

Concepciones sobre ciencia e investigación en profesores de química en formación inicial: un estudio en el contexto de los trabajos experimentales ■

Recibido: 10-10-2010 | Aceptado: 20-12-2010

Conceptions of science and research in chemistry teachers BA program: a study in the context of experimental work

Olga Lucia Borda Prada*

Manuel Erazo Parga**

■ **Resumen:** El trabajo que aquí se presenta corresponde a una descripción y caracterización de concepciones sobre ciencia e investigación que subyacen en profesores de química, en formación inicial, para el desarrollo de trabajos experimentales. En este contexto, la caracterización no se realiza a través de preguntas directas, sino a través de la postura de los futuros profesores frente a una situación abordada desde la Teoría Cinético Molecular (TCM). De otra parte, se diseña, aplica y evalúa un programa guía de actividades para el desarrollo de un trabajo experimental con el fin de obtener información complementaria relacionada con dicha caracterización.

■ **Abstract:** This study gives a description and characterization of science and research concepts of chemistry pre service-teachers for the development of experimental work. In this context, the characterization is not done through direct questions, but by the position of student teachers when given a situation addressed from the Molecular Kinetic Theory (TCM). On the other hand, a program of activities to guide the development of an experimental study is designed, implemented and evaluated to obtain additional information related to such characterization.

Palabras clave: concepciones de ciencia, investigación, trabajo de laboratorio, trabajo experimental.

Keywords: conceptions of science, research, laboratory work, experimental work.

* Universidad Pedagógica Nacional. olgaluciaborda@gmail.com

** Universidad Pedagógica Nacional. merazop@telmex.net.co

Introducción

Las investigaciones en didáctica de las ciencias empezaron a dar importancia a la caracterización de las concepciones de ciencia que subyacen en los profesores a partir de la segunda mitad de los años ochenta. Así por ejemplo, Hewson y Hewson (1987) plantean que los profesores y los estudiantes poseen preconcepciones y actitudes sobre la ciencia, las cuales influyen en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En este sentido, el estudio de las concepciones de ciencia se ha constituido en una línea de investigación en la didáctica de las ciencias.

Con base en algunas investigaciones relacionadas con el estudio sobre concepciones de ciencia e investigación, se ha establecido que en la mayoría de estudiantes y profesores, incluso de nivel universitario, subyacen concepciones ingenuas que no se diferencian de las que se adquieren por impregnación social. A este respecto Cronin-Jones y Barrow (1991) afirman que estas concepciones podrían representar un obstáculo en los procesos de renovación educativa.

A través de una investigación, Erazo Parga (2003) identifico la existencia de concepciones filosóficas empírico positivistas y conductistas que todavía persisten en las mentes de los profesores de ciencias y que de diversas maneras influyen en el acto de enseñanza.

Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia (2002) plantean que una de las concepciones de ciencia más ampliamente estudiada y criticada es la empiroinductivista y at orica, la cual persiste en la mayoría de los profesores de ciencias. Es de aclarar que bajo esta perspectiva, se concibe la ciencia como un quehacer fundamentado en la observación ingenua y como una actividad que se apoya en un único método científico.

Por otra parte, desde la postura empiroinductivista y at orica, el trabajo experimental podría concebirse como neutro (at orico) y de descubrimiento al dejar de lado las hipótesis como focalizadoras de los procesos de investigación. Bell y Pearson (1992) sugieren que el trabajo experimental se orienta desde las concepciones de ciencia que subyacen en quien lo aborda.

Gallagher (1991), Hashweeh (1996), Yerrick y otros (1997), y Reyes, Salcedo y Perafán (1999), plantean que las acciones de los profesores en el aula se rigen bajo sus concepciones o creencias.

Otros estudios relacionados con las concepciones de ciencia, han proporcionado aportes significativos para la comprensión de las concepciones epistemológicas, sin embargo, aún falta consenso sobre la influencia que ejerce en estas el dominio del conocimiento, esto es, la disciplina de formación y el tema que se utiliza para caracterizar las concepciones (Hofer y Pintrich, 1997). A este respecto Basilisa M., Mateos M. y Vilanova S. (2007) afirman: "lo que los sujetos expresan de manera explícita no está completamente en línea con sus representaciones implícitas, construidas a partir de su propia experiencia con el mundo".

En este sentido se presenta aquí un trabajo relacionado con la caracterización de las concepciones de ciencia e investigación que subyacen en profesores en formación inicial desde un contenido disciplinar, en una temática específica del objeto de estudio de la química. La caracterización de las concepciones propuestas en este trabajo no se realizo a través de preguntas directas, sino a través de la manifestación o postura de los estudiantes frente a una situación que corresponde al ámbito del conocimiento de la teoría cinético molecular (TCM), temática importante que coadyuva a la construcción

de una representación mental relacionada con el modelo corpuscular y dinámico que explica la composición, propiedades e interacciones de la materia y cuyo conocimiento por parte del profesor influye en la enseñanza de diversas temáticas que son objeto de estudio de la química. En este contexto se formuló el siguiente problema de investigación:

¿En el contexto del trabajo experimental, abordado desde una temática química particular, cuáles son las concepciones de ciencia e investigación que subyacen en profesores en formación inicial?

Desde las bases teóricas planteadas, se establecieron los indicadores para caracterizar las concepciones de ciencia e investigación y se elaboraron instrumentos y formatos de análisis que fueron aplicados a una muestra de profesores de química en formación inicial. Para éste propósito se empearon técnicas directas de recolección de datos (incluyendo observaciones directas en el aula y en el trabajo experimental en el laboratorio) y se diseñó y aplicó un programa guía de actividades que sirvió de referente para obtener información complementaria sobre la caracterización de las concepciones de ciencia e investigación.

Características del conocimiento científico

Para el desarrollo de la investigación los autores parten de unos presupuestos de carácter epistemológico en relación con la versión de ciencia, así como de las características y naturaleza del conocimiento científico; algunas de ellas se destacan a continuación.

La naturaleza de la ciencia: a lo largo de la historia de la humanidad, se han desarrollado y probado muchas ideas

relacionadas entre sí sobre los ámbitos *de la física, la biología, la química, las ciencias de la Tierra incluyendo también el ámbito psicológico y social*. Los medios utilizados para desarrollar tales ideas son formas particulares de observar, pensar, experimentar y probar, las cuales representan un aspecto fundamental de la naturaleza de la ciencia y reflejan cuánto difiere ésta de otras formas de conocimiento.

El mundo es comprensible: la ciencia presume que las cosas y los acontecimientos en el universo ocurren en patrones consistentes que pueden comprenderse por medio del estudio cuidadoso y sistemático. Los científicos creen que a través del intelecto, y con la ayuda de instrumentos que extiendan los sentidos, las personas pueden descubrir pautas en toda la naturaleza.

Las ideas científicas están sujetas a cambio: la ciencia es un proceso de producción de conocimientos que depende tanto de hacer observaciones cuidadosas de los fenómenos como de establecer teorías que les den sentido. El cambio en el conocimiento es inevitable porque las nuevas observaciones pueden desmentir las teorías prevalecientes.

El conocimiento científico es durable: aunque los científicos rechazan la idea de alcanzar la verdad absoluta y aceptan cierta incertidumbre como parte de la naturaleza, la mayor parte del conocimiento científico es durable. La modificación de las ideas, más que su rechazo absoluto, es la norma en la ciencia; asimismo, construcciones poderosas tienden a sobrevivir y crecer con mayor precisión, y llegan a ser aceptadas ampliamente.

El conocimiento científico no es exacto: probablemente no exista un conocimiento exacto en sentido absoluto, la exactitud es una meta de la ciencia pero

posiblemente no se podrá alcanzar. Los científicos en un determinado momento elaboran una serie de predicciones pero siempre hay una cierta incertidumbre. Lo que podemos sostener es que posiblemente las leyes que dominan la naturaleza son exactas, pero no nuestro conocimiento sobre ellas.

El conocimiento científico es fragmentario: debe basarse en pruebas empíricas públicas y verificables. De este modo, es normal que un conocimiento cuente con importantes vacíos, fundamentalmente en sus primeras etapas de desarrollo. Hay que tener muy claro lo que es especulativo y lo que es científico.

Es acumulativo: cuando muere un científico, los procedimientos, las técnicas de estudio que ha utilizado, etc., no mueren con él, sino que permanecen – ste es el único conocimiento que posee esta característica–. Como resultado de ello, el científico debe cumplir un requisito; cuando estudie un determinado fenómeno debe analizar todo lo que se ha escrito sobre ese fenómeno e integrar los datos nuevos con los ya existentes.

Es positivo: significa que los datos obtenidos de una manera controlada son siempre buenos datos, aunque vayan en contra de las hipótesis de algún científico. Por ello se dice que no existen experimentos fracasados.

El *experimento* es una actividad mediante la cual la ciencia confronta una teoría con la realidad, o sea que a todo experimento le precede una teoría.

Los datos del conocimiento son independientes del propósito por los que fueron estudiados y obtenidos: ningún buen fin justifica cualquier dato. En relación

con esto, los datos del conocimiento deben ser independientes de la escuela, ideología, etc., que mantenga un científico. Otro aspecto es que el conocimiento científico no debe apelar a argumentos de autoridad; si un dato está en desacuerdo con la teoría de un científico, hay que tener en cuenta ese dato y rechazar la teoría, por muy importante que sea ese científico.

No es monopolista: no es el único modo de conocimiento, lo que ocurre es que tiene una serie de características que no tienen otros conocimientos. El conocimiento científico proporciona evidencia empírica, poder predictivo y manipulativo a quien lo utiliza. La superioridad del conocimiento científico reside en el aspecto práctico ya que confiere eficacia al que lo usa.

Carece de connotaciones teleológicas: la ciencia no tiene por qué plantearse preguntas de carácter existencial –por ejemplo, de dónde venimos, a dónde vamos, etc. –. La ciencia nos va a indicar cuáles son las leyes que controlan la naturaleza, lo que nos aporta un conocimiento más o menos complejo que podemos aplicar en situaciones concretas. Ahora bien, la ciencia no explica por qué son esas leyes y no son otras.

Es ambiguo en sus posibilidades de aplicación: el conocimiento científico se puede aplicar de muy diversas maneras. La ciencia aporta una serie de conocimientos pero no especifica quién los va a utilizar, ni para qué. Por tanto, la ciencia es neutral en sus posibilidades de aplicación. Es objetiva y puede ser bien o mal utilizada, pero eso no quiere decir que debamos rechazarla. La ciencia se ha utilizado en muchas ocasiones negativamente por las personas que detentan el poder para sus propios fines, en lugar de para el bien común. Lo que habría que controlar no es el conocimiento científico, sino la aplicación de éste.

La experimentación en el contexto de la investigación científica y su relación con el trabajo de laboratorio tradicional

La interpretación que hacemos de la naturaleza de la investigación científica se basa en la producción de la comunidad de científicos publicada en revistas, *abstracts* y memorias de congresos; la historia del desarrollo de conceptos científicos y el consenso entre epistemólogos de diversa orientación respecto a la naturaleza del trabajo científico (Popper, 1962; Bacon, 1980; Bunge, 1976; Kuhn, 1971, Lakatos, 1978, Laudan, 1984, Chalmers, 1987).

La resolución de problemas en el contexto de la investigación implica procesos de producción de conocimiento científico para dar respuesta a preguntas sobre los fenómenos de la naturaleza. Para abordar la solución a estas preguntas o problemas, los científicos se apoyan en marcos teóricos y metodológicos consistentes, sin despojarse totalmente de sus creencias, actitudes, intereses, necesidades y tendencias sociopolíticas. Gran parte del trabajo de los científicos está dedicado al planteamiento y resolución de problemas a la luz de teorías existentes o construidas para su posterior contrastación con la realidad a través de la experimentación. Una vez que se ha definido el problema objeto de investigación, los científicos se preparan para la búsqueda de una solución o soluciones posibles. Esto significa que el científico debe establecer una estrategia metodológica que le permita de manera sistemática confrontar con la realidad las respuestas construidas para dar solución a la cuestión planteada.

Es en este proceso que aparece la necesidad de contrastar experimentalmente las

hipótesis en relación con la(s) solución(es) buscada(s); es decir, aparece la necesidad del control de variables para estudiar sus posibles relaciones. De esta manera, los científicos se enfrentan al diseño de procedimientos y técnicas de recolección y de procesamiento de la información, la determinación de los materiales y reactivos necesarios, el diseño y construcción de montajes y/o artefactos tecnológicos y la puesta en marcha de procedimientos (realización del experimento) que les permita producir resultados válidos y confiables.

Los datos obtenidos son procesados y analizados en coherencia con las hipótesis de partida y los cuerpos teóricos de referencia que hicieron posible la identificación del problema y la búsqueda de sus posibles soluciones. Para validar los nuevos conocimientos, es importante que otros investigadores contribuyan con sus propios datos y análisis críticos a una mayor contrastación.

En contraste con la experimentación o trabajo experimental, los trabajos de laboratorio tradicionales afectados por el paradigma de transmisión-asimilación de corte empiroinductivista, se reducen a la repetición irreflexiva de procedimientos al pie de la letra a manera de "recetas" de laboratorio para comprobar teorías (Hodson, 1994; Gil y Payá, 1991), lo cual desvirtúa la naturaleza del trabajo científico y afecta negativamente la formación científica necesaria para salir al paso de diversas problemáticas y crecientes adelantos científicos y tecnológicos en los que se encuentra inmersa nuestra sociedad.

Esto significa que en las prácticas de laboratorio tradicionales se están desconociendo aspectos característicos del trabajo experimental que realiza la comunidad científica, como la comprensión y planteamiento de problemas a la luz de

teorías, la emisión de hipótesis, el diseño experimental, el análisis crítico y confrontación de resultados, el planteamiento de nuevos problemas, etc.

Estudios sobre concepciones de ciencia e investigación

Hacia la década de los años setenta y ochenta se desarrollan las primeras investigaciones en torno al estudio de las concepciones de ciencia. Algunos trabajos se orientaron a la caracterización y crítica de la visión empiroinductivista de la ciencia (Giordan, 1978; Gil, 1983; Hotson, 1985) así como al estudio de la influencia que las concepciones de ciencia tienen sobre la planeación e implementación de currículos. Hewson y Hewson (1987), Gené y Gil (1987) y Cronin-jones, (1991) identificaron marcadas diferencias entre lo que los profesores llevaban a cabo en el aula y los aportes que hacían explícitos en sus proyectos educativos.

Entre tanto, Gené y Gil (1987) afirman que los profesores en formación inicial poseen unos conocimientos, plantean situaciones y expresan actitudes que son el resultado de la formación de muchos años en los que "han seguido como alumnos las acciones de sus profesores".

El estudio de las concepciones de los profesores se va consolidando (Porlan, 1989-2002; Praia, 1994b; Paixao, 1998-2002) y ha servido de fundamento a investigaciones que han planteado la necesidad de modificar la epistemología de los profesores, debido a la persistencia de visiones empiroinductivistas y atómicas de la ciencia (Bell *et al.*, 1992; Gil, 1993).

A finales de los noventa, Cleminson (1990-2002) y Meichtry (1999-2002)

reafirman que una concepción atómica de ciencia representa un obstáculo en la orientación de los procesos de enseñanza, tanto en el aula de clase como en el laboratorio.

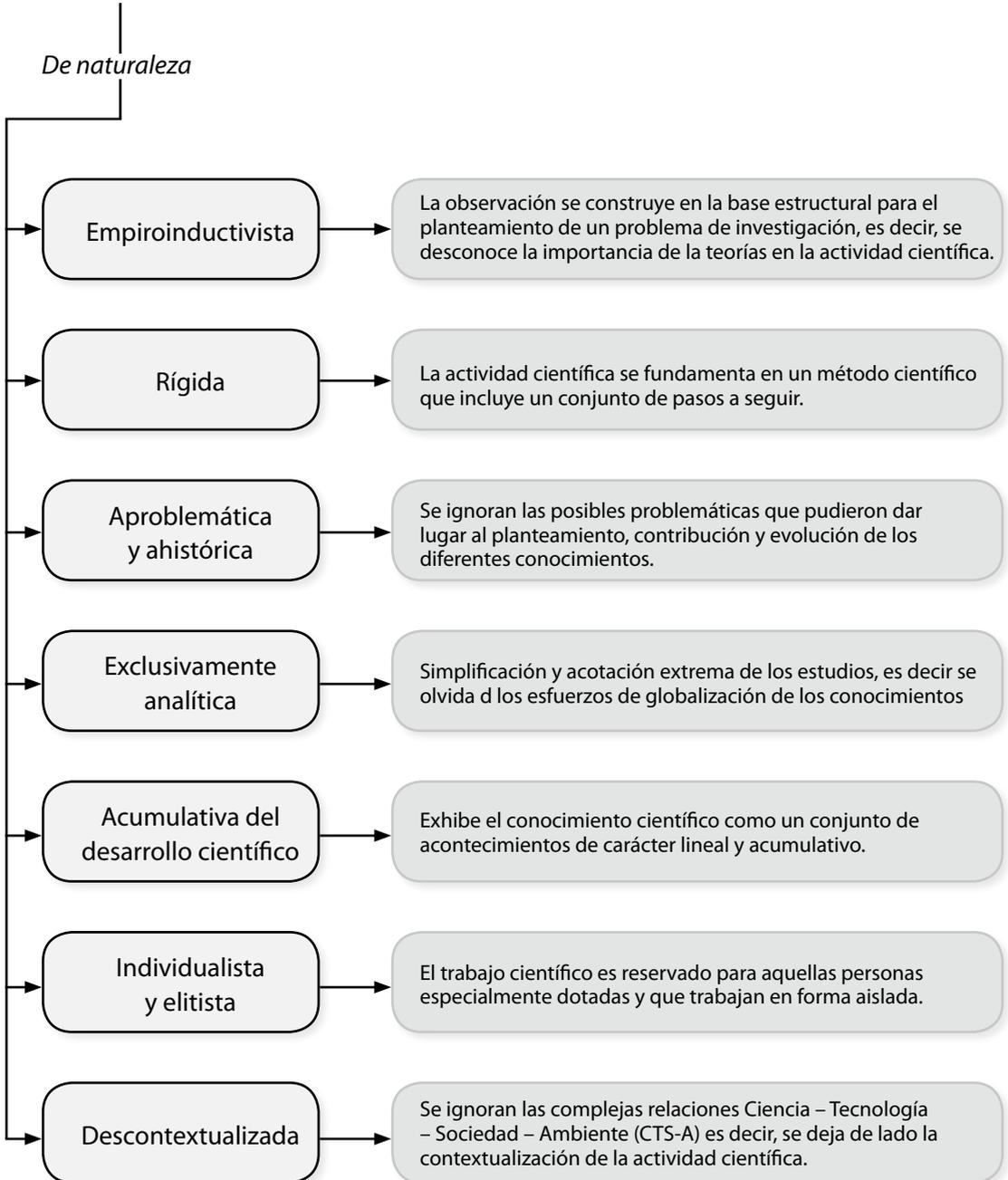
En respuesta a esta situación, se ha planteado (Payá, 1991-2005) la posibilidad de transformar los trabajos de laboratorio en trabajos experimentales que posean características de investigación, que conduzcan a una efectiva familiarización de los alumnos con la actividad científica, con lo cual se contribuiría también a la reestructuración de conocimientos y superación del paradigma transmisión-recepción de conocimientos.

Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia, (2002) señalan la persistencia de siete visiones deformadas de *ciencia* (ver ilustración No. 1), que obstaculizan y afectan el diseño e implementación de currículos y/o proyectos de investigación educativa por parte de los profesores de ciencias, así como la planeación y ejecución de trabajos experimentales. El trabajo de Fernández *et al.*, (2002), se constituye en un referente para investigaciones relacionadas, como la que se aborda en este trabajo.

De otra parte, Padrón (2007) sugiere algunas versiones de ciencia favorables (modernas), como la de naturaleza racional relativista, porque superarían las concepciones deformadas que se describen en este trabajo. En un pensamiento relativista no existen verdades universalmente absolutas, ya que todo modelo de investigación depende de condiciones, contextos o comunidades científicas en las que se desarrolle (Chalmers, 1982). Sin embargo, el pensamiento relativista "extremo" podría no ser favorable para la actividad científica, ya que esta se desarrollaría en un marco escéptico y subjetivo.

Ilustración 1. Visiones deformadas sobre ciencia e investigación (Fernández *et al.*, 2002)

Visiones deformadas de ciencia e investigación



En este contexto, con el trabajo que aquí se presenta, se realizan los siguientes aportes:

- Descripción y caracterización de concepciones deformadas (Fernández *et al.*, 2002) sobre ciencia e investigación en profesores en formación inicial en química, tales como:
 - Concepción empiroinductivista y rígida
 - Concepción aprobl mica-ahistórica y acumulativa
 - Concepción individualista y elitista
 - Concepción descontextualizada
- Descripción y caracterización de una versión moderna o adecuada de ciencia de naturaleza racional-relativista
- Análisis de estas concepciones desde una temática transversal en la enseñanza de la química abordada desde el contexto del trabajo experimental.

Metodología

Tipo de estudio

Se llevó a cabo un estudio descriptivo de la variable *concepciones sobre ciencia e investigación*.

Participantes

La población comprendió a los profesores en formación inicial en química de la Universidad Pedagógica Nacional. La muestra fue de tipo no probabilístico, constituida por 30 estudiantes de IX semestre.

Sistema de indicadores

Para identificar las concepciones de ciencia e investigación que se caracterizan desde las cinco variables independientes, se establecieron los indicadores que se presentan en la tabla 1.

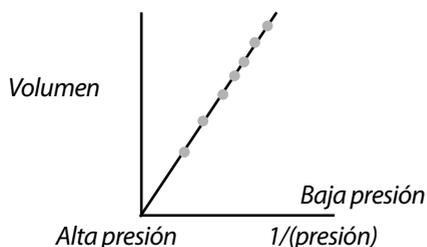
Generalidades de la Investigación

Se caracterizó la tendencia hacia concepciones de ciencia e investigación desde dos puntos de vista:

- Indirectamente: a través de la aplicación de un instrumento de selección múltiple compleja y cuatro instrumentos que sugieren **la forma y no el contenido** de las pruebas internacionales Pisa (Martínez *et al.*, 2003). Un ejemplo de ítem de uno de los instrumentos mencionados con el que se caracterizó la concepción empiroinductivista y rígida se cita a continuación:

 tem No. 1. La dependencia de la presión

Robert Boyle, a temperatura constante, midió el volumen de una muestra de gas sujeta a diferentes presiones. Not  que cuanto más alta era la presión, menor era el volumen, y estableció que el volumen varía inversamente proporcional a la presión.



Esta ley proporciona una forma sencilla de predecir el volumen de un gas cuándo está sujeta a cierta presión, y las desviaciones de las predicciones son importantes solo cuándo el gas es denso o está frío. Así, la ley es una expresión para un fluido ideal llamado **gas perfecto o gas ideal** y se cumple exactamente cuándo el gas es infinitamente difuso.

Tabla 1. Indicadores para identificar concepciones de ciencia e investigación

Concepciones de trabajo científico	Indicadores
1. Concepción empiropositivista y rígida de ciencia	1.1 Resalta el papel de la observación sobre la teoría. 1.2 La experimentación es una actividad de descubrimiento o de puro azar. 1.3 La actividad científica se fundamenta en un método científico que incluye un conjunto de pasos a seguir. 1.4 La actividad científica depende de un tratamiento cuantitativo riguroso.
2. Concepción apoblémica-ahistórica y acumulativa	2.1 No se reconoce los problemas que generaron los conocimientos. 2.2 No hay un cambio ni evolución de los conocimientos.
3. Concepción individualista y elitista	3.1 La actividad científica la lideran científicos aislados. 3.2 Las hipótesis, e incluso toda una teoría, puede ser falsada por un solo científico o equipo. 3.3 No hay confusiones ni errores en la actividad científica.
4. Concepción descontextualizada	4.1 No se reconoce las relaciones C.T.S.A. 4.2 La ciencia es la principal responsable del deterioro del planeta. 4.3 La ciencia antes que la tecnología es el factor absoluto del progreso.
5. Concepción moderna de ciencia y/o adecuada	5.1 La verdad en la ciencia es relativa y por lo tanto tiene un carácter provisional. No hay contrastaciones o falsaciones definitivas. 5.2 La ciencia conduce de un contexto problémico, ligado a asuntos económicos, sociales y técnicos. 5.3 La ciencia es un conocimiento socialmente compartido, no es elitista. 5.4 La actividad científica surge a partir de constructos teóricos y no solamente observaciones.

Teniendo en cuenta que la ley de Boyle se cumple en gases con bajas densidades,  cu al(es) de las siguientes afirmaciones resulta(n) adecuada(s) para corroborar esta ley?

- Realizar mediciones cuidadosas en el laboratorio y emitir los resultados **SI / NO**
- Observar en el laboratorio la variación del volumen de algunos gases de diferente densidad cuando son sometidos a diferencias de presiones **SI / NO**
- Acudir a mediciones de tipo experimental antes de emitir cualquier hipótesis **SI / NO**
- Predecir los valores de presión a través de medidores digitales en el laboratorio **SI / NO**

Características del  tem No. 1

 rea: Ciencias

Tema: Teoría cinética molecular de los gases (**La dependencia de la presión**)

Concepción: empiroinductivista y rígida de la actividad científica

Indicador: 1.1 Resalta el papel de la observación sobre la teoría

Tipo de respuesta: Elección múltiple compleja

Criterios de evaluación del  tem No. 1

Máxima puntuación (*No expresa indicador*)

Puntuación 2: No, No, No, No, en este orden.

Puntuación parcial (*Expresa indicador*)

Puntuación 1: **Si, Si, Si, Si o No, Si, Si, Si en cualquier orden**

Ninguna puntuación

Puntuación 0: Cualquier otra combinación de respuestas.

- Directamente: a través de observaciones en el aula y en el laboratorio, y de la aplicación y evaluación de un programa guiado de actividades orientado al desarrollo de una práctica experimental, relacionada con la Teoría Cinética Molecular, que se constituyó en un referente para obtener información complementaria en relación con la caracterización sobre ciencia e investigación.

Confiabilidad de los instrumentos

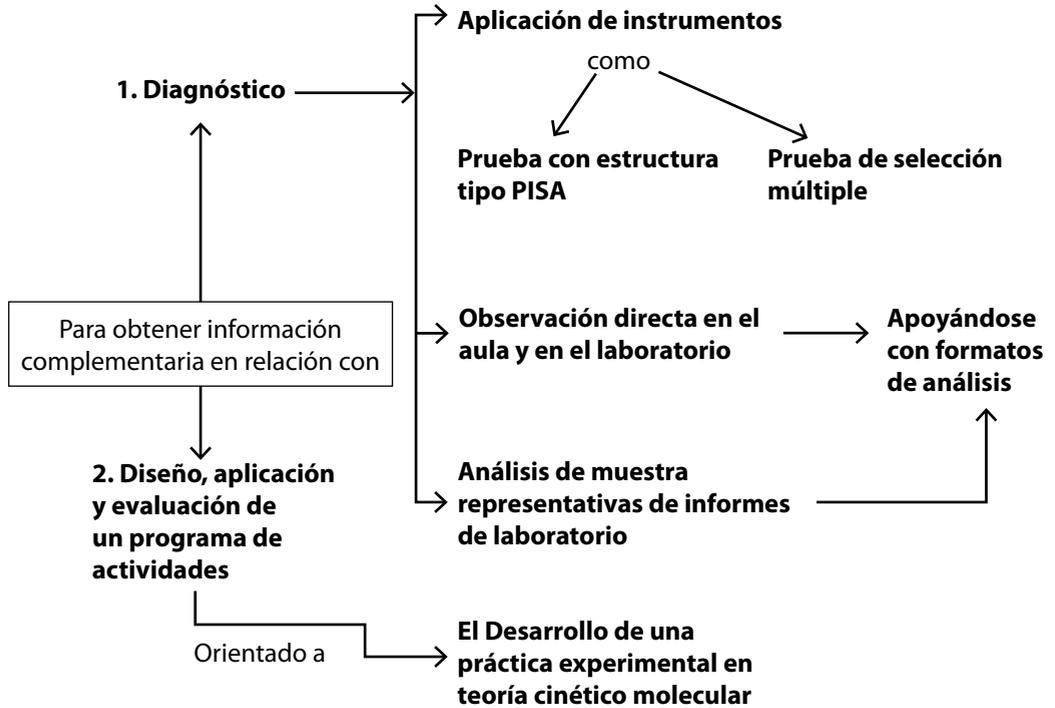
Se realizaron algunas pruebas de confiabilidad que consistieron en:

- Un procedimiento cualitativo, a través del denominado juicio de expertos: un profesor universitario con maestría en química y dos profesores del programa interinstitucional de doctorado en educación de la Universidad Pedagógica Nacional, los cuales juzgaron la adecuación de los indicadores establecidos para cada concepción en función del objetivo de la investigación.
- Una aplicación piloto de los instrumentos a 32 estudiantes de sexto semestre del programa de Licenciatura en Química.

Con base en los resultados de dichas pruebas se hicieron los ajustes pertinentes y se procedió a la aplicación de los instrumentos al grupo experimental.

En la ilustración 2 se sintetizan las etapas y procedimientos seguidos durante el proceso de aplicación de los instrumentos y la correspondiente recolección de información:

Ilustración 2. Fases de la investigación.



Resultados

La ilustración siguiente muestra la tendencia hacia concepciones de ciencia e investigación en profesores en formación inicial:

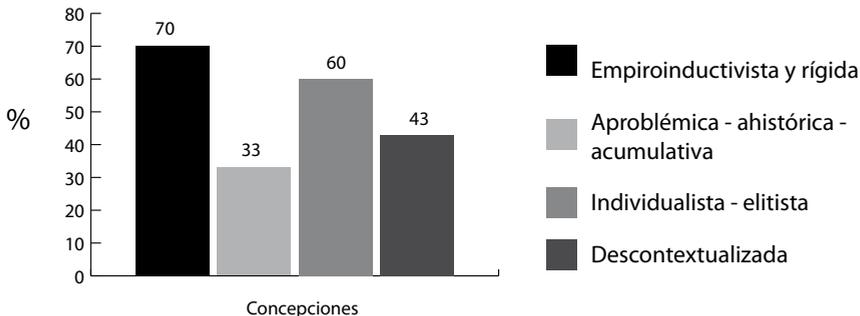


Ilustración 3. Tendencias de concepciones sobre ciencia e investigación en profesores en formación inicial

En general predomina la concepción empiroinductivista y rígida. Es de resaltar que, aunque 9 estudiantes de la muestra total (30%) no muestran una tendencia clara hacia esta concepción, 4 de ellos expresan tendencia hacia la categoría o indicador referido a: **“la actividad científica se fundamenta en un método científico que incluye un conjunto de pasos a seguir”** y 5 de ellos expresan con cierta tendencia que **“la actividad científica depende de un tratamiento cuantitativo riguroso”**. Esto indica que en general las creencias sobre ciencia e investigación que subyacen en los futuros profesores no son totalmente opuestas a la concepción empiroinductivista y rígida.

En relación con la concepción apr blmica y ahistórica podría afirmarse que en 10 estudiantes (33%) subyace esta tendencia, no obstante, de los 20 estudiantes que no expresan las indicadores referidos a esta concepción, 7 muestran tendencia hacia el indicador: **“no se reconocen los problemas que generaron los conocimientos”**. Esto sugiere que las creencias sobre ciencia e investigación de estos 7 estudiantes estarían también influenciadas por la concepción apr blmica y ahistórica.

El 43% de los profesores en formación inicial tienden a una concepción sobre ciencia e investigación descontextualizada, del mismo modo, a partir de la correlación se estableció que en los estudiantes hay una frecuente tendencia a considerar que **“la ciencia, antes que la tecnología, es el factor absoluto del progreso”**; tendencia que también se evidenció durante el desarrollo del programa guía de actividades.

De igual manera, se presenta una marcada tendencia hacia la concepción de ciencia e investigación individualista y elitista, ya que subyace en el 60% de los estudian-

tes. Es importante resaltar que la mayoría de los futuros profesores que se ubican en este 60% también presentan tendencia hacia la concepción empiroinductivista y rígida.

En este contexto, se estableció la tendencia hacia una concepción de ciencia moderna o adecuada, como es la de naturaleza racional relevista, y en este sentido, en la ilustración No. 5, se muestran estas tendencias.

En este caso no podría afirmarse que dentro de la muestra estudiada se encuentren de forma absoluta futuros profesores que tiendan a una concepción moderna o adecuada (M.A.) propuesta en este trabajo. Sin embargo la ilustración muestra que determinados profesores en formación inicial expresan con cierta frecuencia algunos de los indicadores que corresponden a la concepción M.A.:

La ilustración No. 9 resulta coherente en relación con las concepciones de ciencia deformadas que se han caracterizado en este trabajo, ya que se logró establecer que un bajo porcentaje de la muestra (3%) considera que “la ciencia es un conocimiento socialmente compartido, no es elitista”; este indicador se relaciona con la concepción individualista y elitista hacia la cual el 60% de la muestra presenta tendencia.

Del mismo modo, un 6% de los profesores en formación inicial tienden a expresar el indicador 5.1 que se refiere a que “no hay contrastaciones o falsaciones definitivas”, es decir, que no hay verdades absolutas en la actividad científica. Esto resulta lógico si se tiene en cuenta que el mayor porcentaje de la muestra (70%) estaría influenciado por una concepción de ciencia de naturaleza empiropositivista y rígida. Esta influencia podría, del mismo modo, explicar que solamente un 6% es de la tendencia que “la actividad científica surge a partir de constructos teóricos y no solamente observacionales”.

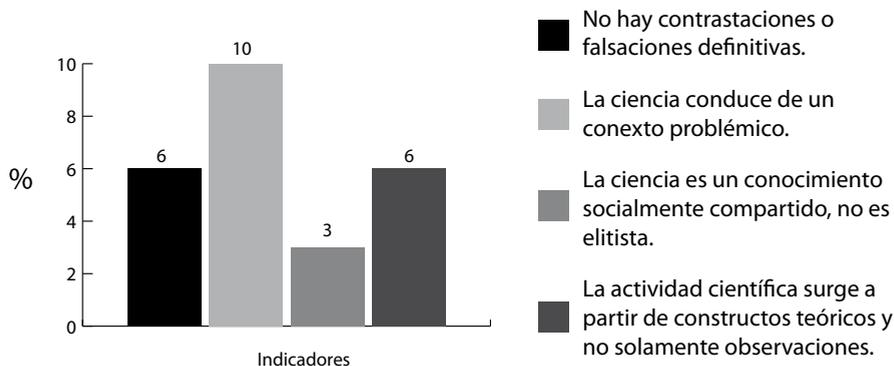


Ilustración 4. Tendencia de concepciones sobre ciencia e investigación en profesores en formación inicial.

El 10% de los futuros profesores tienden a expresar que la actividad científica surge de un contexto problémico, sin embargo –dentro de este contexto problémico– en su mayoría no reconocen asuntos ligados a componentes sociales, económicos o ambientales.

Conclusiones

Se estableció que la tendencia de concepciones que subyacen en profesores de química en formación inicial sobre ciencia e investigación es principalmente de naturaleza empiropositivista-rígida e individualista y elitista. Los porcentajes de tendencia son del 70% y 60% respectivamente.

Asimismo, en el 33% de los profesores en formación inicial estudiados subyace una tendencia a la concepción de naturaleza ahistórica-aproblémica-acumulativa (A.A.A.); no obstante, de los estudiantes que corresponden a la tendencia A.A.A., la mayoría presenta también la tendencia empiropositivista-rígida.

Se estableció que el 43% de los profesores en formación inicial presentan una

inclinación hacia la concepción descontextualizada (D). Asimismo, el 33% son de las tendencias D y empiropositivista-rígida.

Menos del 10% de la muestra estudiada tiende a expresar algunos indicadores que se refieren a la versión de ciencia moderna o adecuada, pero también presentan cierta tendencia a expresar aleatoriamente indicadores de las concepciones deformadas de ciencia e investigación.

En este contexto, las concepciones sobre ciencia e investigación que subyacen en los profesores en formación inicial para el desarrollo de trabajos experimentales, se corresponden con las tendencias que el consenso plantea.

Teniendo en cuenta que el trabajo experimental representa una ocasión para familiarizar a los estudiantes con las características propias de la ciencia y la investigación (Gené, 1986; Payá, 1991; González, 1994; Salinas, 1994), es conveniente transformar los trabajos de laboratorio tradicionales en trabajos experimentales que favorezcan concepciones no reduccionistas o adecuadas de ciencia e investigación.

De acuerdo con la investigación realizada se concluye que es posible hacer el estudio de las concepciones de ciencia e investigación abordando contenidos disciplinares y no solamente a través de preguntas directas que no involucran situaciones contextualizadas. ■

Bibliografía

- Aliberas, J., Gutiérrez, R. e Izquierdo, M. (1989). La didáctica de las ciencias: una empresa racional. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), pp. 227-280.
- Bacon, F. (1980). *Novum Organom*. México: Porrúa.
- Bunge, M. (1976). *La investigación científica*. Barcelona: Ariel
- Barrow, D. A. (1991). Critical reflection: a source of wonderful ideas for changing classroom practices. *Journal of Elementary Science Education*, 3(2), pp. 26-39.
- Basilisa M., Mateos M., Vilanova, S. (2007). Las concepciones epistemológicas de los profesores de química. *Revista Mexicana de educación Química*, pp. 133-137.
- Bell, B. F. y Pearson, J. (1992). Better Learning. *International Journal of Science Education*, 14(3), pp. 349-361.
- Bunchan, A. y Jenkins, E. (1992). The internal assessment of practical skills in science in England and Wales, 1960-1991: some issues in historical perspective. *International Journal of Science Education*, 14(4), pp. 367-380.
- Chalmers, A. (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI de España.
- Cronin-Jones, L. (1991). Science teaching beliefs and their influence on curriculum implementations: two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), pp. 235-250.
- Dewey, J. (1945). *Methods in science teaching*. *Science Education*, 29, pp. 119-123.
- Erazo Parga, M. (1999). El pensamiento del profesor. *Publicaciones Universidad Pedagógica Nacional*.
- Erazo Parga, M. (2003). Concepciones de ciencia e investigación que subyace en los profesores de ciencias, aspirantes al programa de maestría en docencia de la química. *Revista TEΔ*, pp. 41-56. Universidad Pedagógica Nacional.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 477-488.
- Furió, C. (1996). Las concepciones alternativas del alumnado. Dos décadas de investigación. *Resultados y tendencias. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7(7), pp. 7-17. Alambique.
- Gallagher, J. J. (1991). Perspective and practising secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75(1), pp. 121-133.
- Gallego, R. y Pérez R. (2000). El efecto didáctico en ciencias experimentales. *Revista TEΔ*, Universidad Pedagógica Nacional. Digitalizado por red académica.
- Gené, A. y Gil, D. (1987). Tres principios básicos en el diseño de la formación del profesorado. *Andecha Pedagógica*, 18, pp. 28-30.

- Gil, D. (2004). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y expectativas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 197-212.
- Gil, D. (1983a). Tres paradigmas básicos en la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 1(1), pp. 26-33.
- Gil, D. y Paya, J. (1991). Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química. Un análisis crítico y una propuesta fundamentada. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- Giordan, A. (1996). ¿Cómo ir más allá de los modelos constructivistas? La utilización didáctica de las concepciones de los estudiantes. *Investigación en la Escuela*, 28, pp. 7-22.
- Guevara S., M. y Valdez G., R. (2004). Los modelos en la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación Química*. 15(3), pp. 243-247.
- Hashweeh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), pp. 47-63.
- Hewson, P.W. y Hewson, M. (1987). Science teachers' conception of teaching: Implications for teacher education. *International Journal of Science Education*, 9(4), pp. 425-440.
- Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science and science education. *Studies in Science Education*, 12, pp. 25-57.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 14(5), pp. 541-566.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), pp. 299-313.
- Hofer, B. K. y Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: beliefs about knowledge and knowing and their relations to learning. *Review of educational research*, 67(1), pp. 88-140.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), pp. 45-60.
- Justi, R. S. (2002). Modeling teachers' views on the nature of modeling and implications for modelers. *International Journal of Science education*. 24(4), pp. 369-387.
- Klopfer, L. E. (1983). Research and the crisis in science education. *Science Education*. 67(3), pp. 283-284.
- Kuhn, T. (1975). La estructura de las revoluciones científicas. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lakatos, I. (1978). La metodología de los programas de investigación científica. España: Alianza.
- Laudan, L. (1984). *Science and Values*. Los Angeles, London: University of California Press.
- Martínez, A., Tambo, I. y Ugarriza, J. (2003). Programa para la evaluación internacional de alumnos de 15 años en matemáticas, lectura y ciencias en el proyecto PISA. Editorial del Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa.
- Padrón, J. (2007). Tendencias epistemológicas de la investigación científica en el siglo XXI. *Cinta de Moebio*, 28, pp. 1-28.

En línea <http://www.moebio.uchile.cl/28/padron.pdf>

- Popper, K. (1980). La lógica de la investigación científica. Madrid: Tecnos.
- Praia, J. y Cachapuz, A. (1994). Un análisis de las concepciones acerca de la naturaleza del conocimiento científico de los profesores portugueses de la enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), pp. 350-354.
- Salcedo, L. E., Perafán, G. A. y Reyes, L. (1999). Acciones y creencias. Tesoro oculto del educador. Editorial Universidad Pedagógica Nacional.
- Salcedo, L., Villarreal, M., Zapata, P. N., Rivera, J., Colmenares, E. y Moreno, S. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Solbes, J. Vilches, A. (1998). Las interacciones CTS en los nuevos textos de la enseñanza secundaria. *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, 142-148.