
LA EXPERIMENTACIÓN CUALITATIVA EXPLORATORIA Y LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE CONOCIMIENTO

Autores. 1. Mónica María Ruiz Molina. 2. Cristian José Cardona López. 3. Ángel Enrique Romero Chacón. 1. Universidad de Antioquia, monicam.ruiz@udea.edu.co. 2. Universidad de Antioquia, cjose.cardona@udea.edu.co. 3. Universidad de Antioquia, angel.romero@udea.edu.co.

Tema. Eje temático 4. Formación de profesores y su relación con: historia, epistemología y sociología de las ciencias.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumen. Las actividades experimentales en la formación de profesores de ciencias se han centrado usualmente en la comprobación y verificación de teorías, poniendo de manifiesto una concepción de ciencia como un conjunto de conocimientos verificables. Al respecto, es importante preguntarse si este enfoque es adecuado para formar futuros profesores de física y qué alternativas de actividad experimental se pueden proponer. En la filosofía de las prácticas experimentales se reconoce una tipología donde se destaca la actividad experimental cualitativa y exploratoria como aquella que no dispone de un marco conceptual establecido, sino que propicia las condiciones para la creación del conocimiento. Esta investigación pretende analizar los aportes que hace dicha perspectiva a la reflexión sobre la construcción del conocimiento en profesores de física.

Palabras claves. Experimentación cualitativa exploratoria, Formación de profesores, Enseñanza de la física, Concepciones de ciencia, Relación teoría-experimento.

Introducción

La actividad experimental ha sido considerada uno de los principales ejes en la enseñanza de las ciencias (Álvarez y Carlino, 2004). Su importancia radica en que por medio de ella los estudiantes se motivan por el estudio de las ciencias, desarrollan un pensamiento científico, estimulan su curiosidad, se cuestionan alrededor de su entorno natural y aprenden mejor los conceptos físicos (Navarro, 2012; Rodríguez y Quiróz, 2016).

A pesar de estas cualidades, un análisis de literatura evidencia que la actividad experimental continúa siendo vista como medio para comprobar y verificar elementos teóricos, haciendo énfasis en procesos de transmisión y memorización a partir del desarrollo de guías prácticas enmarcadas en un paso-a-paso que se debe seguir, promulgando así concepciones de ciencia anacrónicas y descontextualizadas (Romero, Aguilar y Mejía, 2016; Ayala, Malagón y Sandoval, 2013). Complementariamente, a partir de una lectura propia de los investigadores respecto a las dinámicas de la Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), se percibe que los procesos de enseñanza que involucran actividades experimentales se enfocan en el desarrollo de formalismos matemáticos induciendo una comprensión de la física desde un enfoque meramente operativo.

Bajo esta mirada la experimentación es asumida como una actividad puramente instrumentalista, un medio para la obtención y manipulación de “datos puros”, con la consecuente asunción de un rol pasivo por parte de los sujetos que la practican al no brindarles la posibilidad de argumentar ni debatir sus puntos de vista e interpretaciones respecto a lo que experimentan (Romero y Aguilar, 2013; Ruiz Ortega, Tamayo Alzate y Marqués Bargalló, 2015). Este tipo de experimentación no brinda el espacio para que el profesor en formación desarrolle su pensamiento científico, al restar relevancia a su capacidad de



Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

cuestionar, reflexionar, generar sus propias hipótesis y conjeturas a la vez que cierra el paso a la construcción social de explicaciones como característica esencial de la ciencia (Hodson, 1994).

Desde el ámbito de la filosofía de la ciencia, autores como Ferreirós y Ordóñez (2002) manifiestan que este tipo de experimentación, con énfasis en lo cuantitativo y guiado, la cual se hace exclusivamente presente en los productos finales del conocimiento científico (leyes y teorías), pero no las condiciones que permitieron llegar a ellos, se han visto equivocadamente como "prototipo de la experimentación en general" (p. 65). De igual manera, estos autores manifiestan que hay otros tipos de prácticas experimentales que trascienden la mirada descrita, como lo son las actividades experimentales cualitativas y exploratorias.

La presente investigación hace parte de los avances del Trabajo de Investigación (Tesis) del programa de Maestría en Educación en Ciencias Naturales (Universidad de Antioquia, Medellín Colombia), y tiene como propósito analizar los aportes de la experimentación cualitativa exploratoria a la reflexión acerca de la construcción social del conocimiento científico en profesores de física en formación, promoviendo alternativas para afrontar los desafíos actuales de la educación científica.

Referente teórico

Construcción socioepistemológica del conocimiento

En contraposición a la mirada tradicional que asume la ciencia como un conjunto de hechos verificados, objetivos, acabados y exactos, autores como Kuhn (1980) y Elkana (1983) han sostenido que la ciencia está sujeta a juicios históricamente definidos, implicando que varía según la cultura y la época, permitiendo entenderla como una invención humana susceptible de ser cambiada o modificada. En este sentido, las creencias, ideologías, tradiciones, normas y circunstancias sociales son factores relevantes en la construcción del conocimiento.

De igual manera, se resalta que el conocimiento no es una construcción individual sino una creación social por excelencia, que depende de las concepciones y presuposiciones que se tienen en una comunidad, entendiéndolas como unidades fidedignas de un *estilo de pensamiento* las cuales, a su vez, están enmarcadas en un *colectivo de pensamiento* que direcciona las nuevas construcciones en la dinámica de reinterpretar todo hasta hacerlo encajar con el estilo (Fleck, 1986).

Lo anterior está en conexión con lo planteado por Shapin (1991), quien expresa que el hecho científico es una categoría tanto epistemológica como social, que se presenta en la vía de crear las condiciones para hacer posible la construcción de un conocimiento. Se trata de la construcción de rutas razonables que doten de argumentos al pensador para movilizar y validar sus teorías en la comunidad científica.

Relación teorización - experimentación

Desde un horizonte histórico y filosófico de las ciencias, la experimentación ha transcurrido por varias concepciones de acuerdo con el devenir del conocimiento científico. Hacking (1996) expone que la postura clásica de la filosofía de la ciencia asume el conocimiento científico basado exclusivamente en aspectos teóricos, convirtiéndose así en una filosofía de la teoría. Desde dicha mirada la experimentación se considera solo un medio para instituir como válidos los conceptos teóricos, asumiendo que tiene la potestad de aportar hechos que los sustenten en la medida que puede medir, verificar y predecir fenómenos (Ferreirós y Ordoñez 2002).

No obstante, la perspectiva de la filosofía de las ciencias denominada filosofía de las prácticas experimentales, ha puesto en evidencia que de la misma manera que el experimento puede poseer una carga teórica, la teoría puede estar fundamentada por una carga experimental, hecho que resalta que la experimentación no es subsidiaria o limitada por la teoría, pues suelen existir interacciones o correlaciones que permiten considerar que esta tiene vida propia (Hacking, 1996). Este tipo de relaciones pueden evidenciarse dentro de actividades experimentales de tipo cualitativo exploratorio, las cuales aportan a la construcción de las bases teóricas que posteriormente pueden formalizarse y a su vez utilizarse para el diseño de nuevas prácticas experimentales (Ferreirós y Ordóñez, 2002).

Consideraciones respecto a la formación inicial de profesores de física

Varios estudios en el ámbito de la educación en ciencias han resaltado la relación existente entre las maneras de concebir la ciencia y sus formas de enseñarla (Ayala, Malagón y Sandoval, 2013; Romero y Aguilar, 2013). De acuerdo con estos estudios, es preciso tener en cuenta que la imagen de ciencia del profesor influye en las dinámicas de aula y consecuentemente, en las actividades experimentales que propone a sus estudiantes.

En este sentido, la presente propuesta asume que para movilizar la imagen de ciencia que tienen los profesores en formación hacia una visión de ciencia más contemporánea, es necesario que conozcan y reflexionen sobre las dinámicas científicas. De acuerdo con Shulman (1986), esto implica la conciencia del devenir histórico de las construcciones teóricas en la ciencia y exige que el profesor materialice y movilice reflexiones alrededor de la naturaleza del conocimiento científico. En esta línea, García (2011) expone que en la historia de la física abundan experimentos de tipo cualitativo y exploratorio que aportan a la enseñanza, configurándose una perspectiva de la experimentación en estrecha relación con la organización de los fenómenos físicos, y en la que el profesor en formación puede comprender y transformar el mundo que lo rodea.

Metodología

Esta investigación se enmarca en un paradigma cualitativo con un enfoque interpretativo, donde se resalta el interés por comprender e interpretar las experiencias y discursos que expresan los sujetos en determinados contextos (Serbia, 2007). Así mismo, se cimienta la hermenéutica como método que permite realizar análisis, descripciones e interpretaciones de textos a partir del contenido que se estudia (Creswell, 2013).

De acuerdo con los intereses de la investigación, los sujetos participantes son profesores en formación de la Licenciatura en Física de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia).

La investigación está organizada en tres fases: Fundamentación teórico discursiva, diseño e implementación de la propuesta y análisis de la información. Para la presente ponencia se describen los resultados de la primera fase que consistió en una búsqueda y un análisis documental sobre la construcción del conocimiento científico desde la perspectiva epistemológica y social, la relación teoría - experimentación y algunas consideraciones frente a la formación inicial de profesores de física. A partir de esta revisión de literatura y las reflexiones surgidas, se eligieron los referentes conceptuales atendiendo a su idoneidad con respecto a los intereses de esta investigación. Con base en ellos, se elaboró la red de categorías, subcategorías e indicios que guiarán la recolección y organización de la información obtenida en el proceso de implementación de la investigación.

Resultados y discusión

La revisión documental realizada en la primera fase de la investigación, permitió conocer una tipología de la actividad experimental realizada por Ferreirós Ordoñez (2002), en la que separan las actividades experimentales cuantitativas de las cualitativas, asociando las primeras con la obtención de datos precisos y las segundas con la realización de descripciones narrativas en interacción con el fenómeno a estudiar. De igual manera, estos autores diferencian las actividades guiadas de las exploratorias, explicitando que las guiadas se llevan a cabo cuando se precisa compaginar los resultados con un desarrollo teórico previamente establecido, mientras que las exploratorias se desarrollan cuando no hay una teoría estructurada y/o se inventa un instrumento para explorar un campo nuevo.

En conexión con lo anterior, cabe reiterar que la presente investigación se ocupa de la experimentación cualitativa exploratoria porque es empleada en momentos donde la ciencia no tiene un desarrollo sólido, reconociendo que los experimentos realizados en esta perspectiva, aportan a la formación de conceptos por medio de observaciones y exploraciones que claramente pueden derivar en resultados indeterminados. Esta premisa pone de manifiesto que este tipo de experimentación tiene una connotación más flexible que permite explorar y generar las condiciones socioepistémicas para la construcción del conocimiento científico, posibilitando la creación y utilización de instrumentos y buscando la variación constante de condiciones experimentales para determinar regularidades empíricas (Ferreirós y Ordóñez, 2002; Steinle, 2002).

En esta línea de reflexiones, es conveniente reconocer que la realización de experimentos cualitativos exploratorios permite a los profesores en formación trascender la deducción y corroboración, generando espacios para la creación, reflexión, exploración y argumentación (García, 2011). En concordancia con lo anterior, plantear este tipo de actividades experimentales propende por la construcción de explicaciones dando lugar a la movilización de consensos, validación social de ideas y reconocimiento de puntos de vista diferentes al propio (Romero, Aguilar y Mejía, 2016). De esta forma, la experimentación se reconoce como un proceso mediado por relaciones dialógicas, donde la posición o participación activa por parte de los sujetos es un aspecto esencial para crear las condiciones para la construcción de conocimiento.

Con base en los objetivos de la investigación y resultados presentados respecto a la primera fase, se elaboró una red de categorías y subcategorías relacionadas con la construcción socioepistemológica del conocimiento y la relación teoría – experimentación. A continuación se presenta sintéticamente esta red, en conjunto con los indicios que van a permitir rastrear dichas categorías y subcategorías en las fases de intervención y análisis.

Tabla 1. *Categorías, Subcategorías e Indicios*

Categoría	Subcategoría	Indicios
Construcción socio-epistemológica	Carácter dialógico de la construcción de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> - Movilizan el debate a través de argumentos. - Establecen posiciones propias con base a las experiencias previas y las situaciones propuestas. - Reconocen puntos de vista diferentes al propio. - Persuaden a sus compañeros para validar sus ideas.

Categoría	Subcategoría	Indicios
del conocimiento		<ul style="list-style-type: none"> - Reorganizan sus ideas en la medida que establece procesos de comunicación con sus compañeros
	Imágenes de ciencia	<ul style="list-style-type: none"> - Reflexionan sobre las decisiones tomadas y las acciones realizadas al interior de la actividad experimental. - Relacionan los resultados obtenidos en la práctica experimental con las condiciones iniciales y el proceso realizado. - Caracterizan relaciones entre experimento y construcción del conocimiento. - Reconocen los aciertos y desaciertos que se pueden presentar en el desarrollo de las actividades experimentales. - Asumen una posición respecto al carácter de los hechos científicos.
Relación teoría experimentación	Finalidad de la experimentación	<ul style="list-style-type: none"> - Proponen un orden para abordar la teoría y la experimentación. - Identifican el experimento como fuente para la teoría o la teoría como fundamento para el experimento. - Resaltan que en la dimensión experimental hay correlaciones e interacciones con la teoría que posibilitan la creación de conocimiento científico. - Enuncian que las actividades experimentales cualitativas exploratorias permiten la construcción de un concepto a partir de ideas, nociones y regularidades empíricas.
	Formalización de conceptos termodinámicos	<ul style="list-style-type: none"> - Organizan las observaciones para establecer regularidades y relaciones entre variables termodinámicas. - Relacionan situaciones cotidianas para construir y analizar los conceptos termodinámicos. - Establecen relaciones y diferencias entre los conceptos de calor y temperatura. - Asocia el concepto de calor específico con el fenómeno de equilibrio térmico.

Fuente. Propia.

Conclusión

Las actividades experimentales cualitativas exploratorias evidencian un gran potencial dado que permiten generar dinámicas que trascienden la mirada objetiva y acabada de la ciencia; propiciando que se asuma la construcción del conocimiento como un proceso social, dialógico y cultural. De esta manera, esta perspectiva de experimentación adquiere una importante repercusión para la enseñanza en cuanto representa una oportunidad de consolidar relaciones dialógicas que propicien la movilización de consensos y la capacidad de argumentación en los procesos de formación de profesores.

Referencias bibliográficas

- Álvarez, S y Carlino, P. (2004). La distancia que separa las concepciones didácticas de lo que se hace en clase: el caso de los trabajos de laboratorio en Biología. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (2), 251 – 257.
- Ayala, M; Malagón, F y Sandoval, S. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis filosófica*. (36), 119-138.
- Ayala, M; Malagón, F; Sandoval, S. (2011). Magnitudes, medición y fenomenologías. *Revista de Enseñanza de la Física*. 24 (1), 43-54.
- Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación de conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*. 14(01). 61 - 71.
- Creswell, J. (2013). Investigación cualitativa y diseño investigativo. Recuperado de <https://academia.utp.edu.co/seminario-investigacion-II/files/2017/08/INVESTIGACION-CUALITATIVACreswell.pdf>
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural. "Una aproximación antropológica". *Boletín Sociedad Colombiana de Epistemología*, III, 65-80.
- Ferreirós, J. y Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. [Versión electrónica] *Crítica*. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*. 34(102), 47 - 86.
- Fleck, L. (1986). *Génesis y desarrollo de un hecho científico*. Madrid, Alianza Editorial 1986.
- García, E. (2011) Modelos de explicación basados en prácticas experimentales. Aportes de la filosofía historicista. *Revista Educación científica*. 14(2), 89-96.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. Ediciones Paidós. México.
- Hodson, D. (1994) Hacia un enfoque más crítico de los trabajos de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*. 12, (3), 299-313.
- Kunh, T. (1980). Los paradigmas científicos. En Barnes, B. (Ed.), *Estudios sobre sociología de la ciencia*. 79 -102. Madrid, España. Alianza Editorial.
- Navarro, E. (2012). La experimentación científica en Secundaria. Argumentos para llevarla a cabo. *Revista digital de educación y formación del profesorado* (I), 1-8.
- Piñuel, J. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis del contenido. *Estudios de sociolingüística*. 3(1), 1 - 42.
- Romero, A., Aguilar, Y., y Mejía, L. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. *Revista de Educación Educativa*. 23, 75 - 98.
- Romero, A. & Aguilar, Y. (2013). Las imágenes del conocimiento científico y su relación con la actividad experimental. En *La experimentación y el desarrollo del pensamiento físico : un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Ruiz-Ortega, F. J., Tamayo-Alzate, O. E. y Marqués-Bargalló, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e pesquisa*, 41(3), 629-645.



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Serbia, J.M. (2007). Diseño, muestreo y análisis en la investigación cualitativa. 3(7), 123 -146. Recuperado de http://cienciared.com.ar/ra/usr/3/206/n7_vol3pp123_146.pdf

Shapin, S (1991). Una bomba circunstancial. La tecnología literaria de Boyle. Tomado de Callon, Michel y Latour, Bruno, *La science telle qu'elle se fait, La découverte*, Paris. Traducido por Germán Pineda, Universidad Nacional, Santafé de Bogotá, 1995.

Steinle, F. (2002). ¿Experimentos románticos? El caso de la electricidad. Recuperado de http://fundacionrotava.org/media/web/files/page146__III_3_SR2002_web.pdf