

LOS DOCENTES INGENIEROS: SU VISIÓN DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA*

SANTILLI, HAYDÉE y SPELTINI, CRISTINA
Facultad Ingeniería. Universidad Buenos Aires.

Palabras claves: Docencia; Ingeniería; Ciencia; Tecnología

1. OBJETIVOS

En este trabajo nos proponemos analizar la posición frente al conocimiento científico y al conocimiento tecnológico, de docentes ingenieros formados en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) y que se desempeñan en el área de enseñanza de la física. Se parte de un *supuesto fundamental*: existe relación, vinculación, coherencia y congruencia entre la posición epistemológica del docente, explícita o implícita, y su actitud en el aula. La relación que los profesores tienen con la disciplina que enseñan, tanto en cuanto al conocimiento como a las creencias, determinan el tipo de interacciones que se dan en la clase y terminan condicionando la forma en que los alumnos aprenden. Es decir, dicha posición epistemológica condiciona su actividad como docente.

2. MARCO TEÓRICO

La relación entre filosofía de la ciencia y enseñanza no es obvia, es más, algunos autores opinan que dicha relación no existe. Sin embargo, existen datos experimentales que apoyan no sólo la importancia de las cuestiones epistemológicas para la enseñanza de las ciencias sino para el entrenamiento del personal que trabajará en ciencias (Koulaidis – Ogborn, 1995). Desde la Investigación en Enseñanza de las Ciencias se tienen en cuenta los conocimientos de los alumnos, no sólo los contenidos disciplinares sino sus ideas sobre verdad, validación, explicación, método, entre otras cuestiones. Esto significa que subyacen aspectos epistemológicos aunque no siempre se los explicita. Por otro lado, los docentes de ciencias también enseñan filosofía de las ciencias en cierto grado, cuando transmiten su propia epistemología o la visión de ciencia que sustentan.

En esta etapa de la investigación nos centramos exclusivamente en dos aspectos: la noción de conocimiento y la visión acerca del trabajo científico que poseen los docentes. De las diversas posiciones epistemológicas, solamente tendremos en cuenta aquellas que surgieron del análisis de los registros.

Según H. Brown (1998) el rasgo central del concepto tradicional de *conocimiento* consiste en que es un estado cognitivo superior. El conocimiento presupone por lo menos la existencia de un sujeto (mente) cognoscente. Dicho sujeto interactúa con el afuera para construir el conocimiento. En cualquier período his-

* Este trabajo se desarrolla en el marco de un proyecto subsidiado por UBACyT 2004-2007 (I002).

tórico el conocimiento científico está compuesto por: las teorías fundamentales que guían la investigación, y sus leyes; las constantes fundamentales; y las observaciones relevantes para la teoría directriz. En las distintas corrientes de filosofía de la ciencia estos elementos adquieren distinta importancia. Sin embargo, en cualquier época, el conocimiento científico es aquel que los científicos consideran como tal.

A diferencia del conocimiento científico que se preocupa por el “qué conocer”, el **conocimiento tecnológico** se preocupa por el “qué hacer”, por crear artificios. Podemos definir la tecnología como: “la organización de conocimientos para el logro de un propósito práctico”. Esta concepción involucra la idea de diseño entendido como algo más que un set de planes, sino como un proceso que permita producir dichos planes. Si bien el conocimiento tecnológico y el conocimiento científico están relacionados entre sí y en cierta medida dependen uno del otro, son, ambos, conocimientos autónomos (Pitt 2000; Vicenti 1990).

En relación con el **método científico** es conveniente aclarar qué no se trata de un único o solitario camino sino que es algún camino que puede abrir otros nuevos. Hay muchas taxonomías posibles para los métodos científicos.

Desde la posición neopositivista, la noción de método científico se encuentra asociada a la verificación empírica. Las etapas propuestas para desarrollar el conocimiento científico implican la observación de casos singulares, el enunciado de leyes empíricas, su explicación a través de la elaboración de una teoría y la puesta a prueba de sus predicciones empleando el mecanismo de contrastación.

En oposición a la tesis neopositivista, Popper plantea una asimetría entre verificar y refutar. Esta asimetría surge de la lógica de las afirmaciones universales, las que no pueden ser deducidas de enunciados singulares pero que pueden ser contradichas por ellos. Entonces, para refutar una teoría bastaría, desde su punto de vista, con un solo caso negativo. En cambio, no es posible verificarla por grande que sea el número de casos positivos que se encuentren.

Por otro lado, Laudan sostiene que tanto la solución de problemas empíricos como conceptuales, contribuyen al progreso científico. Afirma que si bien Popper apoya la función heurística de la metafísica en la ciencia, no se ocupa de los conflictos racionales que surgen: entre teoría y visión de ciencia, y entre teoría y metodología científica; vigentes para una determinada comunidad.

3. DESARROLLO DEL TEMA

Se trata de un estudio exploratorio que intenta describir algunos aspectos básicos en la epistemología del docente ingeniero. Se elige realizar un estudio de caso (Alvarez-Gayou, 2003) porque nos parece el mejor camino para comenzar a construir el perfil epistemológico de los docentes.

Dentro de la metodología cualitativa la modalidad más importante es el **estudio de caso**. Se trata de describir una situación particular, clasificando sistemáticamente las características de las variables en juego, y estableciendo las posibles relaciones entre variables. Toda la información pasa a integrar una base de datos convenientemente clasificados, a la que otros pueden recurrir por información. Sí existiese una buena base de datos de estudio de casos educativos publicados, se dispondría de un cuerpo adecuado de conocimientos.

Los registros fueron dos entrevistas grabadas:

- Pablo (en ella se indagó sobre conceptos nodales en la enseñanza de la física para físicos e ingenieros)
- Martín (quién acerca a las investigadoras un enfoque diferente, holístico, para enseñar la física en la escuela media).

Ambos son ingenieros formados en FIUBA, casi coetáneos, que se desempeñan como docentes de física, además de realizar tareas propias de su profesión.

El análisis de registros lo realizamos mediante el establecimiento y entrecruzamiento de categorías. Asignamos una o más categorías a cada idea que aparece en cada entrevista analizada. Es necesario aclarar que partimos de categorías preestablecidas y de las que pudieran surgir del análisis, como por ejemplo, el método hipotético deductivo que no había sido tenido en cuenta inicialmente. En cada categoría se acumularon ejemplos provenientes del mismo individuo en diferentes instancias o bien de diferentes individuos, hasta tanto estuvimos seguras de haber registrado todos los tipos de respuestas asociadas a dicha categoría. Dado que esta investigación se encuentra focalizada en la interpretación de las ideas de los sujetos, no nos referiremos a la frecuencia de una respuesta o a la reiteración de una idea.

En Pablo priva la noción de conocimiento científico desde una visión neopositivista, como puede observarse en la siguiente expresión, un poco extrema:

“El mundo existe gracias a que existen teoremas de conservación” (Pablo, 80).

Encontramos que para él, el conocimiento surge de la observación pública, es decir compartida por todos, libre de todo sesgo teórico previo. Además parece sostener que sólo son legítimas las pretensiones de conocimiento fundadas directamente sobre la experiencia. En su razonamiento une las cuestiones experimentales con los recursos de la lógica formal simbólica. No considera que las observaciones metafísicas sean falsas sino carentes de significación, adhiere al principio de que la significación de cualquier enunciado está contenida enteramente en su verificación. Por esto es necesario hacer una depuración lógico matemática de los hechos experimentales.

“Bueno, desde el punto de vista formal de la física, lo que yo noté es esto: lo primero es tener una excelente base matemática. Es fundamental, porque una cosa es que no entienda las ecuaciones físicas y otra que no entienda lo que está escrito en el pizarrón porque no entiendo la matemática. Mientras entienda la matemática, el concepto físico no queda oculto por unas ecuaciones que no entiendo” (Pablo, 28-30)..

Por otro lado, en Pablo encontramos alguna noción muy simplificada de conocimiento tecnológico (modelo lineal de tecnología como ciencia aplicada).

“La ingeniería es toda física excepto la parte de economía. Lo demás es física aplicada” (Pablo, 15-18).

Martín también presenta un sesgo neopositivista en su visión de conocimiento científico encontrándose ausente la idea de conocimiento tecnológico. Tiene bastante fuerza en él la idea de conocimiento por autoridad.

“Entonces lo que yo te decía ese conocimiento que se transmite desde hace diez mil años, lo transmiten maestros que se llaman gurú, el sabio que enseña” (Martín,11)... “Ellos ya sabían que el universo era espacio vacío, que había estrellas, que estábamos en una porción diminuta del universo, que el sol era una estrella” (Martín, 34).

En ambos aparece alguna referencia popperiana de conocimiento. Reconocemos en ellos el planteo popperiano que considera la existencia de tres estratos de la realidad. Como era de esperar en ambos entrevistados identificamos el mundo 1 conformado por la realidad física, externa al sujeto. No tan claramente registramos la existencia del mundo 2, constituido por la mente y los hechos mentales, que no puede existir sin el mundo 1. Sin embargo hay claros indicios de la existencia del mundo 3, que es el mundo de las teorías.

“Inclusive para entender la parte de formulación covariante y relatividad se necesita un conocimiento de álgebra lineal muy profundo con espacios duales, métricas de espacios distintos. Si no es así, todo lo que se sabe son formulitas sueltas, no tienen respaldo” (Pablo, 135- 136).

“... vienen conservando los sistemas desde hace cinco mil años, sistemas abiertos, fluidos. Fluidos entre los universos como sistemas que son el aire, el agua... Y leyes que los rigen, y eso es lo importante. Leyes que nos permiten a nosotros predecir acontecimientos futuros” (Martín, 25-27).

En cuanto a la visión del trabajo científico:

Pablo presenta una visión muy cercana a la de Laudan en la resolución de problemas, como método de avance científico, también encontramos numerosas referencias a la metodología hipotético deductiva.

“Si saben resolver el problema de la polea con la cadena, pueden resolver cualquier problema que involucre combinaciones de planos inclinados, poleas, cuerpos por el estilo” (Pablo, 205)

Hemos identificado, en Pablo, algunas ideas instrumentalistas, ya que algunos enunciados teóricos parecen ser meros artificios instrumentales de carácter lingüístico que solamente permiten relacionar observaciones entre sí, sin referirse necesariamente a hechos empíricos.

“Muchos de los procedimientos que se utilizan en la matemática que usan los físicos no son válidos en análisis matemático, basado en concepto de límite y continuidad. Ni son válidas las demostraciones, ni los caminos para llegar pero son rigurosos y exactos. Simplemente que se basan en otros principios que no están explicitados desde el vamos pero siguen siendo válidos. Perdés más tiempo aprendiendo esa otra matemática que la parte física real” (Pablo, 45-47).

En Martín, es interesante destacar como camino de acción la unificación de las ciencias naturales. Comienza intentando reconciliar nociones de medicinas alternativas con las teorías físicas, y llega a una idea de trabajar la ciencia desde un enfoque holístico.

“Si hay una naturaleza, si bien podemos explicarla con distintos conceptos, nosotros tenemos que siempre es la misma naturaleza y las leyes que la rigen tendrían que ser las mismas”(Martín, 41).

4. CONCLUSIONES

En esta etapa de la investigación nos propusimos empezar a develar un perfil epistemológico posible para docentes ingenieros. El estudio de caso, realizado con dos individuos de formación profesional semejante, que desarrollan tareas docentes en el área de la física y son coetáneos, indica la existencia de perfiles epistemológicos heterogéneos para cada uno de ellos.

El caso identificado como Pablo presenta un perfil epistemológico centrado en las ideas de conocimiento neopositivistas, con algunas nociones popperianas. El perfil se completa con una visión del avance científico cercana a la posición de Laudan. Desde una perspectiva tecnológica adhiere firmemente al modelo lineal.

El caso identificado como Martín también se encuentra centrado en una concepción de conocimiento neopositivista con rasgos popperianos. Sin embargo, en este caso tiene mucha fuerza la idea de conocimiento por autoridad. Es paradójico conciliar esta última posición con sus ideas acerca del avance científico como la búsqueda de la unificación de las ciencias. Es interesante destacar que a pesar de su formación en ingeniería, no surge de su discurso ninguna noción acerca del conocimiento tecnológico.

Algunas de las concepciones epistemológicas de los entrevistados parecen estar muy arraigadas en sus personalidades. Aunque no es el objetivo del presente trabajo, de las entrevistas surge que muchas de las decisiones que toman como docentes están sesgadas por estas ideas de ciencia y trabajo científico que ellos sustentan. Este hecho confirma nuestro supuesto de partida acerca de la influencia que las posiciones epistemológicas tienen en las acciones docentes.

Si queremos ayudar a los docentes en su tarea, necesitamos conocer las ideas acerca de ciencia y de trabajo científico que ellos poseen, y a partir de ahí, ayudarlos a reconocerlas. Por este camino ellos pueden organizar su acción teniendo en cuenta su propio perfil epistemológico y es posible que sus alumnos logren realizar un mejor aprendizaje del conocimiento científico.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ–GAYOU JURGENSON, J. L. (2003) *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*, México: Paidós Educador.
- BROWN, H. (1998) *La nueva filosofía de la ciencia*, Editorial Tecnos.
- KOULAIDIS, V. – OGBORN, J. (1995) Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them?, *Int. J. Sci. Educ.* Vol. 17, N°3, 273-283.
- PITT, Joseph C. (2000). *Thinking About Technology*. New York: Foundations of the Philosophy of Technology. Seven Bridge Press.
- VICENTI, Walter (1990). *What Engineers Know and How They Know It*. Baltimore, USA Johns Hopkins University Press.