



Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOE 2014

Nuevos escenarios
en la enseñanza de la ingeniería

Cartagena de Indias, 7 al 10 de octubre de 2014
Centro de Convenciones Cartagena de Indias

LA CONCEPCIONES DE LOS DOCENTES DE INGENIERÍA. UN PROBLEMA EPISTEMOLÓGICO

Adriana Patricia Gallego Torres

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

Resumen

Este artículo plantea el problema que suponen las concepciones sobre los fundamentos epistemológicos de las concepciones sobre lo que es la ingeniería. Estas concepciones son analizadas desde la relación con la aproximación al modelo de desarrollo científico tecnológico y su relación con la enseñanza y la formación docente. A continuación se revisan los fundamentos teóricos, epistemológicos y metodológicos y para terminar, se presentan de forma condensada algunos de los resultados más importantes y algunas perspectivas.

Palabras clave: ingeniería; ciencia; concepciones

Abstract

This article addresses the problem posed by conceptions of the epistemological foundations of conceptions about what is engineering. These concepts are analyzed from the relationship with the model approach to scientific and technological development and its relationship to teaching and teacher education. Then the theoretical, epistemological and methodological foundations are reviewed and finally, are presented in a condensed form some of the most important results and some perspectives.

Keywords: engineering; science; conceptions

1. Introducción

Esta investigación se formuló y adelantó teniendo como fundamento varias perspectivas. En primer lugar, el convencimiento de que la formación de profesores de ingenierías constituye un problema de investigación complejo; problema en el sentido de que para su formulación y praxis, se halla afectado por, desde afuera hacia adentro, por las decisiones políticas de los correspondientes organismos que deciden, con las asesorías de expertos los rumbos que han de tomar los planes educativos y de qué manera han de ser adaptados a los intereses de los organismos internacionales de financiación y, supuestamente, a las organizaciones que paralelamente han creado la empresa de los exámenes internacionales de certificación, cuyos objetivos, además de obedecer a la lógica conductista, siguen los principios de la reforma educativa inglesa, de 1830.

2. La importancia de las concepciones de los docentes

La investigación en este campo didáctico posee una larga trayectoria. Señálense, por ejemplo, los trabajos acerca de las ideas epistemológicas, pedagógicas y didácticas (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1999a; Gallego Torres, 2003; Gallego Torres, 2006) a nivel nacional, y a nivel internacional (Porlán, 1989; Martín, 1994). Una relación crítica de esas investigaciones se encuentra en N. G. Lederman (1992). Aclárese que si bien las investigaciones didácticas se han referido a las concepciones histórico - epistemológicas, didácticas y pedagógicas de los profesores de ciencias de los niveles básico y medio de los sistemas educativos, podría igualmente aludir a los profesores universitarios y, específicamente, para el caso que nos compete a los docentes de ingeniería.

En la didáctica, en primer lugar, como campo de investigación se busca identificar las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas de los profesores; parte de la admisión de que ellos adelantan su desempeño profesional a partir de tales concepciones. Habría que agregar a lo establecido, el hecho corroborado de que cada uno de los profesores de las diferentes disciplinas científicas adelanta su trabajo profesional desde tales concepciones, como también a partir de las suposiciones y creencias que tiene acerca de aquello que ha de hacer. En cuanto a las epistemológicas, la investigación ausculta las representaciones o imágenes que han elaborado acerca de la naturaleza y origen del conocimiento científico en general, y, en particular, de la ingeniería en la cual realizan su labor docente.

3. histórico epistemológicos en el estudio de las concepciones

La imagen de la ciencia y de ésta como actividad humana, se desprende de la clase de aproximación histórica epistemológica que es admitida, circula y se impone oficialmente, de alguna manera, dentro de un sistema educativo. Ella está asociada a dominancias ideológicas que propenderían porque la imagen de ciencia y de esta como actividad humana y colectiva (Hodson 1985), no sea objeto de análisis ni de críticas por parte de los profesores. Es desde esta aproximación y dominancia que se pretendería ahondar las concepciones docentes de ingeniería, las repercusiones en las concepciones de mundo y en las interacciones entre los seres humanos, las diversas situaciones que se puedan presentar en el aula al trabajar en ambientes multiculturales.

Desde el punto de vista de la epistemología y a lo largo de las últimas décadas las investigaciones sobre las concepciones epistemológicas se ha centrado, en la sustitución de las teorías (Popper 1962), los cambios paradigmáticos (Kuhn 1973), el abandono de los programas de investigación (Lakatos 1973) y más recientemente la modificación y los cambios en los modelos científicos.

En lo que atañe a la historia, con Kuhn en 1973 se aprendió que los profesores enseñan teorías o paradigmas que pertenecen al pasado, a la historia de la ciencia que se enseña. Anotó, que esta enseñanza desconocía el método formulado por los investigadores de esta historia. De la misma manera, dio a entender que los análisis epistemológicos, sin acudir a esa historia, carecían de fundamentos. Con esto, tomó distancia definitiva de la aproximación empiriopositivista. Por su lado, Lakatos en 1983, especificó que toda reconstrucción histórica se encuentra determinada por la aproximación epistemológica que se adopte. En consecuencia, sus planteamientos introdujeron la comunidad el actual convencimiento de que no se puede hablar de una única historia de cada teoría, modelo, puesto que de conformidad con la opción de cada historiador, existen diferentes reconstrucciones históricas. Así Lakatos dio a entender que aquella vieja definición de la historia es la narrada temporal y verídica de los hechos del pasado carencia de fundamento, en el caso particular de la historia de las diferentes ciencias y por ende de la naturaleza del conocimiento científico.

A partir de éstas propuestas, es posible sostener que el dominio de la aproximación empiriopositivista en la enseñanza de la ingeniería, en su reducción tecnicista, han desconocido la necesidad de un análisis histórico epistemológico por haberlos considerado innecesarios. Desde esta aproximación y reducción, el conocimiento escolar, y sus contenidos curriculares, se preocuparon solamente de hacer objeto de enseñanza el denominado conocimiento básico, de carácter algorítmica e instrumental, que como se sabe, pasa de una teoría a otra, sin mayores cuestionamientos y sin tener en cuenta el contexto, las problemáticas, la historia, etc. De esta manera, y reiterarlo, las reflexiones histórico epistemológicas serían una condición necesaria para la enseñanza de la ingeniería y la formación docente.

4. Planteamiento del problema y diseño metodológico

Los anteriores argumentos resaltan el papel relevante de las concepciones de los profesores sobre la naturaleza del conocimiento y las concepciones que los docentes han elaborado sobre la ingeniería. Teniendo en cuenta esto la pregunta central de nuestra investigación fue:

¿Cuáles son las concepciones de los docentes sobre la ingeniería?

Esto nos lleva a plantear el siguiente subproblema:

¿Qué elaboraciones conceptuales y metodológicas sustentan los profesores cerca del modelo de desarrollo científico e ingenieril?

Para avanzar en la resolución del problema, se adoptó la metodología descriptiva. La misma fue determinada, partiendo de los tres objetivos principales que la sustentan y de las metas que perseguimos que son: describir, explicar y validar los resultados. Para lo cual se confeccionó un instrumento que fue aplicado a 69 docentes de ingeniería de diferentes Universidades de Colombia, Universidad de la Amazonia, CESMAG de Pasto, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Santo Tomás de Bogotá y cuyo fin era determinar el perfil epistemológico que se puede determinar a través de las respuestas que los ingenieros dan a las siguientes premisas.

5. Resultados obtenidos

Una vez aplicado el instrumento, se obtuvieron los siguientes resultados, que se presentan discriminados por ítems como se indica a continuación:

Pregunta	Numero de datos	Rango promedio
1. Las observaciones objetivas y la realización de experimentos sobre un fenómeno determinado, acumulando toda la información posible sobre el mismo, así como el análisis cuidadoso e imparcial de los datos recogidos, ateniéndose exclusivamente a los hechos y la lógica, constituyen la base segura sobre la que se van desarrollando los conocimientos.	69	329,978
2. Una de las principales características de los ingenieros es su capacidad para observar, para contemplar la naturaleza como realidad organizada y poder descubrir problemas y resolverlos con facilidad.	69	113,884
3. Podemos esquematizar el desarrollo de una investigación por medio del método científico empezando con el problema y terminando con el análisis de los resultados.	69	318,065
4. Los ingenieros han fundamentado su razonamiento en lo más seguro y objetivo, basándose en los hechos y los resultados evitando suposiciones.	69	206,145
5. El conocimiento científico ha de apoyarse en hechos evidentes, que se impongan de forma incuestionable, para poder desarrollarse así sobre una base segura.	69	458,993
6. Con frecuencia se enseña una ciencia que no corresponde al estado actual del conocimiento científico. Se debería pues, dadas las enormes exigencias de tiempo para su aprendizaje, hacer un esfuerzo por suprimir lo anticuado y centrarse en los conocimientos actuales.	68	132,529
7. Cada problema de ingeniería ha de ser tratado y analizado autónomamente, sin mezclarlo con otras cuestiones y resultados, para evitar las confusiones que ellos pueda producir.	69	386,486
8. La ciencia ha ido enriqueciéndose y progresando de forma continua y regular, mediante la acumulación paulatina de los nuevos conocimientos que se han ido descubriendo	69	469,797
9. El impresionante despegue de la ingeniería que se debe a personalidades con Steve Jobs.	68	372,456

El valor de la estadística de prueba para este conjunto de preguntas es de 316,752. El p-valor es menor del 0.05, lo que indica que existe diferencia significativa entre las puntuaciones de las medianas de las valoraciones entregadas por los estudiantes agrupados en éste conjunto de preguntas.

La menor valoración se encontró a la pregunta No 2 con un rango promedio de 113.8, y la pregunta No 6, con 132,5 lo que indica que los docentes se encuentran preocupados por los problemas relacionados con los modelos científicos. Lo cual concuerda con los valores entregados a las preguntas que indagaban el método científico; Los avances de la ciencia y el modelo lineal los docentes le otorgan un 469.7 y al modelo inductivista y experimental los docentes le dan un rango de 458.9.

Lo que nos lleva a concluir que los docentes de ingeniería han elaborado muy a nuestro pesar una imagen descontextualizada de la ingeniería, basada en el modelo lineal de la ciencia y estructurada en el llamado “método científico” modelo que desconoce que la ciencia y la ingeniería parten de problemas sociales, del trabajo en equipo, del intercambio entre grupos, de la reestructuración de los problemas y la falsación de las hipótesis. Todo esto con el agravante, de que se cree que esta imagen tergiversada de la ingeniería es la que se desarrolló en siglos pasados donde era una simple aplicación de la ciencia.

En este contexto, existe el convencimiento de que cuando se enfrenta el problema de la formación inicial, continua y posgraduada de profesores de ingeniería como transformación en las concepciones con las que ingresan al proceso, dicha transformación no puede limitarse al análisis de unos conceptos seleccionados y, ni siquiera, a los modelos científicos en los que adquieren esos conceptos sus significados. Esa transformación es una labor que no depende exclusivamente de la malla curricular, con la que y mediante la cual, los formadores de formadores se imponen el compromiso de lograr esa transformación en las concepciones de profesores en formación inicial. Además, como ha sido demostrado por las investigaciones didácticas, es una meta que no siempre se logra satisfactoriamente. Se alude, por supuesto, a las concepciones acerca de las ciencias y de los modelos desde los cuales las respectivas comunidades científicas, han admitido explicaciones acerca de los objetos de saber y de conocimiento.

Es preciso dejar sentado que esas concepciones de los profesores en formación inicial, no son representaciones simplistas derivadas de cualesquier punto de vista que se tenga sobre la ingeniería, de sus modelos y de sus estructuras conceptuales y metodológicas. Por el contrario, son complejas, por cuanto están cruzadas de otras perspectivas de carácter cultural, social, político y económico y, para reiterarlo, de una tradición de valoración de la actividad científica y de quienes se ocupan de ella. La actividad de producción de conocimiento científico no es neutral, si se analiza desde la historia social de las ciencias y de la ingeniería desde las actuales condiciones de la sociedad del conocimiento, hecho que ponemos de manifiesto como una de las perspectivas que deja la investigación con aras a investigar las influencias y las representaciones sociales de docentes y estudiantes.

6. A manera de conclusión y perspectiva

La aproximación epistemológica que han elaborado los docentes no pueden reducirse al solo estudio crítico de las obras, de K. Popper (1962), de T. S. Kuhn (1972), de I. Lakatos (1983) e incluso, de los aportes de A. Estany (2005), que se constituyen en fundamentos para cualquier análisis acerca de esta temática debe irse más allá, lo que implicaría necesariamente, trabajar en el aula una historia y una epistemología de cada uno de los contenidos curriculares (que los aproxime críticamente a responder la pregunta acerca del estatuto científico de la ingeniería, con una elaboración admisible acerca de las razones por las cuales los modelos científicos (Del Re, 2000) de cada una de ellas fueron admitidos por las respectivas comunidades de especialistas.

Consecuentemente, se piensa que las concepciones de los ingenieros han de concitar a una revisión crítica de los textos de enseñanza sobre los cuales se basa la formación, teniendo como punto de partida la lectura de los “originales” que se publicaron y fueron admitidos los modelos científicos de los cuales darían cuenta los capítulos equivalentes de esos textos. Este sería uno de los caminos por el que se podría acceder a la comprensión del problema de la confiabilidad de los mismos, en términos de la vigilancia epistemológica e histórica; unas confiabilidades que han de ser situadas en los justos términos de las razones indispensables por las que el saber sabio es transpuesto para constituirlo en saber objeto de enseñanza.

Aun cuando los resultados arrojados podrían considerarse como una descontextualización hacia la ingeniería y el trabajo científico, desde su formación en historia y epistemología, estos profesores han de ser conscientes de la necesidad de formarse y actualizarse en los estudios contemporáneos sobre el tema, en cuanto al olvido de la vigilancia histórica, que conducen a transmitir el errado convencimiento de que la construcción de cada uno de los modelos científicos, es atemporal. Saber que de esta manera refuerzan la aproximación empirista y positivista, que suele propagar entre los alumnos la idea de que este conocimiento existe “per sé” en la naturaleza y que se sabe y se enseña gracias a la labor de descubrimientos realizada por individuos considerados como genios (Gallego Torres, 2002).

El conocimiento de estas descontextualizaciones ha de llevar a cada uno de estos profesores a emprender el trabajo profesional de recontextualizar (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda 2010) los contenidos curriculares de la ciencia que hará objeto de trabajo con sus estudiantes, según el entorno cultural, social y político en el que se encuentra la institución educativa en la que se desempeña. Ello le exige identificar y caracterizar las condiciones de ese entorno, labor esta que puede realizar con la aplicación al inicio, de entrevistas abiertas a cada uno de sus estudiantes (Briones, 1988). Puede extenderse a la necesaria adecuación de los contenidos de acuerdo con las ideas alternativas de los estudiantes (Furió, 1996). Ha de

trabajar desde la perspectiva histórica (Matthews, 1994) y ocuparse de la concepción que esos estudiantes han elaborado sobre esa ciencia que hace objeto de trabajo en el aula. Esta recontextualización de la transposición didáctica es, en su praxis, una versión innovadora, con la vigilancia epistemológica e histórica requeridas.

7. Referencias Bibliográficas

- Assis, A. K. T. (1998). Newton e suas grandes obras: O Principia e o Óptica. En: Linguagens, leituras e ensino da ciencia, Almeida, M. J. P. M. y Da Silva, H. C (org.). Campinas: Mercado de Letras.
- Barona, J. L. (1994). *Ciencia e historia. Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*. Valencia: Guada.
- Bowler, P. J. y Morus, I. (2007). *Panorama general de la ciencia moderna*. Barcelona: Crítica.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Cruchfield, J. P. (1987). Caos. *Investigación y Ciencia*, No. 125, 16 – 28.
- Cuellar Fernández, L. H., Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2008). El modelo atómico de E. Rutherford. Del saber científico al conocimiento escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 43 – 52.
- Furió, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado. Dos décadas de Investigación. Resultados y tendencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, No. 7, 7 – 17.
- Gallego Arrufat, M. J. (1991). Investigación sobre el pensamiento del profesor. Aproximaciones al estudio de las teorías y creencias de los profesores. *Revista Española de Pedagogía*, No. 189, 287 – 325.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (1999). *El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas. (Memoria de investigación)*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda R. (1999). Aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad en las ciencias experimentales. *Revista de Educación y Pedagogía*, Vol. XI, No. 25, 87 – 118.
- Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda, R. (2003). *El problema del cambio en las concepciones epistemológicas, pedagógicas y didácticas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Torres de Gallego, L. N. (2007). Un orden histórico – didáctico para la química. Una experiencia investigativa en educación secundaria. *Educación Química*, Vol. 18, NO. 1, 56 – 64.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R. y Gallego Torres, A. P. (2009). Una aproximación histórico-epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 8, No. 1, Art. 19.
- Gallego Badillo, R. y Torres de Gallego, L. N. (2001). Las competencias interpretar, argumentar y proponer: un problema pedagógico y didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VI. Congreso, 207 – 208.
- Humphreys, P. (2007). Epistemología del siglo XXI. *Revista Antropos. Huellas del conocimiento*, No. 214, 65 – 70.
- Kuhn, T. S. (1972). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza.
- Pérez Miranda, R. y Gallego Badillo, R. (2006). Concepciones sobre pedagogía y didáctica de un grupo de docentes. Informe de investigación. *Revista de Educación y Pedagogía*, Vol. XVIII, No. 44, 127 – 137.
- Popper, K. (1962). *La lógica de la investigación científica*. Madrid, Tecnos.
- Ratcliffe, J. S. (1983). Notions of validity in quantitative research methodology. *Knowledge: Creatio, Difussion, Utilization*, Vol. 5, No. 2, 147 – 167.
- Restivo, S. (1992). La ciencia moderna como problema social. *Fin de Siglo*, No. 3, 20 - 39.
- Vessuri, H. M. C. (1992). Perspectivas recientes en el estudio social de la ciencia. *Fin de Siglo*, No. 3, 40 – 52.

Sobre los autores

- **Adriana Patricia Gallego Torres:** Licenciada en Física, Máster Didáctica de las Ciencias, Doctor en Física de Universidad de Valencia- España. Profesora de la Maestría en Ingeniería Industrial. adpgallegot@udistrital.edu.co

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2014 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)