder volverlo a entender, o sea, supuestamente tuve que volver otra vez para incorporarlo porque no, al principio como no tenía idea de nada no pasó nada.

- Las demostraciones sirven para ver (3)

...[las demostraciones] estaban interesantes porque uno ve las cosas, por ejemplo, en Electricidad y Magnetismo uno ve que las cargas o se atraen o se repelen dependiendo de cómo son sus signos o la viscosidad si algo se caía... Estaban interesantes.

...la que me pareció que estaba buena, no era un trabajo práctico de la materia en sí, pero sirve para verlo, el tema de Mecánica Clásica de la rueda con el cuadro de plomo para ver el momento angular. Eso me pareció que estaba bueno, no me lo imaginaba pero con la rueda lo entendí, sostenerlo con el hilito, o sea el



*apoyo a la teoría, el recurso didáctico me pareció bueno. Y después en oscilaciones y ondas habíamos tenido un trabajo práctico que me acuerdo que estaba bueno pero no me acuerdo bien cómo era. Eh, había el pianito con todas las varillitas que se veían las ondas como rebotaban, que, quizás uno no sabe que existe o sabe que existe pero verlo así en el aparato..., es otra cosa. Y había un trabajo práctico pero en este momento no me lo acuerdo porque vengo a full con otro proyecto, así que, pero no, estaban buenos. Los de Física General, prácticamente no me acuerdo porque la cursé en el 2000 y, muy poco.*

*...[las demostraciones] son recursos didácticos que el que no lo entendió o no prestó atención, que en ese momento hace clic y entiende el tema del que le están hablando.*

#### Otras

- Para aprender a armar informes, a medir, a interpretar datos (1)

*...en algunos [TPL] lo que sí aprendí fue...armar el informe es un aprendizaje ya armar un informe para física, nunca lo había hecho, así que aprendí eso, aprendí a medir, ...aprendí a medir, aprendí a ... no sé si aprendí a interpretar datos, tal vez eso es algo que yo veo desde ahora, en ese momento no estoy segura de haber aprendido a interpretar los datos, pero sí hubo un gran esfuerzo por interpretarlos, o sea traté de interpretar lo que hice.*

- Para variar del libro, hay que saber aprovecharlo (1)

*...[el laboratorio te sirvió de todas formas para las leyes de Newton]*

*...y más que nada para manejarse en el laboratorio, no estar todo el día con un libro y..., el que lo sabe aprovechar tiene ese valor agregado sobre los demás.*

A continuación describimos algunas cuestiones que, durante el análisis de las respuestas, nos llamaron la atención:

• Los estudiantes no recuerdan con claridad ninguna de las prácticas realizadas. Re-

cuerdan el tema, pero tienen dificultades para describir cuál era el objetivo del TPL o qué medidas realizaron.

• Los estudiantes no manifestaron su preferencia explícita por algún tipo de TPL, en el sentido de abierto o cerrado, con medidas o sin ellas. En algunas entrevistas se aprecia interés por los TPL abiertos y rechazo a los cerrados, aunque no lograban establecer las características de cada uno. Las críticas a los cerrados se manifestaron evocando algún TPL en particular y asociándolo con falta de tiempo y falta del elemento lúdico durante su desarrollo.

• Cuando les preguntábamos sobre algún TPL, si bien tenían dificultad para evocarlo, tenían muy presente el recuerdo de la visualización de conceptos teóricos explicados en el pizarrón. Ejemplificaremos con tramos de dos entrevistas:

*...claro porque, o sea, uno viene haciendo, por ejemplo lo que nos pasó en Ondas, nosotros veníamos haciendo cuentas, que sé yo, de un primer armónico, de un cuarto armónico, que sé yo, y a la hora de ver el laboratorio por ahí dijimos: ah, mirá acá está el segundo armónico que decíamos que era así.*

*...Sí, el pianito [demostrador de ondas transversales de Pasco]. No, ver eso a mí me encantó, las prácticas de ondas me encantaron, digo, me parecieron porque estaban ahí, muy visual. Ondas que parece algo tan... tan abstracto, tan... este, para mí, me pareció muy concreto. Decía ¿esto era una onda?*

• No aparecen opiniones positivas sobre el cálculo de error en las mediciones. Desde el punto de vista de los estudiantes, el cálculo de errores les fue presentado con un grado de dificultad formal superior a sus conocimientos de matemática y por ende a sus posibilidades de comprensión. Indican que el cálculo de errores no volvió a utilizarse en situaciones posteriores a los TPL de Física o Química. Nos llama la atención la diferencia entre estas opiniones y la que suelen expresar los docentes, en reuniones de trabajo, en relación con el rol y la importancia del cálculo de errores.

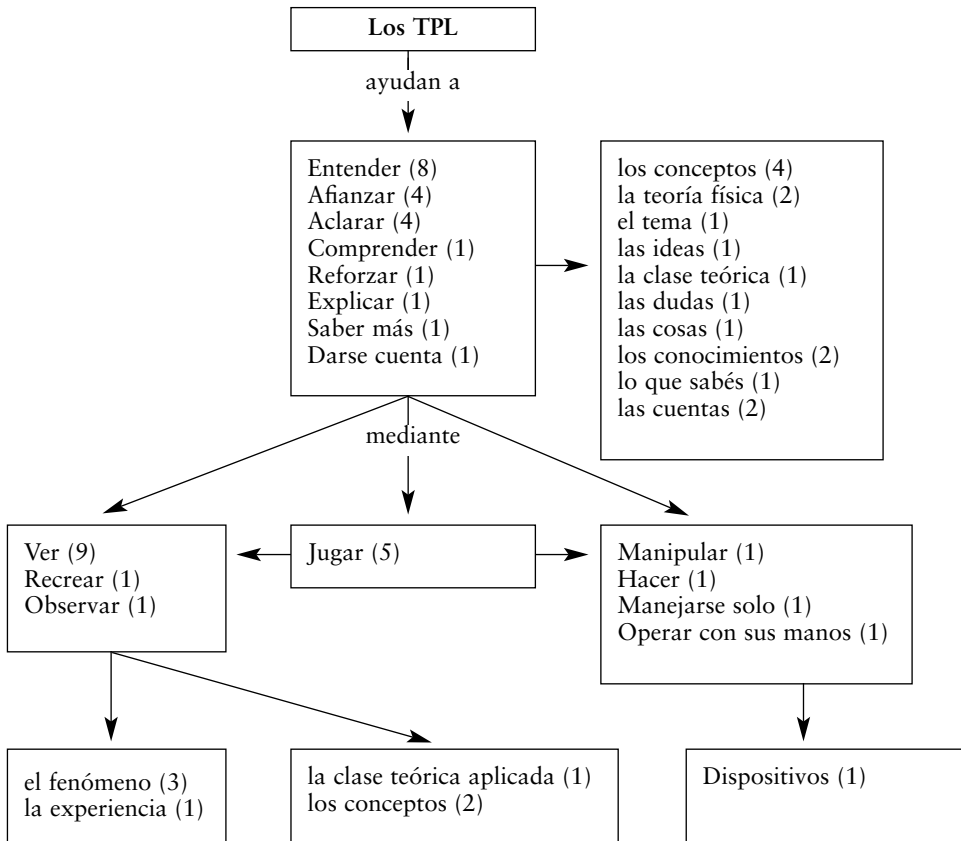
...Yo con el error no lo entendía hasta que cursé probabilidad.  
 ...No se dio el caso de que tuviera que hacer eso [calcular errores], así que no lo volví a ver, me acuerdo más o menos levemente cómo se calculaba.

gar y observar, sin la presión de formalizar las observaciones, con el fin de familiarizarse con los distintos elementos que conforman el modelo. La visualización, la manipulación y el juego se presentan como formas de completar la comprensión. Con estas respuestas elaboramos el Esquema 2. Entre paréntesis se indica la frecuencia con que cada palabra fue utilizada en distintas frases, aunque en ocasiones pertenezca a un mismo estudiante. Como puede observarse, en resumen, los estudiantes conciben a los TPL como útiles para entender, afianzar, aclarar, etc., los conceptos, la teoría, etc., por un lado mediante la visualización (“ver” fue empleado en 9 ocasiones) y por el otro mediante la manipulación.

No hallamos valoraciones positivas sobre la importancia de realizar mediciones o de constatar o corroborar leyes y teorías.

**Reflexiones finales**

Los estudiantes valoran algunos aspectos de los TPL de los cursos de Física y no valoran o cuestionan otros. Son valorados muy fuertemente como instrumentos de visualización, para formar en la mente una imagen visual de un concepto abstracto, como un medio de concretizar los conceptos involucrados. También valoran la posibilidad de interactuar con el material, hacer, manipular. En ocasiones se menciona como positiva la posibilidad de ju-



Esquema 2. El rol de los Trabajos Prácticos de Laboratorio

Respecto al rol de la visualización, es inevitable relacionar este resultado con el propósito central mencionado por White (1996) de *asistir a un aprendizaje con profunda comprensión de hechos y explicaciones* a través de dos de los objetivos que planteaba Sére (2002): *razonar sobre lo concreto y visualizar los objetos y eventos que la ciencia conceptualiza y explica*. Esta valoración abarca no sólo a los laboratorios, sino también a las demostraciones que el profesor puede hacer durante la clase teórica. Ante este resultado, nos preguntamos acerca de cómo la visualización ayuda al aprendizaje, a entender los conceptos vistos en la clase teórica. En ese sentido, nos resultó útil recurrir a la noción de representaciones de Karmiloff-Smith (1994). Los estudiantes elaborarían representaciones orales y escritas durante las clases teóricas y las de resolución de problemas de lápiz y papel. Durante las actividades de laboratorio los estudiantes agregarían representaciones visuales sobre objetos o fenómenos. Estas nuevas representaciones permitirían relacionar las representaciones orales y escritas con las representaciones preexistentes sobre ese objeto o fenómeno. Esta relación facilitaría conexiones entre “la realidad física” y “lo que se ve en clase”, permitiendo la reinterpretación del fenómeno. Por ejemplo, al ver a un objeto sobre un colchón de aire desplazándose a velocidad constante, el estudiante puede interpretar que todas sus experiencias en las cuales los objetos se frenaban se debían al contacto del objeto con la superficie.

La concepción del TPL como una herramienta que asiste a la comprensión, resultaría contradictoria con otra opinión de algunos estudiantes referida a que no sirven si no se comprendió previamente la teoría. Por otra parte, como se dijo anteriormente, no hallamos valoraciones positivas sobre la importancia de realizar mediciones o de constatar o corroborar leyes y teorías. Esta actitud es coherente con lo que sí valoran, como instrumentos de visualización, como posibilidad de jugar, de manipular. Los estudiantes estarían en un “contexto psicológico de descubrimiento”, mientras que las mediciones con cálculo de error y la corroboración de leyes correspon-

den a un contexto de justificación o validación. Si bien se trata de una analogía con una postura epistemológica superada, creemos que la misma resulta útil. Los estudiantes se encuentran en una posición en la que su marco teórico no está completamente afianzado. Es por ello que no se apropian (si es que con suerte llegan a comprenderlo) del objetivo para el cual el laboratorio fue concebido, y finalmente utilizan el TPL para sus propios fines de aprendizaje, o solamente con fines de acreditación.

Si los estudiantes no conocen la teoría, no es posible diseñar un TPL que sirva para corroborar lo que no saben. Los TPL cuyos objetivos son corroborar o validar son más útiles en las materias más avanzadas, no sólo por el grado de conocimiento previo de la teoría que precisan, sino también debido a la complejidad de sus objetivos y procedimientos. Realizar un experimento para corroborar una ley o medir una constante, requiere no sólo comprender la teoría, sino conocer, por un lado qué es una teoría en física y cómo funciona, y por el otro qué es un experimento y cuál es su función. Por ello el rol de los TPL en los primeros cursos de física debe ser diferente al de las más avanzadas. Cuando los estudiantes se encuentran aprendiendo fenómenos cotidianos (desplazamientos, movimiento de proyectiles, de fluidos), el TPL puede resultar de utilidad para relacionar la teoría con las experiencias previas. Los estudiantes más avanzados ya realizarían esta tarea sin necesidad del laboratorio. En cambio al estudiar fenómenos no cotidianos (visualizar nodos, desviación de partículas con campos, difracción) el TPL tendría un rol importante, pues resulta ser la única fuente de experiencia a la cual los estudiantes pueden referir la teoría.

Nuestra conclusión de que los estudiantes no se apropian del objetivo para el cual fueron concebidos los TPL y que lo utilizan para sus propios fines de aprendizaje nos lleva a pensar que sería apropiado diseñar los TPL de las primeras materias de la Universidad especialmente para asistir al aprendizaje. Estos TPL orientarían mediante una guía a los estudiantes sobre los procedimientos a realizar y hacia donde centrar la atención, cuidando que com-

prendan los objetivos (de aprendizaje) de la tarea. Por ello los TPL deberían ser más sencillos en sus objetivos y procedimientos. Podrían estar centrados en favorecer el aprendizaje de aquellos conceptos cuya comprensión suele resultar dificultosa por su grado de abstracción o por la matemática involucrada en su formulación teórica. Por favorecer el aprendizaje queremos referirnos a profundizar la comprensión y no a que los estudiantes descubran el conocimiento.

Finalmente, los estudiantes se refieren a los TPL desde una visión escolar. La propuesta de graduar la dificultad de los TPL ayudaría a superar la dicotomía que se manifiesta en las entrevistas, entre laboratorio y pizarrón/teórica/libros, por lo cual podría dar una idea más adecuada de la imagen de la ciencia y de la actividad científica.

En definitiva, consideramos que estas conclusiones pueden ser un aporte a la elabora-

ción de criterios para el diseño de TPL (tipo de TPL, objetivos, adecuación al contexto, a los contenidos, etc.). Se propone que los TPL se encuentren en sintonía con los intereses de los estudiantes en función de su aprendizaje, esto es, según ellos lo indican, favoreciendo la comprensión mediante la visualización y la manipulación.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al aporte de la Secretaría de Investigación de la UNGS. También deseamos agradecer a G. Antúnez, D. Colinvaux, M. C. Dibar, M. Montino y S. M. Pérez, con quienes pudimos discutir diferentes aspectos de la investigación. Agradecemos también a los estudiantes que se prestaron desinteresadamente a ser entrevistados.

## ANEXO

### *Protocolo para entrevistas sobre TPL*

Hacer una introducción, contando que ésta es una entrevista para una investigación; que es anónima; que nos interesa lo que él piensa, que no vamos a evaluar, ni calificar como bien o mal, sólo recabar información.

Año de Ingreso (CAU):

Carrera:

Otros datos personales: sexo, edad, escuela secundaria

¿Tuviste TP de laboratorio en la secundaria? ¿En otro lado?

¿Qué materias de Física cursaste en la UNGS?

1. ¿Hay algún trabajo práctico de laboratorio que recuerdes especialmente? ¿Por qué?
2. ¿Hay alguno que te gustó más? / ¿Menos?
3. ¿Hay alguno que te resultó más útil? / ¿Menos útil?
4. ¿Qué hacías durante un TP de laboratorio? ¿Qué pasos tiene?
5. ¿Para qué te sirve un TP de laboratorio?
6. Si tuvieras que explicarle a un chico que está por entrar en la universidad qué es un TP de laboratorio, ¿qué le dirías?
7. ¿Qué hacés con los resultados, o las mediciones, de un TP de laboratorio?
8. ¿Hiciste alguna vez un informe de un laboratorio? ¿Cuál es la utilidad del informe?
9. ¿Para qué sirve el cálculo de errores?
10. ¿Viste demostraciones (experimentos que el docente hacía para todos)?
11. ¿Alguna vez leíste o estudiaste sobre estas cuestiones, fuera de la materia?

## Referencias

- Crouch, C. H.; Fagen, A. P.; Callen, J. P. y Mazur, E. (2004). Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment? *American Journal of Physics*, 72 (6), pp. 835-838.
- Dumrauf, A. G. y Dibar, M. C. (1996). Algunas cuestiones sobre un cuestionario. Memorias del Tercer Simposio de Investigadores en Educación en Física. La Falda, Córdoba.
- Easley J.A. (1982). Naturalistic case studies exploring social cognitive mechanisms. *Journal of research in science teaching*. 19 (3), pp. 191-203.
- García Sastre, P.; Insausti, M. J. y Merino, M. (1999). Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), pp. 533-542.
- Gil Pérez D. y González E. (1993). Las prácticas de Laboratorio de Física en la Formación del Profesorado (I) Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 6 (1), pp. 47-61.
- Gil Pérez D.; Navarro, J. y González E. (1993). Las prácticas de Laboratorio de Física en la Formación del Profesorado (II) Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 7 (1), pp. 33-45.
- Glasser, B. y Strauss, A. (1968). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. London: Weidenfeld & Nicholson.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), pp. 299-313.
- Hopkins, D.; Bollinton, R. y Henett, D. (1989). Growing up with qualitative research and evaluation. *Evaluation and Research in Education*, 3 (2), pp. 61-80.
- Karmiloff Smith, A. (1994). *Más allá de la modularidad. La ciencia cognitiva desde la perspectiva del desarrollo*. Madrid: Alianza Editorial.
- Lunetta, V. N. y Tamir, P. (1979). Matching laboratory activities with teaching goals. *The Science Teacher*, 46 (5), pp. 22-24.
- Magariños de Morentín, J. A. (1993). *La Semiótica de Enunciados*. La Plata: IICS, UNLP.
- Mengascini, A.; Menegaz, A.; Murriello S. y Petrucci, D. (2004). «...yo así, locos como los vi a ustedes, no me lo imaginaba.» Las imágenes de ciencia y de científico de estudiantes de carreras científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp. 65-78.
- Richoux, H. y Beaufiles, D. (2003). La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física: análisis de prácticas de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), pp. 95-106.
- Salinas de Sandoval, J. y Colombo de Cudmani, L. (1992). Los laboratorios de Física de ciclos básicos universitarios instrumentados como procesos colectivos de investigación dirigida. *Revista de Enseñanza de la Física*, 5(2), pp. 10-17.
- Salinas, J. (1996). Tesis Doctoral (Versión abreviada) Las prácticas de física básica en Laboratorios Universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, Volumen Extraordinario.
- Séré, M. G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), pp. 357-368.
- White, R. T. (1996). The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18 (7), pp. 761-774.