



Concepciones de los docentes universitarios sobre los trabajos prácticos de laboratorio

University teachers' conceptions about laboratory work

Gladys C. Antúnez

Museo Interactivo de Ciencia, Tecnología y Sociedad
"Imaginario", UNGS
gantunez@ungs.edu.ar

Silvia M. Pérez

IDH, UNGS y CEFIEC, FCEN, UBA
sperez@ungs.edu.ar

Diego Petrucci

IDH, UNGS y CEFIEC, FCEN, UBA
dpetrucc@ungs.edu.ar

Resumen

En este trabajo se presentan los resultados del análisis de entrevistas realizadas a Profesores universitarios de Física de una universidad nacional del conurbano bonaerense sobre el rol de los Trabajos Prácticos de Laboratorio en cursos de Física. Se indaga acerca de la visión de profesores universitarios de Física sobre qué es un TPL, cuáles son sus objetivos y cuáles son las tareas de los estudiantes. Además, los docentes expresaron opiniones, ideas y concepciones acerca del aprendizaje y la enseñanza de la Física y en particular de las prácticas de laboratorio. La investigación se caracteriza metodológicamente como exploratoria y cualitativa. Entre las conclusiones se destacan que los docentes asumen que el trabajo de laboratorio es un espacio complejo por la multiplicidad de objetivos propuestos y tareas requeridas a los estudiantes, y que si bien se muestran entusiastas de su labor docente, no plantean estrategias explícitas de enseñanza para ese ámbito.

Palabras clave trabajo Práctico de Laboratorio, cursos universitarios de Física, investigación exploratoria, objetivos del laboratorio, concepciones de enseñanza y aprendizaje.

Abstract

In this article we present the results from the analysis of interviews to physics professors at a public university placed at a Buenos Aires suburb in Argentina. We asked them about the role and the objectives of laboratory work in Physics courses, as well as the tasks assigned to the students in these labs. The professors expressed their opinions, ideas and conceptions about learning and teaching Physics in general and also about teaching laboratories.

This work was carried out within the framework of exploratory, qualitative research. Among other conclusions we may point out that teachers assume that laboratory practices are complex due to the multiplicity of the objectives proposed and of the required tasks to the students. Professors appear enthusiastic about their teaching work but do not have explicit teaching strategies to use at lab.

Key words: laboratory work, Physics courses at university level, exploratory research, laboratory goals, activities in the lab. conceptions of teaching and learning.

Introducción

La cuestión de los trabajos prácticos de laboratorio es un tema que ha preocupado a los investigadores en enseñanza de las ciencias (TIBERGHIEEN et al., 2001; MARINELI y PACCA, 2006). Sin embargo son pocas las referencias que definen qué es un TPL. Richoux (2003) indica que su “estructura clásica” consiste en poner a disposición de los estudiantes una ficha de actividades y aparatos adecuados para estudiar fenómenos, generalmente de forma cuantitativa (mediciones, tratamientos numéricos, modelización). Por su parte, Hodson (1994) señala la existencia de más de un tipo de TPL: “investigaciones personales poco estructuradas” y “ejercicios prácticos de acuerdo con un conjunto de indicaciones explícitas”.

Varios especialistas sostienen que no está muy claro cuál es el rol y los objetivos de los TPL en cursos básicos de Física (PETRUCCI et al., 2006). Los objetivos enunciados en la bibliografía a primera vista parecen coincidentes, pero no lo son tanto. Varios de ellos son cuestionados con sólidos argumentos. Seré (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)¹;
- 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.”

¹ Citado en el original.

El objetivo de 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 quieren hacer esto ¡construyan patios de juegos, no laboratorios!”

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” y se encarga luego de, al menos, cuestionar esos objetivos. Por su parte, White plantea además que según su revisión “los TPL hacen poco en:

- *mejorar 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.”*

En este marco nos propusimos indagar acerca de la visión de profesores universitarios de Física sobre qué es un TPL, cuáles son sus objetivos y cuáles son las tareas de los estudiantes. Presentamos aquí los resultados del análisis de cinco entrevistas semiestructuradas realizadas a profesores de una universidad nacional del conurbano bonaerense. Además, sin que se preguntara explícitamente en las entrevistas, los docentes expresaron opiniones, ideas y concepciones acerca del aprendizaje y la enseñanza de la Física y en particular de las prácticas de laboratorio. Resultó de interés analizar estas representaciones sobre la enseñanza y aprendizaje de los profesores, considerándolas en el marco de las tareas que los estudiantes deben (o deberían) realizar y los objetivos que deben (o deberían) cumplir durante la realización de un TPL.

Metodológicamente esta investigación es caracterizada como exploratoria y cualitativa y se enmarca en un proyecto de investigación que indaga los diferentes aspectos de los laboratorios didácticos en el ámbito universitario. Según resultados previos del proyecto (PETRUCCI et al., 2006) los estudiantes tienen dificultades para comprender los objetivos planteados por el docente, para darle significado a las tareas que realizan y también para llevarlos a cabo. Por otra parte, hemos encontrado que los valoran como una herramienta de visualización, para “ver” los conceptos explicados teóricamente en el pizarrón. Otro resultado significativo es que durante el desarrollo de un TPL los estudiantes no toman decisiones basadas en criterios de validación internos (es decir recurriendo a la lógica o al saber disciplinar) sino externos, apelando a una autoridad (el docente, un libro, la guía de trabajos prácticos o un compañero) (MONTINO et al., 2006). Paralelamente a esta investigación, realizamos las entrevistas a docentes cuyos resultados presentamos en este trabajo.

Los primeros resultados del análisis de las entrevistas a Profesores (ANTÚNEZ et al, 2007) indican que los docentes proponen a los estudiantes la realización, en pocos TPLs, de una gran cantidad y diversidad de tareas con objetivos muy diferentes entre sí. A partir de allí se puede inferir que para los estudiantes la actividad en los TPLs es sumamente compleja dado que el laboratorio es un espacio en el que deben tomar decisiones y desarrollar estrategias que superan su capacidad, debido básicamente a su falta de experiencia en esas tareas

(MONTINO et al. 2006). Hodson (1994) señala que los TPL, tal como se llevan a cabo, plantean demasiadas barreras innecesarias que dificultan el aprendizaje. Las llama “interferencias”, haciendo referencia a que la suma de tareas diversas pedidas a los alumnos y la poca ayuda que estos reciben, constituyen verdaderos obstáculos para el aprendizaje.

Contexto: los TPL en la Universidad

La Universidad en la que se ha desarrollado esta investigación tiene su zona de influencia principalmente en el segundo cordón del Conurbano Bonaerense. Después de aprobar el ingreso los estudiantes cursan un primer ciclo de cinco semestres de duración. Las materias del área de Física corresponden a títulos intermedios de Ciencias Exactas y de Tecnología Industrial. Obtenido ese título intermedio los estudiantes eligen entre las siguientes carreras: Profesorados Universitarios en Física y en Matemática; Licenciaturas en Urbanismo y Ecología Urbana e Ingenierías Industrial y de Manufacturas.

Las materias del área de Física son: Física General, Mecánica Clásica, Electricidad y Magnetismo, Óptica y Termodinámica. El currículo no prescribe la cantidad ni la modalidad de los TPL, sino que son decididos por cada profesor. En la práctica, en cada materia se realizan como máximo cinco. El curso integra en un mismo horario a las clases teóricas, las de resolución de problemas de lápiz y papel y los TPL.

El número de alumnos por comisión va desde 60 estudiantes en las primeras materias hasta 3 en las últimas. La carga horaria de estas materias varía de 4 h a 10 h semanales. La acreditación de cada materia está supeditada a la aprobación de los exámenes parciales, que consisten en la resolución de problemas de lápiz y papel, y un examen teórico final. Además se deben aprobar los informes de los TPL.

Cada comisión tiene un Profesor a cargo que es Doctor e investigador en Física y uno o dos asistentes que son estudiantes avanzados o graduados jóvenes. Los profesores realizan investigación teórica y pueden caracterizarse como “físicos dando Física para no físicos” (MILICIC, 2004).

Metodología

Esta investigación puede ser caracterizada según tres dimensiones. En primer lugar, es de tipo exploratoria, (ERICKSON & NOSANCHUK, 1977) debido a que, si bien existen trabajos previos en este campo de investigación, consideramos que no hay establecido un marco teórico claro y definido que permita diagramar una investigación confirmatoria. En segundo lugar, se trabaja con datos cualitativos (HOPKINS, 1989). Por último, las categorías surgen del análisis de los datos agrupando aquellos que tienen características similares, es decir que no se utilizan categorías a priori provistas por algún marco teórico. Este proceso supone un primer trabajo de inmersión en los datos que permite conocer todas sus similitudes y diferencias de manera de poder encontrar una categorización que los describa lo más fielmente posible (GLASSER y STRAUSS, 1968; EASLEY, 1982). En este marco, decidimos entrevistar a los docentes para conocer sus ideas sobre el papel de los TPL en la formación de los estudiantes. Una vez definidas las preguntas que guían la investigación, se elaboró un guión de entrevista semiestructurada. Este formato permite profundizar aspectos interesantes no previstos, surgidos durante las entrevistas. Luego de sucesivas revisiones, se

tomó la primera entrevista. Su análisis permitió llegar, con pequeñas modificaciones, al guión definitivo (se presenta en el Anexo).

Posteriormente se tomaron otras cuatro entrevistas, abarcando así a cinco de los siete Profesores de Física con puestos estables en la Universidad, que no participan del proyecto. Las entrevistas duraron entre 30 y 50 minutos, fueron grabadas en audio y luego desgrabadas para su análisis. Se inició su análisis con una primera etapa de inmersión en los datos. Se procedió a su lectura y dos investigadores anotaron sus primeras impresiones que constituyeron un material imprescindible para la revisión del proceso. La etapa siguiente fue definir las dimensiones a utilizar para describir las ideas de los docentes a través de sucesivas lecturas. Las dimensiones definidas fueron: qué es un TPL; cuáles son sus objetivos; cuáles son las tareas y secuencias de tareas que deben realizar los estudiantes y las representaciones de los docentes acerca del aprendizaje y la enseñanza de la Física y en particular de las prácticas de laboratorio.

Se seleccionaron los tramos de las entrevistas en que aparecen las referencias a cada una de las dimensiones y fueron ordenadas según un proceso de clasificación reiterativa según las similitudes encontradas entre las respuestas. Se llegó así a generar categorías que describen lo que los profesores dicen, a partir de los propios datos.

Debido a que, además de investigadores, somos docentes universitarios en Física y nos hallamos familiarizados con el lenguaje de las entrevistas, se debe tener cuidado que esta familiaridad nos dificulte reconocer nuestras propias interpretaciones de los significados que utilizan los entrevistados (DUMRAUF y DIBAR, 1996).

En este sentido, es importante destacar que los docentes entrevistados no tienen una formación específica en el área de Educación sino una formación didáctica “ambiental”, generada particularmente durante el período en que fueron alumnos, cuando en forma reiterada y acrítica acumularon experiencias (ALONSO SÁNCHEZ et al, 1992). En particular, su formación durante el paso por la universidad como estudiantes de Física es valorada y usada como ejemplo a lo largo de las entrevistas. Es por lo tanto esperable que los docentes tengan representaciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje. Estas representaciones sociales, análogas a las nociones alternativas a las científicas de los alumnos, pueden ser tanto o más relevantes al analizar los factores que inciden en el aprendizaje en las clases de laboratorio (ALONSO SÁNCHEZ et al, 1992).

Discusión y resultados

Presentamos los resultados y su discusión agrupados según las cuatro dimensiones que permiten describir las concepciones de estos docentes sobre los TPL.

1. ¿Qué es un TPL?

Esta pregunta no fue formulada explícitamente debido a las conocidas dificultades que conlleva solicitar definiciones en las entrevistas y la riqueza que se logra cuando el entrevistado se expresa sobre el tema. Por ello que la descripción de qué es un TPL fue construida a partir de las características que los profesores les asignan. Los TPL son caracterizados según tres ejes: el tipo de datos, cualitativos o cuantitativos; el formato, sea este pautado o no, y el objetivo que puede ser verificar, descubrir o resolver.

Las calificaciones de cualitativos o cuantitativos, abiertos o pautados son usadas para describir, pero también para expresar sus preferencias:

“Mi idea de laboratorio es que sea un laboratorio abierto, con poca consigna, que el estudiante de alguna manera diga, yo quiero ver esto” (entrevista 5).

“A mí me gusta que... las prácticas de laboratorio, sean pautadas... en el sentido de que un estudiante haga esto, esto y esto” (entrevista 4).

Se refieren a los TPL como oportunidades de verificar y corroborar lo que se ha visto en la teoría:

“[Un TPL pautado es cuando]² querés verificar la Ley de Hooke con un resorte” (2)

“... planteás una situación problemática, planteás un concepto... lo discutís... hacer la experiencia de laboratorio... como corroboración... del proceso”. (5)

También se menciona la asociación entre TPL cualitativo y descubrimiento, así como TPL cuantitativo y verificación:

“Algunas prácticas las podés hacer más para que [los alumnos] descubran y después uno tiene que sistematizar, formalizar... Y otras prácticas donde se supone que tienen idea... ahí poner más los cañones en la parte más cuantitativa... verificar tal ley...” (2)

La posibilidad del diseño por parte de los alumnos, queda asociada a materias más avanzadas, al interés de los alumnos o a la disponibilidad de tiempo:

“les preguntabas qué es lo que ellos querían hacer, algunos te daban la sugerencia, si no tenían sugerencia, vos le tirabas alguna cosa... los chicos lo diseñaron... Pero era una Física que los chicos tenían las horas para dedicarse a ellos... la gente para atenderlos a ellos... un entusiasmo muy grande”. (3)

Se menciona la posibilidad de resolver problemas con datos medidos en el laboratorio:

“[Un TPL es] alguna actividad en donde recogieran datos y resolvieran un problema que en lugar de estar redactado pueda obtener datos de la medición” (1)

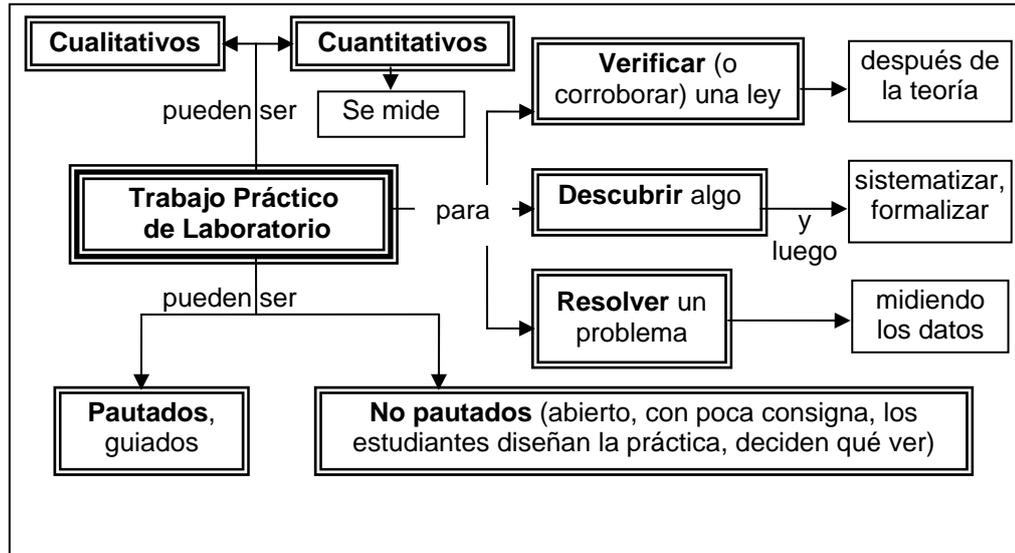
Si bien en la entrevista se preguntaba por sus gustos y preferencias, encontramos abundantes valoraciones y expresiones de agrado o rechazo:

“[En Física General metés] dos laboratorios que ni siquiera son de Física. Porque son una porquería, son cualquier cosa... donde vos ves que las mediciones, vos tenés que ver... que las mediciones... tienen errores”. (3)

² Se indica entre corchetes el texto trasladado de otra parte de la entrevista, siguiendo únicamente criterios sintácticos.

“yo creo que [dar laboratorio] es muy importante, tal vez a veces más valioso que dar todos los temas” (3)

El Esquema 1 sintetiza las cualidades y finalidades atribuidas por los docentes a los TPL. Si bien no se ha llegado a elaborar una definición formal, las respuestas analizadas permiten describir por extensión qué se considera un TPL en el contexto presentado.



Esquema 1: cualidades atribuidas a los TPL

Si bien no se encuentran diferencias notorias entre la literatura y lo que los docentes consideran un TPL, se destaca que los formatos y fines mencionados por los entrevistados aparecen frecuentemente asociados a preferencias y gustos personales así como a posibilidades de realización en condiciones ideales.

2. ¿Cuáles son los objetivos de los TPL?

Durante las entrevistas se preguntó explícitamente por los objetivos de los TPL pero, además, los profesores se refirieron a ellos en otras respuestas. El análisis de todas las menciones a objetivos y finalidades de los TPL indica que aparecen con mayor frecuencia menciones a la medición, el error y la visualización y en menor medida la adquisición de habilidades y el desarrollo de la intuición acerca de los fenómenos presentados. Se afirma que los TPL son importantes por diversos motivos, pero en todos los argumentos presentados parece subyacer una explicación epistemológica: debido a que la Física es una ciencia fáctica, ver o comprobar un fenómeno le daría sentido a la teoría.

Algunos ejemplos seleccionados sobre el tema del error nos ayudan a comprender la importancia que cuatro de los cinco entrevistados le asignan:

“[Los TPL en Física General aportan a los contenidos mínimos] solamente errores.” (1)

“Ver un poco... los errores... No se llega a ver en Física General pero, después está todo el tema de cómo uno refina todo el proceso físico para medir cada vez con más precisión.” (2)

“[Los TPL] aportan [a los contenidos que], todo dato que vos tomes viene con un error, y de qué manera uno maneja ese error, eso es importante.” (2)

Sin embargo sólo un entrevistado da argumentos sobre la importancia del error, ilustrando la explicación de tipo epistemológico mencionada anteriormente:

“...hay que mostrar que... estamos en la ciencia empírica y que... no solo el error en el sentido de medición sino después contrastar con la teoría...” (1)

Otros docentes lo presentan como una necesidad u obligación sin mayores explicaciones:

“...el error lo tienen que descubrir. Uno no puede dar una teoría de un error, sin que ellos perciban o se den cuenta que algo está pasando ahí... porque... ajuste por cuadrados mínimos hay que dar.” (5)

“Eso hay que verlo... Cómo se propagan los errores. Entonces vos medís cualquier cosa que tenga errores y propagás errores... es un laboratorio que... no te ayuda a digerir ningún tema... Simplemente te ayuda a algo que es importantísimo: saber que las mediciones tienen errores y que esos errores... se propagan... en lo que vos quieras calcular al final.” (3)

El error es señalado como tema imprescindible en los cursos más básicos y el cálculo de errores se convierte en el objetivo que prácticamente justifica la realización de los TPL. Este consenso es acrítico, no encontramos reflexiones acerca de necesidades que justifiquen el énfasis en el tema. En la revisión de la literatura que recopila o cuestiona objetivos de los TPL no se desprende que para la formación de los estudiantes este sea un objetivo central y menos incuestionable.

También se registraron respuestas referidas a las mediciones, su ajuste con los modelos o la teoría y la manipulación:

“Que se den cuenta la dificultad que significa hasta atar una pesita en un... hilito. Que aprenda a medir todas las variables que él considera que sean relevantes. Y después se va a dar cuenta cuáles sí y cuáles no. Pero que las mida.” (5)

“Después cómo encontrar leyes a partir de eso... ver si la relación entre los datos de una medición y de otra tiene una tendencia lineal o lo que fuera. Y de qué manera uno consigue ajustar mejor la información... Modelizar de alguna manera mejor la información.” (2)

“...poder saber usar los... instrumentos de medición.” (3)

Otro aspecto mencionado reiteradamente en las entrevistas es la visualización:

“...otro [objetivo] es visualización del movimiento en Mecánica. Por ejemplo, es difícil imaginar que la fuerza es importante para cambiar el movimiento. Lo primero que surge es que... para obtener el movimiento constante tenés que aplicar una fuerza... entonces, incorporar eso como un sentimiento, como una intuición privada... necesitás una experiencia... si no lo vivís es muy difícil... vos lo podés creer, pero no lo hacés tuyo.” (4)

“...mi opinión frente a los trabajos de laboratorio y en Física General en particular es que la gente no cree hasta que no ve.” (5)

El desarrollo de una cierta intuición física, que no es definida pero sí mencionada en varias ocasiones:

“...en Electricidad y Magnetismo podés trabajar cosas lindas, porque se ve, se mide bien... aprenden a medir, aprenden a armar circuitos, aprenden a trabajar con continua, con alterna, aprenden a tener intuición sobre... cuánto les tiene que dar... agarrás intuición física.” (3)

“Que el tipo tenga que darse cuenta de lo que está pasando...” (1)

“[Un objetivo] es adquirir habilidades manuales, adquirir una intuición del fenómeno, de manera que vos no tengas que hacer una cuenta para saber que 10 dividido 5 es 2... eso en términos experimentales es alguien que vio caer una pelotita 10 veces por un plano inclinado y más o menos sabe cuánto tiempo tarda... no es una cuestión que tiene que ponerse a pensar en el ángulo, es la intuición” (4)

Las habilidades manuales, las cuestiones procedimentales:

“Un [objetivo] es desarrollar habilidades manuales, sobre todo las chicas, no tienen una sensación de lo que es un centímetro, o un milímetro o 35 centímetros, no saben dónde ubicarlo, una noción espacial.” (4)

“Y dentro de lo procedimental, me parece importante esto de que los alumnos aprendan a comunicar qué es lo que hicieron, aprendan a trabajar ordenadamente... es muy importante trabajar en grupo porque si no trabajan cooperativamente el práctico no funciona.” (2)

Por último, los TPL como apoyo a la teoría dándole sentido o, como se muestra en estos fragmentos, reforzándola:

“Con respecto a los contenidos conceptuales, formales, de la materia, en general están adentro de la parte de ejercitación, [el TPL] sería como un refuerzo de eso que se trabajó.” (2)

“Debería servir... para... reforzar... la teoría.” (3)

Como dijimos en la introducción, White (2006) señala que el TPL es imprescindible para el aprendizaje de técnicas específicas y la realización de diseños de investigación para resolver problemas. De estos objetivos, sólo el primero puede considerarse mencionado en forma aproximada. Las cuestiones de manipulación y medición pueden interpretarse como una primera aproximación necesaria para, más adelante, aprender alguna técnica específica de la profesión elegida.

La larga lista de objetivos de los TPL mencionados en la literatura (PETRUCCI et al., 2006) contiene un abanico tan amplio de expectativas que, por supuesto, existen numerosas coincidencias con los nombrados por los docentes. Sin embargo el objetivo más mencionado, el cálculo de errores, no está en esa lista.

¿Cuáles son las tareas y secuencias de tareas que deben realizar los estudiantes durante un TPL?

En cuanto a las tareas que describen lo que los alumnos hacen (o deben hacer) durante un TPL, los docentes mencionan una gran cantidad de acciones. Las hemos categorizado en procedimentales por un lado y aquellas que pueden ser descriptas como “verbos mentales”, asociadas al pensamiento por el otro. Dentro de cada categoría, fueron agrupadas las acciones similares bajo un verbo que las representa.

Las acciones procedimentales mencionadas fueron: operar matemáticamente con los datos (mencionado en 9 ocasiones), repetir (8), medir (4), verificar (4), observar (3), describir (2), hacer el experimento (2), anotar (2), escribir el informe (2), determinar los errores (1), “dibujar” los datos (1) y consultar a los docentes (1).

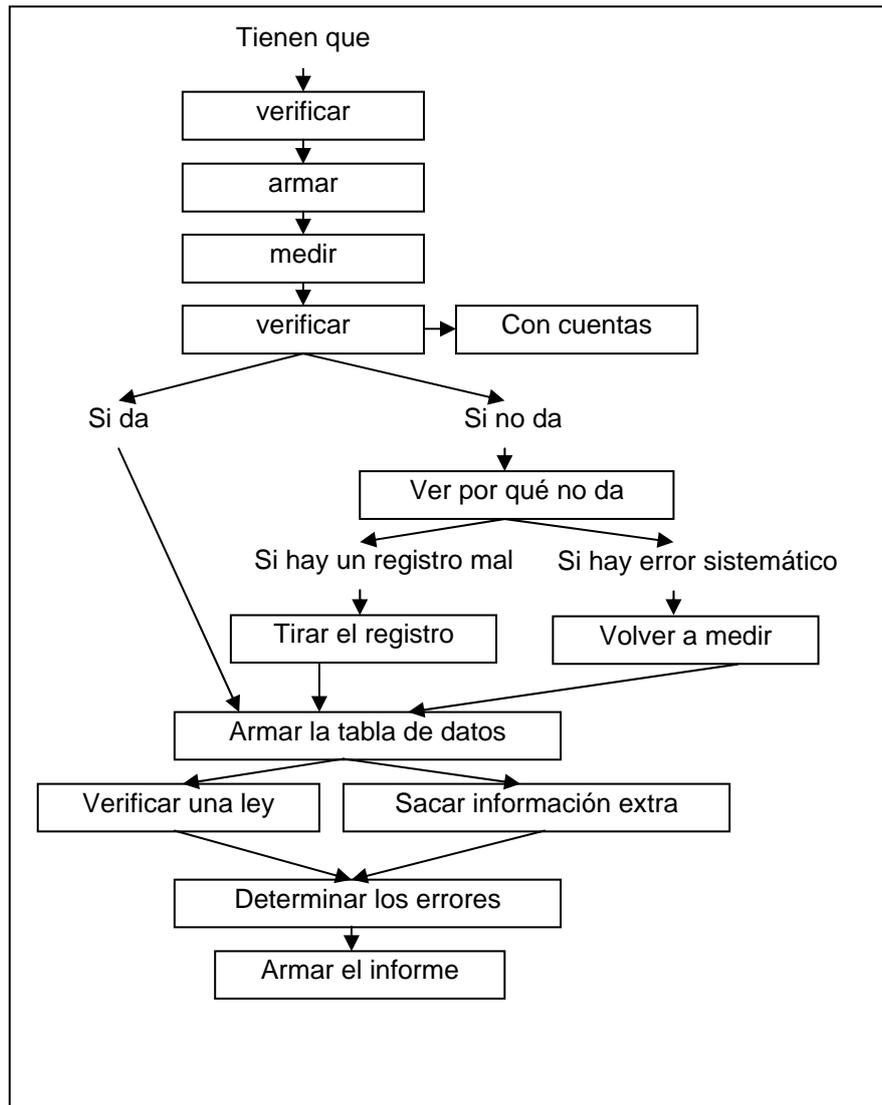
Los verbos mentales mencionados fueron: pensar, resolver y buscar (14 ocasiones), diseñar la experiencia (4) y saber lo que tiene que hacer (4).

Durante el análisis de las tareas que los alumnos deben realizar en un TPL, una respuesta (entrevista 2) por su orden y completitud permitió elaborar el Esquema 2, que muestra una posible secuencia temporal del trabajo requerido en el laboratorio.

Las acciones procedimentales mencionadas fueron: operar matemáticamente con los datos (mencionado en 9 ocasiones), repetir (8), medir (4), verificar (4), observar (3), describir (2), hacer el experimento (2), anotar (2), escribir el informe (2), determinar los errores (1), “dibujar” los datos (1) y consultar a los docentes (1).

Los verbos mentales mencionados fueron: pensar, resolver y buscar (14 ocasiones), diseñar la experiencia (4) y saber lo que tiene que hacer (4).

Durante el análisis de las tareas que los alumnos deben realizar en un TPL, una respuesta (entrevista 2) por su orden y completitud permitió elaborar el Esquema 2, que muestra una posible secuencia temporal del trabajo requerido en el laboratorio.



Esquema 2: un ejemplo de secuencia de tareas

Del análisis de esta dimensión resalta la gran cantidad de tareas que deben realizar los estudiantes, la amplia diversidad de esas tareas y que, si bien la medición y la determinación de errores es el objetivo más defendido, no son las tareas más frecuentemente mencionadas. Si acordamos con Hodson (1994) que las interferencias provocadas por la multiplicidad de tareas pueden dificultar el aprendizaje, la secuencia del Esquema 2 puede ilustrar la magnitud del problema.

3. ¿Cuáles son las concepciones de los docentes acerca del aprendizaje y la enseñanza de la Física y en particular de las prácticas de laboratorio?

Esta dimensión no había sido prevista durante el diseño del guión y por lo tanto no responde a ninguna pregunta en particular. Durante la etapa de inmersión en los datos se registraron algunas impresiones generales. Algunas de ellas las identificamos como esperables, dadas las situaciones contextuales o los tópicos de las preguntas. Por ejemplo, los docentes entrevistados no expresaron argumentaciones desde la didáctica. Esto era esperable debido a que, como ya se ha señalado, no poseen formación docente específica, salvo la dada por la experiencia. Otro aspecto que resalta es que las entrevistas muestran profesores

entusiasmados con su tarea, con pocas quejas hacia sus estudiantes y sus condiciones de trabajo. Si bien hay quejas, no son el centro de las reflexiones. Sin embargo, las entrevistas muestran insatisfacción respecto a la cantidad y formato de los TPL que ellos mismos implementan.

Como resultado de la etapa de análisis de las entrevistas, se agrupó lo que los docentes expresan respecto del proceso de enseñanza y aprendizaje en las concepciones sobre cómo aprenden los alumnos, las concepciones sobre la enseñanza, es decir lo que el docente tiene que hacer para que los alumnos aprendan, y aquellas que se refieren a los obstáculos debidos a lo que los alumnos no pueden o no saben hacer.

La **concepción de aprendizaje** que aparece es heterogénea: se aprende por ósmosis, luego se digiere, se madura;

“finalmente aprenden por ósmosis a procesar los datos” (1)

“es un laboratorio que... no te ayuda a digerir ningún tema.” (3)

“El proceso de aprendizaje va a ir en la medida que el estudiante vaya madurando, vaya pensando, vaya aprendiendo a cómo se piensa en ciencias y cómo se hacen las preguntas correspondientes” (5)

Se aprende descubriendo, viendo experimentalmente, haciendo y para aprender hay que generar intuición.

“si el estudiante sólo lo ve... escrito... lo toma como una receta... lo importante es que... vea [al laboratorio] como una necesidad” (4)

“[Los estudiantes] No tienen ni la menor intuición del fenómeno que están estudiando y... aplican la fórmula... la intuición no le dice, hacé lo contrario, entonces, introducirla por medio de alguna observación, no sé si llamarlo laboratorio, alguna observación de la naturaleza, me parece que es rico” (3)

Una imagen de aprendizaje de los docentes es que alumnos en el laboratorio aprenden por inmersión: el aprendizaje como resultado de la interacción con el mundo mediante el experimento:

“Hay cosas que, se ven experimentalmente... previo a la teoría... saben andar en bicicleta y no saben nada de conservación de L^3 ” (5)

“requiere experiencia... vivida... la conservación del momento angular, si no lo vivís es muy difícil... vos lo podés creer, pero no lo hacés tuyo” (4)

También aparecen visiones más complejas:

“sé que hay gente que accede a los conocimientos vía laboratorio, sé que hay gente que accede al conocimiento vía los ejercicios y otros que acceden por medio de la teoría.”(1)

³ Se refiere al momento angular.

A pesar de la larga lista de tareas a ser realizadas en un TPL que ya se ha presentado, no hay referencias a enseñanzas explícitas sobre cómo medir, qué observar, qué hacer al enfrentarse a la situación de laboratorio. La intuición aparece como un valor a ser desarrollado por el hecho de participar en las prácticas.

De los datos se interpreta que los docentes tienen una **concepción de enseñanza** implícita compatible con un modelo de transmisión-recepción: enseñar es dar teoría; lo dado está enseñado, enseñar es formalizar y guiar (PERALES, 2000).

“después uno tiene que sistematizar, formalizar... bajarles línea, entre comillas.” (2)

“...planteás una situación problemática, planteás un concepto... que para ellos es novedoso. Lo discutís de arriba para abajo, de atrás para adelante, y hay tiempo... de hacer la experiencia de laboratorio, a mí me parece que eso es muy rico” (5)

El rol atribuido por los docentes al laboratorio es compatible con este modelo: antes de ir al laboratorio hay que saber la teoría y el laboratorio refuerza lo que ya se sabe.

“Con respecto a los contenidos conceptuales, formales, de la materia en general están adentro de la parte de ejercitación [el laboratorio] sería como un refuerzo de eso que se trabajó” (2)

“Entonces, en virtud de dar con más profundidad los temas, le quitaba tiempo a los laboratorios.”(3)

Los docentes se refieren a **lo que los alumnos no saben o no pueden hacer** reconociendo las dificultades y complejidades de las tareas que deben enfrentar.

“[Ese laboratorio] era bastante abierto y hubo muchas desorientaciones, los pibes no sabían qué medir, empezaron a medir, igualmente cuando medían después no sabían qué graficar. Y cuando graficaron finalmente, no sabían cómo obtener una ley de ahí; y cuando describían una ley no sabían cómo predecir un resultado. Mientras que si se hubiera dado redactado lo hubieran hecho” (1).

“que pueda expresarse correctamente lo que hizo, poner los objetivos, algunos puntos y cuáles son los resultados. Eso sí que es... complicadísimo... porque muy pocos lo logran hacer” (1).

Señalan así algunos de los obstáculos que pueden deberse tanto a deficiencias en la formación previa como a dificultades de la tarea en sí. Reconocen asimismo la influencia que tiene la ausencia de consignas claras que indiquen a los alumnos lo que se espera de ellos.

Conclusiones

En las entrevistas realizadas se evidencia que los docentes son conscientes de que la actividad de laboratorio es para los estudiantes sumamente compleja por la cantidad, diversidad y complejidad de tareas que deben llevar a cabo y porque se plantean simultáneamente objetivos muy diferentes entre sí. Estos resultados respaldan la idea de que el laboratorio es para los estudiantes un espacio de incertidumbre, con más variables de las que pueden

manejar, en el que deben tomar decisiones y desarrollar estrategias que superan su capacidad dada la falta de experiencia en esas tareas. Sin embargo, los docentes no proponen ni desarrollan estrategias explícitas de enseñanza para el laboratorio. Parecen confiar en que la participación de los estudiantes en las prácticas de laboratorio desemboque en el desarrollo de la “intuición física”. La inmersión en la cultura particular del trabajo de laboratorio sería suficiente para producir aprendizajes. Sería por ello que no se desarrollan estrategias docentes para enseñar lo que los alumnos no saben.

En prácticas muy pautadas la presencia del docente está en el guión de lo que tienen que hacer. En prácticas más abiertas, la presencia es para consultas. En ambas el docente interviene circulando por los grupos, haciendo preguntas, ejerciendo de guía. Estas actividades no están siendo percibidas por los docentes como una práctica de enseñanza activa, ya que cuando mencionan las maneras de aprender en el laboratorio se refieren más a procesos naturales o de mera observación.

El objetivo más señalado por los docentes, el cálculo de errores, muestra la fortaleza de la tradición de formación de los físicos, un modelo que es reproducido, a la vez que cuestionado y criticado, pero no modificado. Es un modelo de enseñanza muy poco dirigida, que exalta excesivamente la autonomía, en el que “sobrevive” el más apto. Este modelo no se ajusta, en este caso, a que se está enseñando “física para no físicos” (MILICIC, 2004). Sin que haya requerimientos curriculares ni profesionales explícitos para justificar el papel central de enseñar cálculo de errores, la importancia que se le asigna puede ser atribuida a una visión empirista del conocimiento científico, pues es el error quien permitiría ajustar los eventos del mundo real al mundo de las teorías. Como contraposición a la gran capacidad de reflexión que los docentes evidencian en las entrevistas, que les permite criticar fundamentadamente, no resulta sencillo identificar los factores que contribuyen a limitar la elaboración de propuestas que permitan superar las situaciones insatisfactorias o los aspectos criticados.

La asistencia que pueden proporcionar los TPL a la comprensión profunda de hechos y explicaciones (WHITE, 2006), parece concordar con las abundantes referencias de los entrevistados a la visualización y el desarrollo de la intuición, pero queda relegado a un segundo plano, eclipsado por el énfasis puesto en enseñar a medir y calcular errores. Si se considera que el modelo de enseñanza aprendizaje que reflejan las entrevistas es el de transmisión-recepción, puede concluirse que los docentes conciben que este objetivo puede ser cumplido en la medida que los alumnos aprendan antes a “convertir” esos fenómenos en datos físicos.

Las entrevistas dan cuenta del entusiasmo y el interés de estos docentes por sus alumnos y el aprendizaje, y sin cuestionar la necesidad de realizar TPL, no les asignan una intencionalidad didáctica que los distinga de las otras instancias de aprendizaje. Los TPL resultan entonces un espacio de incertidumbre no sólo para el alumno sino también para el docente, ya que no aparecen explícitamente como un objeto distinto de enseñanza.

Agradecimientos

Los autores queremos agradecer muy especialmente a todos los docentes que participaron de las entrevistas por su indispensable colaboración y buena disposición.

Referencias

- ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J. Concepciones espontáneas de los profesores de ciencias sobre la evaluación: obstáculos a superar y propuestas de replanteamiento. *Revista de Enseñanza de la Física*, 5 (2), 18-38. 1992
- ANTÚNEZ, G. C.; PÉREZ, S. M. y PETRUCCI, D. La visión de los docentes universitarios sobre los trabajos prácticos de laboratorio: un análisis preliminar. *Actas del VI ENPEC*, Florianópolis, Brasil. 2007
- DUMRAUF, A. G. y DIBAR, M. C. Algunas cuestiones sobre un cuestionario, *Memorias del Sief III*, La Falda, Córdoba. 1996
- EASLEY J.A. Naturalistic case studies exploring social cognitive mechanisms. *Journal of research in science teaching*. 19 (3) 191- 203, 1982
- ERICKSON, B. H. y NOSANCHUK, T. A. *Understanding Data*. Londres: Open University Press. 1977
- GARCÍA SASTRE, P., INSAUSTI, M. J. y MERINO, M. Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario, *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 533-542, 1999
- GLASSER, B. y STRAUSS, A. *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. London: Weidenfeld & Nicholson. 1968
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313. 1994
- HOPKINS, D., BOLLINGTON, R. y HEWETT, D. Growing up with qualitative research and evaluation. *Evaluation and research in education*. 3(2) 61 -79. 1989
- MARINELI, F. y PACCA, J. Uma interpretação para dificuldades enfrentadas pelos estudantes em um laboratório didático de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 28 (4), 497-505 2006
- MILICIC, B. *La cultura profesional como condicionante de la adaptación de los profesores de Física universitaria a la enseñanza de Física*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, España. 2004
- MONTINO, M., PÉREZ, S. M., PETRUCCI, D. y URE, J. Propuesta de modalidad de trabajo práctico de laboratorio para el nivel universitario básico. *Actas del VI ENPEC*, Florianópolis, Brasil. 2007
- MONTINO, M., URE, J. y PETRUCCI, D. ¿Magia o Física? Los estudiantes universitarios y los trabajos prácticos de laboratorio. *Memorias del 8vo SIEF* (Editado en CD), 367-375. Gualeguaychú, Argentina. 2006
- PERALES, F.J. *La resolución de problemas*. Síntesis Educación. Madrid. España. 2000
- PETRUCCI, D., URE, J. y SALOMONE H. Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de Física* (APFA), 19 (1) 7-20. 2006
- RICHOUX, H. y BEAUFILS, D. 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), 95-106, 2003

SERÉ, M.G. 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) 357-368. 2002

TIBERGHIEU, A., VEILLARD, L., LE MARÉCHAL, J-F., BUTY, C. y MILLAR, R. An Analysis of Labwork Tasks Used in Science Teaching at Upper Secondary School and University Levels in Several European Countries. *Science Education*, 85, 483-508. 2001

WHITE, R.T. The link between the laboratory and learning. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 761-774 1996

Anexo

Entrevistas a docentes

Fecha de entrevista:

Entrevistador:

Materia que está dando:

1. ¿Cuántos TPL debería haber idealmente en un curso de Física General?
2. ¿Cuál te gusta más? ¿Por qué? Describí el que más te gusta.
3. ¿Cuál te gusta menos? ¿Por qué?
4. ¿Para qué creés vos que sirve un TPL? o
¿Cuáles son los objetivos de los TPL? o
¿Cómo sería un TPL ideal?
5. ¿Generalmente en la Universidad esos objetivos se alcanzan?

Si no salen referencias a TPL abierto-cerrado⁴, preguntarlo.

6. ¿Cuándo fuiste estudiante, cómo eran los TPL?
7. ¿Qué opinabas y qué opinás ahora?
8. ¿Qué papel juega el Error? ¿Es importante que aprendan errores?
9. ¿Y el informe qué papel juega? ¿Es importante?
10. ¿Qué aportan los TPL a los contenidos mínimos de la materia, a la formación de los estudiantes?
11. ¿Qué se aprende en un TPL?
12. ¿Cómo se evalúan los TPL? (¿Entra en el final? ¿Qué se evalúa?)
13. ¿Cuáles deberían ser, idealmente, las tareas de un estudiante en un TPL? (roles sobre los trabajos en grupos)
14. ¿Cuáles son las principales dificultades que encontrás con los TPL en Universidad? (¿y en el diseño de un TPL?)
15. ¿Hacés demostraciones experimentales en tus clases?
16. ¿Para qué sirven las demostraciones experimentales?
17. ¿Cuál es la importancia de las demostraciones experimentales?
18. ¿Qué aportan las demostraciones a los contenidos mínimos, a la formación?
19. ¿Querés agregar algo más a esta entrevista?
20. Alguna opinión sobre la entrevista: ¿Cómo te sentiste? ¿Te pareció muy larga?, etc.

Recebido em 05 de outubro de 2007, revisto em 17 de abril de 2008, aceito em 25 de abril de 2008

⁴ Aclararle al entrevistado a qué se llama TPL abierto y cerrado