

## ¿QUE SE PRETENDE EN LOS LABORATORIOS DE FISICA UNIVERSITARIA?

SEBASTIA, J.M.

Departamento de Física. Universidad Simón Bolívar. Caracas. Venezuela.

### SUMMARY

The purpose of this article is to show the results of an analysis done, from a student's and teacher's point of view, on the objectives of the physics laboratory at the university.

From a sample of 128 students and another one consisting of 20 teachers, 20 possible objectives of physics laboratory were classified according to the importance that both students and teachers thought should be given to each of the suggested objectives, and on the importance which is being given to them at the moment.

A contrastive study was also done of the results obtained from both samples, showing a high correlation in the ideal objectives of the laboratory and a consistent diagnosis in reference to the working situation at the moment.

### 1. INTRODUCCION

El laboratorio ha sido siempre una característica distintiva de la enseñanza de las ciencias experimentales y, en particular, el laboratorio de física desempeña un papel importante en la formación de científicos e ingenieros en todas las universidades.

Aunque es indudable que toda mejora en los laboratorios de física facilitaría al estudiante la comprensión de los aspectos tanto teóricos como aplicados de la ciencia, los esfuerzos de mejora que actualmente dedican las universidades siguen siendo insuficientes, especialmente si consideramos lo insatisfactorios que son, casi siempre, los logros de la enseñanza de los laboratorios de física, y de lo costosos, en equipos y profesores, que resultan los laboratorios para las instituciones.

Habitualmente los intentos de reforma de los laboratorios acostumbran a estar centrados en mejorar las prácticas o experiencias, pero pocos estudios ponen en cuestión si las metas que con él se persiguen son las más adecuadas, o si la función que el laboratorio desempeña en la enseñanza es la más apropiada para alcanzar dichas metas.

En un anterior artículo (Sebastiá, 1985) señalábamos que los objetivos que normalmente se propone el laboratorio podrían ser agrupados en tres grandes metas: a) ilustrar el contenido de las clases teóricas, b) enseñar técnicas experimentales, y c) promover actitudes científicas.

Algunos cursos de laboratorio han sido diseñados para alcanzar específicamente alguna de estas metas: desarrollo de técnicas experimentales (Yeatts, 1979), promoción de actitudes científicas (Reif & St John, 1979), (Robinson, 1979), etc. Sin embargo, la mayoría de los cursos de laboratorio pretenden ser exitosos simultáneamente en las tres metas señaladas anteriormente.

González y Gilbert (1980) realizando un cuidadoso análisis de metas del Programa de Laboratorio A.P.I.L. (Advanced Physics Project for Independent Learning) detectaron considerables diferencias entre los objetivos que se proponía el Programa y los que realmente se conseguían. Zylbersztajn y Gilbert (1981) al analizar las interpretaciones que de las experiencias de laboratorio hacían los estudiantes concluyeron que se producía una enorme distorsión, en la práctica, del espíritu para el que habían sido diseñados los laboratorios. Tamir i Lunetta (1981) han señalado que una de las posibles razones de la discrepancia entre la situación planeada en los laboratorios y la que en realidad se manifiesta, puede provenir de que, aunque los profesores se declaran partidarios de experiencias de gran valor formativo, que conllevan indagaciones y ejecuciones elaboradas, en la práctica prefieren que los estudiantes realicen ejercicios que les representen poca complicación conceptual y técnica, y que simplemente requieran una aplicación de lo indicado en los manuales.

Conscientes de que diferentes objetivos implican diferentes concepciones y diseños del laboratorio, Buckwald (1977), Ben-Zvi, Hofstein y Samuel (1977), Theysson y Jodl (1983) Toothacker (1983), Castellano y Muller (1985), entre otros, han intentado examinar críticamente algunos de estos objetivos e indagar hasta qué punto son alcanzados en el marco de ciertas instituciones.

En el presente artículo se aborda el tema de las metas del laboratorio de física desde dos perspectivas: la de los estudiantes y la de los profesores. En cada una de estas dos perspectivas se intenta cuantificar la brecha existente entre los objetivos ideales del laboratorio y los objetivos que, en base a sus percepciones, el laboratorio tiene actualmente.

## 2. PROPOSITOS DEL ESTUDIO

Nuestro estudio se desarrolló totalmente dentro del marco institucional de la Universidad Simón Bolívar de Caracas (Venezuela), y estuvo centrado en realizar un análisis de necesidades, en el sentido de Kaufman y Vergara (1984), de los laboratorios de física de la Universidad.

Estos laboratorios son cursados por los estudiantes de las carreras de ciencias e ingeniería de la Universidad y su funcionamiento está lejos de resultar satisfactorio tanto para los estudiantes como para los profesores.

Los propósitos fundamentales de nuestra indagación fueron los siguientes:

1. Determinar el perfil ideal de objetivos de laboratorio según los estudiantes, determinar la situación actual de importancia de dichos objetivos y obtener la discrepancia entre la situación ideal y la actual de funcionamiento.
2. Determinar los perfiles ideales y actuales de los objetivos de laboratorio según los profesores y analizar la discrepancia entre ambos.
3. Realizar un análisis comparativo de las perspectivas de estudiantes y profesores, tanto de la situación ideal como de la real, de las metas de los laboratorios.

## 3. MUESTRA E INSTRUMENTO

La muestra de estudiantes estaba constituida por 126 estudiantes de la Universidad que estaban cursando el segundo año de sus respectivas carreras. La muestra de estudiantes estaba distribuida de la siguiente manera: 72 estudiantes de ingeniería eléctrica y de ingeniería electrónica, 32 estudiantes de ingeniería mecánica y de ingeniería de materiales y 22 estudiantes de licenciatura en química e ingeniería química. Todos los estudiantes habían cursado dos laboratorios de física básica y se encontraban cursando el tercer laboratorio de

física, orientado a experimentos de ondas electromagnéticas y física moderna.

La muestra estaba constituida por 20 profesores del Departamento de Física de la Universidad, la totalidad de ellos involucrado en uno u otro lapso académico en la enseñanza de los laboratorios de Física básica.

El instrumento utilizado contemplaba 20 objetivos posibles de los laboratorios de física en los que estaban desglosados los tres propósitos generales del laboratorio anteriormente mencionados. Los ítems escogidos constituían fundamentalmente una adaptación de los utilizados por Ben-Zvi, Hofstein y Samuel (1977), siendo validados por un grupo de profesores experimentados. Los objetivos que contenía el instrumento eran valorados por la muestra en base a dos criterios: la importancia que se debería de dar a cada uno de ellos, y la importancia que se les está dando actualmente.

La escala valorativa oscilaba del 1 al 5, correspondiente el 1 a «ninguna importancia», y el 5 a «muchísima importancia».

## 4. ANALISIS DE RESULTADOS

### 4.1. La perspectiva de los estudiantes

Los resultados obtenidos al aplicar el instrumento a la muestra de 126 estudiantes de diferentes carreras (ver anexo I) revela que los tres objetivos más importantes que, en opinión de los estudiantes, debería alcanzar el laboratorio de física serían:

- entrenar en el uso de aparatos de medida ( $\bar{X} = 4.37$ )
- familiarizar con equipos de laboratorio ( $\bar{X} = 4.18$ )
- desarrollar destrezas en el manejo de aparatos ( $\bar{X} = 4.12$ )

Por otro lado, analizando el perfil de la importancia que la Universidad está otorgando a los diferentes objetivos de laboratorio, los objetivos a los cuales consideran se está dando mayor importancia son:

- entrenar en hacer observaciones y registros ( $\bar{X} = 2.97$ )
- enseñar contenidos de física a través de experimentos ( $\bar{X} = 2.94$ )
- enseñar a aplicar leyes y principios científicos ( $\bar{X} = 2.86$ )

El hecho de que estos objetivos sean percibidos como los de mayor importancia en el diseño actual del laboratorio, está lejos de significar que, en la apreciación de los estudiantes, estos objetivos sean de gran importancia en dicho diseño, ya que, en la escala de cinco (5) son valorados con un puntaje inferior a tres (3), lo cual debe interpretarse como inferior a una importancia mediana.

Los objetivos para los que se detectaron mayores discrepancias entre la situación ideal y la situación actual, de importancia desde la perspectiva estudiantil, fueron:

- entrenar en el uso de aparatos de medida ( $\Delta = 0.17$ )
- reforzar la materia enseñada en clase ( $\Delta = 1.40$ )
- servir de ayuda en el aprendizaje de conceptos físicos ( $\Delta = 1.37$ )

Los objetivos que, por el contrario, aparecen menos discrepantes con la situación actual de funcionamiento son:

- entrenar en seguir instrucciones escritas ( $\Delta = 0.17$ )
- enseñar a calcular errores ( $\Delta = 0.40$ )
- entrenar a escribir informes ( $\Delta = 0.60$ )

El análisis conjunto de la importancia asignada a los objetivos y la discrepancia entre la situación ideal y la situación real conduce a la determinación de los objetivos que requieren atención prioritaria, debido a ser considerados simultáneamente por los estudiantes como de gran importancia y estar lejos de ser satisfechos en la situación actual del laboratorio.

En el presente trabajo utilizamos para el análisis conjunto de la relación Importancia-Discrepancia la matriz sugerida por Churchman (1978). En esta matriz la dirección vertical hacia arriba se corresponde con el aumento de la importancia del objetivo y la dirección horizontal hacia la izquierda se corresponde con el aumento de la discrepancia con la situación ideal. Por lo tanto los objetivos más importantes y discrepantes (ver tabla 1) estarían ubicados en la casilla 1 (objetivos, 1,2,5,9 y 14) y los menos importantes y menos discrepantes en la casilla 6 (objetivos 15)

Al agrupar los resultados en los tres grandes propósitos del laboratorio: P.1, ilustrar el contenido de las clases teóricas, (objetivos, 2,5,8,10,12,18,20), P.2, desarrollar técnicas experimentales, (objetivos 1,4,6,9,13,14,15,17,19) y P.3, promover actitudes científicas (objetivos 3,7,11,16) se obtiene (ver tabla 2):

Tabla 1

Matriz de Churchman para analizar la prioridad de los objetivos del laboratorio desde la perspectiva de los estudiantes.

		← Discrepancia			
		1.73	1.21	0.89	0.17
↑ Importancia	4.37	1	2	4	
	3.86	2	3	5	
	3.36	4	5	6	
	2.86				

Tabla II

Resultados de las opiniones de los estudiantes acerca de los propósitos generales del laboratorio de física.

PROPOSITO GENERAL	IMPORTANCIA ACTUAL	IMPORTANCIA IDEAL
P.1. Ilustrar las clases de teoría	x = 2.69 s = 0.16	x = 3.87 s = 0.18
P.2. Desarrollar técnicas experimentales	x = 2.74 s = 0.33	x = 3.72 s = 0.43
P.3. Promover actitudes científicas	x = 2.40 s = 0.18	x = 3.32 s = 0.22

x = valor promedio      s = desviación standard

La meta que, según la tabla 2, debe tener mayor importancia es la de ilustrar el contenido de las clases de teoría, seguida muy de cerca por la relacionada con el desarrollo de técnicas experimentales.

Resulta curioso que, aunque algunos de los objetivos de mayor importancia, individualmente considerados, pertenecen al área de desarrollo de técnicas experimentales (manejo de aparatos y equipos), cuando son analizados globalmente, el propósito general más importante viene a ser el de ilustrar el contenido de las clases de teoría y reforzar los conceptos y leyes de la física.

Al desglosar los resultados de la muestra de estudiantes por grupos de carreras: grupo A, 72 estudiantes de ingeniería eléctrica e ingeniería electrónica; grupo B, 32 estudiantes de ingeniería mecánica e ingeniería de materiales y grupo C, 22 estudiantes de las carreras de ingeniería química y licenciatura en química, se obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla 3):

Resulta notable la coincidencia de opinión entre los grupos A y B. El grupo C, de estudiantes de ingeniería química y licenciatura en química, es ligeramente más crítico, tanto ante la situación ideal como ante la situación actual. Las razones no son claras, pero el estar cursando simultáneamente los laboratorios de química, podría repercutir en una actitud más crítica frente a los mismos.

Sin embargo, los objetivos, para los cuales la discrepancia entre las dos situaciones es pequeña, o incluso negativa, es decir, objetivos a los cuales, a juicio de los profesores, se les está dando mayor importancia de la que se debería dar, son:

- entrenar en seguir instrucciones escritas ( $\Delta = -0.54$ )
- permitir mayor interacción con el Profesor de Física ( $\Delta = -0.32$ )
- enseñar a trabajar en equipo ( $\Delta = 0.14$ )

Al realizar un análisis conjunto de la relación Importancia-Discrepancia de los objetivos utilizando la matriz de Churchman, aparecen en la casilla 1, es decir objetivos más importantes y discrepantes y que por lo tanto requieren atención prioritaria, los objetivos 2,5,8,9,17,19 y 20, y requieren menos atención, poco importantes y poco discrepantes, los objetivos 3,11 y 15 que aparecen en la casilla 6 de la matriz (ver tabla 4).

Tabla IV

Matriz de Churchman para analizar la prioridad de los objetivos del laboratorio desde la perspectiva de los profesores.

		Discrepancia		
		2.22	1.30	0.38
Importancia	4.07	1	2	4
	3.04	2	3	6
	3.21	4	5	8
	2.88			

Tabla III

Resultados de las opiniones de los estudiantes según grupos de carreras afines.

PROPOSITO GENERAL	IMPORTANCIA ACTUAL	IMPORTANCIA IDEAL
P.1. Ilustrar las clases de teoría	(A) x = 2.74 (B) x = 2.70 (C) x = 2.33	(A) x = 3.92 (B) x = 3.92 (C) x = 3.77
P.2. Desarrollar técnicas experimentales	(A) x = 2.90 (B) x = 2.86 (C) x = 2.49	(A) x = 3.83 (B) x = 3.80 (C) x = 3.53
P.3. Promover actitudes científicas	(A) x = 2.62 (B) x = 2.62 (C) x = 1.97	(A) x = 3.60 (B) x = 3.47 (C) x = 2.89

x = valor promedio (A) = ingeniería eléctrica y electrónica  
 (B) = ingeniería de materiales y mecánica (C) = licenciatura en química e ingeniería química.

Cuando comparamos los resultados de ambas muestras acerca de la situación de la importancia ideal de los objetivos analizándolos factorialmente, encontramos que, respecto al propósito general P-1 —ilustrar las clases de teoría— la correlación entre ambas muestras es  $r_{xy} = 0.72$ , respecto al propósito general P-2 —desarrollar técnicas experimentales— la correlación es  $r_{xy} = 0.62$ , y en referencia al tercer propósito general P-3 —promover actitudes científicas— la correlación obtenida es  $r_{xy} = 0.76$ . En suma, existe un alto grado de coincidencia entre los estudiantes y los profesores acerca de a qué objetivos se debería dar mayor importancia en el diseño del laboratorio de física.

Ambas muestras coinciden en que el laboratorio debería dar gran importancia ( $\bar{X} > 4$ ) a los siguientes objetivos:

- ilustrar el contenido de la teoría.
- servir de ayuda en el aprendizaje de conceptos físicos.
- familiarizar con equipos de laboratorio.

Y en que se debería dar poca importancia ( $\bar{X} < 3$ ) al objetivo número 15:

- entrenar en seguir instrucciones escritas.

En el análisis de la situación actual según ambas perspectivas, también únicamente 5 de los 20 objetivos presentan diferencias mayores que 0,5 puntos, en 3 de ellos (objetivos 1, 4 y 11) la importancia que se les está dando actualmente es mayor según la muestra de profesores que la de estudiantes, sin embargo en los otros 2 (objetivos 8 y 20) la importancia que se les está dando es mayor según los estudiantes que los profesores. La correlación global entre todos los objetivos es menor que en el caso de la situación ideal,  $r_{xy} = 0.48$ .

En el análisis comparativo de cada uno de los propósitos generales, desde ambas perspectivas se observa que el propósito general P.1 —ilustrar las clases teóricas— no evidencia correlación entre ambas muestras  $r_{xy} = 0.19$ , sin embargo los otros dos— desarrollar técnicas experimentales y promover actitudes científicas— muestran una correlación importante,  $r_{xy} = 0.71$  y

$r_{xy} = 0.74$  respectivamente.

Ambas muestras coinciden en que se está dando una importancia apreciable ( $\bar{X} > 3$ ) a un único objetivo:

- enseñar a calcular errores

Y asimismo coinciden que no se está dando importancia ( $\bar{X} < 2$ ) al objetivo 6:

- enseñar a planear experimentos.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de correlación relativos a los objetivos ideales de los laboratorios de física revelan claramente que estudiantes y profesores coinciden en gran medida en su apreciación. Lo cual señala una posibilidad real de trabajo conjunto en las posibles reformas a realizarse en el futuro.

En relación al diagnóstico de la situación actual y de las discrepancias existentes con la ideal, existe también una notable coincidencia entre las opiniones de ambas muestras, lo cual indica que tanto los profesores como los estudiantes están conscientes de lo insatisfactorio que resulta el diseño del laboratorio actual para el logro de ciertas metas.

Persiste la idea de que el laboratorio debería alcanzar, al menos de manera satisfactoria, los propósitos generales que señalábamos al comienzo del artículo, sin embargo, no existe un claro pronunciamiento hacia ninguno de ellos, sino más bien una jerarquización de los mismos que da prioridad al propósito de ilustrar la teoría, secundado por el de desarrollar técnicas experimentales, y seguido en tercer lugar por el de promover actitudes científicas.

En suma, es evidente que tanto estudiantes como profesores desean un cambio de los laboratorios de física, y que ambos no representan dos entidades antagónicas al respecto, sino que comparten en alto grado el diagnóstico de la situación actual y la dirección en la que deben hacerse las futuras reformas.

ANEXO II

Perfiles de importancia de los objetivos del laboratorio de física desde la perspectiva de los PROFESORES ( muestra 20 profesores de física )

1: ninguna importancia ..... 2: poca importancia  
 3: mediana importancia ..... 4: bastante importancia  
 5: mucha importancia

○ — ○ — ○ — ○ ..... perfil de importancia ideal  
 △ — △ — △ — △ ..... perfil de importancia actual

