

# Cambios en las Concepciones de los Estudiantes sobre la Ciencia: Resultados de una Experiencia de Aula\*

(Changes on student's conceptions about science: Results of a class experience)

Leonor Colombo de Cudmani, Julia Salinas de Sandoval

*Instituto de Física, FaCEyT, UNT*

*Av. Independencia 1800, 4000 Tucumán - Argentina*

Recibido em 10 de maio, 1999

Se analiza la potencialidad de la reflexión explícita sobre aspectos epistemológicos e históricos para favorecer el cambio desde las ideas espontáneas de los alumnos sobre la ciencia hacia concepciones más correctas. Los resultados muestran diversas facetas para las que se han producido cambios en el sentido deseado, pero ponen de manifiesto también la existencia de algunos núcleos de dificultad muy resistentes.

In this paper we analyze the effect that explicit reflection about epistemological and historical aspects has on student's changes from spontaneous ideas about science toward more correct conceptions. Our empirical results show that in some contents there are changes in the desired direction, but they also show the presence of very resistant difficulty nucleus.

## I Introducción

El interés en las concepciones epistemológicas de los estudiantes se remonta a los años sesenta (Hodson 1993). Hoy se reconoce la influencia determinante en el aprendizaje de sistemas cognoscitivos que los estudiantes elaboran al margen de la instrucción. En esos sistemas cognoscitivos intervienen factores epistemológicos. Y parece existir una armonía entre los contenidos y las epistemologías subyacentes (Aikenhead 1992). Existiría una correlación significativa entre un aumento del conocimiento de la disciplina y un aumento de la visión de la ciencia como objetiva, racional y fáctica (Strike y Posner 1991). La (re)construcción por parte del estudiante del saber científico requeriría la (re)construcción de la concepción epistemológica científica que fundamenta y legitima dicho saber (Gil 1993; Salinas, Gil y Cudmani 1995a).

El modo científico de construir y controlar el conocimiento no es espontáneo, y para promover un adecuado aprendizaje de la disciplina sería conveniente desarrollar actividades de reflexión epistemológica explícita con los estudiantes (Hewson y Thorley 1989; White y Gunstone 1989; Astolfi y Peterfalvi 1993; Salinas 1994).

En otros trabajos hemos mostrado que los laboratorios docentes de ciclos básicos universitarios pueden

concebirse y estructurarse como ámbitos en los que se unifique el aprendizaje de conceptos físicos con una familiarización con el modo en que dichos conceptos son elaborados por la comunidad científica. La experiencia realizada con estudiantes de carreras de Ingenierías muestra que la reflexión metacognitiva explícita y funcional forma parte de las actividades habituales, se ejercita una "epistemología en vivo" (en el decir de Désautels et al. 1993) y se logran aprendizajes científicos con más significado y más sentido (Salinas 1994; Salinas, Gil y Cudmani 1995b).

Pero, ¿cuál será el efecto de una asignatura centrada en la *reflexión epistemológica*, sobre las concepciones de los estudiantes en torno a la naturaleza de la ciencia y del conocimiento científico? Ésa fue la pregunta que dió origen a este trabajo.

Para encontrar una respuesta a esa pregunta decidimos trabajar durante dos años lectivos consecutivos (1996 y 1997) con estudiantes de tercer año de las carreras de Licenciatura y Bachillerato en Física de la Universidad Nacional de Tucumán que cursan "Elementos de Epistemología e Historia de la Física". En esta asignatura se estudia la Física epistemológica e históricamente. Se evalúan críticamente sus procesos y productos y se estudia el surgimiento y evolución de

\*Versiones previas de este trabajo fueron presentadas en REF X (Mar del Plata, Argentina, Septiembre de 1997) y SIEF IV (La Plata, Argentina, Septiembre de 1998)

estructuras sustanciales y sintácticas fundamentales de la disciplina.

## II Los resultados del año 1996

Durante el año 1996 el estudio se realizó sobre 8 estudiantes.

Al inicio y al final de la instrucción suministramos a estos alumnos un cuestionario que incluía ítems similares a los utilizados en la investigación previa realizada en la asignatura "Laboratorio de Física Experimental I y II" con 170 estudiantes de segundo año de carreras de Ingenierías de la UNT (Salinas 1994):

### Cuestionario

*En el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Física las concepciones acerca de lo que es la ciencia parecen tener decisiva influencia. Mediante este cuestionario se pretende conocer cuáles son las ideas de los alumnos en relación con cada una de las cuestiones que se plantean a continuación, a fin de planificar más eficientemente la labor docente. Agradecemos desde ya su colaboración.*

*I. A su juicio, ¿cuáles son las actividades más importantes que suelen estar presentes en el desarrollo de una investigación científica?*

*II. ¿Por qué cree Ud. que cambian las teorías de la Física?*

*III. Esquematice en un diagrama un proceso de investigación típico conducente a la enunciación de una ley científica.*

*IV. Ordene las siguientes metodologías de acuerdo a la importancia que Ud. les atribuye en la Física. Use una escala de 1 a 7; 1 es el menos importante, 7 el más importante.*

- la traducción matemática de leyes y teorías
- la inducción
- la traducción gráfica de los resultados experimentales
- la experimentación
- la deducción a partir de premisas básicas
- la observación
- la modelización de las situaciones reales

En lo que sigue llamaremos:

- "**grupo L**" a los 170 estudiantes de Ingenierías con los que se había realizado previamente la experiencia en el **Laboratorio de Física Experimental I y II**;

- "**grupo E**" a los 8 estudiantes de Bachillerato y Licenciatura en Física que en 1996 fueron objeto del

presente estudio en la asignatura de **Epistemología e Historia de la Física**.

### II.I.a. Resultados en el pre-test para el ítem I

Los estudiantes del grupo E mencionan por lo menos 15 actividades diferentes pero sólo algunas pocas son consideradas por un número significativo de estudiantes. Las categorías que se pueden rescatar como significativas son:

- 1) la observación (4 alumnos entre 8),
- 2) el modelado y/o la formulación de hipótesis sobre la base de un modelo (5 alumnos entre 8),
- 3) la experimentación y recolección de datos (7 alumnos entre 8),
- 4) la evaluación y retroalimentación del proceso (3 alumnos entre 8).

Es posible establecer una correspondencia amplia entre estos resultados y los obtenidos con la muestra L en el pre-test:

- 1) 63% de los estudiantes,
- 2) 38 % de los estudiantes,
- 3) 98 % de los estudiantes,
- 4) 11 % de los estudiantes.

Es de destacar que los alumnos de la muestra E no mencionan aspectos tales como

- la identificación y formulación de un problema,
- la sistematización que lleva a la estructuración de teorías,
- la búsqueda de consenso en la construcción del conocimiento y la comunicación de resultados,
- la dimensión social del conocimiento científico.

### II.I.b. Resultados en el post-test para el ítem I

En lo que se refiere a las actividades que se mencionan como punto de partida de una investigación científica, en el grupo E aparece un cambio significativo. Sólo 1 alumno entre 6 menciona a la observación. El resto (5 alumnos entre 6) consideran que la identificación y formulación de un problema es el inicio del proceso investigativo.

El modelado (categoría 2) es mencionado también por todos los estudiantes. Las categorías 3 y 4 son mencionadas por 4 alumnos sobre 6. Y aparecen otras categorías que estuvieron ausentes en el pre-test:

- la búsqueda de consenso y la divulgación de resultados (3 alumnos entre 6),
- la sistematización (2 alumnos entre 6),
- la matematización (2 alumnos entre 6).

La comparación con el grupo L para las categorías 1 y 2 arroja los siguientes resultados:

	Pre-test		Post-test		Cambio	
	E	L	E	L	E	L
Identif. y formulac. de probl.	0/6	9%	6/6	61%	6/6	52%
Modelización	5/8	38%	6/6	98%	3/8	60%

## II.2. Resultados en el pre-test y en el post-test para el ítem II

Las ideas que proponen Schwab (1968), Bunge (1985) y Popper (1985) para comparar teorías rivales, habían sido objeto de estudio durante el desarrollo de la asignatura “Elementos de Epistemología e Historia de la Física”. Ésta es la razón por la que las categorías difieren de las de la muestra L, pues en aquel caso los estudiantes no habían analizado explícitamente tales ideas en el Laboratorio.

Las categorías seleccionadas para analizar los resultados del grupo E son las siguientes:

- Una teoría es abandonada cuando sus predicciones contradicen los comportamientos observados. El criterio es pues el de la falsación (Popper 1985). En el pre-test todos los alumnos proponen este criterio de falsación como único criterio para cambiar una teoría. En el post-test son 4 entre 6 alumnos los que proponen la falsación (o la adecuación a los hechos) como criterio, pero en ningún caso como criterio único. Se lo menciona como uno entre varios que caracterizan a la teoría.

- Una teoría se reemplaza cuando se dispone de otra que tiene mayor profundidad y poder explicativo (Bunge 1985). A este criterio adhieren 3 entre 6 alumnos en el post-test.

- Una teoría se reemplaza cuando se dispone de otra que tiene mayor precisión y factibilidad (Schwab 1968). Este criterio es propuesto por 5 entre 6 estudiantes en el post-test.

- Una teoría se reemplaza cuando se dispone de otra que tiene mayor ámbito (Bunge 1985) y continuidad (Schwab 1968). Adhirieron a este criterio 3 entre 6 alumnos, siempre en el post-test.

Tratando de comparar estos resultados con los de la muestra L y pese a que las categorías fueron diferentes (pues en el Laboratorio los estudiantes no estaban familiarizados con concepciones tales como profundidad, poder explicativo, ámbito, exactitud, continuidad,

etc.), se establecieron algunas correspondencias.

Así, la tercera categoría de análisis tomada para la muestra L (“hay experimentos que contradicen la teoría y existe una propuesta teórica capaz de reemplazar a la anterior”) podría compararse con aquellas categorías del grupo E que agregan a la falsación otras condiciones, como las mencionadas en B), C) y D). En ese caso, en la muestra L los porcentajes son:

pre-test: 6%      post-test: 43%,

mientras en la muestra E, como vimos, los puntajes son:

pre-test: 0/8      post-test: 4/6.

En lo que se refiere a la segunda categoría de la muestra L (“hay un enunciado teórico capaz de reemplazar al anterior”), se podría comparar con las respuestas dadas a B), C) y D) que no incluyen la falsación. Así, mientras en la muestra L los porcentajes son:

pre-test: 16%      post-test: 41%,

en la muestra E se obtiene:

pre-test: 0/8      post-test: 2/6.

En general podríamos afirmar que en el post-test la falsación como único criterio ha perdido fuerza y los criterios se han enriquecido, lo que indica que se ha avanzado hacia una concepción más compleja e integral sobre los modos que usa la comunidad científica en la construcción del conocimiento.

### II.3a. Resultados en el pre-test para el ítem III

El estudio de las respuestas al ítem III de los alumnos de la muestra E muestra bastante coherencia con las respuestas al ítem I.

Como resultado de la coherencia observada entre las respuestas del grupo E a los ítem I y III, y a fin de hacer más eficientes las comparaciones, se usaron las mismas categorías de análisis. Sólo se incorpora una nueva categoría, la 5, ya que como consecuencia del enunciado del problema, en las respuestas al ítem III la ley aparece como producto (punto final del proceso).

	Item III	Item I
Observación como punto de partida	7/8	4/8
Modelado	1/8	3/8
Experimentación	7/8	4/8
Retroalimentación	4/8	3/8
Conclusiones y formulación de ley	0/8	7/8

La comparación entre las respuestas a ambos ítems en el grupo E parece mostrar que la necesidad de organizar las actividades en un diagrama o esquema, ha llevado a una expresión más estereotipada, que valoriza más fuertemente la observación y la experimentación frente al modelado. Los diagramas son casi lineales, sólo 4 alumnos entre 8 ponen de manifiesto un lazo de realimentación entre las conclusiones y el inicio del

proceso; de ellos, 3 establecen además otros lazos poco significativos.

### II.3b. Resultados en el post-test para el ítem III

El cuadro permite comparar los resultados del post-test con los del pre-test para las categorías analizadas.

	Post-test	Pre-test
Problema como punto de partida	6/6	0/8
Observación como punto de partida	0/6	7/8
Modelado	6/6	1/8
Experimentación	6/6	7/8
Retroalimentación	4/8	4/8

Como nuevas categorías significativas no mencionadas en el pre-test, aparecen:

- el planteo y control de hipótesis (3 alumnos entre 6)

- la formulación matemática (3 alumnos entre 6).

Sólo 1 estudiante aclaró que el esquema no es una sucesión rígida de pasos.

Los aspectos que ponen de manifiesto la dimensión social no aparecen tampoco en el post-test.

En cuanto a la comparación del post-test del ítem III con el post-test del ítem I, se ponen de manifiesto las mismas diferencias señaladas en el análisis comparativo del pre-test: las propuestas son más rígidas y estereotipadas en este caso, la concepción positivista se pone más en evidencia.

En trabajos anteriores (Cudmani, Gil y Salinas 1993) se encontraron resultados similares que llevaron a los autores a caracterizarlos como emergentes de “una visión rígida (algorítmica, infalible) que presenta al Método Científico como un conjunto de etapas a seguir

mecánicamente”, sin ramificaciones, prácticamente lineal (Gil 1993). Los esquemas contruídos por el grupo E muestran que esa concepción no ha podido ser superada, la estructura del proceso de investigación sigue conservando las características estereotipadas de una “receta” rígida. Los que sí cambiaron fueron los “ingredientes”.

En efecto, el papel predominante y excluyente que ocupaban la observación y la experimentación en el pre-test ha cedido lugar a otras categorías. La detección y formulación de un problema es ahora el punto inicial para un proceso de investigación en lugar de la observación. Una modificación de valoración similar se da para el modelado, que pasa de 1/8 en el pre-test a 6/6 en el post-test.

#### II.4. Resultados en el pre-test y en el post-test para el ítem IV

Las respuestas al ítem IV en el grupo E son:

	Puntaje promedio en el Pre-test	Puntaje promedio en el Post-test
Observación	6,3	3,2
Inducción	5,0	4,0
Experimentación	6,3	4,8
Deducción	5,0	5,0
Traducción gráfica	2,8	3,6
Traducción matemática	4,5	5,2
Modelado	4,5	6,6

Es notable el decrecimiento de la valorización relativa que se asigna a la observación y el correspondiente crecimiento de la valorización relativa de la modelización.

En la experiencia con el grupo L, los porcentajes de alumnos que valoraban estas actividades fueron:

	pre-test	post-test
observación	63%	37%
modelado	38%	98%

Los resultados parecen mostrar en el grupo E una disminución en la valorización de metodologías fuertemente asociadas a una visión empírico-positivista (“visión empirista y ateórica”, Gil 1993) que resalta la importancia de la observación y la experimentación en desmedro de la construcción de modelos, la formulación

de hipótesis y la matematización. Este tipo de valoración está asociada a una heurística de descubrimiento (Schwab 1968) que presupone que leyes y teorías están escritas en la naturaleza y la labor de los científicos es descubrirlas.

En forma complementaria se advierte un crecimiento de una visión que revaloriza las formulaciones matemáticas y la construcción de modelos teóricos, cuya heurística es la de la prueba de hipótesis que son contruídas sobre la base de las modelizaciones previas.

### III Los resultados del año 1997

Durante el año 1997 se repitió la experiencia con 6 estudiantes.

En lo que sigue llamaremos:

- “grupo E1” a los estudiantes cursantes en 1996;
- “grupo E2” a los estudiantes cursantes en 1997.

Los resultados de ambas muestras de estudiantes no muestran diferencias significativas (en ningún caso, mayores de 1/6) en los resultados del pre-test. Por tanto, las muestras serían comparables. Los cuadros que siguen muestran, comparativamente, los resultados obtenidos para ambos grupos en el post-test.

**Item I - Post-test**

	E1	E2
Identificación y formulac. de problema	6/6	5/6
Modelización	6/6	6/6
Búsqueda de consenso y divulg. de result.	3/6	4/6

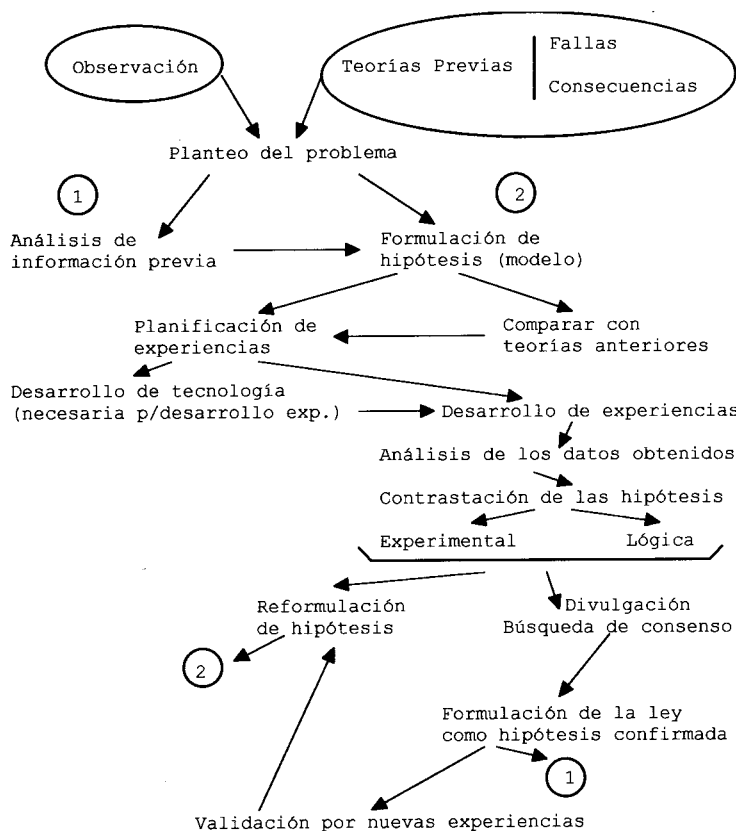
**Item II - Post-test**

	E1	E2
Falsación	4/6	4/6
Profundidad y poder explicativo	3/6	2/6
Precisión y factibilidad	5/6	5/6
Ambito y continuidad	3/6	2/6
Capacidad para resolver problemas	0/6	2/6

**Item III - Post-test**

	E1	E2
Punto de partida: planteo de problema	6/6	6/6
Punto de partida: Observación	0/6	0/6
Modelado	6/6	6/6
Experimentación	6/6	6/6
Retroalimentación	4/6	3/6
Formulación de ley	6/6	5/6
Control de hipótesis	3/6	3/6
Comunicación y difusión	0/6	3/6

Posteriormente a la administración del post-test, se pidió a los estudiantes que se integraran en un único grupo y elaboraran un diagrama consensuado. La elaboración del cuadro les tomó aproximadamente 3 horas de discusiones e intercambio de ideas. Reproducimos el esquema finalmente propuesto:



El análisis del cuadro muestra que la secuencia muy lineal de los esquemas individuales del post test es reemplazada por una red más rica en interrelaciones. Se

integran categorías que antes eran señaladas sólo por uno o pocos alumnos y también surgen categorías totalmente nuevas, que antes nadie había propuesto, tales

como:

\* la posibilidad de “validar las leyes por nuevas experiencias”

\* el “aporte de nuevos desarrollos tecnológicos”

\* la “contrastación de las hipótesis”.

Se generó un debate muy rico y acalorado cuando se planteó la cuestión sobre si una evidencia experimental falsadora era suficiente para rechazar una hipótesis. Dos de los alumnos asumieron apasionadamente tesis contrapuestas. Fue necesaria una larga y bien fundada participación de otros miembros del grupo para acercar posiciones hasta lograr la síntesis que se propone en el cuadro.

Es interesante destacar cómo “la observación” y “las teorías previas” confluyen para dar lugar al “planteo del problema”. La idea previa de que “todo comienza

con la observación” se integra con la valorización del encuadre teórico, logrado durante el curso, en una síntesis de lo empírico y lo teórico capaz de generar un problema resoluble y con sentido. En la discusión varios participantes sostuvieron y todos acordaron que la observación adquiere significado y se interpreta dentro de un marco teórico y que muchos problemas se generan por fallas en las predicciones o en la coherencia interna de las teorías establecidas.

En síntesis: Los estudiantes fueron capaces, en una actividad colectiva, de generar una respuesta a este ítem más acorde con los modos científicos de conocer, participando en forma directa en una experiencia de “búsqueda de consenso” que muestra una vez más el valor didáctico del trabajo grupal en las actividades de aprendizaje.

#### Item IV - Post-test

	Punt. promedio E1	Punt. promedio E2
Observación	3,2	4,0
Inducción	4,0	2,5
Experimentación	4,8	5,0
Deducción	5,0	4,8
Traducción gráfica	3,6	3,2
Traducción matemática	5,2	5,0
Modelado	6,6	6,6

## IV Conclusiones generales

Los resultados de los estudios realizados en los años 1996 y 1997 son compatibles, razón por la que en estas conclusiones se hablará del “grupo E” englobando los grupos E1 y E2. Esos resultados parecen poner en evidencia las siguientes cuestiones:

Las respuestas al pre-test para los ítems I, III y IV manifiestan claramente la exagerada importancia que los alumnos de la Licenciatura y el Bachillerato Universitario en Física atribuyen a la observación y a la experimentación, aún después de haber completado sus cursos de Física básica. Estos resultados son comparables con los obtenidos en experiencias anteriores con estudiantes de Ingenierías (Salinas 1994).

Otros autores (Driver, Guesne y Tiberghien 1985; Serrano y Blanco 1988) han destacado cómo en la comprensión de los procesos de la ciencia los alumnos dan gran importancia a lo observable y sus concepciones están fuertemente pautadas por lo perceptible: “lo que no se percibe no se concibe”.

Desde la psicología cognitiva, Pozo et al. (1991) destacan que “el razonamiento causal cotidiano está directa o indirectamente emparentado con las leyes empiristas de la causalidad: los empiristas partían del supuesto de que todas nuestras ideas y conocimientos proceden de las imposiciones que los estímulos dejan en

nuestros sentidos. Este origen sensorial o perceptivo de las ideas requiere de una serie de reglas que asocian unos hechos con otros ... (y) forman parte de la psicología de sentido común que usamos adolescentes y adultos”.

Desde otro punto de vista y en concordancia con lo ya señalado anteriormente sobre la diferencia entre las sintaxis de prueba y de descubrimiento, Otero (1989) marca que “la idea que subyace a estas nociones es la distinción entre ciencia en desarrollo, es decir el proceso de la creación de ideas científicas, y la ciencia hecha, lista para ser transmitida a la comunidad científica”.

Al advertir sobre las dificultades que se generan en el paso de la ciencia en desarrollo a la ciencia pública, Otero hace referencia a dos cuestiones importantes: cómo se presentan las investigaciones en el artículo científico típico y la presentación que se hace a los estudiantes de la ciencia. En ambos casos, “la ciencia pública que se presenta resulta de una reformulación de la ciencia privada desde el contexto de descubrimiento”. “Un largo proceso histórico de creación se sintetiza de modo que los resultados ... se presentan como si se relacionaran unívocamente con los hechos”. Los enunciados de leyes y principios “se postulan presentándolos como resultados experimentales o como generalizaciones de la experiencia” (Otero 1989).

No se tiene en cuenta que no se observa ni se experimenta en un vacío teórico, sino para y desde; hay un

objetivo, un problema o cuestión a resolver y un marco teórico, explícito o no, que otorga significados y orienta la acción.

No es sorprendente por lo tanto que en las concepciones de los estudiantes se sobrevalorice la importancia de la observación frente a actividades tales como la identificación y caracterización del problema o la formulación de un modelo explícito o una hipótesis. “La supresión del problema es consecuencia de la reformulación y el tránsito de la ciencia privada a la ciencia pública” (Otero 1989).

De acuerdo con Khun (1971), “el propósito de la educación científica es formar a los futuros científicos en el manejo y conocimiento del paradigma dominante. Esta formación no incluye la reflexión sobre este paradigma”.

Los resultados del post-test muestran que estas concepciones se modifican significativamente cuando los estudiantes tienen oportunidad de reflexionar sobre cuestiones epistemológicas que arrojen luz sobre los procesos de construcción y control del conocimiento científico.

Otro aspecto de cambio positivo se pone de manifiesto cuando se comparan los resultados al post-test de las muestras L y E para el ítem II, referido a los criterios por los que se cambian las teorías científicas.

Las representaciones sociales sobre la actividad científica que se ponen de manifiesto en el pre-test de los grupos E y L y en cierta medida también en el post-test del grupo L, se encuadran en una línea que ha sido caracterizada desde la psicología social: “las personas interactúan con el mundo físico y social a través de representaciones sociales que serían esquemas o conceptos socialmente generados y compartidos y constituirían un conocimiento ingenuo o de sentido común” (Pozo et al. 1991). Los mismos autores señalan que “el significado de los conceptos espontáneos no es preciso, sino que sus referentes guardan entre sí sólo un cierto “parecido familiar”. En cambio los conceptos recibidos a través de la instrucción tienen un significado preciso y constituyen un tipo de representación diferente”.

Los criterios propuestos en el post-test por los alumnos del grupo E evidencian un cambio de representación en este sentido. El criterio de falsación, excluyente en el pre-test, es sustituido por consideraciones de mayor complejidad y precisión. La precisión de las categorías de análisis en la muestra E (que había analizado explícitamente dichas categorías en el desarrollo del curso de Epistemología) cuando se las compara con las de la muestra L (que no había incorporado ese tipo de análisis en el curso de Laboratorio), parecen indicar que en el grupo E se han logrado respuestas menos ambiguas y vagas. La idea de “una teoría mejor” del grupo L se traduce en el grupo E en consideraciones sobre la exactitud, la profundidad, el ámbito, el poder explicativo, la factibilidad, la continuidad.

Hay sin embargo dos cuestiones en las que no se

ha logrado en el grupo E un cambio significativo hacia ideas más acordes con las concepciones actuales de la ciencia en el campo de la investigación educativa.

En primer lugar, la rigidez que ya analizamos en los gráficos individuales del ítem III para este grupo. Es importante tener en cuenta que la elaboración de un cuadro como el que se pide, implica un proceso de síntesis que no siempre es fácil realizar individualmente. Los cuadros construidos como resultado de los aportes consensuados de todos los estudiantes fueron mucho más ricos. En convergencia con esta diferencia cualitativa que parece introducir el trabajo grupal en los productos que se elaboran, otros trabajos (Cudmani, Gil y Salinas 1993; Gil 1993) presentan cuadros construidos por grupos de profesores en formación que muestran una gran riqueza y gran diferencia con los cuadros fruto de un trabajo individual.

La consideración de la dimensión social de la actividad científica aparece como otro núcleo de dificultad muy resistente al cambio en el grupo E.

En el análisis de los resultados obtenidos para los ítems I y III para este grupo hemos marcado la falta de referencia a actividades tales como la búsqueda de consenso y la difusión de los resultados, ambos aspectos imprescindibles en la construcción del conocimiento científico. En el grupo L, sin embargo, de un 16 % de estudiantes que en el pre-test reconocían a “establecer relaciones con la comunidad científica” como una actividad importante en el desarrollo de la labor científica, se pasa a un 56 % de estudiantes en el post-test.

En el ítem II, por otra parte, no se menciona en ninguna instancia la importancia de las cosmovisiones de un determinado contexto cultural en la aceptación o rechazo de una teoría científica (Bunge 1980; Khun 1971).

En trabajos ya citados se habla de “una visión descontextualizada, socialmente neutra, que olvida las complejas relaciones ciencia- técnica-sociedad” y de “una visión individualista que ignora el papel del trabajo colectivo y de los intercambios entre equipos”. Los resultados muestran que estas concepciones son muy difíciles de modificar en el grupo E, ni siquiera después de un curso en el que se ha reflexionado explícitamente sobre estas cuestiones tanto desde el punto de vista epistemológico como histórico.

Quizás los núcleos más duros y resistentes al cambio no pueden ser superados por medio de cambios en las estrategias y actividades de enseñanza y aprendizaje. Los resultados más favorables obtenidos para el reconocimiento de la dimensión social de la ciencia por parte de estudiantes de Ingeniería puede brindar pistas sobre factores significativos que trascienden a las asignaturas en las que se desarrolló la investigación y abre un interesante campo de trabajos futuros.

## References

- [1] AIKENHEAD G.S., 1992, *Proceedings of the Second International Conference on History and Philosophy of Science in Science Education* (Toronto, Ontario, Canadá, mayo de 1992), Vol I, 23-34.
- [2] ASTOLFI J.P., PETERFALVI B., *Aster*, **16**, 103 (1993).
- [3] BUNGE M., 1980, *La ciencia, su método y su filosofía* (Ed. Siglo XX, Buenos Aires).
- [4] BUNGE M., 1985, *La investigación científica* (Ed. Ariel, Barcelona).
- [5] CUDMANI L.C. de, GIL PÉREZ D., SALINAS de SANDOVAL J., 1993, *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (IV Congreso).
- [6] CUDMANI L.C. de, LEWIN A.M.F. de, 1985, *Memorias de REF IV* (Tucumán, Argentina), 141-153.
- [7] CUDMANI L.C. de, SALINAS de SANDOVAL J., 1989, *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra (III Congreso), Tomo I, 17-18.
- [8] CUDMANI L.C. de, SALINAS de SANDOVAL J., PESA de DANÓN M., *Enseñanza de las Ciencias*, **9**(3), 237-242 (1991).
- [9] CUDMANI L.C. de, SALINAS de SANDOVAL J., PESA de DANÓN M., 1996, *Memorias del V EPEF* (Aguas de Lindoia, San Pablo, Brasil).
- [10] DÉSAUTELS J., LAROCHELLE M., GAGNÉ B., RUEL F., *Didaskalia*, **1**, 49 (1993).
- [11] DRIVER R., GUESNE, TIBERGHEIN, 1985, *Children's ideas in science* (Open University Press, Milton Keynes).
- [12] GIL PÉREZ D., *Enseñanza de las Ciencias*, **11**(2), 197-212 (1993).
- [13] HEWSON P.W., THORLEY N.R., 1989, *International Journal of Science Education*, **11**, special issue, 541-553.
- [14] HODSON D., *Interchange*, **24** (1-2), 41-52 (1993).
- [15] KHUN T.S., 1971, *La estructura de las revoluciones científicas* (Fondo de Cultura Económica, México).
- [16] OTERO J., *Enseñanza de las Ciencias*, **7**(3), 221 (1969).
- [17] POPPER K., 1985, *La lógica de la investigación científica* (Ed. Tecnos, Madrid).
- [18] POZO J.L., SANZ A., GOMEZ CRESPO M.A., LLIMON M., *Enseñanza de las Ciencias*, **9**(1), 83 (1991).
- [19] SALINAS de SANDOVAL J., 1994, Tesis Doctoral, Universidad de Valencia (España).
- [20] SALINAS de SANDOVAL J., GIL PÉREZ D., CUDMANI L.C. de, 1995a, *Memorias de REF IX* (Salta, Argentina), 336-349.
- [21] SALINAS de SANDOVAL J., GIL PÉREZ D., CUDMANI L.C. de, 1995b, *Memorias de REF IX* (Salta, Argentina), 379-388.
- [22] SCHWAB J.J., 1968, en *La educación y la estructura del conocimiento* (compilación de S. Elam) (Ed. El Ateneo, Buenos Aires).
- [23] SERRANO T., BLANCO A., 1988, *Las ideas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias* (Ed. Narcea, Madrid).
- [24] STRIKE K.A., POSNER G.J., 1991, en la compilación de R. Duschl y R. Hamilton *Philosophy of science, cognitive science, and educational theory and practice* (Suny Press, Albany, New York).
- [25] WHITE T.R., GUNSTONE F.R., 1989, *International Journal of Science Education*, **11**, 577-586.