

APROXIMACIONES DEL SEMANTICISMO DE VAN FRAASSEN A LA ENSEÑANZA DEL
CONCEPTO VALENCIA.

Diana Carolina Martínez Rodríguez

Grupo de Investigación FHEC

Proyecto de tesis

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA

Profesor PhD. Fredy R. Garay Garay

Director trabajo de grado

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

Bogotá

2018

DEDICATORIA

A Mariam Daniella, el amor de mi vida y a ese angelito que con su luz estelar me libró del
insomnio...

AGRADECIMIENTOS

No podemos olvidar que todo se lo debemos a Él, que ha sido Dios quien trazó nuestro caminos, por eso estoy infinitamente agradecida. A mi familia, mi hija Mariam Daniella quien es mi inspiración, mi esposo, mi madre, padre, hermana y hermano, mis abuelitos, tías, tíos, primos, en fin a ellos que siempre me animaron y pusieron sus esperanzas en mí.

Y por supuesto a mi director de trabajo de grado el Dr Fredy Garay, quien se llenó de paciencia, y orientó este proceso, quien siempre creyó en mí, hasta el último momento.

"Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos" Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, párrafo 2

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formadora de Profesores</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 5 de 79	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Aproximaciones del Semanticismo de Van Fraassen a la enseñanza del concepto Valencia
Autor(es)	Martínez Rodríguez, Diana Carolina
Director	Garay Garay, Fredy Ramón
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 74 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	SEMANTICISMO, ISOMORFISMO, MODELO, ALGEBRAS EMPÍRICAS, MODELOS PARCIALES ESCOLARES (MPE), MODELOS CIENTÍFICOS ESCOLARES (MCE)

2. Descripción
Trabajo de investigación que aborda el semanticismo de Bas Van Fraassen para la creación de puentes teóricos de tres modelos de valencia, con los que se logró la transformación de modelos parciales escolares (Mpe) a modelos científicos escolares (Mce) en un grupo de estudiantes.

3. Fuentes
Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 134-169. Adúriz-Bravo, A., Ariza, Y., & Couló, A. (2011). Introducing the Semantic View of Scientific Theories in Science Education. Ariza, Y., & Adúriz, A. (2012). La “nueva filosofía de la ciencia” y la “concepción semántica de las teorías científicas” en la didáctica de las ciencias naturales. Educación en Ciencias Matemáticas y

Experimentales, 55-66.

Ariza, Y., Lorenzano, P., & Adúriz-Bravo, A. (2010). Dificultades para la introducción de la “familia semanticista” en la didáctica de las ciencias naturales. *atinoam.estud.educ*, 59 - 74.

Bachelard, G. (1989). *Epistemología*. Barcelona: Anagrama.

Badillo, R. G., Miranda, R. P., Beltrán, M. V., Fernandez, L. C., & Rodríguez, R. Y. (2004). El concepto de valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Ciência & Educação*, 571-583.

Caamaño, A. (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. En A. C. Mercè Izquierdo, *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 19-39). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.

Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 320-331.

Chamizo, J. A., & Gutiérrez, M. Y. (2004). Conceptos fundamentales en química 1. Valencia. *Educación Química*, 359-365.

Chamizo, J. A., Castillo, D., & Pacheco, I. (2012). La naturaleza de la química. *Educación química*, 1-7.

Chamizo, J.A. (1992). *El maestro de lo infinitamente pequeño*. John Dalton. CNCA-Pangea. México.

Díez, J. A., & Lorenzano, P. (2002). La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX. *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones* (págs. 13-78). Buenos Aires: universidad nacional de quilmes.

Ferro, M. V. (2012). La última frontera en los estudios metacientíficos: relación entre modelo y realidad en el antirrealismo. *HAL*, 1-8.

Flores, F., & Gallegos, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de las ciencias. *Perfiles educativos*, 1-10.

Fraassen, B. C. (1980). *The Scientific Image*. New York: clarendon press • oxford.

Garritz, A. &. (1997). Capricho Valenciano (III): Valencia y número de oxidación. *Revista Educación en Química*, 133-140. .

Guerrero, G. (2003). *MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR*. Madrid.

Guerrero, G. (2007). VAN FRAASSEN Y LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURALISTA DE LAS TEORÍAS. *Praxis Filosófica*, 21-38.

Izquierdo, M. (2005). HACIA UNA TEORÍA DE LOS CONTENIDOS ESCOLARES. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 111–122.

Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Estaña, J. L. (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En A. C. Mercè Izquierdo, *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 141-161). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.

KUHN, T. S. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*. Mexico: fondo de cultura económica.

Lorenzano, P. (2001). La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX.

Manzano, R. (2009). El congreso de Karlsruhe: Paso definitivo hacia la química moderna. *Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias*, 396-407.

Mellado, V. (2003). *Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la*

ciencia. Enseñanza de las ciencias, 343-358.

Partington, J. (1949). Thomas Thomson, 1773–1852. *Annals of Science*, 115-126.

Pere, V. &. (1994). Valoración de la Obra de Proust y Berthollet en los textos de química general. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. LLULL. vol. 17. pp. 325-341.

Quintanilla, M., Aymerich, M. I., & Adúriz-Bravo, A. (2007). Discusión en torno a una propuesta para introducir la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias. En A. C. Mercè Izquierdo, *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 172-193). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.

Rodríguez, E. C., & Rojas, J. P. (s.f.). El concepto valencia: un abordaje histórico y la importancia de la inclusión histórica en la escuela secundaria. *Memorias de la Maestría en Docencia de la Química. Vol.1 Año 1.*, (págs. 180-187). Bogotá.

Rodríguez, R. Y., & Adúriz-Bravo, A. (s.f.). A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias.

Schummer, J. (1998). The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *Hyle*, 129–162.

Tejada, C., Acevedo, D., & Mendoza, A. (2015). Didáctica para la Enseñanza del Concepto de Valencia Química. *Formación Universitaria*, 35-42.

Tovar, C. T. (2013). Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza del concepto de valencia). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 143-157.

4. Contenidos

Trabajo de investigación que aborda el semanticismo de Bas Van Fraassen para la creación de puentes teóricos de tres modelos de valencia, con los que se logró la transformación de modelos parciales escolares (Mpe) a modelos científicos escolares (Mce) en un grupo de estudiantes.

5. Metodología

En el libro *THE FOUNDATIONS OF SOCIAL RESEARCH* de Michael Crotty (1998), se plantea la necesidad de identificar cuatro aspectos en el momento de hacer una investigación en el ámbito educativo, estas son:

- Métodos: las técnicas o procedimientos utilizados para recoger y analizar datos relacionados con alguna pregunta de investigación o hipótesis.
- Metodología: la estrategia, plan de acción, proceso o diseño que está detrás de la elección y el

uso de métodos particulares y vincular la elección y el uso de métodos para los resultados deseados.

- Perspectiva teórica: la postura filosófica que da la información a la metodología y proporciona así un marco para el proceso de toma de muestras y su lógica y criterios.
- Epistemología: la teoría del conocimiento incrustado en la perspectiva teórica y por lo tanto en la metodología.

6. Conclusiones

- ✓ Los puentes teóricos como esquemas lingüísticos pueden parecer simples, pero en realidad son un sistema lógico textual que toma como referente uno de los modelos representativos de un concepto estructurante (en este caso valencia), fundamentado en lo que Van Fraassen concibe como teoría y su respectiva adecuación empírica. De este modo los puentes tienen una estructura fundamentada en las proposiciones matemáticas constituidas por enunciado, premisa y conclusión; este es el primer paso para el acercamiento con la teoría de conjuntos y en consecuencia para la construcción de las álgebras empíricas, con las que se puede analizar la existencia o no del isomorfismo entre la adecuación empírica del modelo y el modelo en sí.

- ✓ Es así como consolidado el puente debe ser llevado al aula con una estrategia que favorezca la interacción del estudiante con la estructura de este, la estrategia empleada se fundó en el socio interaccionismo de Vigotsky y fue ejecutada en torno a una pregunta orientadora que llevó al uso del puente.

- ✓ Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:

Coeficiente alfa >0.9 es excelente

Coeficiente alfa >0.8 es bueno

Coeficiente alfa >0.7 es aceptable

Coeficiente alfa >0.6 es cuestionable

Coeficiente alfa >0.5 es pobre

En concordancia a la pregunta del problema de investigación ¿Son eficientes los puentes teóricos, para establecer relaciones coherentes entre la filosofía y la didáctica de la ciencia, que permitan la transformación de los modelos parciales (Mpe) de los estudiantes, a los modelos parciales correspondientes al conocimiento científico (Mpce) de la valencia química (Flores & Gallegos, 1993)?

Por tal razón se puede afirmar que los puentes teóricos son EFICIENTES para establecer la relación que subyace esta investigación y por ende se ve reflejado en la transformación de los Mpe a los Mpce

Al tener un número menor de ítems la varianza del alfa de Cronbach disminuye en nuestro caso 6,2, lo que evita que haya un numerador sobreestimado, y por ende el cociente entre estos es significativo

- ✓ Es una premura el consolidar la red química en el trabajo didáctico que incluya conceptos estructurantes, como lo es Valencia.
- ✓ Se hace necesario el generar nuevas investigaciones en el aula, que involucren, la naturaleza del conocimiento químico, y por ende a la familia semanticista desde Van Fraassen, como una estrategia que pueda cambiar la versión de ciencias que el estudiantado posee.

- ✓ No se puede enseñar una ciencia lineal y dogmática, ya que sesga la percepción que el estudiante puede tener de la ciencia y en este caso de la química, lo que genera rechazo por la misma.

Elaborado por:	Martínez Rodríguez, Diana Carolina
Revisado por:	Garay Garay, Fredy Ramón

Fecha de elaboración del Resumen:	22	02	2018
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 EL CONCEPTO DE VALENCIA: SU CONSTRUCCIÓN HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA Y LA IMPORTANCIA DE SU INCLUSIÓN EN LA ENSEÑANZA. Gallego, Miranda, et. 2004	5
2.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN QUÍMICA 1. VALENCIA. Chamizo & Gutiérrez, 2004	6
2.3 EL CONCEPTO VALENCIA: UN ABORDAJE HISTÓRICO Y LA IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN HISTÓRICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA. Rodríguez & Rojas.....	7
2.4 LA “NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA” Y LA “CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS” EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES. Ariza & Adúriz, 2012	8
2.5 CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. Flores & Gallegos, 1993.....	8
3. JUSTIFICACIÓN	10
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
5. OBJETIVOS.....	13
Objetivo general	13

Objetivos específicos	13
6. MARCO TEÓRICO	14
6.1 COMPONENTE HISTÓRICO	15
6.1.1 DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO VALENCIA	15
6.2 COMPONENTE FILOSÓFICO	17
6.3 COMPONENTE DIDÁCTICO	18
6.4 SEMANTICISMO DE BAS VAN FRAASSEN	19
7. METODOLOGÍA	23
7.1 MÉTODO: ANALISIS CONVERSACIONAL	24
7.2 METODOLOGÍA	24
7.1.1 ANÁLISIS DE ISOMORFISMO: DETERMINACIÓN DE LOS	
CONJUNTOS	25
7.1.2 DETERMINACIÓN DE ISOMORFISMO	29
7.1.3 CREACIÓN DE LOS PUENTES TEÓRICOS	32
7.1.4 PRESENTACIÓN DE LOS PUENTES TEÓRICOS LLEVADOS AL AULA	
.....	34
7.1.5 INTRODUCCIÓN DE LOS PUENTES EN EL AULA	39
8 ANÁLISIS DE RESULTADOS	49
8.1.1 ANÁLISIS DE LOS Mpe	50
8.1.2 ANÁLISIS DE LOS Mpce	53

9 CONCLUSIONES.....	63
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de “Valencia” en química ha sido tomado como objeto de estudio en gran cantidad de investigaciones de carácter didáctico, en las que se destaca su importancia dentro de la red conceptual de la Química, algunas de estas son la Didáctica para la Enseñanza del Concepto de Valencia Química (Tejada, Acevedo, & Mendoza, 2015), El concepto de valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza (Gallego, Miranda, et. 2004), Conceptos fundamentales en química 1. Valencia (Chamizo, Gutiérrez, 2004), entre otras. Por ejemplo Bachelard (1989), resalta su valor, dentro del simbolismo que el filósofo de la química debe estudiar. De ahí que sea este concepto, sobre el cual se centra esta investigación fundamentando su construcción epistemológica, filosófica y didáctica como pilares teóricos del presente trabajo.

Esta investigación se estructuro a partir de la formulación y ejecución de diferentes Fases: 1. Identificación y análisis de los posibles isomorfismos (Fraassen, 1980) que se presentan en los tres modelos que han formulado en torno a este concepto de Valencia y que son los que fundamentan esta investigación. 2. Creación y validación de puentes teóricos basados en las ideas epistemológicas clave postulados por Ariza & Adúriz (2012) asumiendo estas como la esencia proposicional que contiene cada teoría. 3. Se diseñó, validó y ejecutó una estrategia de intervención en el aula, argumentada en los presupuestos teóricos de Vigotsky (1988) en donde se asumió el aprendizaje como el resultante complejo de la confluencia de factores sociales, como la interacción comunicativa con pares y adultos, compartida en un momento histórico y con determinantes culturales particulares. (Tovar, 2013).

Esta investigación visa por generar procesos de transformación en el aula, incitando a un cambio en el rol del estudiante, siendo este mas participe y crítico de su proceso de aprendizaje, y en el que la filosofía de la química permee la construcción del trabajo eficiente y asertivo en el aula, promoviendo el uso de las teorías semánticas (Adúriz-Bravo, Ariza, & Couló, 2011), o de los modelos teóricos en la construcción del conocimiento científico escolar.

2. ANTECEDENTES

Durante décadas se consideró al conocimiento científico, desde una tradición heredada, como aquel conocimiento acumulativo, lineal y progresivo, que se evidencia en los libros de texto, concepción que dio como resultado de forma paralela una versión de las ciencias que solo describía como se ha recolectado y acumulado dicho conocimiento. No obstante, desde Kuhn (1962) y desde las nuevas postulaciones y formulaciones teóricas de la epistemología de las ciencias, se reconoce que el conocimiento científico no proviene de la simple acumulación de hechos, sino de un grupo de circunstancias y posibilidades intelectuales propensas a cambio.

Por ello, el hecho y la teoría no se pueden desligar al momento de hablar de la historia y la epistemología de las ciencias; y en el ámbito de la educación en ciencias, el profesor no puede dedicarse a narrar de forma anecdótica los acontecimientos que llevaron a la formulación de una teoría, sino que debe conocer el fundamento conceptual, el contexto y los hechos que llevaron a la comunidad científica a generar y validar sus postulados.

El desarrollo del conocimiento científico in situ no está aislado de la realidad del científico, y mucho menos del contexto histórico; ya que estos son factores dominantes en el momento de postular una hipótesis, pero son en algunos casos relegados cuando se quiere explicar la creación de una teoría, olvidando la riqueza conceptual que pueda llegar a tener independientemente de su versatilidad.

Con esta mirada y la revolución introducida por T. Kuhn, surgen transformaciones profundas no solo en la versión de ciencia que hasta entonces se tenía, sino en la forma en que se estaba enseñando la ciencia. Por ello la inclusión del componente histórico, filosófico y epistemológico en el aula es el contexto ideal que simula el verdadero trabajo científico, desde la sana disertación y el dialogo estructurado, fundamentado en conceptos estructurantes que hagan parte de la red que define a la química y le da el carácter científico.

Uno de estos conceptos paradigmáticos como lo es el concepto de valencia química, que revolucionó el pensamiento químico desde Frankland (1852), hasta nuestros días. Y así se puede afirmar que es un término propio del lenguaje químico, que pone nuestra mirada lejos de fisicalismos, y se convierte en clave en la construcción del núcleo químico de la química. En términos de Joachim Schummer (1998):

.
“La red química, con valencia en uno de los nodos y las relaciones químicas como las conexiones, hace parte del núcleo química de la química”.

Es de gran importancia resaltar, el papel que cumple dicho concepto en la transformación de la enseñanza de una química de carácter científico. Por ello, es necesario realizar un análisis histórico, epistemológico y de implicación didáctica de dicho concepto, siempre referenciándolo como nodo dentro de la red conceptual que estructura a la química y contribuye en la construcción de su naturaleza científica.

Construir esa red conceptual implica rescatar la construcción histórica de un concepto, tarea que no muchos autores han abordado, por lo que referenciar dichos trabajos es algo complicado, no obstante, para fines aquí expuestos, se presenta una aproximación a algunos textos, considerados relevantes en dicho proceso de reconstrucción conceptual.

2. 1 EL CONCEPTO DE VALENCIA: SU CONSTRUCCIÓN HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA Y LA IMPORTANCIA DE SU INCLUSIÓN EN LA ENSEÑANZA. Gallego, Miranda, et. 2004

En este artículo publicado en el año 2004, los autores rescatan la importancia de la construcción histórica del concepto valencia, hacen un análisis de la versión que de este concepto se presenta en los libros de texto, se evidencia como dicha reconstrucción puede ser ese hilo conductor que lleve a fortalecer la red conceptual de la química, y llegan a una importante conclusión:

Los autores del presente artículo consideran que el involucrar a los estudiantes en el estudio histórico-epistemológico de un modelo, teoría o concepto científico, les puede permitir comprenderlos y hacerse una idea más aproximada del trabajo científico y del desarrollo de las ciencias, diferente de la habitual de ciencia absoluta, empirista y acumulativa. (Gallego, Miranda, et. 2004)

Dicho referente se constituyó una fuente importante en la reconstrucción histórica de este trabajo, ya que en las diferentes revisiones bibliográficas no se precisaba el punto en el cual se

hablaba por primera vez de valencia, pero los autores puntualizan que desde Dalton se establece, de ahí que en la intervención en el aula se tomó como primer modelo representativo.

2.2 CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN QUÍMICA 1. VALENCIA. Chamizo & Gutiérrez, 2004

Este trabajo, al igual que el anterior hace un rastreo histórico y epistemológico análisis del concepto valencia, a través de un seguimiento a los libros de texto de nivel secundaria. Pero las conclusiones a las que los autores llegan son un poco más amplias, ya que reconocen como en la educación química es aislada de todo contexto, aun cuando se ha tratado de incorporar el componente CTS en la enseñanza de la química (Chamizo & Gutiérrez, 2004). También manifiestan la apatía que esto ha generado entre los estudiantes, por lo que la química tiene una imagen negativa (Chamizo,2011) que debe ser transformada desde el aula.

Dichos aspectos que los autores resaltan como inexistentes, trazaron una ruta de inclusión de contexto en este trabajo de investigación, que en este caso era netamente histórico, pero que sin duda daba matices reconocibles para los estudiantes de la construcción de modelos científicos.

2. 3 EL CONCEPTO VALENCIA: UN ABORDAJE HISTÓRICO Y LA IMPORTANCIA DE LA INCLUSIÓN HISTÓRICA EN LA ESCUELA SECUNDARIA. Rodríguez & Rojas

En este texto que surge en el marco del seminario de conceptos químicos e implicaciones didácticas de la Maestría En Docencia de la Química de la U.P.N, se resalta la importancia de la inclusión de la historia de la química en su enseñanza (Rodríguez & Rojas), en especial el concepto de valencia, las autoras hacen un recuento histórico desde Grecia hasta Bachelard (1989), evidenciando lo intrincado que puede llegar a ser la construcción de un concepto con la visión historicista.

Una conclusión importante a la que llegaron fue:

Dentro de una discusión alrededor de la inclusión o no de la historia en las clases de ciencias, se ha notado que si se desconoce el aporte de cada uno de los científicos que contribuyeron a la construcción del concepto, los estudiantes tendrán una visión distorsionada de este, lo cual va a permitir una visión de ciencia deformada (ciencia ahistórica, acrítica e individualista).

Desde ese panorama de desconocimiento y versión deformada de la ciencia que plantean las autoras, se concibe como objeto de investigación en este trabajo el incluir el componente histórico desde tres modelos de valencia, que permitió a los estudiantes acercarse a una versión de ciencias menos dogmática y más paradigmática.

2.4 LA “NUEVA FILOSOFÍA DE LA CIENCIA” Y LA “CONCEPCIÓN SEMÁNTICA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS” EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES. Ariza & Adúriz, 2012

En este artículo los autores plantean una integración entre las nuevas teorías aportadas por la filosofía de la ciencia, en especial la teoría semántica y la didáctica de las ciencias (Ariza & Adúriz, 2012). Pasando por reconocer a la didáctica de las ciencias como una tecnociencia, que es una actividad formada por modelos teóricos, pero que no se reduce a ellos. La forma como lo hacen es asociando las construcciones modelo teóricas de Giere, para la creación de una red conceptual, a través de ideas epistemológicas clave, que sean adecuadas al entorno escolar.

En este sentido, creemos que nuestra propuesta de integración de la visión basada en modelos a través del constructo de ‘idea epistemológica clave’ podría brindar los elementos necesarios para un acercamiento pertinente entre la concepción semántica y la actividad en las aulas de ciencias naturales.

Dicha propuesta de integración se constituyó en uno de los ejes transversales del desarrollo de la investigación, ya que gracias a este, se generó uno de los principios del puente teórico presentado en el aula, desde la idea epistemológica clave valencia.

2. 5 CONSIDERACIONES SOBRE LA ESTRUCTURA DE LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS. Flores & Gallegos, 1993

Los autores de este artículo hacen un análisis detallado del trabajo en el aula explicando como el estudiante posee dos tipos de conocimiento el cotidiano y el escolar, que por lo general son irreconciliables. Partiendo de esta idea relacionan lo que para ellos son los problemas más sobresalientes en la práctica educativa, y como el uso de modelos puede ser una alternativa en la enseñanza de las ciencias, en el que se destaca este aspecto la búsqueda de redes entre modelos, que permita al estudiante pasar de su modelo teórico a un modelo científico (Flores & Gallegos, 1993).

Desde los ámbitos abarcados por los artículos mencionados, se entreteje el hilo conductor que permitió considerar la necesidad de la construcción e inclusión en el aula de puentes teóricos que empleen uno o varios modelos de un concepto estructurante, en este caso la valencia química, siguiendo el aporte de Gallego, Miranda (2004), en el que referencian como primer modelo de valencia el formulado por Dalton (1807), seguido del de Thomas Thomson (1845) y Frankland (1852), siendo este último el que mejor se adapta para el trabajo en el aula y se considera como idea epistemológica clave (Ariza & Adúriz, 2012), con el fin de generar una transformación entre los modelos parciales de los estudiantes (Mpe) a los modelos parciales científicos escolares (Mpec) (Flores & Gallegos, 1993).

3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación, se desarrolló con el fin de identificar y caracterizar relaciones entre la Química, la Filosofía de la Química y la Didáctica de la Química.

Para ello se establecieron unos puentes de tipo teórico, enfocados en las teorías semánticas de Van Fraassen (1980) y más específicamente, en su empirismo constructivo, con ello, se implementó una estrategia de aula con la que se propició una modificación en los modelos parciales del estudiantado con los que se construyó modelos científicos escolares en ellos.

Pero ¿Qué es? y ¿Qué se busca, con dicho puente teórico? Al término puente se le atribuyen alrededor de diez sinónimos, de los cuales he seleccionado tres: “enlace, vínculo, conexión” usando la tipología del puente específicamente desde “conexión” se puede decir que une y busca direccionar las teorizaciones científicas de primer y segundo orden hacia la enseñanza y el aprendizaje del modelo de valencia desde Edward Frankland (1852). Teniendo como precedente que la teorización científica de primer orden tiene a la ciencia misma, en nuestro caso la química, como el objeto de estudio, mientras que las teorizaciones de segundo orden hacen una reflexión sobre la ciencia, entre las que están la Filosofía de la Química y la Didáctica de la química (Lorenzano, 2001).

De este modo, para crear una conexión coherente entre el conocimiento científico y el metacientífico deben tenerse en cuenta algunos aspectos tales como la naturaleza del conocimiento, tal y como lo expresa Chamizo: Es necesario trabajar concienzudamente en

programas que incorporen el estudio de la Naturaleza de la Química para lograr una formación química integral con alumnos y docentes (Chamizo, Castillo, & Pacheco, 2012).

La incorporación que sugiere Chamizo (2012) en cuanto a la naturaleza del conocimiento químico en las aulas, engloba aspectos más profundos que una simple relación, expresa una necesidad en la enseñanza de la química; necesidad que deriva en el uso de un puente filosófico, como lo es la teoría semántica de Van Fraassen (1980), desde la imagen antirrealista de ciencia que el describe, señalando que la actividad científica es una construcción en lugar de un descubrimiento (Fraassen, 1980), por ende, desde este marco semanticista la construcción histórica y epistemológica del concepto de valencia desde Frankland (1852), es favorable en el aula:

Un sistema de ciencias didácticamente privilegiado, o un pequeño conjunto de sistemas que pueden hacerse congruentes entre sí. (Adúriz-Bravo, Ariza, & Couló, 2011). No obstante Adúriz (2011), hace una reflexión muy dicente acerca del papel de las teorías semánticas que apoyan el desarrollo de la didáctica de las ciencias. Aunque en este artículo muestra su apoyo al uso de las teorías semánticas en la investigación en el aula, quedan sueltas las relaciones que pueden establecerse entre la filosofía, la didáctica y la química, relación que por supuesto se generaron desde este trabajo reconociendo que es un problema teórico sobre la didáctica de la química en relación con lo semántico.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Realizar una investigación de carácter didáctico presume la creación de interrogantes que la direccionen, cuestiones que surgen de la práctica docente, de las necesidades percibidas desde el aula, pero que carecen de legitimidad sino existen publicaciones al respecto.

Frente a estas inquietudes (Rodríguez & Adúriz-Bravo, 2011), proponen la necesidad de recurrir a una corriente epistemológica para crear una verdadera relación entre epistemología y didáctica de las ciencias en la investigación didáctica.

Pero la gran dificultad que presentan los investigadores de ciencias es elegir la epistemología adecuada, en mi caso elegir de forma asertiva la estructura filosófica que guíe mi trabajo, ya que dentro de la propuesta de (Rodríguez & Adúriz-Bravo, 2011) se menciona la familia semanticista y la incursión exitosa de esta en torno a la didáctica de las ciencias.

Establecer correspondencias entre la familia semanticista y la didáctica, es el reto al que nos enfrentamos aquellos que consideramos importante un trabajo de aula coherente, contextualizado, dinámico y transformador, que este de acuerdo con las necesidades educativas del alumnado.

¿Cómo los puentes teóricos pueden ser eficientes, para establecer relaciones coherentes entre la filosofía y la didáctica de la ciencia, que permitan la transformación de los modelos parciales (Mpe) de los estudiantes a los modelos parciales correspondientes al conocimiento científico (Mpc) de la valencia química (Flores & Gallegos, 1993)?

5. OBJETIVOS

Objetivo general

- Construir tres puentes teóricos basados en las ideas epistemológicas clave, entre postulados teóricos del semanticismo de Van Fraassen y la Didáctica de la Química, para la enseñanza y el aprendizaje del concepto de valencia

Objetivos específicos

- Establecer la existencia del isomorfismo de tres modelos teóricos de valencia Química.
- Hacer la revisión y reconstrucción histórica y epistemológica del concepto valencia
- Diseñar una estrategia de aula que permita la transformación de los modelos parciales de los estudiantes (Mpe) a los modelos parciales correspondientes al conocimiento científico escolar (Mpce) de la valencia química

6. MARCO TEÓRICO

La revisión teórica de este trabajo contempla la incursión de los componentes Históricos, Filosóficos y Didácticos, que deben interrelacionarse para la construcción de un pensamiento crítico del estudiante, en el que el conocimiento químico sea contextualizado y no aislado de su realidad, evidenciando que la ciencia es una construcción humana llena de aciertos y equivocaciones.

En la historia de las ciencias, no se puede categorizar como inoperante el conocimiento científico que algunos eruditos plasmaron en sus hipótesis y que luego fueron refutados por otros, ya que cada uno ha dado su versión de los hechos desde su propia perspectiva y contexto histórico. Por ello, el cambio de paradigma ha generado entre científicos gran resistencia debido a la comodidad que puede producir la teoría ya aceptada, “es por esto por lo que una nueva teoría, por especial que sea su gama de aplicación, raramente, o nunca, constituye sólo un incremento de lo que ya se conoce”. Es así como el conocimiento científico y su enseñanza no son acumulativos, sino que derivan de una construcción social, que depende a su vez del contexto histórico, filosófico y didáctico. Bajo esta perspectiva se hace necesario incluir estos temas en el marco conceptual del presente trabajo.

6.1 COMPONENTE HISTÓRICO

6.1.1 DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONCEPTO VALENCIA

Hay acuerdo general entre los historiadores de la Química en admitir que el Congreso de Química celebrado en 1860 en Karlsruhe (Alemania) tuvo una significación definitiva en la constitución de la Química como ciencia moderna, de forma que en la Historia de la Ciencia es simplemente conocido como “El Congreso de Karlsruhe”, sin necesidad de precisar más datos sobre él (Manzano, 2009).

A mediados del siglo XIX no había acuerdos para diferenciar peso atómico, peso molecular y peso equivalente, lo que permitía que cada autor diera uso al concepto de peso que mejor se ajustaba a sus interpretaciones. Conceptos químicos como valencia y estructura química, solo eran ideas que no estaban definidas consensualmente, en este sentido Kekulé lo expresó así: “Aparte de las leyes de proporciones fijas, y múltiples en peso, y también en volumen en los cuerpos gaseosos, la Química aún no había descubierto leyes exactas... y todas las llamadas concepciones teóricas eran meros puntos de vista probables o convenientes.” (Mason S.F. 1986, 275 en Manzano 2009).

Los cinco acuerdos definitivos más relevantes generados a partir de los debates del congreso se pueden describir como: 1.. La adopción de nuevos pesos atómicos para elementos como el hidrógeno (1), carbono (12), oxígeno (16), etc.; 2. La adopción de las representaciones de los compuestos químicos propuesta por Kekulé; 3. El aporte de Cannizzaro, en cuanto a distinción

entre los conceptos de átomo y molécula.; 4. El reconocimiento de que algunos elementos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno o cloro son sustancias formadas por moléculas diatómicas y no por átomos individuales; y 5. El aporte realizado por el químico inglés Edward Frankland en relación a sus estudios sobre el concepto de valencia (Manzano, 2009).

Frankland realizó investigaciones sobre las propiedades de los compuestos organometálicos lo que lo constituyó como uno de los pioneros de la química organometálica. En estas investigaciones evidenció que átomos como N, P, As y Sb se combinaban con radicales orgánicos en las relaciones 1:3 y 1:5, mientras que Zn, Hg y O lo hacían en la relación 1:2. Con lo que concluyó:

“... independientemente de cuál pueda ser el carácter de los átomos que se unen con otro dado, el poder de combinación del elemento atractivo se satisface siempre con el mismo número de aquellos átomos”. (Frankland, 1852)

El término poder de combinación fue enunciado por sus contemporáneos de maneras muy diferentes, ya sea como unidades de atomicidad (Kekulé) o como grados de afinidad (Garritz, 1997).

Frankland utilizó el concepto de unión para dar una expresión concreta al término de poder de combinación y también concluyó que algunos elementos como el fósforo, exponen la tendencia a formar compuestos con diferentes unidades de atomicidad. Por ejemplo, en el PCl_3 y el PCl_5 el fósforo expone dos números de atomicidad diferentes: 3 y 5.

El aporte realizado por Frankland surge con el apoyo de otras investigaciones en las que subyacen conceptos relacionados con la formación del concepto de valencia en el siglo XIX. Es así como a partir de los trabajos de Berthollet (1802), quien publicó sus investigaciones sobre las leyes de la afinidad, entendidas estas como la afinidad de una sustancia respecto a otra que podía variar en función de la cantidad de la misma que estaba presente en la mezcla de reacción y las condiciones experimentales podían alterar sensiblemente el resultado final de la reacción (Pere, 1994). Estas leyes sirvieron posteriormente a Dalton para formular “la teoría de la combinación química de diferentes elementos ocurre en relación numérica simples por peso, lo que condujo al desarrollo de las leyes de las proporciones definidas y de las proporciones múltiples”.

6.2 COMPONENTE FILOSÓFICO

Para Lorenzano (2001) la filosofía de la ciencia puede dividirse en tres periodos históricos:

1. Periodo clásico: Lapso en el cual se establece la concepción heredada generada por el círculo de Viena, de la cual surgieron aportes tan interesantes como el análisis lógico del lenguaje, el primer encuentro internacional sobre la teoría del conocimiento y en particular se generaron eventos como encuentros y congresos que permitieron la publicación y difusión de trabajos entorno al origen del conocimiento. De este periodo se destacan científicos como Heisenberg, Hertz, Tarski, Bohr, entre otros. Además del surgimiento del positivismo lógico que contemplaba a la ciencia como lineal.

2. Periodo Historicista: Aparece el rechazo al positivismo lógico del círculo de Viena como producto de la recuperación de los problemas tratados por el círculo de Viena. De este modo se

crea la escuela hegemónica con propuestas historicistas- externalistas en los años 60 y hayo auge retumba durante la década de los 80 con autores tales como Kuhn, Lakatos, Toulmin, y Laudan entre otros, quienes fueron rotulados dentro de la nueva filosofía de la ciencia. Las aportaciones de dicho periodo aún están vigentes entre las que se destacan la consideración de la perspectiva histórica, el contexto de descubrimiento, el contexto de justificación, la inconmensurabilidad entre teorías y el problema del relativismo.

3. Periodo contemporáneo: Al igual que el periodo historicista surge como respuesta a las falencias presentadas por la escuela hegemónica debido a la imprecisión y equivocidad de algunas de sus nociones centrales. Durante este periodo se propone que las metodologías metacientíficas deben basarse en las utilizadas en ciencias naturaleza, se estudia los factores que conducen a la formulación y naturaleza de las teorías. De este periodo se resalta la introducción de la familia semanticista basada en modelos representacionales de las teorías científicas (Ariza, Lorenzano, & Adúriz-Bravo, 2010).

Puede afirmarse que se originó con los trabajos de Patrick Suppes quien trabajo la reconstrucción de teorías utilizando el método conjuntista de Tarski. La novedad de dicha familia es la caracterización no lingüística de los modelos en el que se establece uso mínimo de axiomas que generen dependencia.

6.3 COMPONENTE DIDÁCTICO

No es la Ciencia de los Científicos la que decide sus contenidos, sino una reflexión propia de los profesores de ciencias que debe identificar qué cosas se van a poder aprender a partir de una determinada actividad científica escolar que sea factible. (Izquierdo, Sanmartí, & Estaña, 2007)

Esa reflexión permite replantear el trabajo a realizar en el aula. En la tesis doctoral de Adúriz Bravo 2001 se plantea un sistema de relaciones discursivas entre la didáctica de las ciencias experimentales y la filosofía de la ciencia, en la que se resaltan las siguientes relaciones:

1. Una relación recíproca en la que tanto la filosofía de la ciencia como la didáctica de las ciencias funcionan como objeto de estudio la una de la otra.
2. La filosofía de la ciencia es utilizada como herramienta dentro de la didáctica de las ciencias experimentales.
3. Tanto la filosofía de las ciencias como la didáctica de las ciencias se pueden construir explicaciones por analogía.
4. La didáctica de las ciencias experimentales inserta su propuesta en el sistema general de la filosofía de la ciencia.
5. La didáctica de las ciencias experimentales funciona como objeto de estudio de la filosofía de la ciencia. (Mellado, 2003)

6.4 SEMANTICISMO DE BAS VAN FRAASSEN

En su libro *la Imagen científica* Bas Van Fraassen muestra su posición antirrealista y da una nueva alternativa para el estudio de las ciencias, el empirismo constructivo.

Desde el empirismo constructivo: “presentar una teoría es especificar una familia de estructuras, sus modelos; y en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (las subestructuras empíricas) como candidatos para la representación directa de los fenómenos observables”

Por lo tanto, no se puede presentar una teoría como “única” debe presentarse sus modelos. En este caso particular los modelos de Dalton, Thomson y Frankland, los cuales presentan elementos teóricos isomórficos, pero que pueden diferenciarse en sus formas de representación, y al no ser esto claro en la práctica discursiva docente, se crean confusiones y obstáculos en el aprendizaje de la química.

6.4.1 DE LA EQUIVALENCIA INTERTEÓRICA

A continuación, se definen ciertas nociones semánticas asociadas a Van Fraassen (Isomorfismo, adecuación empírica, algebra empírica) imprescindibles para la construcción de los puentes teóricos, y la inclusión semanticista en el aula. Estas nociones son definidas desde una perspectiva conjuntista, ya que Van Fraassen fundamenta la existencia del isomorfismo desde los postulados de Suppes.

Para Suppes y colaboradores el instrumento más adecuado para la reconstrucción de las teorías científicas era la matemática (teoría intuitiva de conjuntos) y no la lógica (cálculo de predicados de primer orden con identidad).

ISOMORFISMO

Para van Fraassen (1980, 89), «presentar una teoría es especificar una familia de estructuras, sus modelos; y en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (las adecuaciones empíricas) como candidatos para la representación directa de los fenómenos observables [...] la teoría es empíricamente adecuada si tiene un modelo tal que todas las apariencias son isomórficas a la adecuación empírica del modelo». Las subestructuras empíricas de los modelos aspiran a representar isomórficamente la estructura de las apariencias.

Por lo tanto desde las teorías conjuntistas el isomorfismo entre dos conjuntos ordenados es una biyección $f : X \rightarrow Y$ entre ellos tal que $x_1 < x_2$ si y solo si $f(x_1) < f(x_2)$.

Si X está totalmente ordenado, entonces una función $f : X \rightarrow Y$ es un isomorfismo si y solo si $\text{rec}(f) = Y$ y $x_1 < x_2$ implica $f(x_1) < f(x_2)$.

ADECUACIÓN EMPIRICA

La adecuación empírica es por tanto la adecuación a los fenómenos puros y simples, es decir, las adecuaciones empíricas de los modelos aspiran a representar isomórficamente la estructura de las apariencias.

ALGEBRAS EMPIRICAS

Para Suppes la determinación del isomorfismo consta de darle un carácter axiomatizable a las teorías o modelos desde un predicado conjuntista, dicho predicado es esbozado en las álgebras empíricas, que pueden ser expresiones matemáticas del tipo: “una colección de elementos X , si x es un elemento de X escribiremos $x \in X$, mientras que si no lo es escribiremos $x \notin X$. Si P es una propiedad, indicaremos por $P(x)$ el hecho de que P sea cierta para el elemento x ” (Arrondo, 2012). Para este caso P como propiedad es la adecuación empírica. Por lo tanto la mejor forma de representar el modelo es en forma de conjunto y de sus dos posibles formas (comprensión y extensión).

7. METODOLOGÍA

En el libro THE FOUNDATIONS OF SOCIAL RESEARCH de Michael Crotty (1998), se plantea la necesidad de identificar cuatro aspectos en el momento de hacer una investigación en el ámbito educativo, estas son:

- Métodos: las técnicas o procedimientos utilizados para recoger y analizar datos relacionados con alguna pregunta de investigación o hipótesis.
- Metodología: la estrategia, plan de acción, proceso o diseño que está detrás de la elección y el uso de métodos particulares y vincular la elección y el uso de métodos para los resultados deseados.
- Perspectiva teórica: la postura filosófica que da la información a la metodología y proporciona así un marco para el proceso de toma de muestras y su lógica y criterios.
- Epistemología: la teoría del conocimiento incrustado en la perspectiva teórica y por lo tanto en la metodología.

7.1 MÉTODO: ANALISIS CONVERSACIONAL

El análisis de la conversación se propone revelar de qué manera los aspectos técnicos del intercambio verbal se constituyen en los recursos estructurados, organizados socialmente por medio de los cuales los participantes realizan y coordinan actividades hablando en interacción. Se considera que el habla es un vehículo para la acción social y también uno de los principales medios con que se construye y se mantiene mutuamente la organización social en la interacción entre las personas. De aquí que se vea como un lugar estratégico en el que se puede estudiar de forma empírica y rigurosa de qué manera los agentes sociales, en su interacción, se orientan hacia contextos sociales y evocan esos contextos.

7.2 METODOLOGÍA

La metodología empleada tuvo dos etapas, una preliminar que está constituida por:

- ✓ Análisis del isomorfismo de los modelos teóricos de valencia química que abarca la Determinación de los conjuntos y del isomorfismo
- ✓ Creación de los puentes teóricos

Y la segunda etapa de intervención en el aula:

- ✓ Se formula la pregunta orientadora

- ✓ Identificación de los Mpe
- ✓ Presentación de los puentes a los estudiantes
- ✓ Identificación de los Mpce

PRIMERA ETAPA

7.1.1 ANÁLISIS DE ISOMORFISMO: DETERMINACIÓN DE LOS CONJUNTOS

1. *Modelo de Dalton*

Estas observaciones han llevado tácitamente a la conclusión, al parecer universalmente aceptada, de que todos los cuerpos de magnitud sensible, ya sean sólidos o líquidos, están constituidos por un inmenso número de partículas en extremo pequeñas, o átomos de materia, unidos entre sí por la fuerza de la atracción; la cual es más o menos poderosa según las circunstancias. (Chamizo, 1992)

1.1 *Representación del modelo de Dalton*

- i. D= Los átomos están unidos por una fuerza de atracción
- ii. D'= Todos los átomos se unen por una fuerza de atracción

iii. $D'W = \text{No hay elementos}$

1.2 Algebras empíricas del modelo de Dalton

i. $D' = \{A \text{ fuerza de atracción} \mid \text{todos los átomos } \wedge \in \text{modelo de Dalton}\}$

ii. $D'W = \{\emptyset\}$

2. Modelo de Thomson

Thomson dio el primer ejemplo de la ley de proporciones múltiples mostrando que, normalmente en la formación de sales de oxalato de potasio y de estroncio, para la misma cantidad de ácido, "contiene sólo el doble de la proporción de la base contenida en el segundo", y señaló el alcance del resultado en la Teoría Atómica de Dalton, en el que utiliza símbolos químicos en un sentido cuantitativo. Los átomos de oxígeno, carbono e hidrógeno, se denotan por w , c y h , y la formulación de dióxido de carbono, metano, monóxido de carbono, agua, ácido oxálico y azúcar por $2w+c$, $c+h$, $w+c$, $w+h$, $4w+3c+2h$, y $5w+3c+4h$. En 1818 utilizó los símbolos o , h , c , ch , $2o$, etc., para los átomos de oxígeno, hidrógeno, carbono, cloro, fósforo, etc. (Partington, 1949)

Thomson había explicado la neutralización del ácido sulfúrico por la potasa, suponiendo que "la partícula integrante" del ácido sulfúrico es un tetraedro y "la Partículas de potasa son de tal forma, que una de ellas puede adherirse a cada uno de los lados de la partícula ácida: en esa

facilidad, una partícula integrante de sulfato de potasa estaría compuesta de cinco partículas, una de ácido y cuatro de álcali ... y el ácido entonces sería saturado, o ... incapaz de recibir más partículas alcalinas en combinación con él. "Thomson se sintió muy atraído por la hipótesis de William Prout (cuya exactitud y habilidad fueron muy admiradas por sus contemporáneos), presentado anónimamente en dos artículos en Thomson's Annals of Philosophy, 1815-16, en el sentido de que los pesos atómicos son múltiplos enteros de la del hidrógeno.

Thomson tomó oxígeno como su estándar, pero como tomó $O = 8$ cuando $H = 1$, la misma proporción de números enteros seguiría. Pensó que todos los demás pesos atómicos eran múltiplos enteros de dos veces el peso atómico del hidrógeno, i. e. De $2 \times 0,125 = 0,25$. Durante diez años, Thomson realizó un gran número de experimentos con el objeto de probar la hipótesis de Prout, publicando los resultados en 1826. Los métodos experimentales implicaron la determinación de relaciones de peso, la determinación de los pesos de sales que dan reacciones completas de precipitación en solución y, en el caso de los compuestos orgánicos, análisis de combustión por calentamiento con óxido de cobre en un tubo de cobre, tal como se sugiere originalmente por Gay-Lussac (Chamizo, 1992)

2.1 Representación del modelo de Thomson

- i. T = Partículas integrantes de las moléculas
- ii. T' = la partícula integrante del ácido sulfúrico es un tetraedro
- iii. $T'W$ = No hay elementos

2.2 Algebras empíricas del modelo de Thomson

- i. $T' = \{B \text{ partículas integrantes} \mid \text{las moléculas } \wedge \in \text{modelo de Thomson}\}$
- ii. $T'W = \{\emptyset\}$

3. Modelo de Frankland

Cuando se consideran las fórmulas de los compuestos químicos inorgánicos, el observador superficial se ve afectado por la simetría general de su construcción; Los compuestos de nitrógeno, fósforo, antimonio y arsénico exhiben especialmente la tendencia de estos elementos a formar compuestos que contienen 3 o 5 equivalentes. De otros elementos, y es en estas proporciones que sus afinidades se satisfacen mejor; En el grupo tenemos NO_3 , NH_3 , NI_3 , NS_3 , PO_3 , PH_3 , PCl_3 , SbO_3 , SbH_3 , SbCl_3 , AsO_3 , AsH_3 , AsCl_3 ; Y en el grupo de cinco átomos NO_5 , NH_4O , NH_4I , PO_5 , PH_4I . (Frankland, 1852)

Sin ofrecer ninguna hipótesis sobre la causa de este agrupamiento simétrico de átomos, es suficientemente evidente, a partir de los ejemplos dados, que tal tendencia o ley prevalece, y que, cualquiera que sea el carácter de los átomos unificadores, el poder de combinación del elemento atrayente, si se permite el término, siempre se satisface por el mismo número de estos átomos.

3.1 Representación del modelo de Frankland

- i. F = el poder de combinación siempre se satisface por el mismo número en estos átomos (MODELO DE FRANKLAND)
- ii. $F^* =$ elementos que tienen poder de combinación 3 con el oxígeno según Frankland
- iii. $F^*W =$ compuestos oxigenados formados por el poder de combinación de los elementos (ADECUACIÓN EMPIRICA DEL MODELO)

3.2 Algebras empíricas del modelo de Frankland

- i. $F^* = \{C \text{ poder de combinación con el oxígeno} \mid \text{tengan 3 equivalentes con el oxígeno} \wedge \in \text{modelo Frankland}\}$
- ii. $F^* = \{N, P, Sb, As\}$
- iii. $F^*W =$ compuestos oxigenados formados con los elementos N, P, Sb y As con poder de combinación 3 según Frankland
- iv. $F^* = \{NO_3, PO_3, SbO_3, AsO_3\}$

7.1.2 DETERMINACIÓN DE ISOMORFISMO

Para hacer el análisis del isomorfismo de modelos siguiendo a Suppes se debe tener en cuenta el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- (i) $U \neq \emptyset$ es un conjunto cuyos elementos se denominan individuos del universo de la estructura,
- (ii) $\underline{Q}$ es un conjunto (enumerable) de operaciones en U , y
- (iii) $\underline{R}$ es un conjunto (enumerable) de relaciones en U ; por consiguiente, una estructura S representa a un sistema W si y sólo si la estructura S es isomórfica a la estructura SW = que ejemplifica W , esto es, si existe un isomorfismo $f: UW \rightarrow U$ (e. d. f es una aplicación biyectiva y preserva tanto las operaciones como las relaciones, formalmente esto último podemos escribirlo como $(z_1, \dots, z_n) \in rW \in RW \Leftrightarrow (f(z_1), \dots, f(z_n)) \in f(rW) \in R$). En este caso, llamamos modelo M del sistema W al par $=$, y llamamos teorías a los conjuntos de modelos (Prida: 2004, 137 y ss.)

Con las algebras empíricas se determina el isomorfismo

1. Modelo de Dalton

- i. $D' = \{A \text{ fuerza de atracción} \mid \text{ todos los átomos } \wedge \in \text{ modelo de Dalton} \}$
- ii. $D'W = \{\emptyset\}$

No hay isomorfismo entre el modelo y la adecuación empírica ya que no cumple la primera premisa de isomorfismo

2. Modelo de Thomson

- i. $T' = \{B \text{ partículas integrantes} \mid \text{ las moléculas } \wedge \in \text{ modelo de Thomson} \}$
- ii. $T'W = \{\emptyset\}$

No hay isomorfismo entre el modelo y la adecuación empírica ya que no cumple la primera premisa de isomorfismo.

3. Modelo de Frankland

- i. $F' = \{C \text{ poder de combinación con el oxígeno} \mid \text{tengan 3 equivalentes con el oxígeno} \wedge \in \text{modelo Frankland}\}$
- ii. $F' = \{N, P, Sb, As\}$
- iii. $F'W =$ compuestos oxigenados formados con los elementos N, P, Sb y As con poder de combinación 3 según Frankland
- iv. $F' = \{NO_3, PO_3, SbO_3, AsO_3\}$

En el caso de este modelo

- i. $U \neq \emptyset$ es un conjunto cuyos elementos se denominan individuos del universo de la estructura,
- ii. $\underline{Q}$ es un conjunto (enumerable) de operaciones en U, y
- iii. $\underline{R}$ es un conjunto (enumerable) de relaciones en U; por consiguiente, una estructura F representa a un sistema W si y sólo si la estructura F es isomórfica a la estructura FW = que ejemplifica W, esto es, si existe un isomorfismo

$$f: UW \rightarrow U \text{ como } (c1, \dots, cn) \in rW \in RW \Leftrightarrow (f(c1), \dots, f(cn)) \in f(rW) \in R$$

Por lo tanto se cumple que función $f: UW \rightarrow U$ es biyectiva y sobreyectiva, lo que nos confirma el isomorfismo entre el modelo y la adecuación empírica.

De este modo se da respuesta al interrogante: ¿Es empíricamente adecuado el modelo de Frankland?, con una afirmación que conlleva a confirmar que LA VALENCIA QUÍMICA es una teoría porque tiene un modelo en el que todas las apariencias son isomórficas con las subestructuras empíricas de este. Desde Van Fraassen presentar una teoría es especificar una familia de estructuras, sus modelos; y en segundo lugar, especificar ciertas partes de esos modelos (las subestructuras empíricas) como candidatos para la representación directa de los fenómenos observables”

7.1.3 CREACIÓN DE LOS PUENTES TEÓRICOS

En busca de la consolidación de la didáctica de las ciencias como una disciplina científica, se han abierto una serie de opciones entre las que se destaca la consideración de ésta como una construcción metateórica cuyo eje filosófico es indiscutible. De ahí que la introducción de las teorías semánticas se constituye en un pilar sólido y contundente, y aunque ha sido poco explorado, se han generado variedad de propuestas que no han sido materializadas en el aula.

En el año 2012 Ariza y Aduriz en su artículo la "nueva filosofía de la ciencia" y la "concepción semántica de las teorías científicas" en la didáctica de las ciencias naturales, nos muestran un cuadro bastante amplio de opciones para incluir las teorías semánticas en la práctica escolar. Desde ese sustento surgen los “puentes teóricos” que no son más que la “conexión” que

une y busca direccionar las teorizaciones científicas de primer y segundo orden hacia la enseñanza y el aprendizaje del modelo de valencia desde Edward Frankland (1852).

Desde el empirismo constructivista de Bas Van Fraassen los puentes teóricos pueden estar constituidos por:

0. Idea epistemológica clave: Es un elemento de una red teórica altamente articulada. Y como elemento constituyente a una red debe tener *“aspectos de la naturaleza de la ciencia, correspondientes a las grandes miradas metateóricas: epistemológica, histórica y sociológica; campos teóricos estructurantes de la naturaleza de la ciencia, que son los "espacios de problemas" que dan identidad a la actividad metateórica; cuestiones metateóricas clásicas de la naturaleza de la ciencia, que son las preguntas específicas que pretenden responder las metaciencias, tales como cuál es la relación entre realidad y predicación o si es posible evaluar el "progreso" científico; y, por último, ideas clave de la naturaleza de la ciencia, entendidas como respuestas a esas preguntas formuladas desde un modelo metateórico reconocible”*. (Aduriz y Ariza 2012)

Es claro que la idea epistemológica clave del presente trabajo es *“El poder de combinación”* que desde Frankland (1852) da cuenta de la TEORIA DE VALENCIA QUÍMICA.

1. Enunciados: Expresiones que denotan las características de la idea epistemológica clave, dándole un contexto sintáctico en el que se expande la idea.

2. Premisas: Se traduce en la presentación de la aserción empírica, fundamentada en el poder explicativo del modelo, que solo es posible mediante el diseño experimental que permitió la construcción de este.

3. Conclusiones: Presentación de la adecuación empírica con la que el isomorfismo es corroborado, en el caso de que exista. De lo contrario solo se llega a la premisa.

SEGUNDA ETAPA

7.1.4 PRESENTACIÓN DE LOS PUENTES TEÓRICOS LLEVADOS AL AULA

El presente puente teórico no es representación de una teoría sino de tres modelos miembros de la familia que la constituyen.

PUENTE TEÓRICO DEL MODELO DE DALTON

DALTON: Estas observaciones han llevado tácitamente a la conclusión, al parecer universalmente aceptada, de que todos los cuerpos de magnitud sensible, ya sean sólidos o líquidos, están constituidos por un inmenso número de partículas en extremo pequeñas, o átomos de materia, unidos entre sí por la fuerza de la atracción; la cual es más o menos poderosa según las circunstancias



0. Idea epistemológica clave



1. Enunciados



2. Premisas



3. Conclusiones

El puente teórico de Dalton fue tomado del texto de Chamizo (1992). A continuación se explicará la constitución de este:

IDEA EPISTEMOLOGICA CLAVE: En este puente teórico la idea epistemológica clave es tácita, pero refiere a la valencia química.

ENUNCIADOS: El enunciado se deduce de experiencias previas que no aparecen en el puente, pero que conllevan a una serie de observaciones allí expresadas.

PREMISAS: En este puente la premisa es acorde con la idea epistemológica clave, ya que sustenta: *Una fuerza de atracción entre átomos.*

CONCLUSIONES: Este puente carece de conclusiones.

PUENTE TEÓRICO DEL MODELO DE THOMSON

THOMSON: Fue el primero en aceptar la teoría de Dalton, y para el resto de su vida se dedicó a ella. Incluso Henry, que estaba plenamente familiarizado con los puntos de vista de Dalton, habló de la teoría en términos más bien guardados en 1810. Thomson siguió con una serie de documentos sobre la teoría Daltoniana de las Proporciones Definidas en la Combinación Química, en la que examina, tabula, recalcula y critica todo el material experimental disponible (incluido el de Berzelius). Su propia obra sobre los oxalatos había dado un trasfondo experimental y estaba muy cerca de la teoría antes de Dalton. En su artículo de la Enciclopedia Thomson había explicado la neutralización del ácido sulfúrico por la potasa, suponiendo que "la partícula integrante" del ácido sulfúrico es un tetraedro y "la Partículas de potasa son de tal forma, que una de ellas puede adherirse a cada uno de los lados de la partícula ácida: en esa facilidad, una partícula integrante de sulfato de potasa estaría compuesta de cinco partículas, una de ácido y cuatro de álcali... y el ácido entonces sería saturado, o ... incapaz de recibir más partículas alcalinas en combinación con él.



0. Idea epistemológica clave



1. Enunciados



2. Premisas



3. Conclusiones

El puente teórico de Thomson fue tomado del texto de Chamizo (1992). Por lo que el análisis es:

IDEA EPISTEMOLOGICA CLAVE: Siguiendo la línea de Dalton, Thomson también refiere a la valencia química pero implícitamente.

ENUNCIADOS: Este consta de la construcción que Thomson realizó fundado en los trabajos de Dalton

PREMISAS: La premisa es un poco difusa, ya que dista de la formación molecular y pasa a la reactividad de los ácidos frente a los álcalis. Incluye el término “*partícula integrante*” que describe la distribución espacial de reactividad.

CONCLUSIONES: Las conclusiones apuntan a la neutralización

PUENTE TEÓRICO DEL MODELO DE FRANKLAND

FRANKLAND: Cuando se consideran las fórmulas de los compuestos químicos inorgánicos, el observador superficial se ve afectado por la simetría general de su

onstrucción; Los compuestos de nitrógeno, fósforo, antimonio y arsénico exhiben especialmente la tendencia de estos elementos a formar compuestos que contienen 3 o 5 equiv. De otros elementos, y es en estas proporciones que sus afinidades se satisfacen mejor; En el grupo ternio tenemos NO_3 , NH_3 , NI_3 , NS_3 , PO_3 , PH_3 , PCl_3 , SbO_3 , SbH_3 , SbCl_3 , AsO_3 , AsH_3 , AsCl_3 ; Y en el grupo de cinco átomos NO_5 , NH_4O , NH_4I , PO_5 , PH_4I . (Frankland, 1852)

sin ofrecer ninguna hipótesis sobre la causa de este agrupamiento simétrico de átomos, es suficientemente evidente, a partir de los ejemplos dados, que tal tendencia o ley prevalece, y que, cualquiera que sea el carácter de los átomos unificadores, el poder de combinación del elemento atrayente, si se me permite el término, siempre se satisface por el mismo número de estos átomos.



0. Idea epistemológica clave



1. Enunciados



2. Premisas



3. Conclusiones

Siguiendo a Frankland (1852), el puente teórico es un breve segmento del documento original en el que presenta sus resultados experimentales.

IDEA EPISTEMOLOGICA CLAVE: La idea epistemológica clave es evidente en el texto, pero no es explícita, pero es explicada en el desarrollo del mismo

ENUNCIADOS: Es toda la fundamentación usada en la construcción experimental

PREMISAS: Allí se establece la equivalencia de algunos átomos y la formación de su correspondiente óxido. Traducido en *el poder de combinación* de estos átomos con el oxígeno

CONCLUSIONES: La conclusión a la que se llega es que el poder de combinación siempre se satisface por el mismo número de átomos.

7.1.5 INTRODUCCIÓN DE LOS PUENTES EN EL AULA

Teniendo una idea epistemológica clave como VALENCIA QUÍMICA, y siguiendo a Vigotsky (1964), se introducen los puentes teóricos en un grupo de nueve estudiantes del colegio Institución Educativa General Santander, ubicado en el municipio de Soacha departamento de Cundinamarca.

1. Se formula la pregunta: ***¿Desde qué modelo podemos describir la formación del PCl_3 (Cloruro de fósforo (III))?***

2. Se conformaron grupos de tres estudiantes.

GRUPO No.1: En el que estaban presentes los estudiantes 1,2 y 5

GRUPO No.2: En el que estaban presentes los estudiantes 6,7 y 8

GRUPO No.3: En el que estaban presentes los estudiantes 3,4 y 9

3. Dieron respuesta al interrogante a través de mapas lógicos, y de este modo se identificaron los Mpe.

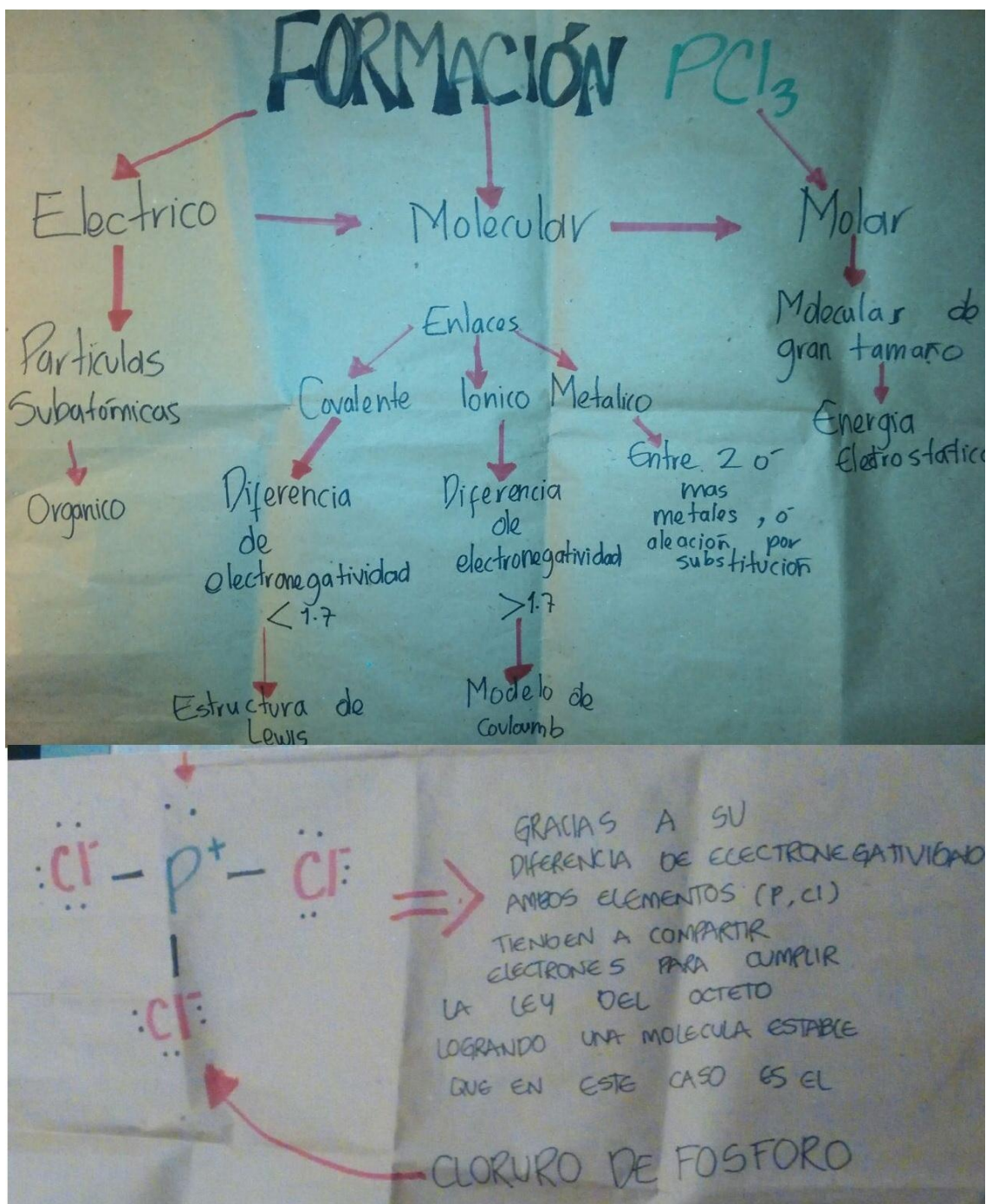


Figura 1. Presentación del Mpe aportado por el Grupo No 1

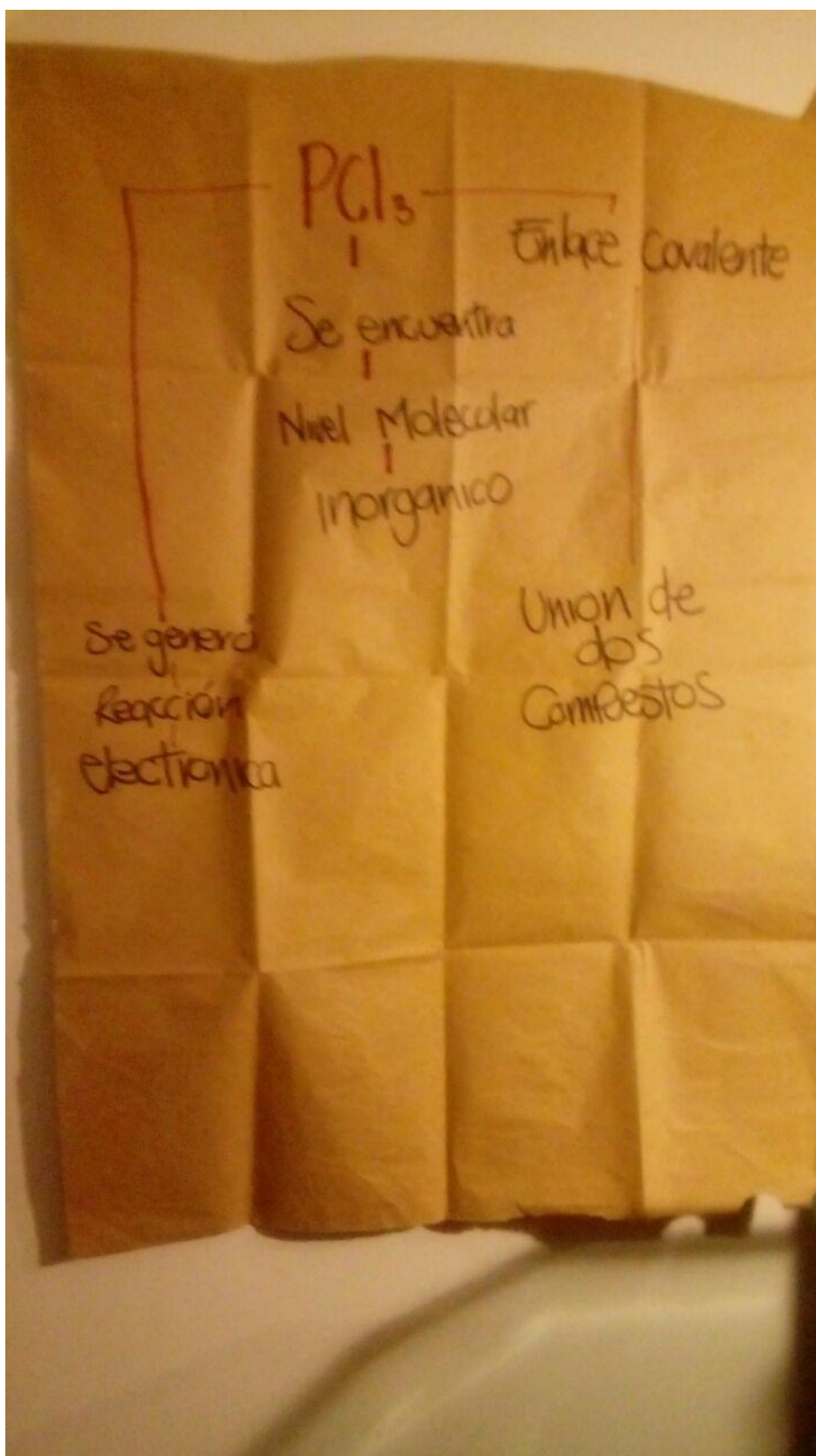


Figura 2. Presentación del Mpe aportado por el Grupo No 2

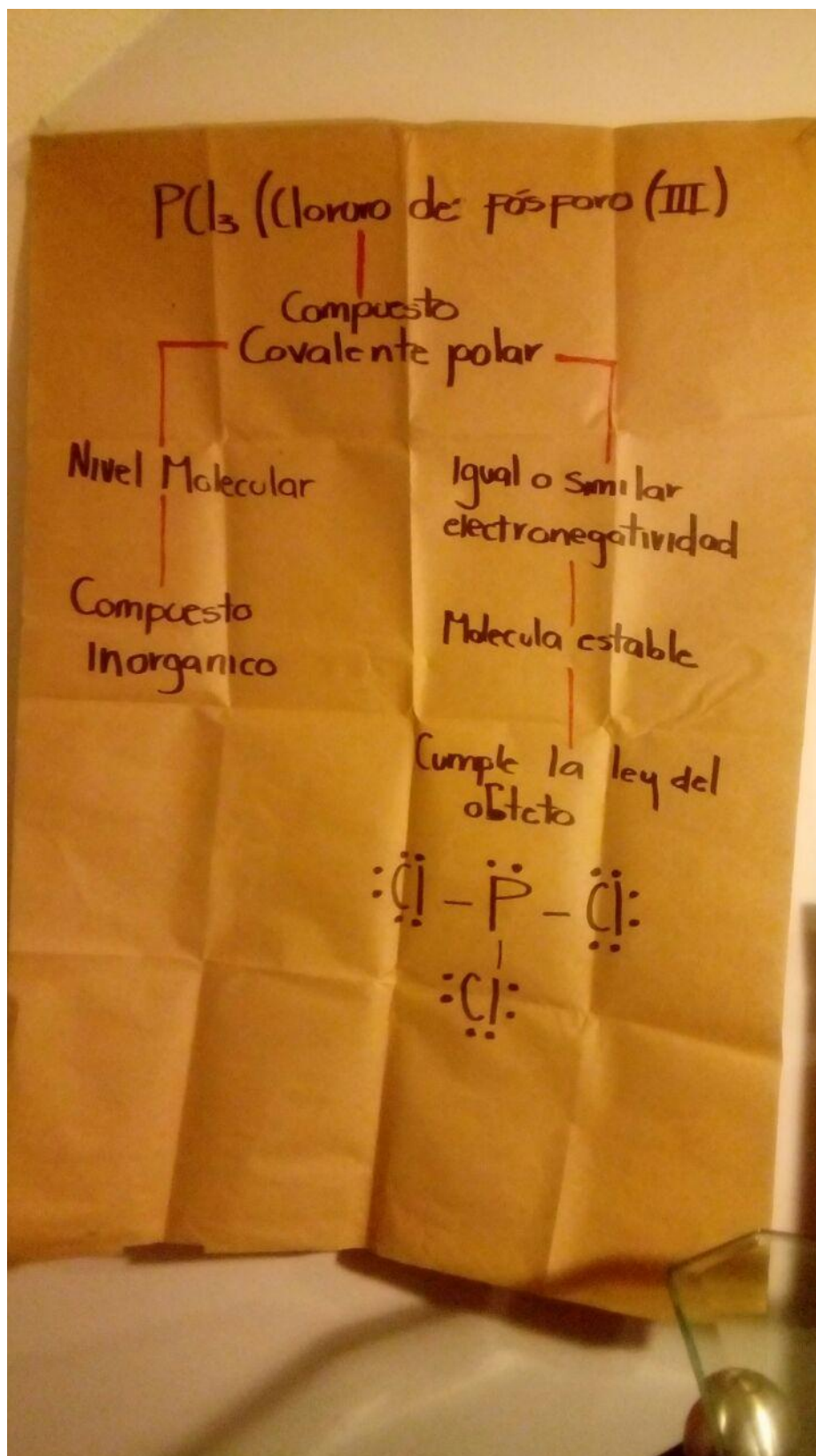


Figura 3. Presentación del Mpe aportado por el Grupo No 3

4. Se realizó la socialización de los tres puentes teóricos, con una lectura grupal

5. De forma individual dieron su postura frente a emplear uno de los puentes para así responder la inquietud. Estas fueron sus posturas:

ESTUDIANTE 1: Thomson nos ayudaría a responder la pregunta ya que con esta fórmula de que el componente del ácido sulfúrico era un tetraedro, nos ayuda a que por ejemplo cuando se une con hidróxido de potasio llega a lugares del tetraedro, descompone una molécula uniéndose a otra dando como resultado la neutralización.

ESTUDIANTE 2: Pues yo creo que Frankland tenía la razón, porque Dalton la relaciona con ecuaciones, Thomson más con moléculas y Frankland si tenía cada átomo de adherirse a otro átomo, o sea de tener equivalentes, para crear así las moléculas, y pues esa es la razón de formación del cloruro de fosforo.

ESTUDIANTE 3: Yo creo más que todo que es por la teoría de Frankland, porque así como Dalton fue el primero que expuso la teoría, Thomson digamos la explico mejor diciendo que pues se componía por un tetraedro, estaba compuesto por cinco partículas donde cuatro eran de ácido y una era de álcali. Thomson explico eso pero no supo cómo terminarlo, digo pues que al descomponer el cloruro de fosforo estaba incompleto con lo que el explico del tetraedro. Pero fue Frankland al explicar que el Nitrógeno, fosforo y Arsénico tiende a formar equivalentes por su afinidad que contiene entre tres y cinco equivalentes, entonces con la teoría de Frankland se puede complementar lo de Thomson y así explicar mejor.

ESTUDIANTE 4: Yo también digo que la de Frankland porque la pregunta nos pide que como transformar, por así decirlo del nivel eléctrico al molecular, Dalton solo explica como son los átomos no más, y Thomson nos explica solamente una neutralización y que pues especialmente el comportamiento del ácido, pero Frankland dice prácticamente como se unen dos átomos y en la de Thomson no habla nada de eso especialmente porque no es ácido. La de Frankland está familiarizado porque da lista que es lo que necesita para su unión.

ESTUDIANTE 5: Yo creo que la de Thomson es la más acertada porque básicamente la de Dalton también, que nos explica cómo interactúan los elementos por ejemplo el cloruro de fósforo formando con el tetraedro un compuesto estable, como descomprimiendo los elementos que tiene el compuesto, como el H o el O en la molécula de agua.

ESTUDIANTE 6: Yo pienso que fue Frankland porque o sea hay una cosa que la relaciona que habla de todas las, o sea cada elemento tiene una afinidad y siempre es la misma con una cantidad de átomos que puede ser tres o puede ser cinco y del cloruro de fósforo, encontramos que el cloro tiene tres entonces yo veo que hay como una equivalencia entre el fósforo y el cloro.

ESTUDIANTE 7: Yo me voy más por lo que dijo Dalton porque los cuerpos de magnitud ya sean sólidos y líquidos están compuestos por partículas que se unían más o menos dependiendo de las circunstancias.

ESTUDIANTE 8: Yo creo que es la de Frankland porque dice que cada elemento tiene una afinidad o sea que se puede atraer, o sea para ser estable tiene que ser con la misma cantidad de átomos.

ESTUDIANTE 9: Bueno pues yo creo que la de Frankland porque Thomson y Dalton hicieron un gran aporte pero Frankland concreto verdaderamente lo que es la unión de los átomos para ser estables, que pueden necesitar cinco o tres.

6. Según cada postura se consolidaron los grupos finales que consideraron uno de los puentes para explicar las respuestas. De este modo los nuevos grupos se consolidaron así:

GRUPO No.1: Estudiantes que consideraban el modelo de Frankland como el apropiado, estaban presentes 2, 3, 4, 6,8 y 9

GRUPO No.2: Aquellos que consideran que el modelo de Thomson puede emplearse para dar respuesta, son los alumnos 1 y 5

GRUPO No.3: Solamente el estudiante 7 consideraba que el puente de Dalton daba respuesta al interrogante

7. A través de un esquema lógico dieron razón del uso del puente, esbozando así el Mpce. Estos son:

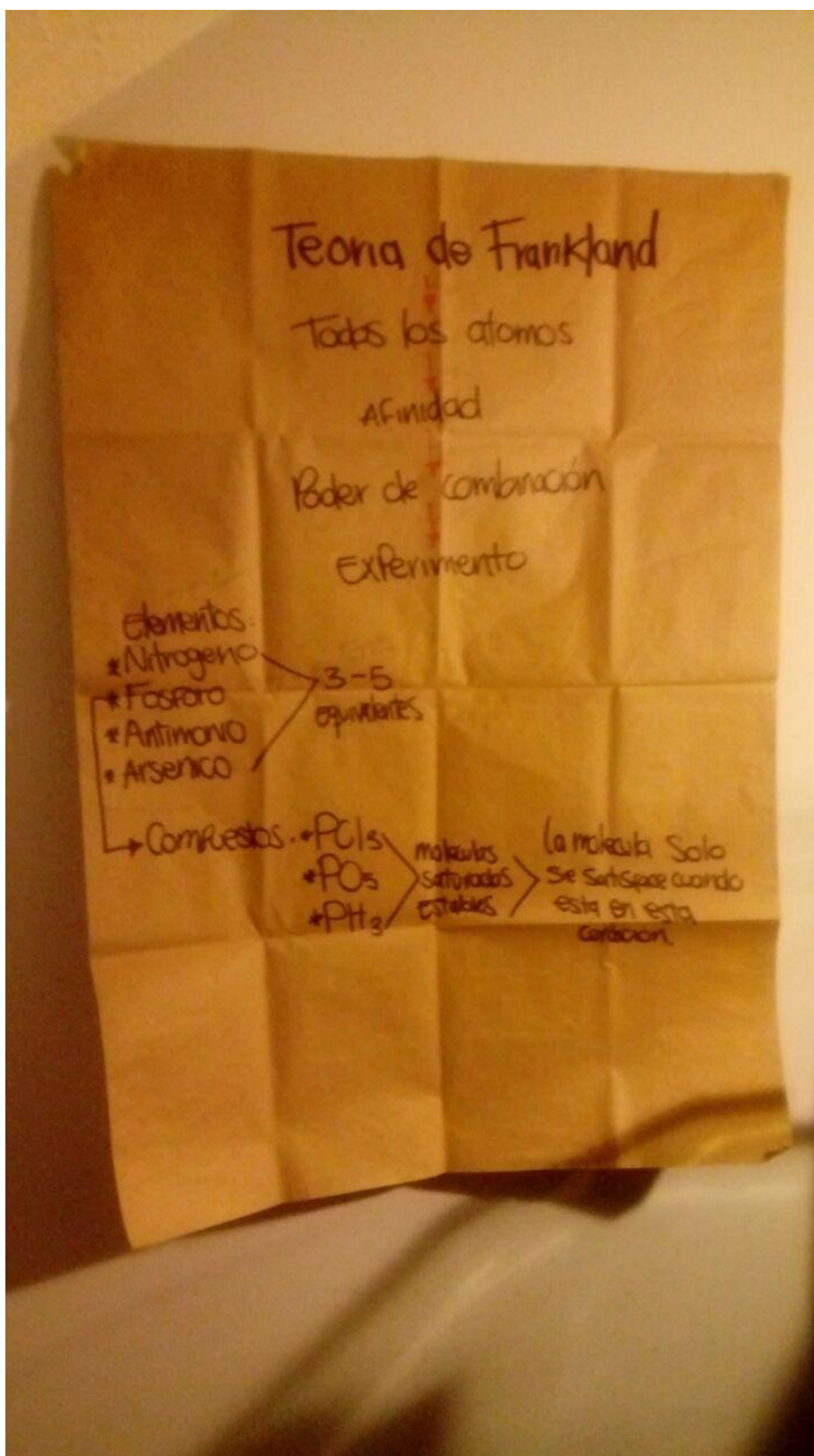


Figura 4. Presentación del Mpce aportado por el Grupo No 1

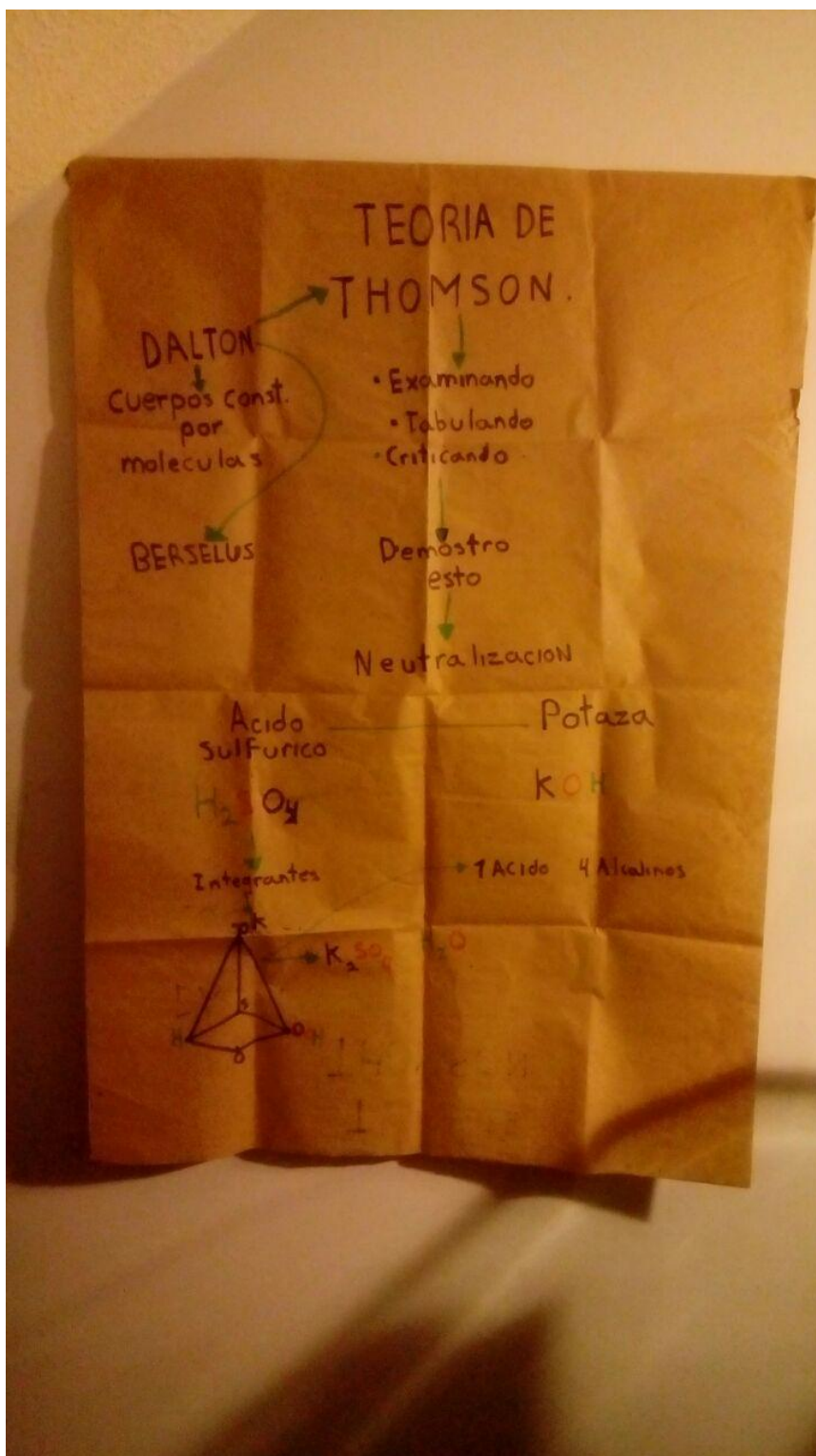


Figura 5. Presentación del Mpce aportado por el Grupo No 2

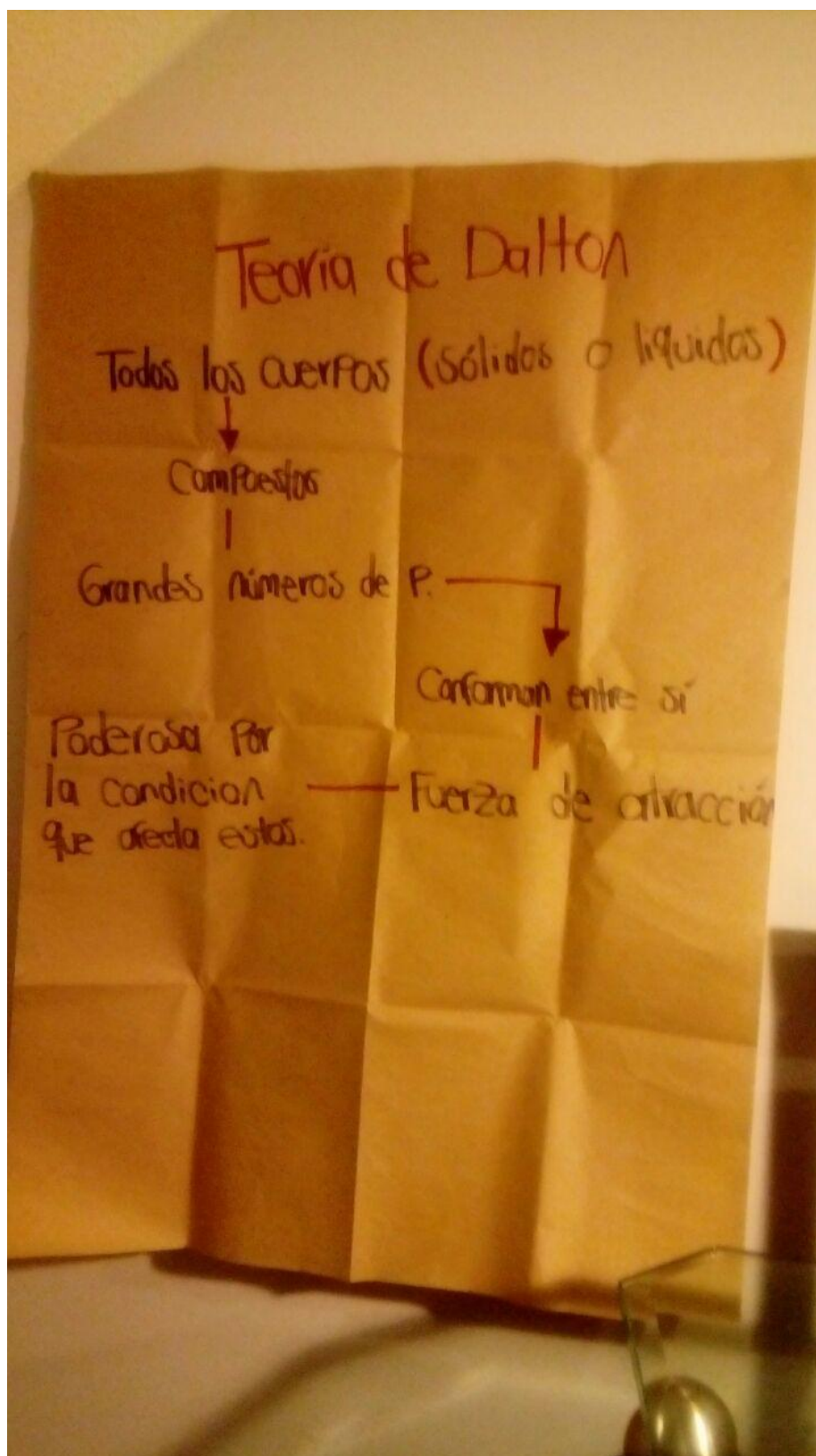


Figura 6. Presentación del Mpce aportado por el Grupo No 3

8 ANÁLISIS DE RESULTADOS

En concordancia a la pregunta del problema de investigación ¿Son eficientes los puentes teóricos, para establecer relaciones coherentes entre la filosofía y la didáctica de la ciencia, que permitan la transformación de los modelos parciales (Mpe) de los estudiantes, a los modelos parciales correspondientes al conocimiento científico (Mpce) de la valencia química (Flores & Gallegos, 1993)?

8.1 ANÁLISIS CUALITATIVO

8.1.1 ANÁLISIS DE LOS Mpe

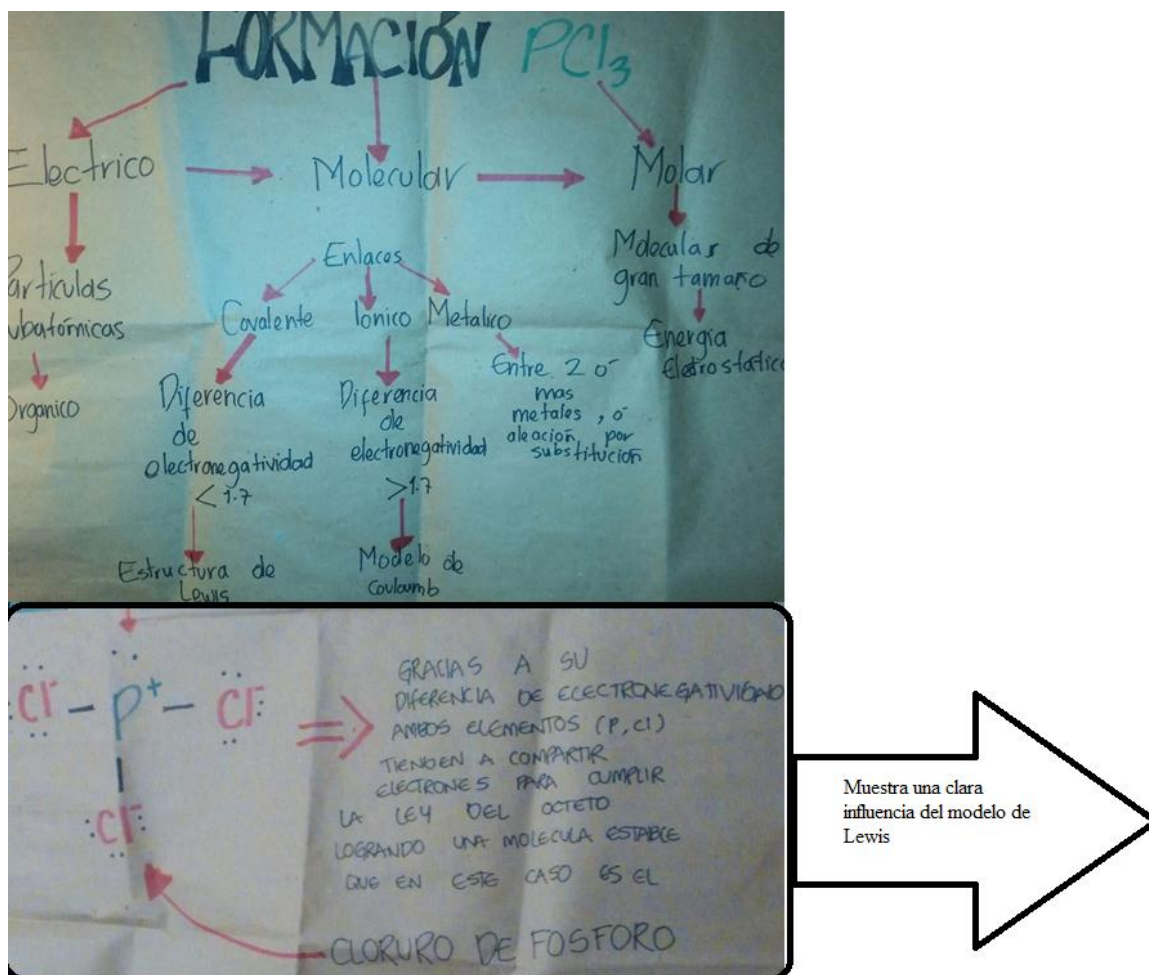


Figura 7. Análisis del Mpe presentado por el grupo No 1

El anterior Mpe tiene una estructura que cuenta con los siguientes elementos:

1. Una secuencia lógica de construcción en la que incorporan los niveles de Jensen
2. Fundamentan su construcción en Lewis y Coulomb
3. Formulan un esquema de representación de estabilidad molecular
4. No hay muestra de una significación empírica del modelo

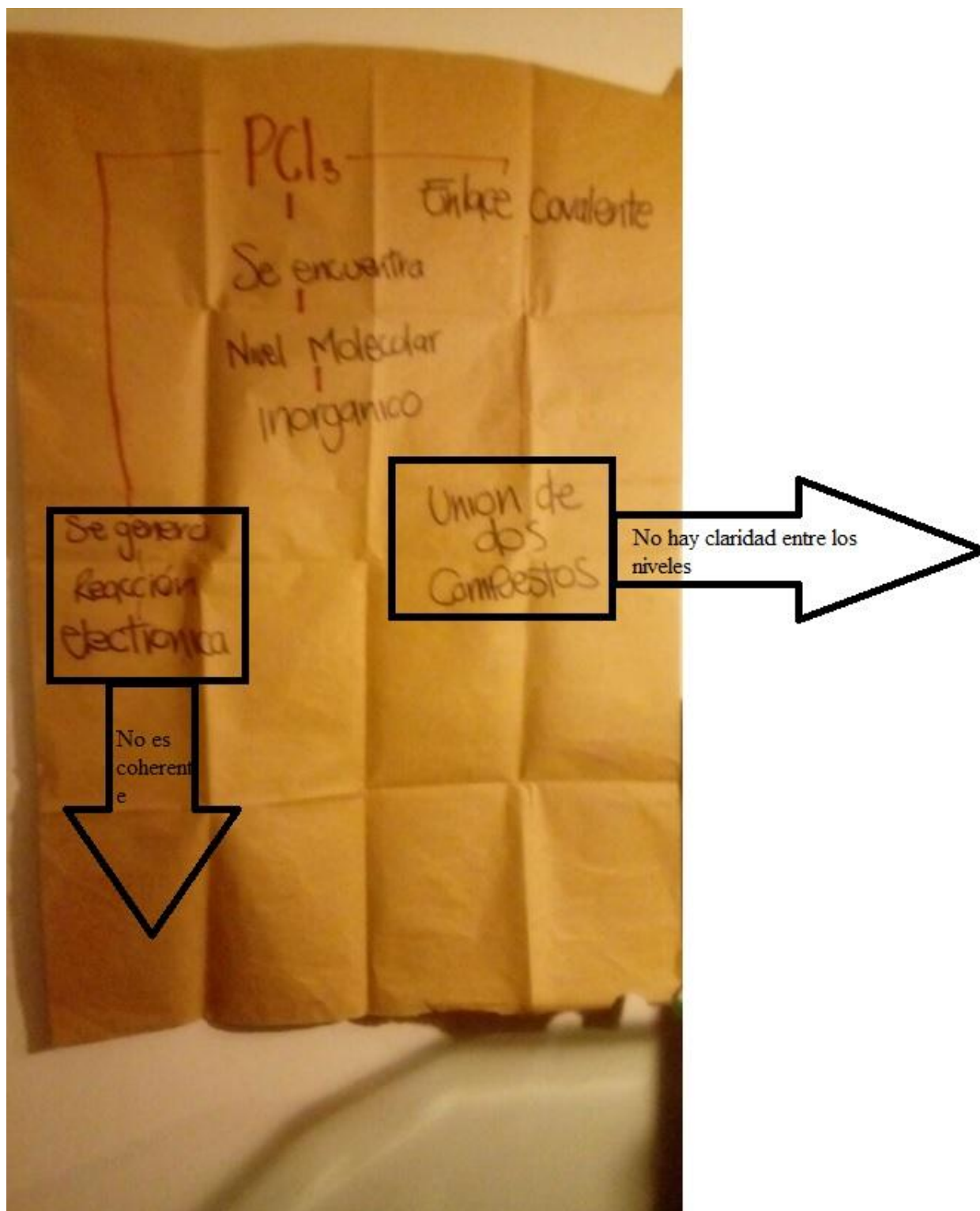


Figura 8. Análisis del Mpe presentado por el grupo No 2

1. Este esquema muestra la carencia de elementos lógicos

2. No hay un modelo que direcciona la constitución de la molécula en cuestión.
3. Emplean terminología de forma inadecuada, descontextualizada

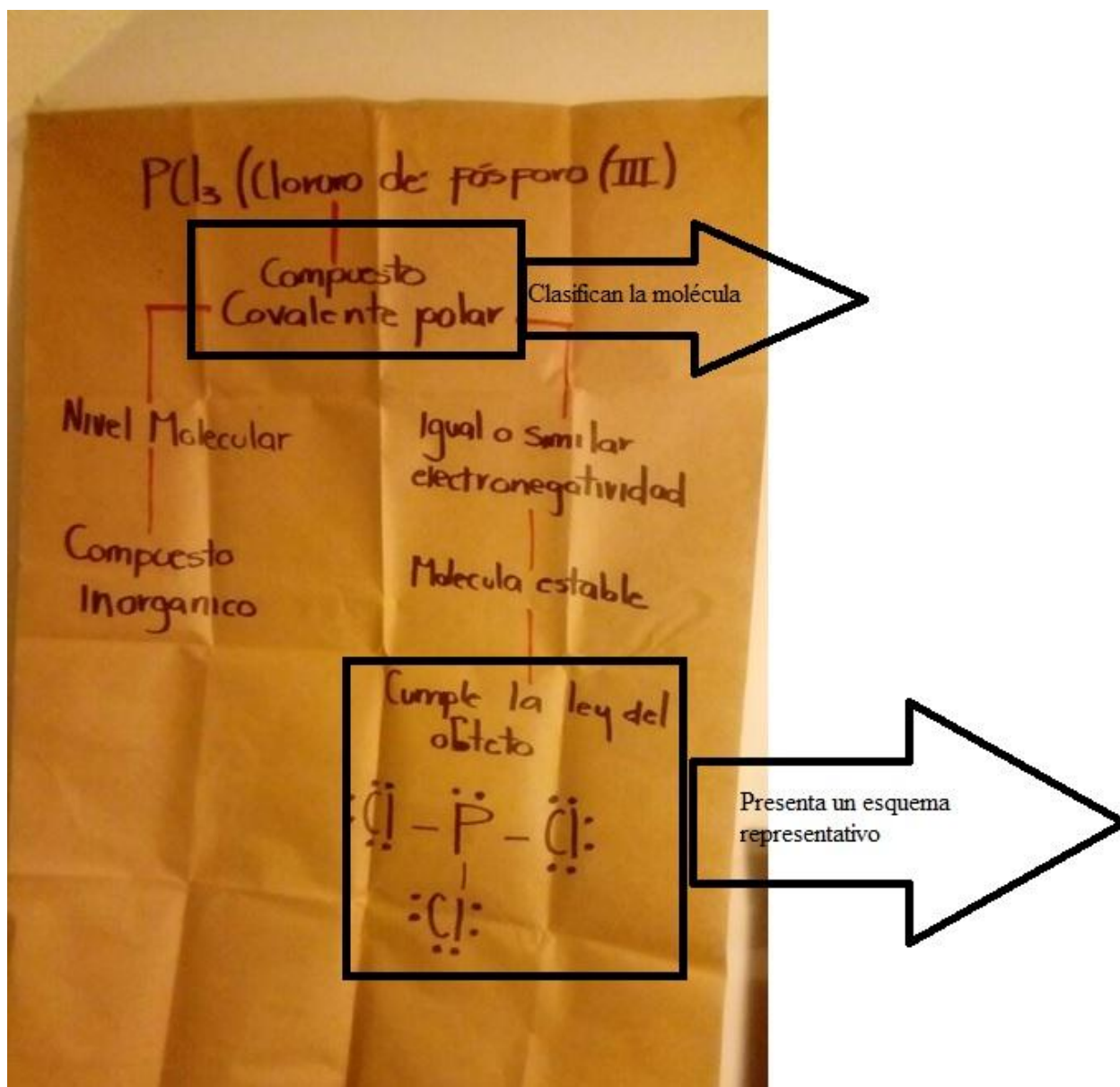


Figura 9. Análisis del Mpe presentado por el grupo No 3

1. En el caso de este Mpe, presenta una clasificación de la molécula justificando desde el *octeto* la conformación de la misma, lo que da visos de un modelo tácito de valencia.
2. Hacen uso de un esquema representativo del modelo, en el que hay una gran influencia de Lewis.

3. Emplean el término “*molécula estable*” con el que se denota una apropiación del modelo

8.1.2 ANÁLISIS DE LOS Mpce

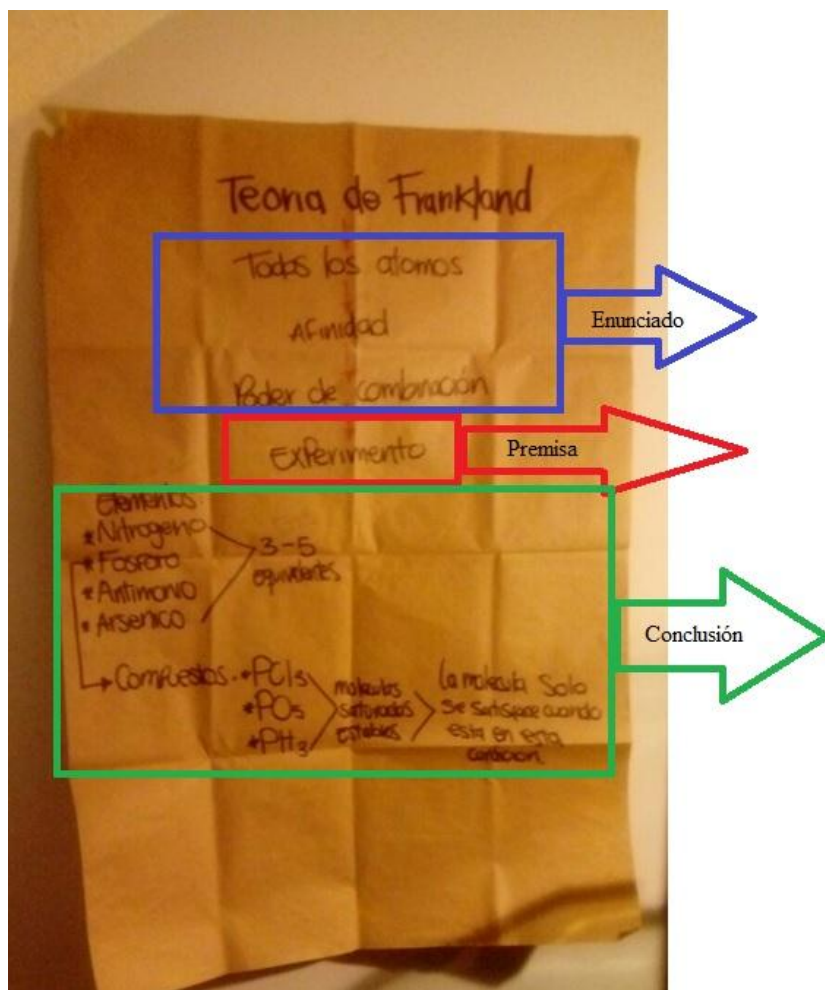


Figura 10. Análisis del Mpce presentado por el grupo No 1

Es evidente que para este grupo aún no es clara la diferencia entre modelo y teoría, pero sin embargo el Modelo Parcial Científico que aquí se muestra, es análogo con el puente que representa el modelo de Frankland, e implícitamente con el isomorfismo entre el modelo y la adecuación empírica. Este Mpce está constituido por un enunciado sólido conceptualmente, en el

que el uso de la palabra *afinidad* se asocia con el *poder de combinación* representando una correlación que satisface el experimento, es decir la premisa. Y la conclusión integra a la premisa justificado desde las posibles moléculas que se comportan como Frankland lo menciona.

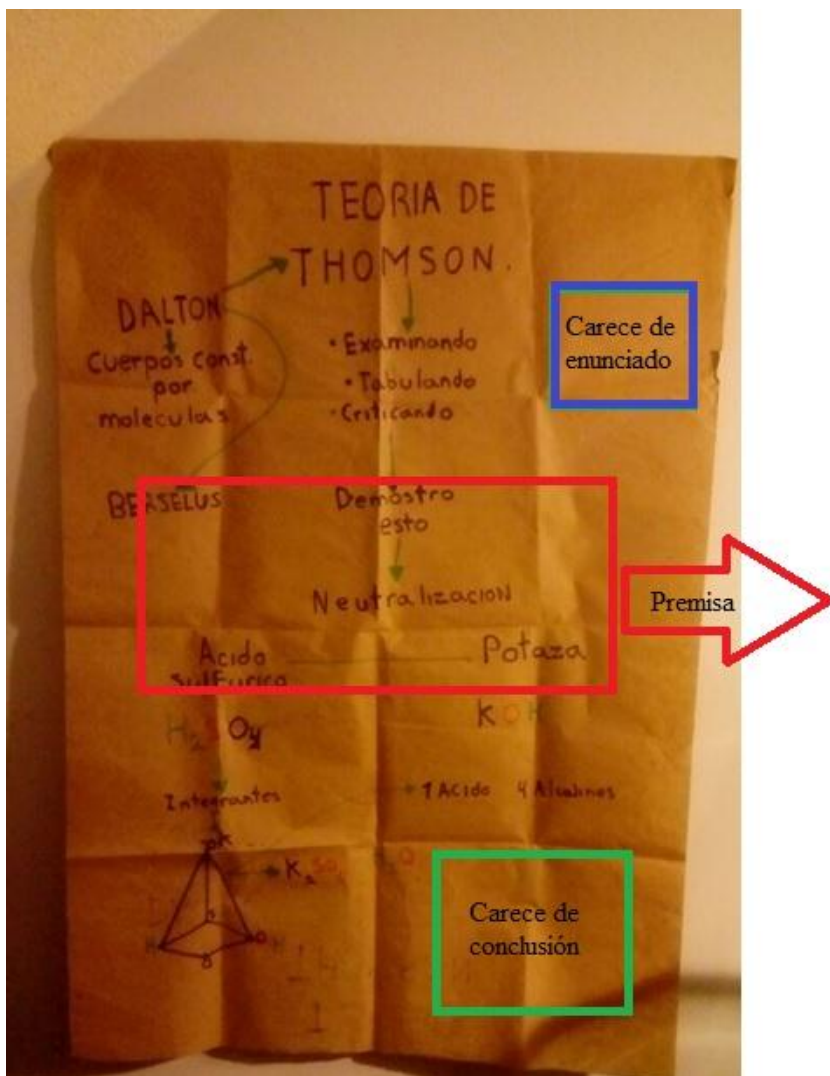


Figura 11. Análisis del Mpce presentado por el grupo No 2

Este grupo constituido por dos estudiantes, que coincidieron en considerar el modelo de Thomson como el pertinente para justificar la formación del Cloruro de Fosforo (III), no llega a ser un Mpc ya que como lo mencionan Flores y Gallegos (1993) el Mpc es una interpretación radicada en el estudiante y, en segundo, de la estructura de la ciencia. Por ende la interpretación

que el grupo da está explícita en la representación, pero no es consecuente con la estructura del modelo de Thomson y mucho menos cercano a la teoría de Valencia de la que subyace el análisis del isomorfismo.

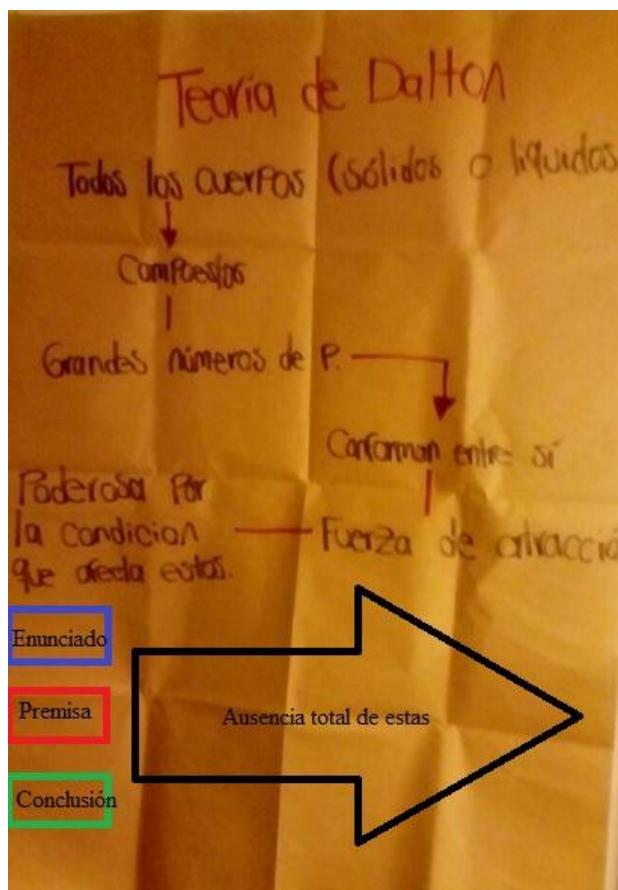


Figura 12. Análisis del Mpce presentado por el grupo No 3

Esta representación fue realizada por un solo estudiante quien supone que el modelo de Dalton da razón al interrogante, pero no posee enunciado, premisa y conclusión, por lo que es mera interpretación sesgada a la consideración del estudiante.

8.2 ANÁLISIS CUANTITATIVO

Se empleó el alfa de Cronbach para aportar una medida de fiabilidad o consistencia, en la eficiencia de los puentes teóricos. Tomando como referencia la socialización y postura individual frente a cada puente presentado, y la analogía de los Mpce con los puentes teóricos exhibidos en el aula, siguiendo una valoración similar a escala tipo Likert:

1. Ausencia
2. Presencia parcial
3. Presencia Total.

De los ítems:

- I. Enunciado
- II. Premisa
- III. Conclusión.

La fórmula empleada para hallar el alfa de Cronbach (1951) fue

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum Si^2}{St^2} \right]$$

Donde:

K: El número de ítems

S_i^2 : Sumatoria de Varianzas de los Ítems

S_t^2 : Varianza de la suma de los Ítems

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

Para hallar el alfa se empleó MS Excel, por su sencillez. Los datos se organizan en las tablas mostradas a continuación. Las filas de la tabla indican el número correspondiente a la posición del estudiante respecto al puente, y las columnas de la tabla presentan los tres componentes que debe tener el puente teórico.

Fundamentado en el discurso individual se asignó una valoración, según era mencionado por el estudiante. Así por ejemplo el ESTUDIANTE 1 dijo: *“Thomson nos ayudaría a responder la pregunta ya que con esta fórmula de que el componente del ácido sulfúrico era un tetraedro, nos ayuda a que por ejemplo cuando se une con hidróxido de potasio llega a lugares del tetraedro, descompone una molécula uniéndose a otra dando como resultado la neutralización”*.

De este modo la valoración asignada fue:

ESTUDIANTE 1: Frankland 1; Dalton 1; Thomson 3

1 para Frankland y Dalton, indicando que hay ausencia de estos modelos en el discurso del estudiante, y 3 para Thomson, ya que su intento de creación del Mpce se fundamentó este.

Por lo tanto las otras valoraciones quedaron así:

ESTUDIANTE 1: Frankland 1; Dalton 1; Thomson 3

ESTUDIANTE 2: Frankland 3; Dalton 2; Thomson 2

ESTUDIANTE 3: Frankland 3; Dalton 2; Thomson 2

ESTUDIANTE 4: Frankland 3; Dalton 2; Thomson 2

ESTUDIANTE 5: Frankland 1; Dalton 3; Thomson 3

ESTUDIANTE 6: Frankland 3; Dalton 1; Thomson 1

ESTUDIANTE 7: Frankland 1; Dalton 3; Thomson 1

ESTUDIANTE 8: Frankland 3; Dalton 1; Thomson 1

ESTUDIANTE 9: Frankland 3; Dalton 2; Thomson 2

Y son justo esto valores los que se ven reflejados en las siguientes tablas:

Tabla 1

PUENTE DE DALTON: Analogía con el cuestionario tipo Likert

ESTUDIANTE	ENUNCIADO	PREMISA	CONCLUSIÓN	SUMATORIA
1	1	1	1	3
2	2	2	2	6
3	2	2	2	6
4	2	2	2	6
5	2	2	2	6
6	1	1	1	3
7	3	3	3	9
8	1	1	1	3
9	2	2	2	6

Datos tomados en analogía con un cuestionario tipo Likert para el puente teórico de Dalton, basado en la información suministrada por cada estudiante

Tabla 2

PUENTE DE THOMSON: Analogía con el cuestionario tipo Likert

ESTUDIANTE	ENUNCIADO	PREMISA	CONCLUSIÓN	SUMATORIA
1	3	3	3	9
2	2	2	2	6
3	2	2	2	6
4	2	2	2	6
5	3	3	3	9
6	1	1	1	3
7	1	1	1	3
8	1	1	1	3

9	2	2	2	6
---	---	---	---	---

Datos tomados en analogía con un cuestionario tipo Likert para el puente teórico de Thomson, basado en la información suministrada por cada estudiante

Tabla 3

PUENTE DE FRANKLAND: Analogía con el cuestionario tipo Likert

ESTUDIANTE	ENUNCIADO	PREMISA	CONCLUSIÓN	SUMATORIA
1	1	1	1	3
2	3	3	3	9
3	3	3	3	9
4	3	3	3	9
5	1	1	1	3
6	3	3	3	9
7	1	1	1	3
8	3	3	3	9
9	3	3	3	9

Datos tomados en analogía con un cuestionario tipo Likert para el puente teórico de Frankland, basado en la información suministrada por cada estudiante

Tabla 4

RESULTADO DEL ALFA PARA LOS TRES PUENTES

PUENTE	CANTIDAD DE ITEMS (K)	SUMATORIA DE LA VARIANZA DE LOS ITEMS (S_i^2)	VARIANZA DE LA SUMA DE LOS ITEMS (S_t^2)	A
DALTON	3	1	4	1

THOMSON	3	2	5	1
FRANKLAND	3	3	8	1

Resultados obtenidos al aplicar el alfa de Cronbach al estudio de los tres puentes dados desde las opiniones individuales de los estudiantes

Los resultados del alfa obtenidos muestran una excelente correlación entre los elementos constitutivos de los puentes, es decir, entre el enunciado, la premisa y la conclusión.

Asimismo con la presentación de los Mpce, se puede determinar la: 1. Ausencia; 2. Presencia parcial; 3. Presencia Total. De los ítems: I. Enunciado; II. Premisa; III. Conclusión.

Por ejemplo el Mpce del GrupoNo.1 que eligió el puente de Frankland:

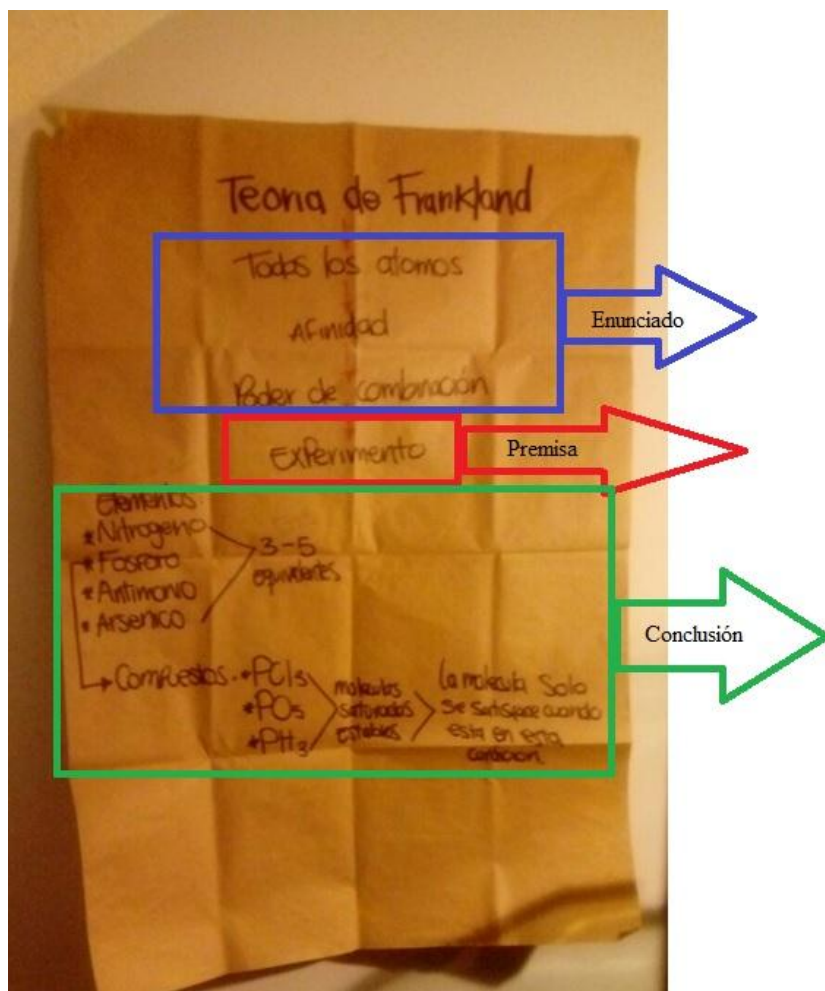


Figura 13. Mpce del Grupo No 1, tomado como ejemplo para indicar la analogía entre el puente y un cuestionario tipo Likert

Tiene por valoración 3 en enunciado, premisa y conclusión, ya que es clara la presencia de estos.

Tabla 5

VALORACIÓN DE LOS PUENTES: Consolidados a partir de los esquemas representativos de los Mpce

PUENTE	Enunciado	Premisa	Conclusión	SUMATORIA
DALTON	1	1	1	3
THOMSON	1	3	1	5
FRANKLAND	3	3	3	9

Datos tomados en analogía con un cuestionario tipo Likert para los Mpce

Tabla 6

ALFA DE CRONBACH DE LOS TRES PUENTES REFLEJADOS EN LOS Mpce

CANTIDAD DE	SUMATORIA	VARIANZA DE	α
ITEMS	DE LA	LA SUMA DE	
(K)	VARIANZA DE	LOS ITEMS	
	LOS ITEMS	(S_t^2)	
	(S_i^2)		
3	3	6	1

Resultado del alfa de Cronbach de los tres Mpce

Debido a que la analogía entre los ítems de un cuestionario tipo Likert y los puentes aquí presentados muestran un total de tres ítems, puede asegurarse que el valor del alfa es fidedigno , de ahí surge que el valor obtenido de 1, lo que significa una consistencia interna alta entre los elementos constituyentes a los puentes teóricos.

9 CONCLUSIONES

- ✓ Los puentes teóricos como esquemas lingüísticos pueden parecer simples, pero en realidad son un sistema lógico textual que toma como referente uno de los modelos representativos de un concepto estructurante (en este caso valencia), fundamentado en lo que Van Fraassen concibe como teoría y su respectiva adecuación empírica. De este modo los puentes tienen una estructura fundamentada en las proposiciones matemáticas constituidas por enunciado, premisa y conclusión; este es el primer paso para el acercamiento con la teoría de conjuntos y en consecuencia para la construcción de las álgebras empíricas, con las que se puede analizar la existencia o no del isomorfismo entre la adecuación empírica del modelo y el modelo en sí.
- ✓ Es así como consolidado el puente debe ser llevado al aula con una estrategia que favorezca la interacción del estudiante con la estructura de este, la estrategia empleada se fundó en el socio interaccionismo de Vigotsky y fue ejecutada en torno a una pregunta orientadora que llevó al uso del puente.
- ✓ Como criterio general, George y Mallery (2003, p. 231) sugieren las recomendaciones siguientes para evaluar los coeficientes de alfa de Cronbach:
 - Coeficiente alfa >0.9 es excelente
 - Coeficiente alfa >0.8 es bueno
 - Coeficiente alfa >0.7 es aceptable
 - Coeficiente alfa >0.6 es cuestionable
 - Coeficiente alfa >0.5 es pobre

En concordancia a la pregunta del problema de investigación ¿Son eficientes los puentes teóricos, para establecer relaciones coherentes entre la filosofía y la didáctica de la ciencia, que permitan la transformación de los modelos parciales (Mpe) de los estudiantes, a los modelos parciales correspondientes al conocimiento científico (Mpce) de la valencia química (Flores & Gallegos, 1993)?

Por tal razón se puede afirmar que los puentes teóricos son EFICIENTES para establecer la relación que subyace esta investigación y por ende se ve reflejado en la transformación de los Mpe a los Mpce

Al tener un número menor de ítems la varianza del alfa de Cronbach disminuye en nuestro caso 6,2, lo que evita que haya un numerador sobreestimado, y por ende el cociente entre estos es significativo

- ✓ Es una premura el consolidar la red química en el trabajo didáctico que incluya conceptos estructurantes, como lo es Valencia.
- ✓ Se hace necesario el generar nuevas investigaciones en el aula, que involucren, la naturaleza del conocimiento químico, y por ende a la familia semanticista desde Van Fraassen, como una estrategia que pueda cambiar la versión de ciencias que el estudiantado posee.
- ✓ No se puede enseñar una ciencia lineal y dogmática, ya que sesga la percepción que el estudiante puede tener de la ciencia y en este caso de la química, lo que genera rechazo por la misma.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo, J. A. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 134-169.
- Adúriz-Bravo, A., Ariza, Y., & Couló, A. (2011). Introducing the Semantic View of Scientific Theories in Science Education.
- Ariza, Y., & Adúriz, A. (2012). La “nueva filosofía de la ciencia” y la “concepción semántica de las teorías científicas” en la didáctica de las ciencias naturales. *Educación en Ciencias Matemáticas y Experimentales*, 55-66.
- Ariza, Y., Lorenzano, P., & Adúriz-Bravo, A. (2010). Dificultades para la introducción de la “familia semanticista” en la didáctica de las ciencias naturales. *atinoam.estud.educ*, 59 - 74.
- Bachelard, G. (1989). *Epistemología*. Barcelona: Anagrama.
- Badillo, R. G., Miranda, R. P., Beltrán, M. V., Fernandez, L. C., & Rodríguez, R. Y. (2004). El concepto de valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Ciência & Educação*, 571-583.
- Caamaño, A. (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. En A. C. Mercè Izquierdo, *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 19-39). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.
- Chamizo, J. A. (2011). La imagen pública de la química. *Educación química*, 320-331.
- Chamizo, J. A., & Gutiérrez, M. Y. (2004). Conceptos fundamentales en química 1. Valencia. *Educación Química*, 359-365.
- Chamizo, J. A., Castillo, D., & Pacheco, I. (2012). La naturaleza de la química. *Educación química*, 1-7.
- Chamizo, J.A. (1992). *El maestro de lo infinitamente pequeño. John Dalton*. CNCA-Pangea. México.

- Díez, J. A., & Lorenzano, P. (2002). La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX. Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones (págs. 13-78). Buenos Aires: universidad nacional de quilmes.
- Ferro, M. V. (2012). La última frontera en los estudios metacientíficos: relación entre modelo y realidad en el antirrealismo. HAL, 1-8.
- Flores, F., & Gallegos, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de las ciencias. Perfiles educativos, 1-10.
- Fraassen, B. C. (1980). The Scientific Image. New York: clarendon press • oxford.
- Garritz, A. &. (1997). Capricho Valenciano (III): Valencia y número de oxidación. Revista Educación en Química, 133-140. .
- Guerrero, G. (2003). MEMORIA PRESENTADA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR. Madrid.
- Guerrero, G. (2007). VAN FRAASSEN Y LA CONCEPCIÓN ESTRUCTURALISTA DE LAS TEORÍAS. Praxis Filosófica, 21-38.
- Izquierdo, M. (2005). HACIA UNA TEORÍA DE LOS CONTENIDOS ESCOLARES. ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, 111–122.
- Izquierdo, M., Sanmartí, N., & Estaña, J. L. (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. En A. C. Mercè Izquierdo, Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar (págs. 141-161). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.
- KUHN, T. S. (1962). La estructura de las revoluciones científicas. Mexico: fondo de cultura económica.
- Lorenzano, P. (2001). La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX.
- Manzano, R. (2009). El congreso de Karlsruhe: Paso definitivo hacia la química moderna. Revista Eureka sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias, 396-407.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. Enseñanza de las ciencias, 343-358.
- Partington, J. (1949). Thomas Thomson, 1773–1852. Annals of Science, 115-126.
- Pere, V. &. (1994). Valoración de la Obra de Proust y Berthollet en los textos de química general. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona. LLULL. vol. 17. pp. 325-341.

- Quintanilla, M., Aymerich, M. I., & Adúriz-Bravo, A. (2007). Discusión en torno a una propuesta para introducir la historia de la ciencia en la formación inicial del profesorado de ciencias. En A. C. Mercè Izquierdo, *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (págs. 172-193). Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona. Servicio de Publicaciones.
- Rodríguez, E. C., & Rojas, J. P. (s.f.). El concepto valencia: un abordaje histórico y la importancia de la inclusión histórica en la escuela secundaria. *Memorias de la Maestría en Docencia de la Química. Vol.1 Año 1.*, (págs. 180-187). Bogotá.
- Rodríguez, R. Y., & Adúriz-Bravo, A. (s.f.). A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias.
- Schummer, J. (1998). The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *Hyle*, 129–162.
- Tejada, C., Acevedo, D., & Mendoza, A. (2015). Didáctica para la Enseñanza del Concepto de Valencia Química. *Formación Universitaria*, 35-42.
- Tovar, C. T. (2013). Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza del concepto de valencia). *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 143-157.