

**CARACTERIZACIÓN DE LAS REPRESENTACIONES ELABORADAS POR
ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA SOBRE
LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA**

YOLIMA IVONNE GÓMEZ MORA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D. C.
2019**

**CARACTERIZACIÓN DE LAS REPRESENTACIONES ELABORADAS POR
ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA SOBRE
LAS PROPIEDADES DE LA MATERIA**

YOLIMA IVONNE GÓMEZ MORA

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
LICENCIADA EN QUÍMICA**

Director: MDQ. QUIRA ALEJANDRA SANABRIA

Línea de investigación Naturaleza de las Ciencias (NdC) y Diversidad Cultural con
Enfoque de Género
Grupo Interinstitucional Química Computacional

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
BOGOTÁ D. C.
2019**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formadora de la Pedagogía</i>	FORMATO RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE	
Código: FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 3 de 100	

1. Información General		
Tipo documento	de	Trabajo de grado
Acceso documento	al	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título documento	del	Caracterización de las representaciones elaboradas por estudiantes del programa de licenciatura en química sobre las propiedades de la materia.
Autor(es)		Gómez Mora, Yolima Ivonne
Director		Sanabria Rojas, Quira Alejandra
Publicación		Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2019, 99 p
Unidad Patrocinante		Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves		REPRESENTACIONES; ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA; METALENGUAJE.

2. Descripción
El trabajo de grado que se propone se fundamenta en un seguimiento sobre el tipo de representaciones que expresan los profesores en formación inicial que están culminando el ciclo de fundamentación de la carrera cuando hacen uso del modelo corpuscular al explicar propiedades de la materia. Para ello se acudió al diseño de una secuencia didáctica sobre la representación mental, y la combinación de los dominios macro y micro cuando interpretan textos de valor teórico e histórico sobre la química estructural. La documentación del proceso se hizo acudiendo a la propuesta de la sistematización de experiencias como ejercicio investigativo a través del cual se hicieron los análisis a la luz de la teoría que se adoptó como marco de referencia.

3. Fuentes

- Aduríz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Antón, J., & Cabrerizo, D. (2016). *Física y Química 2º ESO*. EDITEX: España.
- Borges, T. (1997). Um estudo de modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciência*, 207-226.
- Bottani et al., 2. (2006). *Química General*. Santa Fé, Argentina: EdicionesUNL.
- Caamaño, A. (1998a). Problemas en el aprendizaje de la terminología científica. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 5-10.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7-20.
- Cabrera, H. (2015). *Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/https://www.redalyc.org/pdf/920/92041414012.pdf>
- Dibarboure, M., & Ithurralde, S. (2008). La importancia de la naturaleza de la ciencia en su enseñanza. *QUE HACER EDUCATIVO*, 36-41.
- Driver, R. (1986). Psicología cognositiva y esquemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 3-15.
- Galagovsky, L., & Giudice, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 85-99.
- Galagovsky, L., Rodriguez, M., Stamati, N., & Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.*, 107-121.
- Garrido, A., & Couso, D. (2017). *La construcción del modelo de materia en la formación inicial de maestros: análisis desde la perspectiva de la modelización*. Obtenido de <https://www.raco.cat/https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336776/427559>
- Gonzalez, G., Blanco, I., & Martínez, O. (1989). Nivel de apropiación de la idea de discontinuidad de la materia en alumnos de bachillerato. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 126-131.
- Greca, M. I., & Moreira, M. A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y física general, estudiantes de postgrado y físicos profes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 121-160. Obtenido de www.researchgate.net.

- Guevara, M., & Valdez, R. (2004). Los modelos de la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación en Química*, 243-247.
- Gutiérrez, J., Gómez, M., & Pozo, I. (2005). Utilización del modelo corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Gutiérrez, M., Gómez, M., & Pozo, I. (2002). Conocimiento cotidiano frente a conocimiento científico en la interpretación de las propiedades de la materia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 191-203.
- Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mac Graw Hill.
- IUPAC. (2005). *Nomenclatura de Química Inorgánica, Recomendaciones*. España, España: División de Nomenclatura Química y Representación Estructural.
- Jara, O. (2007). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. Bogotá: Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano-CINDE.
- Johnson-Laird. (1996). *Models of visuospatial cognition. Images, models, and propositional representations*. New York: Oxford University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1993). *Modelos mentales: hacia una ciencia cognitiva del lenguaje, la inferencia y la conciencia*. Estados Unidos: Harvard University Press Cambridge.
- Krapas, S., Fátima, A., & Carvalho, L. (2000). Modelos mentais e a lei de Gauss. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7-21.
- Martínez, O. (1996). Estudios sobre consistencia en las ideas de los alumnos en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 87-92.
- MEN. (2004). *Min educación Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de Estándares básicos de competencias en Ciencias Sociales y en Ciencias Naturales.
- MEN. (2014). *Documento básica primaria. Dirección de calidad para la educación peescool, básica y media*. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-342767_recurso_3.pdf
- Mendoza, A., Acevedo, D., & Tejada, C. (2016). *Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (TFEAM) en la enseñanza y aprendizaje del concepto de valencia química*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062016000100008&script=sci_arttext
- Montagut, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Didáctica de las ciencias*, 126-138.
- Moreira, M., Greca, I., & Rodríguez, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Educação em Ciências*, 37-57. Obtenido de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf>

- Mosquera, C. M., Mora, W. M., & García, A. (Mayo de 2003). *Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/31776499_Conceptos_fundamentales_de_la_quimica_y_su_relacion_con_el_desarrollo_profesional_del_profesorado_CJ_Mosquera_Suarez_WM_Mora_Penagos_A_Garcia_Martinez
- Muñiz, M. (2014). Estudios de caso en la investigación cualitativa. *Facultad de Psicología, División de Estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Muñoz, V., Franco, A., & Blanco, Á. (2018). *Modelos mentales de estudiantes de educación secundaria sobre la transformación de la leche en yogurt*. Obtenido de <https://rodin.uca.es>: <https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/20753>
- Nappa, N., Insaust, M., & Sigüenza, A. (2006). Características en la construcción y rodaje de los modelos mentales generados sobre las disoluciones. *Revista Eureka*, 2-22.
- Ordenes, R., Arellano, M., Roxana, J., & Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Didáctica de la química*, 46-55.
- Picado, A., & Álvarez, M. (2008). *Química I. Introducción al estudio de la materia*. San José, Costa Rica: EUNED. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Rodríguez, M., & Moreira, M. A. (1999). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de caso. *Investigações em Ensino de Ciências*, 121-160.
- Rodríguez, M., Marrero, J., & Moreira, M. (2001). La teoría de los modelos mentales de Jhonson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 243-268.
- Sanabria, Q. A. (Octubre de 2016). Diversidad cultural en la enseñanza de las ciencias y perspectiva de género: Mapeamiento informacional bibliográfico (MIB). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED.*, 1616-1624. Obtenido de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/viewFile/4792/3923>
- Sánchez, M., De Rojas, F., & Sánchez, M. (2000). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de química. *Univesitas Scientiarum*, 29-36.
- Sanchez, M. D., Lacosta, I., & Fernández, R. (2008). Diseño de un caso para el estudio de las disoluciones en secundaria obligatoria. *Interuniversitaria de formación del profesorado*, 19-29.
- Walker, R. (2002). Case study, case records and multimedia. *Cambridge Journal of Education*, 109-127.

4. Contenidos

El informe de investigación que se elaboró da cuenta del interés que lo promovió el cual se centró en caracterizar las representaciones que construyeron los estudiantes de la Licenciatura en Química cuando se enfrentaron a la interpretación de documentos de valor histórico y teórico sobre la estructura de la materia, toda vez que ello demanda hacer uso de las representaciones que sobre discontinuidad de la materia hayan elaborado desde su historia académica.

Para ello se propuso las siguientes etapas de investigación:

ETAPA I

- Elaborar las categorías de análisis de la información sobre el tipo de representaciones
- diseño de los instrumentos para coleccionar la información a través de una secuencia didáctica sobre las propiedades de la materia

ETAPA II

- implementación y organización de resultados del proceso.
- Análisis de resultados y elaboración de conclusiones.

Este proceso se recuperó acudiendo a la propuesta de Jara (2007) sobre la sistematización de experiencias, en la que la escritura de lo vivo y lo hecho desde la narración permite no solo informar los resultados cuantificables, también permite construir la emocionalidad como una condición determinante en los procesos de enseñanza.

Este sugiere las siguientes secciones que son las que le dieron cuerpo al documento:

1. El punto de partida. En esta sección se documenta cómo se origina la propuesta desde las problemáticas identificadas en la formación de profesores y el abordaje de la estructura de la materia.
 2. La planeación de actividades de aula. En esta sección se documenta cómo se diseñó la secuencia de actividades y los instrumentos de colecta de datos que se incluyeron en las mismas.
 3. Registros de la experiencia (los resultados). En esta sección del documento se presenta los instrumentos que se diseñaron y las categorías que se pretendió medir.
 4. Las reflexiones de fondo (análisis por triangulación teórica) esta sección se hacen los análisis por triangulación teórica aportando ejemplos que permitieran la comprensión de lo hecho y lo dicho. Reflexiones que originaron las conclusiones en función de la pregunta orientadora y el objetivo general.
- Para finalizar se presentan las recomendaciones para estudios posteriores y los anexos que informan sobre la estructura de los instrumentos.

5. Metodología

Como enfoque teórico de la metodología se adopta la investigación cualitativa, la cual se centra en comprender y profundizar las reflexiones que sobre la realidad que vive un grupo humano. En este caso dicha exploración se hace desde la perspectiva de los participantes, quienes expresan acerca de los fenómenos que los rodean, experiencias, opiniones y significados, los cuales configuran cómo percibe subjetivamente su realidad (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010), por ello, se empleó como método la *sistematización de experiencias* (Jara, 2007) la cual se agrupó en cuatro tiempos como lo sugiere el autor.

Sistematizar la experiencia según Jara (2007), requiere cumplir determinados requisitos los cuales inician con el más importante de ellos; quien escribe y narra

los hechos tiene que ser un personaje que ha vivido la experiencia, ha participado en su diseño y tienen propósitos claros de seguimiento en cuanto a los saberes y las dinámicas del grupo social con el que trabaja.

6. Conclusiones

En cuanto a la pregunta que orientó esta investigación es importante decir que la caracterización de las representaciones del estudiante del curso de historia y epistemología de acuerdo con Johnson-Laird (1996), es mental, porque tal como se pudo evidenciar, no acuden a las representaciones científicas que han conformado a lo largo de la carrea, aunque los referentes teóricos que consultan son aquellos que han constituido los sistemas teóricos sobre las propiedades de la materia. De otra parte, tal como lo citó Johnson-Laird P. N.(1993); Moreira, Greca, & Rodríguez (2002), estas representaciones no son puras, son mixtas hay representaciones proposicionales e imágenes mentales. Clasificaciones que se pudieron confrontar con la actividad en la que mediante la analogía de la caja negra para la construcción del concepto de átomo y otros sistemas semejantes al comportamiento de la materia tuvieron que elaborar sus propias explicaciones.

Se defiende la idea de que modelos mentales, que le permitan al individuo tener una funcionalidad y comprensión de una situación o fenómeno, como lo han expresado los autores Driver y Johnson-Laird. Se logra hacer una caracterización de las representaciones de los estudiantes, en las que dan cuenta de una transición entre representación metal y representación científica y el interés de integrar los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico.

Se identificó que al construir las explicaciones sobre las situaciones propuestas como fenómeno a explicar no integraron los tres dominios macroscópico, microscópico y simbólico, sino que cada uno privilegió uno de estos según consideró podía explicar mejor a los demás lo que quería decir. Esto se vio al momento de diligenciar la segunda matriz cuando abordaban aspectos teóricos del comportamiento de la materia en relación con el modelo corpuscular.

Probablemente los estudiantes consideran que un dibujo no puede proporcionar la información suficiente acerca de la representación mental, por lo que se infiere, que recuren a la representación proposicional

La sistematización de experiencias de aula fue una metodología que organizó el desarrollo de la secuencia didáctica en función de los intereses del grupo, además de exigir la reconstrucción de las interacciones humanas como elementos que permiten inferir las acciones y decisiones que asumen las personas cuando trabajan en forma individual y cuando trabajan en forma grupal, siendo las representaciones más enriquecidas aquellas que se construyeron en colectivo.

Adicionalmente se pudo identificar que los participantes asignan a los documentos de valor histórico poco interés para comprender los sistemas teóricos de la química, pues teniendo cómo usar representaciones científicas acudieron a representaciones mentales que como lo dicen autores como Garrido & Couso, (2017); Greca & Moreira (1996); Gutiérrez, Gómez, & Pozo (2005), se aproximan a los tipos de representación propios de los inicios de la conformación teórica de la química.

Mediante la interacción entre estudiantes, se permitió la contrastación de argumentos, como ha sucedido en la construcción de la Química, por lo que la aplicabilidad de la metodología de sistematización de experiencias promovió la actividad del estudiante. Quien también expresó interés al poder usar una segunda oportunidad para mostrar nuevamente sus explicaciones, las cuales fueron mucho mejor estructuradas que al comienzo, esto sugiere que las representaciones que construyen las personas cambian cuando interactúan con otros, y si bien no siempre se aproximarán inexorablemente a las representaciones científicas, si invita a plantear una secuencia de actividades más larga en el tiempo de modo que pueda ajustarse para lograr que las representaciones de los profesores en formación sean más robustas y potentes para explicar fenómenos de interés para la química y su enseñanza

Elaborado por:	Gómez Mora, Yolima Ivonne
Revisado por:	Sanabria Rojas, Quira Alejandra

Fecha de elaboración del Resumen:	20	09	2019
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN	17
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	19
2. JUSTIFICACIÓN	21
3. OBJETIVOS	24
3.1. OBJETIVO GENERAL	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO REFERENCIAL	25
4.1 ANTECEDENTES	25
4.2. REFERENTE TEÓRICO	27
4.2.1. LA PSICOLOGÍA COGNITIVA ACERCA DE MODELO MENTAL ...	30
4.2.2. ACERCA DE MODELOS CONCEPTUALES.....	32
4.2.3. LENGUAJES QUÍMICOS Y NIVELES DE REPRESENTACIÓN EN LA QUÍMICA	34
4.3. EL PUNTO DE PARTIDA: LA EXPERIENCIA	40
4.3.1. ¿PARA QUÉ SE QUIERE SISTEMATIZAR?.....	41
4.3.2. ¿QUÉ EXPERIENCIA SE QUIERE SISTEMATIZAR?	41
4.3.3. ¿QUÉ ASPECTOS DE ESTA EXPERIENCIA SON DE INTERÉS? 41	
5. METODOLOGÍA	45
5.2. PUNTO DE PARTIDA	46
5.2.1. LAS CATEGORÍAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	46
5.2.2. PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
5.2.3. REGISTROS DE LA EXPERIENCIA	48
5.3. LA RECUPERACIÓN DEL PROCESO VIVIDO (RESULTADOS Y ANÁLISIS)	51
5.3.1. ACTIVIDAD 1 “CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA”	52

5.3.2. ACTIVIDAD 2 Y 3 “CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA (ENRIQUECIMIENTO)”	61
5.3.3. ACTIVIDAD 4. “LA CAJA NEGRA” ETAPA I ANTES DE MANIPULAR.	65
5.3.4. ACTIVIDAD 4. “LA CAJA NEGRA” ETAPA I DESPUÉS DE MANIPULAR.	71
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	78

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro de resumen de los estados de agregación.....	43
Tabla 2. Categoría de análisis para las representaciones científicas según Johnstone (1982).....	46
Tabla 3. Categorías de análisis para las representaciones mentales de los estudiantes	47
Tabla 4. Ruta de secuencia de actividades.	49
Tabla 5. Matriz de resultados diligenciada para cada estudiante Act. 1 y 3.....	52
Tabla 6. Matriz de resultados estudiante EHE3.....	54
Tabla 7. Matriz de resultados estudiante EHE6.....	56
Tabla 8. Matriz de resultados estudiante EHE17	59
Tabla 9. Matriz de resultados estudiante EHE3 Act. 3.....	61
Tabla 10. Nivel de descripción según las diferentes representaciones.....	69
Tabla 11. Actividad 4. Etapa I Antes de manipular "la caja negra".	69
Tabla 12. Actividad 4. Etapa I Después de manipular "la caja negra".	73

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Actividad 1 clasificación de la representación científica	61
Gráfica 2. Actividad 3. Clasificación de la representación científica (enriquecimiento).	65

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Niveles representacionales en química, según Johnstone (1982).....	38
Figura 2. Sistematización de la experiencia.....	45
Figura 3. Grupo 2 Etapa I. antes de manipular la caja.....	67
Figura 4. Grupo 4. Etapa 1	68
Figura 5. Grupo 7 Etapa I. antes de manipular la caja.....	68
Figura 6. Imágenes 1, 2, 3 y 4. etapa	71
Figura 7. Representaciones mentales	71
Figura 8. Grupo 4. Representaciones mentales.....	72
Figura 9. Grupo 7. Representaciones mentales.....	72
Figura 10. Dibujo del G. 4 Etapa II.....	73
Figura 11,Actividad 4. Etapa I Después de manipular "la caja negra".	73
Figura 12. Representación mental sobre la configuración del interior de la caja ...	74

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Matriz clasificación de la representación científica (act. 1).....	81
Anexo B. Matriz clasificación de la representación científica (acti. 3 enriquecimiento)	84
Anexo C. La caja negra (act. 4)	86
Anexo D. Registro fotográfico estados de agregación de la materia (act. 5)	89
Anexo E. Registro fotográfico mezclas y reacciones químicas (act. 5).....	90
Anexo F. Listado de documentos de valor histórico.....	91
Anexo G. Etapa II preguntas a, b, d y e.	92
Anexo H. Matriz del estudiante HE3 act. 1.	93
Anexo I. Matriz del estudiante HE17 act. 1	95
Anexo J. Matriz del estudiante HE3 act. 2.	97

INTRODUCCIÓN

El informe de investigación que se presenta en este documento versa sobre los resultados del estudio sobre las representaciones mentales que explicitan los estudiantes en el aula de clase cuando abordan asuntos teóricos sobre las propiedades de la materia, para lo cual se usó una metodología con enfoque cualitativo interpretativo, en la que se privilegia tanto las participaciones de los estudiantes como del investigador a la hora de comunicarse para socializar lo que cada quien ha imaginado es la estructura y comportamiento de las sustancias a través del tiempo. Para ello se hizo uso de documentos con valor histórico como principal fuente documental para el trabajo de aula. De modo que este documento se estructuró de la siguiente manera:

Presentación de la pregunta de investigación, formulada desde la línea de investigación Naturaleza de las Ciencias y Diversidad Cultural con Enfoque de Género en relación a la temática objeto de estudio, como el principal elemento para el desarrollo y la consolidación de la comunidad científica en la que se habla de la importancia de las ciencias y la representación científica, al resolver problemas dentro de los contextos de diversidad cultural que permitirían en el caso de la UPN; seguido de los objetivos, con el propósito principal de caracterizar teóricamente las representaciones elaboradas por los estudiantes del programa de licenciatura en Química.

Una vez presentado los intereses de investigación se muestra el marco referencial en el que se menciona los antecedentes, las investigaciones realizadas, y el planteamiento del sustento teórico del trabajo con relación a las representaciones macroscópica, microscópica y simbólica. Que se complementó con la explicitación de conceptos acerca de los estados de agregación químicamente admitidos.

Posteriormente se muestra la metodología en la que se plantea la construcción y aplicación de cinco actividades que como secuencia de actividades permitió recoger la información para analizar y poner en juego el diseño curricular como una de las principales habilidades de un licenciado. La selección de la población se hizo como muestra a conveniencia, y con ello se trianguló teóricamente la información obtenida; para finalizarse presentan las conclusiones y algunas recomendaciones en función de los objetivos propuestos.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Esta propuesta emerge desde la línea de investigación Naturaleza de las ciencias y diversidad cultural con enfoque de género, la cual tiene entre sus propósitos interesarse por las problemáticas que emergen en la formación inicial de profesores de ciencias, y en este caso, de los profesores formados en el campo de la química. Una de las preocupaciones de la línea de investigación radica en la reflexión en torno a las acciones y experiencias desarrolladas en el aula de clase por parte de los estudiantes, así como los abordajes teóricos de la química por parte del profesorado y las búsquedas permanentes por mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje (Eder, 2008; Tardif, 2004). Acciones que reflejan características sobre las comprensiones que tiene el profesor sobre la enseñanza de las ciencias como actividad científica comprometida social, económica y políticamente. Compromiso que está vinculado con los saberes que los profesores de ciencias han de saber y entender de su campo de trabajo: *¿Qué se enseña?*; *¿Cómo se enseña?* y *¿Para qué se enseña?* (Sanabria, 2016).

En concordancia con lo anterior es razonable pensar que todo profesor de química está en condiciones de enseñar (por tanto, lo aprendió) aspectos teóricos y prácticos vinculados a los lineamientos curriculares, publicados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), a propósito de los derechos mínimos de aprendizaje para los niveles de enseñanza básica, media y primeros semestres universitarios. Los cuales se evalúan a partir de dos ejes conceptuales: **a). Las características macroscópicas y microscópicas de los materiales:** relacionados con los conceptos y categorías relativas a la composición, estructura y propiedades de los materiales y **b). Las transformaciones de los materiales:** a través de los conceptos relacionados con el análisis de las interacciones y las reacciones químicas de los materiales.

Ejes que direccionan los diseños de actividades las cuales al cumplir su función pedagógica y didáctica aportan en la comprensión de los conceptos químicos necesarios para aproximarse a estudios más especializados y la ejecución de procedimientos que hacen parte de conocimiento fundante de la química (MEN, 2014). Por lo anterior se considera una oportunidad indagar sobre el tipo de representaciones que ha construido los profesores en formación desde las experiencias escolares anteriores a la universidad y la transformación que pueden sufrir éstos cuando se abordan aspectos de valor histórico y teórico sobre las características macroscópicas, microscópicas y simbólicas de los materiales. Las cuales ya han sido reportadas como problemáticas, toda vez que no todos los profesores de ciencias en ejercicio han hecho una adecuada construcción de estas (Sánchez , De Rojas, & Sánchez, 2000).

Lo anterior permitió preguntarse por el valor que contiene hacer un seguimiento sobre el tipo de representaciones que expresan los profesores en formación inicial que están culminando el ciclo de fundamentación profesional y desde allí poder proponer estrategias didácticas que propendan por mejorar las representaciones identificadas hacia representaciones científicas adecuadas. Por lo anterior, se propuso la siguiente pregunta que orientó la investigación: ¿Cuáles son las características que se expresan en las representaciones escritas los estudiantes de la asignatura de historia y epistemología del programa de Licenciatura en Química de la (UPN), cuando hacen uso del modelo corpuscular a la hora de interpretar o predecir fenómenos químicos, a propósito de los cambios en los estados de agregación de la materia?

2. JUSTIFICACIÓN

Sería difícil que la humanidad comprendiera y se desarrollara en un mundo cada vez más complejo, cambiante y desafiante, sin una instrucción básica en ciencias, en donde la persona cuente con los saberes y herramientas necesarias, para que le permita comprender las situaciones que vivencie, al igual que los fenómenos que le suceden, por otra parte, aportar a la formación profesional desde una actitud crítica y ética ante los descubrimientos y posibilidades que ofrecen las ciencias, va más allá de ser capaz de maravillarse, observar y analizar lo que hay a su alrededor, plantear preguntas, buscar las explicaciones y coleccionar la información, detenerse en sus hallazgos, analizarlos, establecer relaciones, proponer nuevas preguntas, y aventurar en nuevas comprensiones; compartir y discutir con otros sus inquietudes, sus maneras de proceder, sus nuevas visiones del mundo; buscar soluciones a problemas específicos y hacer uso ético de los conocimientos científicos, todo lo cual aplica por igual para fenómenos tanto naturales como sociales (MEN, 2004).

Para nadie es un secreto que los estudiantes frecuentemente se ven inundados de información ¿qué hacer con ella? Las respuestas saltan a la vista; organizarla. Solo que las organizaciones no obedecen solo a un criterio, todo lo contrario, puede obedecer a distintos criterios los cuales direccionan el tipo de interpretación de esta. Por lo que el papel del profesor es en sí mismo un reto, debe ser orientador en el proceso formativo del estudiante lo cual supera la imagen simplista de trasmisor de conocimientos (Sanchez, Lacosta, & Fernández, 2008).

Esta acción demanda del profesor otra acción a saber; aprender a leer contextos, caracterizar las potencialidades y necesidades de los estudiantes que mejoren su aprendizaje. En la actualidad hay una prolija publicación al respecto (Caamaño A. , 1998^a; Dibarboure & Ithurralde, 2008; Gonzalez, Blanco , & Martínez, 1989; Martínez, 1996), y por eso para este trabajo se decidió abordar las representaciones

por ser el principal medio de comunicación de las personas entre el mundo que les rodea y lo que pueden construir sobre él (Caamaño A. , 2014; Driver, 1986; Galagovsky, Rodriguez, Stamat, & Morales, 2003).

El interés que emerge con respecto a la enseñanza de la química en correspondencia con los profesores es aportar en la conformación de la solidez conceptual para que posteriormente este saber le permita decidir rutas metodológicas sobre cómo es la mejor estrategia para configurar los marcos teóricos de un campo como la química. Esta pretensión se vincula estrechamente con el enfoque de naturaleza didáctica de las ciencias (de aquí en adelante NdC) el cual defiende que “*se trata de un conjunto de ideas metacientíficas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales*” (Aduriz-Bravo, 2005, pág. 12). Estas ideas provienen de campos como la epistemología de las ciencias, la historia de las ciencias y la sociología de las ciencias, superando una demarcación estricta entre ellas como si no se pudieran articular, garantizando un mayor pragmatismo a la hora de seleccionar sistemas teóricos para la enseñanza.

En el caso de las propiedades de la materia y su representación se acude a la historia de la química porque aporta ejemplos paradigmáticos para la comprensión de los diferentes niveles de complejidad que sugiere elaborar una explicación de fenómenos en los que el principal actor son las sustancias en sí mismas que se comportan de manera particular en el plano de la observación directa (representación macroscópica) y cuya explicación se construye en las representaciones que caracterizan el comportamiento no observable a simple vista (representación microscópica) la cual ha de ser expresada en los actos de habla y permitir así el intercambio de ideas, la concertación social a propósito de cómo se adopta es su comportamiento en el mundo natural (representación simbólica) representaciones estas que constituyen los sistemas teóricos de un campo de estudio como la química y que se pueden corroborar cuando siguen siendo información constitutiva de los libros de texto universitarios.

Para finalizar, es la oportunidad de aprender sobre la investigación educativa que como habilidad profesional ha de desarrollar un Licenciado en Química para la cualificación profesional. La identidad profesional se constituye de unos saberes básicos que se consolidan cuando los profesionales, como los licenciados, entienden de qué se trata el aporte social que la sociedad espera de ellos.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

- Caracterizar las representaciones elaboradas por los estudiantes del curso de historia y epistemología del programa de la Licenciatura en Química cuando hacen uso del modelo corpuscular al explicar propiedades de la materia.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Delimitar un marco de referencia para interpretar y clasificar las representaciones colectadas de los estudiantes.
- Diseñar e implementar instrumentos a través de una secuencia didáctica para coleccionar las representaciones de los estudiantes durante las actividades en el curso de historia y epistemología de la química.
- Categorizar las representaciones elaboradas por los estudiantes a través de la secuencia didáctica cuando interpretan textos con valor histórico o epistemológico sobre propiedades de la materia.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 ANTECEDENTES

Los antecedentes que se presentan a continuación se organizaron en función de los resultados que informan en primer lugar sobre aquellas publicaciones que reportaron investigaciones sobre las representaciones mentales y las categorías identificadas; y en segundo lugar sobre las investigaciones que reportaron las dificultades frecuentes en la enseñanza de la química a propósito de la estructura de la materia.

A propósito de las representaciones mentales, algunos trabajos las asumen como modelos mentales en los que se evidencia esta construcción a través de acciones de aula que se hacen propósito de seguimiento y análisis, es el caso del trabajo de Mendoza, Acevedo & Tejada (2016) quienes implementaron la teoría de formación por etapas de las acciones mentales mientras enseñaban el concepto de valencia química, a lo cual adujeron que el tiempo es fundamental para hacer evidente la internalización, la cual se ve en los primeros minutos y luego, se hace el tránsito hacia un modelo científico cuando hacen uso del lenguaje especializado en las expresiones verbales, esta acción se logra cuando han pasado 25 minutos de interacción.

Otra investigación que aporta en la pertinencia y necesidad de construir modelos conceptuales como modelos mentales en la enseñanza de las ciencias es el trabajo de Garrido y Couso (2017) quienes se interesaron por evaluar la evolución de los modelos sobre el concepto materia en profesores de formación inicial de licenciatura en primaria. Para ello utilizaron el software *Atlas.ti*, con el cual analizaron las clases grabadas que correspondieron a una secuencia de actividades desarrollada a lo largo de 12 sesiones en las que se trabajó fundamentalmente en grupo y posteriormente analizaron los escritos individuales, centrando su indagación en los

avances evidenciados en los procesos de modelación de la relación materia - partícula. Concluyeron que es vital la participación permanente de los profesores en formación inicial durante toda la etapa de modelación y que esta no es lineal como inicialmente pensaron, de otra parte, insisten en la importancia que cumple el profesor como dinamizador e interlocutor dentro del proceso, pues es evidente una transformación en positivo de los modelos de los profesores en formación cuando tienen la oportunidad de reflexionar sobre sus propias construcciones.

En esta misma dirección está el trabajo elaborado por Cabrera (2015) quien se interesó por los modos de representar los modelos por parte de profesores de formación inicial en un curso de ciencias naturales. Para ello diseñó una propuesta didáctica para el abordaje de modelos sobre cambio químico, enlace químico, equilibrio químico, y disoluciones por su conveniencia en la enseñanza a través de prácticas experimentales, asumió que los modelos son representaciones las cuales clasificó como modelos materiales, visuales, verbales y simbólicos. Para recoger los datos acudió a escrituras hechas por los profesores en formación inicial que denominó narrativas experimentales, estas se sometieron a las reflexiones grupales para complejizar la modelación y luego, al final de la etapa de implementación se volvieron a clasificar, la conclusión principal fue que en la medida que los modelos elaborados por los profesores en formación se someten a la defensa pública, existe mayor oportunidad y esfuerzo de complejizar la interpretación de los mismos, convirtiéndose en una excelente oportunidad para mejorar las estructuras cognitivas de los profesores de ciencias en formación inicial.

Otro ejemplo que se trae como antecedente es la investigación elaborada por Muñoz, Franco & Blanco (2018) sobre los modelos mentales de los estudiantes de secundaria cuando se aproximan a la transformación de la leche en yogurt. Para los autores los modelos mentales se convierten en una oportunidad valiosa para establecer cuáles son los marcos conceptuales que ha elaborado el estudiante de acuerdo con su historia académica, los datos se recogieron a partir de las

explicaciones verbales construidas por los participantes y en algunos momentos por medio de instrumentos escritos. Lograron categorizar estos modelos en 7 tipos que se entienden como la transformación de leche en yogur como: 1) un proceso mecánico, 2) un proceso físico semejante a un cambio de estado, 3) un aumento en el número de bacterias, 4) una mezcla de componentes, 5) un proceso en el que intervienen bacterias sin un papel activo, 6) un proceso donde las bacterias tienen un papel activo, y 7) una fermentación, para el cual concluyen que los estudiantes presentan dificultades para explicar la transformación de la leche en yogurt, en los ámbitos micro y submicroscópico.

Es de anotar que las investigaciones sobre los modelos mentales no se ha agotado esta afirmación se sostiene en que se encontraron investigaciones como las de Borges (1997); Greca y Moreira (1996); Rodríguez y Moreira (1999); Rodríguez, Marrero y Moreira (2001) que se desarrollaron con poblaciones españolas a finales del siglo XX y que sugieren 20 años de desarrollo, en los que se han ido construyendo categorías y metodologías para su estudio. Por lo tanto, invitan a validar si esta información sigue vigente de acuerdo con las particularidades de la formación inicial de profesores de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

4.2. REFERENTE TEÓRICO

En esta sección del documento, se realiza la presentación de algunos referentes teóricos que fundamentan esta propuesta para la enseñanza de las ciencias y en específico la química, desde cuatro aspectos: lo cognitivo, lo conceptual, el lenguaje y los niveles de representación en la enseñanza de la química al abordar propiedades de la materia, puesto que es importante según se ha manifestado, como lo cognitivo en un individuo influye en la construcción de modelos o esquemas mentales (Driver, 1986), los cuales le son útiles al individuo para interpretar el

mundo. Para ello ha de vincular el lenguaje ya sea el que usa en la comunicación diaria o el que usa de acuerdo con temas específicos.

De otra parte, para poder elaborar una representación científica sobre aspectos teóricos de la química el estudiante deberá hacer el tránsito de un modelo mental a los modelos científicos que se usan en la enseñanza de la química. Por lo cual es para un profesor de ciencias un ejercicio valioso el categorizar el o los modelos mentales que han elaborado sus estudiantes. Driver (1986) afirma que algunas de las características que presentan dichos esquemas, son, por ejemplo, estar dotados de cierta coherencia interna, fundamentados en premisas diferentes a la propia del concepto. Por eso cuando los estudiantes al explicar sus ideas muestran un lenguaje impreciso y términos no diferenciados, esto que puede ser que no haya un modelo mental elaborado y, por tanto, aproximarse a un modelo científico sea una dificultad difícil de superar

Otra característica, que permite establecer que hay un modelo mental es el uso de ideas intuitivas similares, estas se detectan porque son usadas por los estudiantes de diferentes contextos, los cuales pueden o no estar en el mismo lugar espacial. Por lo que no es de sorprenderse que las ideas o esquemas se muestren semejantes con algunas ideas que se han visto a lo largo de la historia; también, los esquemas conceptuales previos, son persistentes, por lo que son difícilmente modificables por medio de una enseñanza tradicional, un ejemplo de ello, es que cierto número de investigaciones (Driver, 1986), han señalado que a pesar de aplicar bien las ecuaciones Newtonianas en problemas de lápiz y papel, al momento de resolver una situación real fracasan, por tanto, surge que dicha persistencia se debe a que no se ha dado una integración del conocimiento de los estudiantes acerca del mundo físico con un conocimiento proporcionado por las relaciones algebraicas abstractas.

En este sentido vale preguntarse ¿hay posibilidad de cambio? Driver (1986) manifiesta que en estudios realizados por autores como Trowbridge y McDermott (1981) y White (1983), mostraron que no se puede atribuir todas las dificultades de los estudiantes a sus esquemas conceptuales alternativos, sino también al uso de un lenguaje específico de la ciencia cuando se enseña, es el caso de los gráficos y la notación vectorial en física. Al reconocer que hay un lenguaje específico para la química según Borsese (2000) citado por Montagut, 2010) cada símbolo abarca un número de significados, que no sólo da nombres a las transformaciones de la materia a nivel macro y microscópico, sino que los registra, codifica y convierte en elementos de pensamiento y comunicación.

Aunado a lo anterior es conveniente considerar que la ciencia al ser una actividad humana es de carácter diverso, tiene implicaciones políticas e históricas, las cuales pretenden dar respuestas a problemáticas de la sociedad en un momento, lugar y tiempo histórico determinado. Quizás este sea el escenario que ha generado la tensión entre la ciencia escolar y la ciencia erudita, toda vez que el conocimiento como producto social se debate de forma recurrente entre estos dos valores. El riesgo radica en asumir un sistema teórico como un conocimiento simple y acabado, porque puede suceder que al caracterizarlo tal como ya se dijo, se aporte en la construcción de una barrera de acceso, por lo que el papel del profesor adquiere el valor de enseñante. Al respecto Dibarboure & Ithurralde (2008) afirman que cuando hay coherencia al enseñar y diseñar maneras de intervención activa sobre la sociedad en función de un saber este es susceptible de ser enseñado por el valor que entraña para abordar problemáticas prácticas y teóricas que aportan en el desarrollo económico y social más que por su valor en un campo del conocimiento.

Desde una perspectiva vigotskiana, el saber es un producto social y se aprende en comunidades, lo cual sugiere que como humanos se poseen de manera general características que favorecen dicha trasmisión de una generación a otra, por lo cual

a continuación se amplía el referente teórico asociado a la corriente de la psicología cognitiva.

4.2.1. La psicología cognitiva acerca de modelo mental

Desde el campo de la psicología cognitiva, Driver (1986) menciona que los estudiantes tienen un aprendizaje mediante la organización y la reestructuración imaginativa de experiencias previas, más que, de cotejar nueva información, un ejemplo de ello, es los conceptos que permiten explicar el campo gravitatorio, pues estos no provienen de un solo campo de saber por lo menos vinculan conceptos de la física y la química como la energía y estructura de la materia los cuales no son observables a simple vista, ya que constituyen esquemas conceptuales intersubjetivos, que se relacionan entre sí, de manera precisa. Por su valor para elaborar explicaciones se reconoce su importancia para predecir y explicar, por lo que un estudiante puede aportar sus esquemas conceptuales sin que por ello cambie el modelo científico, sólo que estos van a diferir de los de un experto en el tema.

Para clasificarlos Driver (1986) formuló la existencia de por lo menos perspectivas para modificar los esquemas conceptuales: la primera, Piaget y colaboradores, exponen que el cerebro presenta unas estructuras cognitivas, en las cuales se procesa la información y en la etapa de pensamiento formal y abstracto cuando no hay una adecuada presentación de estructuras lógicas, por lo tanto los estudiantes presentan dificultades al comprender las ciencias; la segunda perspectiva, es la teoría behaviorista, la cual adopta una visión optimista del aprendizaje gracias a una serie de habilidades, comportamientos o conceptos de complejidad creciente, a través de programas de instrucción los cuales son diseñados meticulosamente mediante un análisis lógico del material a enseñar y la tercera, la psicología cognitiva propone que el comportamiento inteligente de una persona no depende

de unos procesos de pensamiento abstractos, sino que depende profundamente de la clase de conocimiento que la persona tiene acerca de la situación en particular.

Ahora bien, según la publicación, modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, dice que: una representación es cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa algún aspecto del mundo exterior o de nuestra imaginación en su ausencia, por ejemplo, la palabra muñeca o el dibujo de una muñeca son representaciones externas que nos permiten evocar el objeto muñeca en su ausencia, de igual forma mencionan que las representaciones mentales son maneras de “representar” internamente (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002).

Hasta este momento el concepto de modelo mental para los autores citados se fundamenta en que son ideados por los individuos, según la experiencia adquirida, los cuales están sujetos a ser transformados según la organización, mientras (Johnson-Laird, 1996) explica que los modelos hacen parte de la clasificación de representaciones mentales como se expondrá a continuación.

Johnson-Laird (1996) propone tres tipos de representaciones mentales a nivel estructural: la primera, representaciones proposicionales o cadenas de símbolos, las cuales no están constituidas por palabras, sin embargo, pueden traducirse en términos, por otro parte, captan el contenido abstracto, que sería codificado, por el propio mentales, es decir, el lenguaje de la mente, siendo capaz de admitir más de una representación. Dichas representaciones proposicionales pueden ser falsas o verdaderas dependiendo del mundo mental que se interprete, ya que estará gobernado por la condición de verdad del discurso, es decir que mientras el modelo no entre en conflicto con el valor de verdad en el que el modelo esté basado.

La segunda, son los modelos mentales, que representan unas características importantes sobre el estado de las cosas correspondiente a un mundo real o

imaginario, a diferencia de la primera, estos no poseen una estructura sintáctica, por lo que son manipulables de manera controlada, por las mismas dimensiones del modelo, ya sean de dos, tres o multiplicidad de dimensiones dinámicas, por ejemplo, inflar o desinflar una bomba, el sujeto puede explorar este modelo en su mente.

Finalmente, las imágenes, para Johnson-Laird (1996), representan cómo algunas cosas son vistas particularmente y que son producto tanto de la percepción como de la imaginación, correspondiente a características de los objetos, todas ellas necesarias para poder explicar las maneras en las que las personas, representan, razonan, hacen inferencias, comprenden lo que los otros hablan y entienden el mundo real. Las imágenes son específicas, simples y también sujetas a transformaciones como expansiones, rotaciones y traslaciones.

A nivel funcional Johnson-Laird (1983), citado por Moreira (2002), menciona que los modelos mentales y las imágenes, son importantes para el entendimiento de la cognición humana y que estas son de alto nivel ya que libera la cognición humana a operar de manera proposicional, por lo que funcionalidad es lo que los individuos buscan en un modelo más no la científicidad, algo muy interesante menciona Norman (2002), también citado por Moreira, sobre los modelos mentales, es que éstos son incompletos, no son bien definidos y por tanto son confusos, también son inestables, ya que las personas tienen a olvidar detalles; tampoco son científicos, pues refleja en ocasiones las creencias o supersticiones de los sujetos ante un sistema físico, por lo que los modelos mentales se convierten en deficientes, erróneos o contradictorios, aun así son funcionales para el individuo permitiéndole generar un modelo en el momento, o descartarlo cuando este no sea necesario o no sea requerido (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002).

4.2.2. Acerca de modelos conceptuales

Existe otra clasificación sobre las formas de representar el estado de las cosas, al respecto Norman, Gentner & Stevens (2002), citado por Moreira (2002) mencionan

que los modelos conceptuales son aquellos inventados y diseñados, por investigadores, ingenieros, arquitectos y profesores, utilizados para facilitar la comprensión o enseñanza de sistemas físicos, o estados de cosas físicas, objetos o fenómenos físicos. Por tanto, los modelos conceptuales:

“Son representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee. Estas representaciones externas pueden materializarse en forma de formulaciones matemáticas, verbales o pictóricas, de analogías o de artefactos materiales [...], La analogía entre el átomo de Rutherford y el sistema solar [...], son ejemplos de modelos conceptuales. Independientemente de la forma que puedan adquirir los modelos conceptuales de disciplinas como la Física (por ejemplo, un conjunto de fórmulas matemáticas y de leyes empíricas), la Química (por ejemplo, una serie de ecuaciones químicas y de estructuras geométricas) [...], todos ellos tienen en común que son representaciones simplificadas e idealizadas de objetos, fenómenos o situaciones reales, pero son precisos, completos y consistentes con el conocimiento científicamente aceptado” (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002).

Es importante diferenciar los modelos mentales de los modelos conceptuales, ya que los primeros son representaciones internas cuya funcionalidad es permitirle al sujeto explicar y predecir algún fenómeno, mientras que los segundos son representaciones externas definidas y delimitadas, sin embargo, los modelos mentales pueden generar, enseñar y aprender los modelos conceptuales, por tanto, se puede decir que los primeros son instrumentos de aprendizaje, mientras que los segundos se convierten en instrumentos de enseñanza, en donde estos permitan llevar a los estudiantes a construir representaciones internas con significado para el modelo conceptual y al fenómeno de estudio.

4.2.3. Lenguajes químicos y niveles de representación en la química

El dominio de la química depende del dominio del lenguaje y de acuerdo con Caamaño (1998), dicho lenguaje es un lenguaje científico que se caracteriza por un vocabulario específico, en la que profesores deben enseñar a los estudiantes el razonamiento discursivo sobre los procesos basados en teorías, a analizar fenómenos, las propiedades de las sustancias, enseñar a predecir propiedades y fenómenos como lo menciona De La Chaussee, quien cita Caamaño (1998a), por lo que los estudiantes no solo deben aprender y comprender los fenómenos químicos, sino además explicar y predecir otros

Los términos empleados hoy en día en la ciencia de la química se derivan de la transmisión de formas lingüísticas a raíz de un desarrollo histórico de la misma, Caamaño (1998) al respecto menciona que las dificultades en el uso de términos científicos, se debe a:

- **La coincidencia de términos en el lenguaje científico y el lenguaje común.**

Cuando Caamaño habla de las coincidencias de términos entre el lenguaje científico y el lenguaje común, hace referencia a que se han encontrado que hay términos que se emplean de manera frecuente, pero con un significado distinto, un ejemplo de ello, son las palabras célula, corriente, elemento, energía, estructura, flujo, y trabajo, que se usan en la biología, la física y la química, por lo que en estudiantes según la investigación es didáctica, es una fuente de generación de concepciones alternativas en el aprendizaje de conceptos científicos.

- **El uso del lenguaje como una manera de etiquetar en la interpretación de hechos.**

Según Sutton (1997), citado por Caamaño, un científico al comienzo del desarrollo de una teoría, el lenguaje es personal y tiene un carácter fuertemente metafórico y especulativo, por ejemplo, Boyle, al explicar la compresibilidad del aire y el aumento de presión que se produce al comprimirlo, habla del «rebote» («elasticidad») del aire, y lo explica al inferir que el aire está formado por pequeñas partículas elásticas, como resortes de un reloj, enrollados, que intentan abrirse. Esta manera de explicar se puede ver relegada en física en términos como del «campo» magnético alrededor de un imán, de la «capacidad» térmica de una sustancia, de la «capacidad» eléctrica de un conductor, etc. Por lo que Sutton recomienda que es adecuado que los estudiantes sepan de la parte metafórica de la teoría, con el fin de evitar usar el lenguaje como un sistema de etiquetaje de conceptos. También se presenta el caso de que expertos en el tema, han creado neologismos a partir de lenguas clásicas, por ejemplo, cuando Faraday propone nuevos términos como electrólisis, electrólito, ion, catión, anión, etc., para describir y explicar el fenómeno de la conductividad eléctrica de una sustancia fundida o en disolución y su descomposición. un ejemplo de ello es el término electrólisis que está compuesto por el sufijo lisis, que significa «rotura», y el prefijo electro («electricidad»), significando, por tanto, descomposición de una sustancia por el paso de la electricidad, por lo que es importante que los estudiantes conozcan el origen etimológico de los vocablos, ya que, al conocerlos, les permitirá relacionarlo con otros términos, en lo que aparezca el mismo sufijo.

Por otra parte es necesario mencionar la época de la alquimia, y gracias a estudios sobre el lenguaje de la química, ha permitido identificar que la sinonimia un fenómeno lingüístico que puede presentar el mismo significado para uno o más términos y la polisemia en la que una palabra o cualquier signo lingüístico muestra pluralidad de significados, sean una de las razones por las que el aprendizaje de la química presenta dificultades, por ende el uso de signos para representar las

sustancias y procesos experimentales, son procedentes de la alquimia a inicios del siglo IV d. C. da origen a la química como disciplina independiente durante el siglo XVII. Dicho simbolismo alquímico alegórico (Montagut, 2010) implicaba relaciones que no eran fáciles de interpretar, que además los mismos partidarios daban diferentes significados de un mismo símbolo, entonces al haber una comunicación más fuerte y por ende un crecimiento de la disciplina, surge la necesidad de la existencia de plantear criterios para hacer uso de una terminología igual para todo aquello que estudie la química.

Para el año de 1782, Guyton de Morveau planteó un sistema de nomenclatura, afirmando la necesidad de ayudar a la inteligencia y aligerar la memoria, mentado sistema fue ampliado y difundido por Lavoisier en conjunto con otros químicos, es entonces que se publica el *Méthode de nomenclature chimique* en 1787, en el que se mostraba la posibilidad de nombrar los compuestos de manera sistemática de acuerdo con los elementos constitutivos. A este sistema se sumó Berzelius, el cual aplicó y añadió nuevos términos. En 1892 la conferencia de Ginebra, se estableció las bases de un sistema de nomenclatura orgánica, a pesar de ello no había algo semejante para la nomenclatura inorgánica, ya que se habían diseñado diversidad de sistemas pero cada uno de ellos con intereses particulares, por lo que fue requerido una ejercicio uniforme entre los químicos americanos y británicos, es en 1913 que la Consejo de la Asociación Internacional de Sociedades químicas, crea una comisión para la nomenclatura inorgánica y orgánica, pero a raíz de la primera guerra mundial se suspende actividades hasta 1921, la Unión internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), reanuda funciones.

En 1940 se entrega un primer informe en el que genera un resultado importante acerca de la sistematización de la nomenclatura inorgánica, cuyas particularidades se destacan: la acogida del sistema Stock, el planteamiento del orden de citación de los constituyentes de compuestos binarios en las fórmulas y nombres, la censura del uso de bicarbonato, en los nombres de las sales ácidas por lo que muchos

químicos tienen la exigencia de diseñar una nomenclatura completamente sistematizada y el desarrollo de prácticas uniformes para nombrar los compuestos de adición. Hechas estas recomendaciones, se revisaron y publicaron en 1959, por lo que emerge una segunda inspección en 1971 y su suplemento en 1977 titulado *Cómo nombrar una sustancia inorgánica*, ya para el año 2000 se presenta el libro *Nomenclatura de Química Inorgánica II, Recomendaciones IUPAC* (IUPAC, 2005)

Caamaño e Irazoque (1998a), consideran como dificultades en el uso de la terminología química: la coincidencia de ciertos términos en el lenguaje general y en el científico, el uso del lenguaje como una forma de etiquetaje, la existencia de términos polisémicos, la sinonimia, la evolución histórica del significado de determinados términos, los diferentes significados que adquiere un término a lo largo del currículo escolar y el mantenimiento por tradición de términos de significado equívoco.

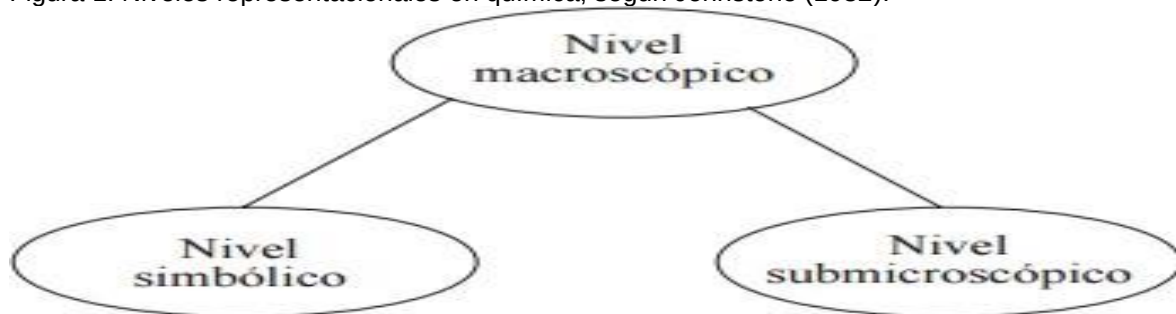
- **Tipos de representación en química**

La definición de representación y representaciones mentales desde la psicología cognitiva, según Moreira, Greca & Rodríguez (2002) para el primer término, “es cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa alguna cosa que es típicamente algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (o sea, de nuestra imaginación) en su ausencia. La palabra muñeca o el dibujo de una muñeca son representaciones externas que nos permiten evocar el objeto muñeca en su ausencia.” (p.39), y para el segundo vocablo, son representaciones internas, es decir maneras de representar internamente “son representaciones internas. Son maneras de “representar” internamente (es decir, mentalmente), de volver a presentar en nuestras mentes, el mundo externo.

Se tomó como referencia el artículo “Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos” de

Galagovsky y Giudice (2015), en el que se menciona cuando los estudiantes no aprenden conceptualmente y se relaciona con los niveles o tipos de representación en la química, enunciados por Johnstone (1982, 1991, 1993, 2000): macroscópico, el simbólico y el submicroscópico. Así, con un nivel en cada vértice, se representa el triángulo de Johnstone (1982), figura 1 (Galagovsky, Rodriguez, Stamati, & Morales, 2003).

Figura 1. Niveles representacionales en química, según Johnstone (1982).



Fuente: Propia.

Johnstone (1982) menciona que la mayoría de los conceptos que se usan en química no tienen un medio sencillo y directo de ser percibidos por vía sensible, es decir, que cuando se habla de elemento o compuesto, no se tiene una forma inmediata de hacer percibir estas ideas a los estudiantes. Por ejemplo, algunos elementos pueden ser polvos amarillos, gases incoloros o líquidos marrones, sin embargo, estos ejemplos, también pueden ser ejemplos de compuestos o de mezclas. Pensar en ¿Cuáles son sus puntos en común?, ¿cuáles son sus rasgos diferenciales? Para un experto, estos aspectos son evidentes, pero no sucede lo mismo con un estudiante que comienza a aprender química.

Lydia Galagovsky menciona en su artículo "Representaciones mentales, lenguajes y códigos de la enseñanza de ciencias naturales", los niveles de representación mental para los fenómenos naturales, donde Johnstone (1982, 1991) propuso el nivel macroscópico el cual hace referencia a representaciones mentales adquiridas a partir de la experiencia sensorial directa, es decir basada en la información

adquirida a partir de los sentidos, ya sea por medio organoléptico, visual, auditivos y táctil, basados en las propiedades perceptibles tanto en la vida cotidiana como en el laboratorio de los sólidos, líquidos (incluyen la disoluciones), coloides gases y aerosoles, por ejemplo, medir la densidad, la masa, la presión osmótica, la temperatura, entre otras (Ordenes, Arellano , Roxana , & Merino, 2014). A nivel submicroscópico o atómico-molecular, se trata de las representaciones abstractas o modelos que un experto debe tener en mente asociados a esquemas de partículas. Por ejemplo, cuando se describe los estados de agregación de la materia y se representa por medios de esferas. En cuanto al nivel, simbólico, involucra la asignación de símbolos para representar los átomos, bien sea de un elemento o un grupo de varios elementos conjuntos, además de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones, subíndices para indicar el número de partícula, letras para designar el estado físico de la sustancia, etc. Galagovsky (2003) y (Ordenes, Arellano , Roxana , & Merino, 2014).

Siendo la química una disciplina que requiere de un plano lingüístico, constituido por un discurso químico, se propone elementos del nivel simbólico que expresan los modelos, las interpretaciones y las explicaciones de los niveles macro y microscópico (Galagovsky & Giudice, 2015). Dentro del nivel simbólico se encuentran códigos sintácticos que son el lenguaje verbal, gráfico, y matemático los cuales cada uno de ellos describe el comportamiento de la materia y a su vez requieren comprender su significado apropiado, en el que menciona que el lenguaje verbal y el gráfico expresan descripciones reales de reacciones químicas, siendo diferente el lenguaje de las fórmulas químicas, ya que estas admiten la descripción de una reacción mediante la ecuación química balanceada (Galagovsky & Giudice, 2015).

4.3. El punto de partida: la experiencia

Sistematizar la experiencia según Jara (2007), requiere cumplir determinados requisitos los cuales inician con el más importante de ellos; quien escribe y narra los hechos tiene que ser un personaje que ha vivido la experiencia, ha participado en su diseño y tienen propósitos claros de seguimiento en cuanto a los saberes y las dinámicas del grupo social con el que trabaja. Se destaca que se trata de una metodología que se originó en Costa Rica en el año de 1982, con el Primer Taller Regional de Sistematización y Creatividad, debido a la actividad previa que se dio dos años atrás en países latinoamericanos, como en Nicaragua, México, El Salvador, Panamá, Costa Rica, Guatemala, entre otros, gracias al intercambio y coordinación de talleres, seminarios e investigaciones de campo en educación popular, para el cual se da la necesidad de sistematizar, los aprendizajes y reflexiones de manera crítica y teóricamente. Es por ello que para la investigación educativa se convierte en una oportunidad de investigar las actividades de aula no solo desde lo instrumental sino también desde la articulación entre la teoría de un campo en especial como la filosofía de las ciencias en la que emerge los escenarios micro y macro mundo, las posibilidades de aprendizaje desde una perspectiva de psicopedagogía, las tensiones sociales propias de un grupo humano y así mismo, revisar las rutas de solución de aquellas situaciones que no solo involucran al estudiantes sino al maestro también. Es en últimas una metodología para fortalecer las practicas del maestro, a la luz de la sistematización de lo que sucede en un escenario educativo en el que es parte constitutiva de la experiencia.

Se toma como referencia tres preguntas del libro “La sistematización de experiencias: práctica y teoría, para otros mundos posibles”, las cuales permitieron orientar el proceso de sistematización.

4.3.1. ¿Para qué se quiere sistematizar?

Se quiere sistematizar la experiencia con el fin de clasificar las representaciones de los estudiantes, que tienen cuando abordan aspectos teóricos de los estados de agregación, compartir el aprendizaje adquirido durante el proceso, contribuir a una reflexión teórica sobre las respuestas de los estudiantes y permitir comprender la experiencia pedagógica, para poder mejorarla en próximas investigaciones.

4.3.2. ¿Qué experiencia se quiere sistematizar?

El trabajo de caracterización que se realizó entre el periodo de mayo y junio de 2019 con los estudiantes que asisten al seminario de historia y epistemología, se quiso sistematizar las representaciones que los estudiantes plasmaron en la secuencia de actividades, en el que se abordaron aspectos teóricos de los estados de agregación en relación a la estructura de la materia y el modelo corpuscular, siendo una experiencia en la que se les pide una relación de lo que interpretaron con el conocimiento que ya han adquirido durante el transcurso del seminario.

4.3.3. ¿Qué aspectos de esta experiencia son de interés?

El eje de sistematización del trabajo, son los elementos didácticos e históricos que facilitaron las representaciones científicas de los estudiantes de historia y epistemología, cuando hacen uso del modelo corpuscular de la materia.

¿Qué son los estados de agregación de la materia?

En esta sección se presenta una revisión bibliográfica de los conceptos generales a partir de los cuáles se sustenta el trabajo de investigación los conceptos a considerar.

- **Estados de agregación:** La materia se ha presentado en la naturaleza bajo distintas formas que se conocen como estados de agregación, que históricamente han sido reconocidos como sólido, líquido y gaseoso (Bottani et al., 2006). La diferencia entre un estado y otro se debe principalmente a dos factores relacionados entre sí: el tipo de **movimiento** entre partículas y las **fuerzas** entre ellas, por lo que ambos influyen en la distancia promedio que separa las partículas de la materia (Picado & Álvarez, 2008). Sin excluir otros estados como el plasma, fluidos supercríticos, estado bidimensionales y estados unidimensionales, gracias al estudio del comportamiento de la materia, en condiciones extraordinarias, muy altas presiones y temperaturas o muy bajas temperaturas (Bottani et al., 2006).

Un ejemplo el cual representa de la mejor manera los estados de agregación de la materia es el agua: el vapor de agua en el aire, denominado humedad, el agua en un río y el hielo en un glaciar y en todos los casos el agua tiene las mismas propiedades químicas (Bottani et al., 2006), y como se dijo anteriormente, se pueden explicar a través del mecanismo de interacción que presentan entre sí las partículas.

El **estado gaseoso** distingue porque la materia ocupa todo el volumen del recipiente que los contiene, su velocidad de difusión es muy alta y se requiere de poca energía para cambiar el volumen por compresión o expansión; en el **estado líquido**, presentan volumen propio y también adoptan la forma del recipiente que los contiene, son pocos compresibles por lo que se requiere de mucha energía y su velocidad de difusión es relativamente baja y el **estado sólido** posee un volumen propio y forma determinada, no son compresibles y su velocidad de difusión es nula (Bottani et al., 2006).

Entre las partículas existen fuerzas de atracción las cuales disminuyen cuando las partículas se separan y/o aumentan cuando se acercan, mientras que las fuerzas de repulsión que superan las de atracción suceden a muy pequeñas distancias. Si la energía cinética o de movimiento, es muy pequeña, las fuerzas de atracción entre ellas se ven obligadas a que estén unidas con otras, sin embargo, cuando la energía cinética aumenta las partículas tienen a alejarse (Bottani et al., 2006).

Según el libro, física y Química, para Educación Secundaria Obligatoria (2°ESO), resumen las propiedades de los estados de agregación en la siguiente tabla:

Tabla 1. Cuadro de resumen de los estados de agregación

Estado de agregación	Propiedades	Ejemplos
Sólido	Masa constante	Cobre, hielo, mármol.
	Volumen constante	
	Forma constante	
Líquido	Masa constante	Agua líquida, gasolina, aceite.
	Volumen constante	
	Forma variable	
Gaseoso	Masa constante	Dióxido de carbono, cloro, vapor de agua.
	Volumen variable	
	Forma variable	

Fuente: Propia.

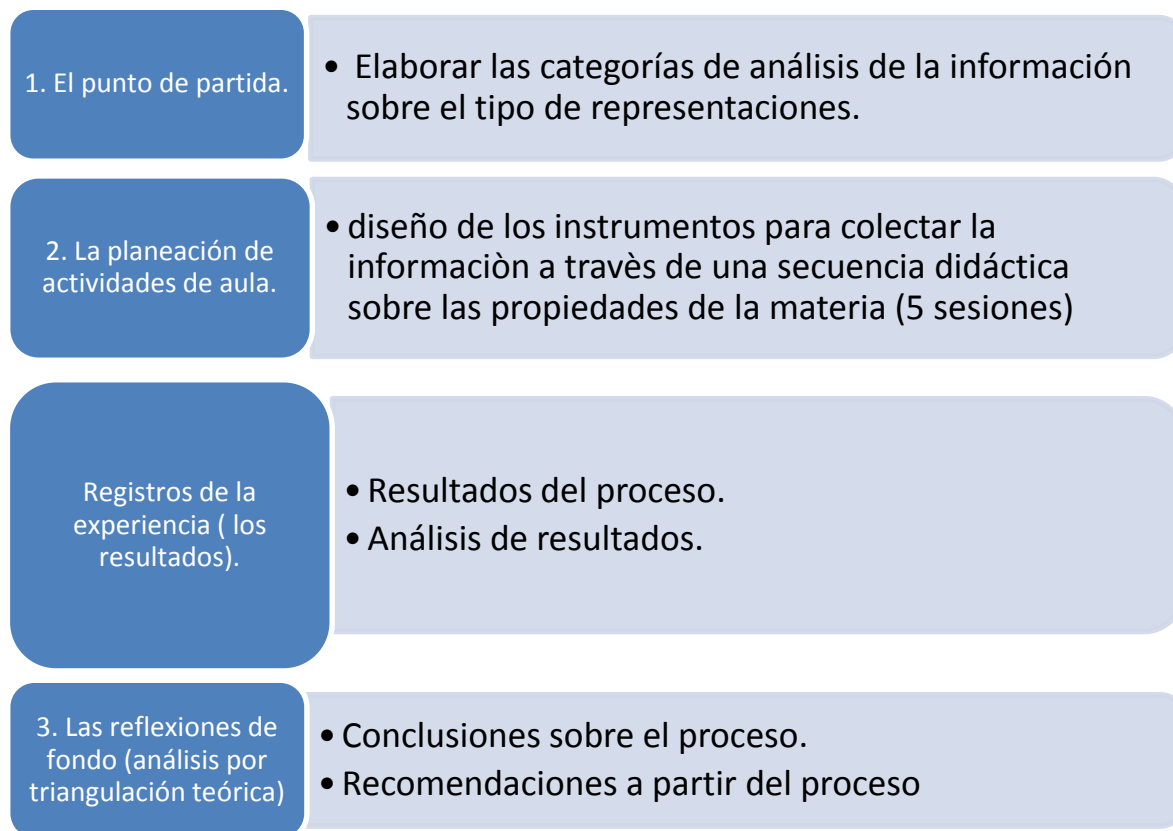
Cabe mencionar que en el libro del cual se toma la tabla 1., se hace mención a la hipótesis de la teoría cinética de la materia, la cual dice “que la materia es discontinua y está formada por partículas muy pequeñas y no visibles a simple vista”, con aparatos ópticos sencillos, tales como la lupa o el microscopio ordinario, además que las partículas están en continuo movimiento al azar, y que el volumen

propio de las partículas es muy pequeño ante el volumen total que pueden ocupar dentro de la sustancia (Antón & Cabrerizo, 2016).

5. METODOLOGÍA

Como enfoque teórico de la metodología se adopta la investigación cualitativa, la cual se centra en comprender y profundizar las reflexiones que sobre la realidad que vive un grupo humano. En este caso dicha exploración se hace desde la perspectiva de los participantes, quienes expresan acerca de los fenómenos que los rodean, experiencias, opiniones y significados, los cuales configuran cómo percibe subjetivamente su realidad (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2010), por ello, se empleó como método la *sistematización de experiencias* (Jara, 2007) la cual se agrupó en cuatro tiempos como lo sugiere el autor y que se representa a continuación.

Figura 2. Sistematización de la experiencia



Fuente: Tomado y adaptado de la Sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles (Jara, 2007)

A continuación se presenta la sistematización de experiencias que como proceso metodológico permite describir a modo de narrativa lo que sucedió durante la implementación de esta investigación.

5.2. PUNTO DE PARTIDA

5.2.1. Las categorías de análisis de la información

A continuación, se presentan las tablas construidas que permitieron la elaboración de los instrumentos por medio de los cuales se recogió la información y posteriormente se hizo la lectura de los resultados. Estas provienen de los referentes teóricos que se adoptaron como posturas teóricas por medio de las cuales se elaboraron los análisis de la información colectada.

Tabla 2. Categoría de análisis para las representaciones científicas según Johnstone (1982)

Categoría	Subcategoría	Descriptor
Nivel macroscópico (Depende de la experiencia con el medio)	Características organolépticas (color, sabor, tamaño, dureza, etc.)	Propiedades físicas
	Términos cotidianos	Lenguaje que expresa el comportamiento de la materia.
	Lenguaje verbal	Representación proposicional: cercano a lo que puede expresar por medio de un conjunto de símbolos.
Nivel microscópico (Abstracto)	Partícula, átomos, moléculas	Discontinuidad de la materia
	Cambios de estado	Cambio físico y cambio químico
	Lenguaje verbal	Representación proposicional: cercano a lo que puede expresar por medio de un conjunto de símbolos.
Nivel simbólico	Lenguaje gráfico	Dibujos, esquemas, analogías
	Lenguaje verbal	Representación proposicional: Letras, números, términos
	Lenguaje matemático	Ecuaciones y fórmulas

Fuente: tomado y adaptado de Moreira et al., (2002) y Caamaño (2014)

La tabla anterior agrupa la propuesta de caracterización de representaciones mentales elaborada por Moreira et al (2002) la cual se complementa en los criterios de discriminación propuestos posteriormente por Caamaño (2014).

Mientras que la tabla que sigue se adopta desde Moreira et al (2002) porque en ella tiene en cuenta la categorización de representaciones mentales para las ciencias de Johnstone (1982).

Tabla 3. Categorías de análisis para las representaciones mentales de los estudiantes

Categoría	Subcategoría	Descriptor
Modelo mental (análogos estructurales)	Dibujo de los elementos que probablemente conforman el interior de la caja.	Términos lingüísticos referentes al aspecto físico observable de la caja.
		Términos referentes la descripción de los elementos constituyentes del interior de la caja.
		Representación mental del exterior y/o el interior de la caja.
Representación proposicional (cadenas de símbolos)	Términos técnicos o cotidianos	Lenguaje arbitrario referente al aspecto exterior de la caja.
		Lenguaje arbitrario referente al aspecto exterior de la caja.
		Representación mental del exterior y/o el interior de la caja.
Imagen (perspectivas de un modelo mental)	Dibujo del estado de las cosas.	Términos referentes al aspecto físico observable de la caja.
		Nombre de los objetos
		Manera de visualizar imaginativamente de manera exterior e interior de la caja.

Fuente: tomado y adaptado de Moreira et al., (2002)

5.2.2. PARTICIPACIÓN DE LA POBLACIÓN Y MUESTRA

Se contó con la participación de 21 estudiantes de la asignatura de historia y epistemología, del programa de Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional. La intensidad horaria del curso fue de cuatro horas a la

semana y se destinaron 4 semanas de desarrollo. En metodología de la investigación se denomina muestra por conveniencia como lo menciona Hernández (2010) al cual indica que los participantes tienen en común asistir a todo el proceso y su vinculación como profesores en formación del programa de la Licenciatura en Química.

5.2.3. REGISTROS DE LA EXPERIENCIA

Para caracterizar las representaciones de los niveles macroscópico, microscópico y simbólico, que evidenciaron los estudiantes en concordancia con los estados de agregación, se acudió al uso de registros escritos en los que se propusieron actividades como la escritura y el dibujo, de lo que ellos imaginaban era la representación de la comprensión de la lectura del artículo de valor histórico (ver ANEXO A).

En un segundo momento se hizo una reflexión oral acerca de las representaciones anteriores a partir de la categorización de representaciones mentales que propone Johnson-Laird, como un ejercicio de comprensión. Se acudió a la escritura descriptiva y al dibujo, para complementar las explicaciones de las lecturas propósito de estudio (ver ANEXO B).

Como tercer momento, se propuso una actividad para la construcción del concepto de representación metal, a partir de tres categorías: modelo metal, representación proposicional e imagen, por medio de la escritura descriptiva y el dibujo (ver ANEXO C); para finalizar se hizo una socialización acerca de la caracterización de las representaciones científicas macro y micro mundo de la materia, se tomaron fotografías de los productos colectivos (ver ANEXO D y E).

Estos tres momentos se distribuyeron en la secuencia propuesta la cual se representa a continuación en la planeación de la experiencia.

LA PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES DE AULA

La secuencia de actividades de aula se realizó a partir de los referentes teóricos abordados sobre los niveles microscópico, macroscópico y simbólico propuestos por Johnstone (1982), sobre aspectos de la historia de la química vinculados a la perspectiva atomista por su cercanía con el desarrollo del modelo corpuscular de la materia, el cual es fundamental en la actualidad para comprender transformaciones de las sustancias como fenómeno físico químico, por lo anterior se diseñó la siguiente ruta:

Tabla 4. Ruta de secuencia de actividades.

Actividad 1	Propósito	Procedimiento	Tiempo estimado
Lectura de documento de valor histórico asignado (ver ANEXO F).	Organizar la información documental de valor histórico sobre asuntos teóricos de la química, en función de la representación científica y su clasificación como macroscópica o microscópica.	Cada estudiante, según el artículo que le correspondió, debía realizar la matriz (ver ANEXO A) en la que se pedía clasificar representaciones macroscópicas o microscópicas presentes en el artículo.	2 horas
Actividad 2	Propósito	Procedimiento	Tiempo estimado

<u>lecturas "Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias"</u> (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002) y <u>"La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas"</u> (Caamaño, 2014)	Comprender las categorías de clasificación de representaciones mentales.	Los estudiantes leyeron con anticipación los documentos, luego se hizo plenaria durante la sesión presencial para aclarar dudas y proceder a la clasificación de representaciones con base en el artículo asignado.	3 horas
Actividad 3	Propósito	Procedimiento	Tiempo estimado
Retroalimentación	Enriquecer las representaciones iniciales sobre el modelo corpuscular con base en el artículo asignado.	Cada estudiante luego de las plenarias anteriores, tuvo un tiempo para leer nuevamente el artículo asignado y diligenciar una segunda matriz (ver ANEXO B)	2 horas
Actividad 4	Propósito	Procedimiento	Tiempo estimado
La caja negra	Construir el concepto de representación mental mediante la analogía de la "caja negra"	Los estudiantes en ella se pudieron percibir fenómenos, como movimientos internos y ruidos, que permitieron elaborar afirmaciones	2 horas

		descriptivas, explicativas y predictivas, como una forma de argumentar lo que pasaba en el interior de la caja, mediante la realización de dos matrices: una antes de manipular y otra después de interactuar con la caja; posteriormente contestaron cinco preguntas. (ver ANEXO G)	
Actividad 5	Propósito	Procedimiento	Tiempo estimado
Socialización de resultados	Elaborar la clasificación de representaciones mentales sobre los estados de agregación considerando las representaciones macro y micro propias del modelo corpuscular.	Se propuso a la clase representar los tres estados de agregación (sólido, líquido, gas) en condiciones del mundo real como las mezclas y las reacciones químicas de acuerdo con los artículos referenciados a lo largo de las actividades.	2 horas

Fuente: Propia.

5.3. LA RECUPERACIÓN DEL PROCESO VIVIDO (RESULTADOS Y ANÁLISIS)

En el ordenamiento y clasificación de los resultados, para las matrices de las actividades 1 y 3 (ver ANEXO A y B) de cada estudiante, se realizó, una matriz (**tabla 5**), mediante la cual se organizaron los datos de cada uno y así facilitar las

caracterización de las representaciones para su posterior análisis, en la tabla, se muestra el código asignado a cada estudiante (casilla azul claro); el enlace del documento de valor histórico (casilla azul medio) y como categorías de análisis: la clasificación representacional macroscópico o microscópico (casilla azul oscuro), seguido de las categorías emergentes: representaciones verbal, dibujo y símbolo.

Tabla 5. Matriz de resultados diligenciada para cada estudiante Act. 1 y 3

Actividad 1 y 3					
			Rep. Verbal	Rep. Dibujo	Rep. Simbólica
Código asignado al estudiante (HE1 a HE21)	El enlace del documento de valor histórico	Clasificación representacional según el estudiante (macroscópica o microscópica).	Leguaje del estudiante según lo comprendido a partir de la lectura del documento.	Descripción del número y características de los dibujos.	Descripción de los símbolos. (matemático y químico).

Fuente: Propia

5.3.1. Actividad 1 “clasificación de la representación científica”

Cada estudiante diligenció la matriz de acuerdo con los niveles macroscópico y microscópico que se diseñó con este fin (ANEXOS A Y B) con base a la información del documento asignado de valor histórico, para ello hicieron uso de las representaciones de tipo verbal, simbólico, icónico y gráfico que consideraron necesarios. Es de anotar que hubo resistencia al comienzo de la implementación, puesto que el grupo no entendía cómo esta propuesta podía aportar en su aprendizaje de la historia y la epistemología a propósito de la estructura de la materia. Por lo anterior, se precisó una explicación por parte de la profesora del curso sobre el valor de la investigación educativa no sólo para los escenarios escolares no universitarios sino todo lo contrario, manteniendo una doble vía con

los programas de formación de profesores, lo cual condujo a pensar que esta acción es vital para reflexionar sobre las prácticas de aula tal como lo citó Garzón, (2016)

- **El estudiante que expresó la clasificación representacional científica a partir del uso de la representación verbal y simbólica.**

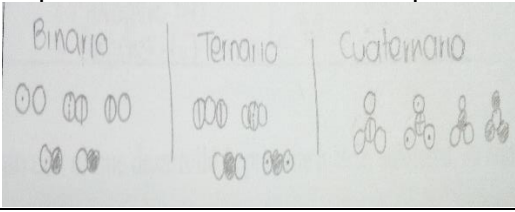
El estudiante EHE3¹, realizó la actividad de la sesión inicial completa, es decir que organizó la información proveniente del documento de valor histórico, en el instrumento diseñado para ello, en dicha matriz se evidencia una clasificación representacional científica de tipo microscópica, al hacer referencia a términos como “partícula, átomo, combinaciones binarias, ternarias y cuaternarias (Caamaño A. , 2014)”, a ello se suma, como bien cita Moreira y otros (2002) la clasificación de representaciones mentales a partir de la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird (1993), que el estudiante presenta en su discurso, la cual se categoriza como una representación de tipo proposicional en la que la cadena de símbolos se puede ver traducida en los términos anteriormente mencionados. También se observó que el estudiante completó su respuesta mediante el uso de la representación simbólica en el que se evidencia semejanza con el sistema esférico de Dalton, además de la clasificación a nivel macroscópico al referirse a “compuesto, agua, amoníaco, nitrógeno y oxígeno” (Caamaño A. , 2014), representados de manera simbólica y la magnitud a la que serían sus peso relativo como se puede observar en la tabla 6. Por tanto, el tipo de representación que presenta el estudiante es modélica, y simbólica, Ordenes et al. (2014). Es importante notar que el estudiante, cuando plantea la segunda clasificación a nivel microscópico, emplea el término “cuerpo simple”, sin embargo, en la cuarta clasificación de tipo macroscópico, hace referencia a “combinación de dos o más cuerpos”, lo cual supone, que el estudiante presenta

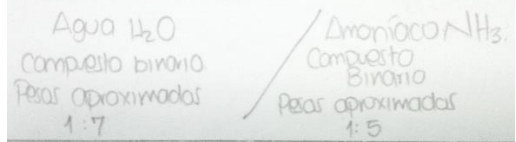
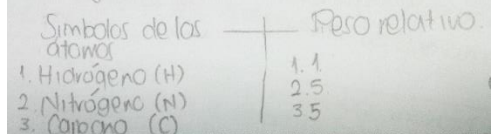
¹ Para guardar la información sobre los participantes cada uno de ellos fue codificado como estudiante (E) de historia y epistemología (HE) cuya numeración corresponde al listado de los participantes y su posición en ella. Así el primero de la lista quedó codificado como EHE1

confusión al diferenciar el término “cuerpo”, es decir, al no tener conciencia del significado de la palabra en el lenguaje específico de la química, como lo expresa Caamaño (1998a) (ver ANEXO H).

Como se puede ver en la tabla 6 hay combinación entre representaciones simbólicas que son lingüísticas y representaciones mentales expresadas como dibujos, lo cual hizo necesario establecer una matriz de análisis por estudiante porque hay combinación de representaciones al hablar de sustancias como el agua, nitrógeno y amoníaco, de entidades de la materia como la partícula, el átomo cuerpo simple, combinación de cuerpos, peso aproximado, peso relativo, respuesta que evidencia que el estudiante hace una integración de los dominios macro y micro, para poder comunicar su comprensión.

Tabla 6. Matriz de resultados estudiante EHE3.

			ACTIVIDAD 1		
			Rep. Verbal	Rep. dibujo	Rep. Símbolo
EHE3	https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/dalton	1° MICRO	Expresión del término "partícula".	NINGUNO	NINGUNO
		2° MACRO	Expresión del término "cuerpo simple" y "compuesto"	NINGUNO	NINGUNO
		3° MICRO	Expresión de términos "binario, ternario y cuaternario"	NINGUNO	Representación icónica de cuerpos. 
		4° MICRO	Expresión: "combinaciones de dos, tres o cuatro cuerpos".	NINGUNO	NINGUNO

	5° MACRO	Expresión del término "agua, amoníaco, Compuesto binario y peso aproximado".	NINGUNO	uso de símbolos (H_2O y NH_3), y magnitudes. 
	6° MICRO	Expresión de términos: átomo, hidrógeno, nitrógeno, carbono y peso relativo.	NINGUNO	Uso de símbolos (H, N, C) y la mención de relación numérica Con respecto al peso. 

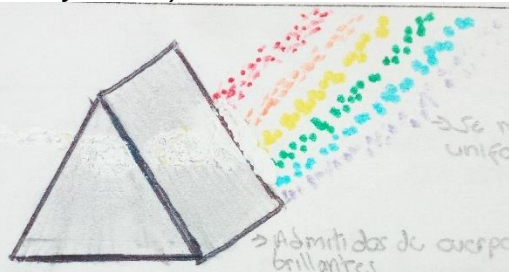
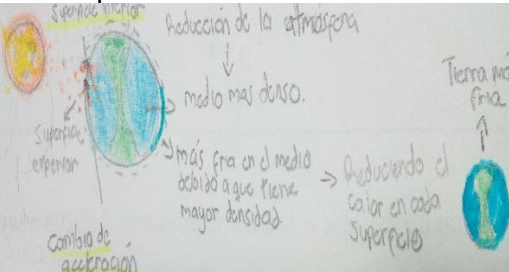
Fuente: Propia.

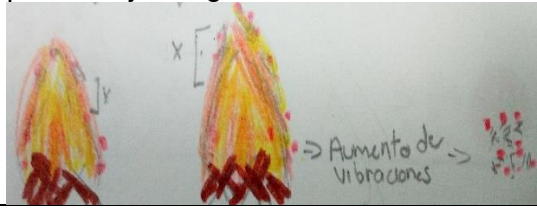
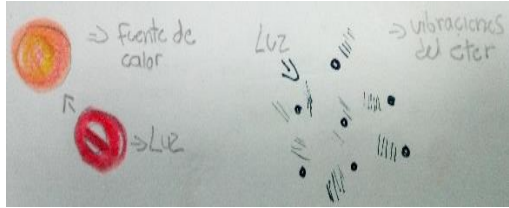
- **El estudiante que expresó la clasificación representacional científica a partir del uso de la representación verbal y dibujo.**

El estudiante EHE6, realizó la actividad completa, al abordar toda la temática planteada en el documento de valor histórico, (ver ANEXO A), y en ella se evidencia en su mayoría, la clasificación representacional es a nivel macroscópico, por medio de dibujos y lenguaje verbal concreto. Se presenta la matriz de resultados (tabla 7). En la primera clasificación de tipo microscópico, el estudiante la justifica a partir del uso de la representación verbal, nuevamente traducida en términos como: “pequeños corpúsculos, se mueven a velocidades uniformes”, lo cual corresponde al dominio micro, sin embargo, se encuentra la expresión de “cuerpo brillante” lo cual corresponde al nivel macroscópico, debido a la característica visible como lo expresa Caamaño, en cuanto a la representación dibujo se aprecia un nivel intermedio (Caamaño, 2014) en donde hay un dibujo de un prisma (macro), y una representación de las partículas que están organizadas por “colores”, (micro y macro) asignando características observables, por tanto su representación presenta un nivel intermedio, en el que se observa una transición de lo macroscópico a lo microscópico, también se evidencia esa transición en la tercer clasificación. Es de resaltar como el

estudiante en su clasificación macro, realizó los dibujos en los que refleja características organolépticas, como lo ha experimentado a través de los sentidos (Caamaño, 2014; Driver, 1986).

Tabla 7. Matriz de resultados estudiante EHE6

ACTIVIDAD 1						
		Rep. Verbal	Rep. Dibujo	Rep. símbolo		
EHE6	https://web.lemoyne.edu/giunta/Watsonphlogiston.html	1º MICRO	Expresión de frases: "pequeños corpúsculos", "admitidos de cuerpos brillantes", "se mueven con velocidades uniformes en medios uniformes".	Dibujo de un prisma y a uno de sus lados salen y/o ingresan seis franjas de colores (rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violeta). 	NINGUNO	
		2º MACRO	Términos con referencia a la atmósfera como "superficie interior y exterior", disminución de la temperatura a causa de una mayor densidad atmosférica.	Se puede apreciar tres dibujos, el primero es de un sol emitiendo luz, dirigida a la tierra (2º dibujo), alrededor hay líneas punteadas. El tercer dibujo es también de la tierra, está más pequeña en comparación a la anterior. 	NINGUNO	

		3° MACRO	Expresiones como "mayor volumen", "aumento de vibraciones" y "aumento de la distancia entre las partes que constituyen el fuego"	Dibujos de dos fogatas a color, una más pequeña que la otra, en ambas se observan puntos rojos, los cuales, en el tercer dibujo, recrea el movimiento vibratorio de "moléculas" a través de los puntos rojos seguido de líneas. 	Uso de flechas y símbolos como: x
		4° MACRO	Expresiones como: "fluido", "no puede ser alterado", "apenas puede ser percibido", "se descubre por los efectos que produce".	Se observa una variedad de dibujos todos a color, el primero es una fogata seguido del signo de prohibición, luego cuatro dibujos, uno ojo (sentido de la vista), una mano (sentido del tacto), una nariz (sentido del olfato) y una boca (sentido del gusto); posteriormente, se presume que hay un árbol en llamas a los que hace referencia cuando menciona los efectos que produce y el último dibujo es al parecer el de una olla con algo en su interior, y debajo del recipiente hay fuego, a lo que alude a una difusión rápida. 	Signo de prohibición
			Rep. Verbal	Rep. Dibujo	Rep. símbolo
		5° MACRO-MICRO	Expresiones como "fuente de calor", "luz" y "vibraciones del éter"	Se observa una círculo de color naranja que hace referencia a la fuente de calor, luego, el signo de prohibición y de nuevo la representación de las partículas (color negro) en movimiento, referenciando las vibraciones del éter. 	Signo de prohibición

	6º MACRO	Frases como "estado condensado", "entra en diferentes proporciones", "composición", "brilla" y "arde".	Se observa el dibujo de una ropa (al parecer), una flor y una vaca y sobre estos unos puntos negros referentes a el "estado condensado" y el ingreso en "diferentes proporciones", luego el dibujo del signo de prohibición, que acompañan los términos "brillar y arder"	Signo de prohibición.
	7º MACRO	Términos como: "cuerpo combustible", "azufre", "vapor", "Ácido fuerte" y "no se puede quemar".	Dibujo de una mano que sostiene una espátula que a su vez contiene azufre, que experimenta la acción de fuego fuerte (un dibujo de un mechero encendido), seguido de unos puntos negros, que indican vapor de un ácido fuerte, dichos puntos negros al ser inhalados llegan a los pulmones (el dibujo consta de un ojo, nariz y unos pulmones a los que llegan los puntos negros).	Un signo de interrogación de cierre.
	8º MACRO	Uso de términos como: "plomo, cenizas (como las de la madera), fuego fuerte, se derribe el vidrio de color amarillo, polvo de carbón, calor, metal, igual a plomo (estado inicial)	Se aprecia, el experimento de la reducción del plomo: un recipiente cuyo interior contiene plomo, al parecer sólido, que al ser sometido a fuego (un mechero Bushner), se convierte en cenizas, luego estas junto con un "vidrio amarillo", más la mezcla de polvo de carbón, se someten nuevamente al mechero, y se obtiene de nuevo el plomo metálico.	NINGUNO

Fuente: Propia.

- El estudiante que expresó la clasificación representacional científica a partir del uso de la representación verbal.

- El estudiante EHE17, sólo hizo la mitad de la actividad, en ella se evidencia una clasificación representacional científica de tipo macroscópica (tabla 8), en la que usó únicamente la representación verbal, también se pudo observar la necesidad de tomar textualmente la expresión del documento de valor histórico, lo que supone le resultó difícil explicar el fenómeno de la presión ejercida por los gases y los líquidos, al no comprender cuales son las variables que influyen en las variaciones a nivel macroscópico y microscópico (Gutiérrez, Gómez, & Pozo, 2005), también se puede decir que el estudiante no recurre al modelo corpuscular de forma espontánea, a no ser que sea inducido a recurrir de alguna manera (Gutiérrez, Gómez, & Pozo, 2002), como se puede ver en la última clasificación, en la que se observa que a través del lenguaje designa átomos con letras del alfabeto. Se puede decir que para el estudiante, el modelo corpuscular no es un modelo explicativo de las propiedades de la materia, por tanto se ve obligado al acudir a su conocimiento cotidiano para explicar y entender el modelo científico como según como lo expresa Gutiérrez, Gómez, & Pozo (2005) (ver ANEXO I). Por tanto, se hace necesario tener en cuenta los esquemas conceptuales como lo expresa Driver (1986), para identificar el lenguaje impreciso y términos no diferenciados, y con base a ello, tratar de que el estudiante modifique el modelo mental que le permita aprender el modelo conceptual.

Tabla 8. Matriz de resultados estudiante EHE17

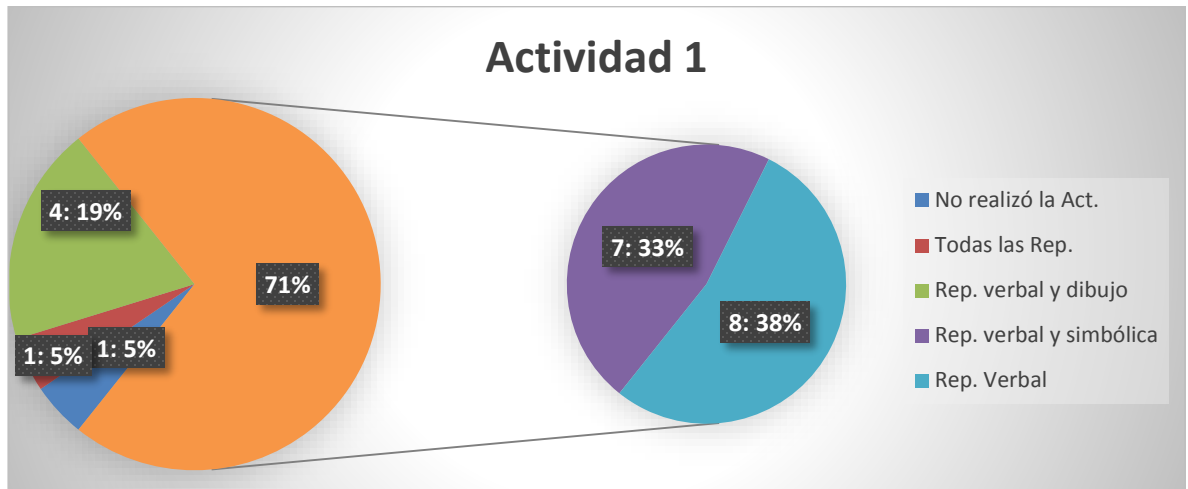
			ACTIVIDAD 1		
			Rep. Verbal	Rep. dibujo	Rep. símbolo
EHE17	https://web.lem	1º MACRO	Expresa: "La presión del gas que ejerce sobre la superficie del solvente (agua, éter), depende sobre que tanto se solubiliza definido por la parte numérica de los números cúbicos de los números naturales. Siempre medida a unas presiones y temperaturas estándar".	NINGUNO	NINGUNO

	2º MICRO	Expresa: "El desconocimiento de los pesos relativos incita a la determinación de otros, uno de los cuales fue la determinación de las partes del gas que se solubiliza en agua o éter".	NINGUNO	NINGUNO
	3º MACRO	Expresa: "cuando existe un equilibrio de atmósfera hace que demuestre las distancias de las partículas y la fuerza perpendicular que estas ejercen a otras debido a esto se puede explicar por qué la pequeña fuerza lateral".	NINGUNO	NINGUNO
	4º MICRO	Expresa: "los pesos relativos de las partículas finales, tanto de cuerpos simples como compuestos, el número de partículas elementales simples que constituyen una partícula compuestas, y el número de partículas menos compuestos que entran en la formación de una partícula compuesta, es decir: *1 átomo de A+ 1 átomo de B= 1 átomo de C, binario. *3 átomos de A + 1 átomo de B = 1 átomo de G, cuaternario".	NINGUNO	NINGUNO

Fuente: Propia.

En gráfica 1, se resumen los resultados de los estudiantes que participaron en la actividad 1, al hacer una clasificación macroscópica y microscópica, en la que se vio un predominio del uso de la representación verbal con el 38% (8 estudiantes), seguido de la representación verbal y simbólica con un 33% (7 estudiantes), donde el lenguaje ha sido tomado a partir del documento de valor histórico. En cuanto al uso de la representación verbal y dibujo, se evidencia la representación verbal en conjunto con el dibujo con un 19% el cual corresponde a cuatro estudiantes que expresaron su descripción, solo un estudiante (5%), presentó la información haciendo uso de las tres representaciones. El otro 5%, corresponde a uno estudiante que no realizó la actividad.

Gráfica 1. Actividad 1 clasificación de la representación científica

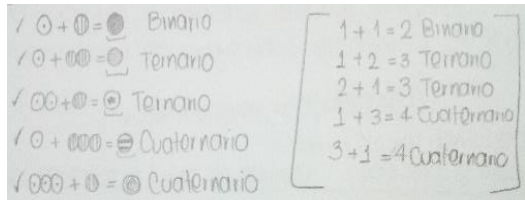
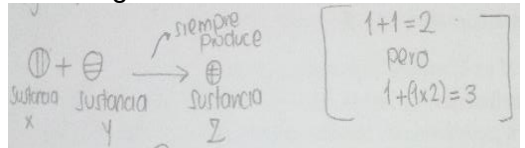


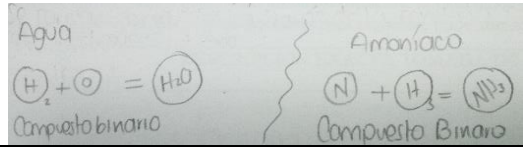
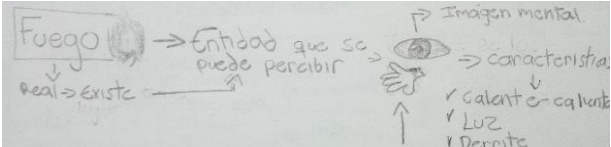
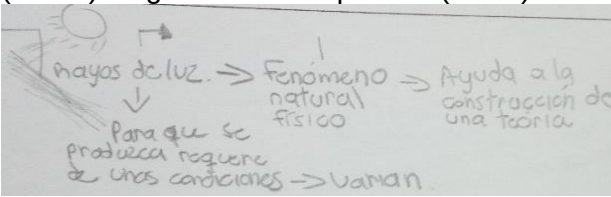
Fuente: Propia.

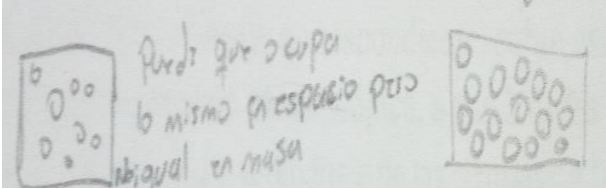
5.3.2. Actividad 2 y 3 “clasificación de la representación científica (enriquecimiento)”

- Los estudiantes EHE3 (ver ANEXO J) y EHE6 (ver ANEXO K), hicieron la actividad completa, en ella se evidenció una mejoría al justificar su clasificación, como se puede apreciar en la tabla 10, además de que las representación verbal fue más concreta al hacer uso de términos específicos y no comunes (Caamaño A. , 1998a), en comparación a la primer matriz, ; por otra parte, el estudiante EHE17, en su clasificación plasmo la representación verbal tomada del documento base, lo que supone que el estudiante aún presenta dificultad al integrar los niveles macroscópico y microscópico y expresarlas mediante un dibujo o con su propio discurso (Caamaño, 2014), a pesar de su intento por representar la clasificación por medio del dibujo, dicho modelo que plantea es difuso.

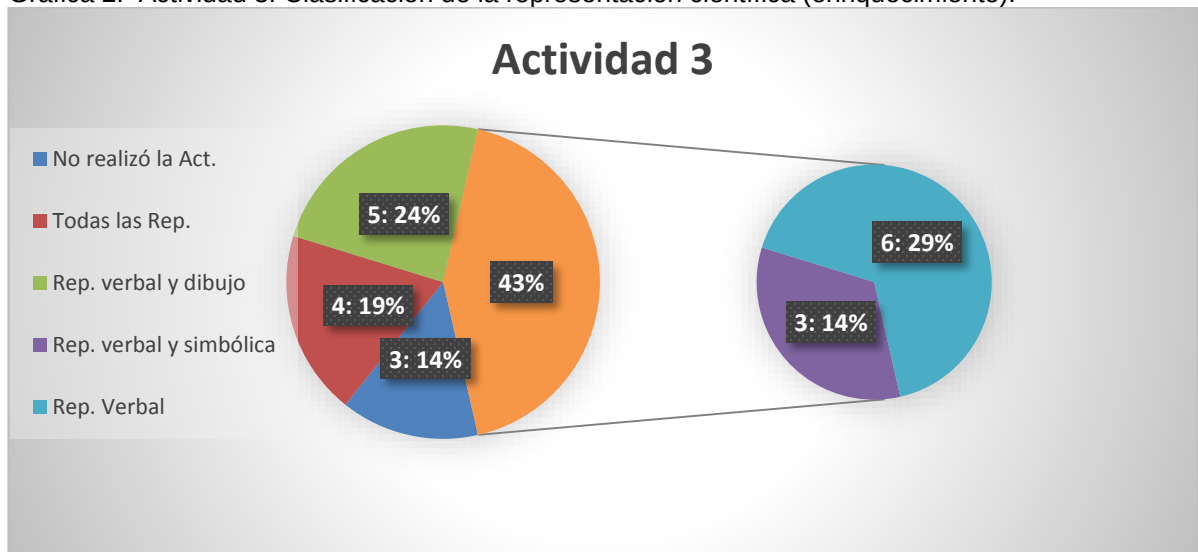
Tabla 9. Matriz de resultados estudiante EHE3 Act. 3

EHE3		ACTIVIDAD 3		
		Rep. Verbal	Rep. Dibujo	Rep. Símbolo
	https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/dalton.htm	1º MICRO Expresión de los términos compuestos simples, cuerpos, combinación, partículas, binario, ternario, cuaternario. Expresión matemática (1+1=2 binario)	NINGUNO	Representación icónica de las partículas semejante al sistema de representación gráfica de los elementos. 
		2º MICRO Expresión "Los cuerpos capaces de combinarse pueden adaptarse a ciertas reglas", el uso del término "catalizador, sustancia" letras del alfabeto (X, Y y Z); adicional la expresión matemática de una suma (1+1=2) y (1+(1*2)) =3)	NINGUNO	Cada partícula, uno de ellos representa la sustancia "X", "Y" y "Z". para el término d catalizador, le otorga como símbolo un triángulo color negro. 

EHE6	https://web.lemoyne.edu/giunta/Watson/chloriston.html	3° MACRO	Expresión de los términos "agua, compuesto binario", "amoníaco, compuesto binario", "mezclas, soluciones"	NINGUNO	Dos expresiones matemáticas las cuales para el agua y el amoniaco se describen a continuación: un círculo en el interior el símbolo H, y fuera del círculo un subíndice (2); más (+) un círculo y en el símbolo O = a un círculo de menor tamaño en relación a los anteriores cuyo interior, es la fórmula del agua. Para el amoniaco es: un círculo en el que tiene una N, más (+) un círculo con una H y fuera un subíndice (3) = a un círculo de mayor tamaño en comparación a los de N y H que tiene escrito la fórmula química NH3. 
		1° MACRO	Expresiones como "el fuego es real y se puede percibir", "sus características son: caliente, derrete y es luz".	Tres dibujos a lápiz, el primero la simulación de una fogata, el segundo de un ojo y el último de una mano. 	NINGUNO
		NINGUNO	Expresiones como: "rayos de luz, fenómeno natural físico, buscar la explicación para dar significado de cómo se produce la luz".	El dibujo parece ser el del sol emitiendo luz (líneas) dirigidos a una superficie (techo). 	NINGUNO

		2º MACRO	Expresa: "para relacionar la estandarización se habló de grano para entender cuántos granos estaban presentes y como cada gas tiene cierta cantidad de granos que otros gases con tal de tener una unidad de medida de espacio y relacionarlo con sus masas."; para el primer dibujo manifiesta: "ocupan el mismo espacio, pero no de igual masa"; para el segundo, "esto varia la solubilidad e los gases".	Dos dibujos: el primero, en un cuadrado y en él un semicírculo de diferente tamaño y el segundo un rectángulo que tiene círculos de mayor tamaño en comparación al anterior, la organización de los círculos es distinta. 	NINGUNO
--	--	----------	---	---	---------

Gráfica 2. Actividad 3. Clasificación de la representación científica (enriquecimiento).



Fuente: Propia

Como bien se puede observar en la gráfica 2, el 19% corresponde a cuatro estudiantes que realizaron por segunda vez la matriz el uso de las representaciones verbal, dibujo y simbólica; luego el 24% que indica que cinco individuos emplearon en el dibujo y en ellos aplicaron términos para completar lo que se quería transmitir. Es necesario mencionar que no se eliminan a los tres estudiantes que no participaron en la actividad, pues esto alteraría los resultados, además de que su proceso se vio continuado en las siguientes actividades.

5.3.3. Actividad 4. “la caja negra” etapa I antes de manipular.

Hasta la tercera sesión de trabajo los estudiantes acudieron a las representaciones verbales, simbólica e icónicas para comunicar la comprensión que hicieron de las afirmaciones sobre las propiedades de la materia que regularmente aparecen en los libros de texto, sin embargo, hacía falta incluir una sesión en la que la práctica experimental fuera el eje de trabajo. Para los estudiantes este aspecto es vital toda

vez que afirman que la química es un campo del conocimiento sostenido y validado a través de los experimentos cruciales, para ello se acudió a las características que Aduríz-Bravo(2005) considera describen la actividad científica; la demarcación como aquello que distingue al saber químico de otros, la correspondencia que dice la química sobre el mundo natural y sobre la realidad que pretende hablar, el método, como se valida el conocimiento, se sistematiza, se consensua, se comunica. Y finalmente la validez del conocimiento científico.

Sobre los aspectos de la química abordados desde los artículos con validez histórica, la mayoría de ellos no provenían de experimentos, sino de reflexiones sobre cómo representar la materia, las sustancias y sus interacciones. Entonces ¿cuál es el experimento que permite discutir y validar las afirmaciones sobre las propiedades de la materia? Ramòn Bertomeu propuso que una forma de poner en juego los métodos que le dan origen al conocimiento de las ciencias es acudir a la analogía de la caja negra.

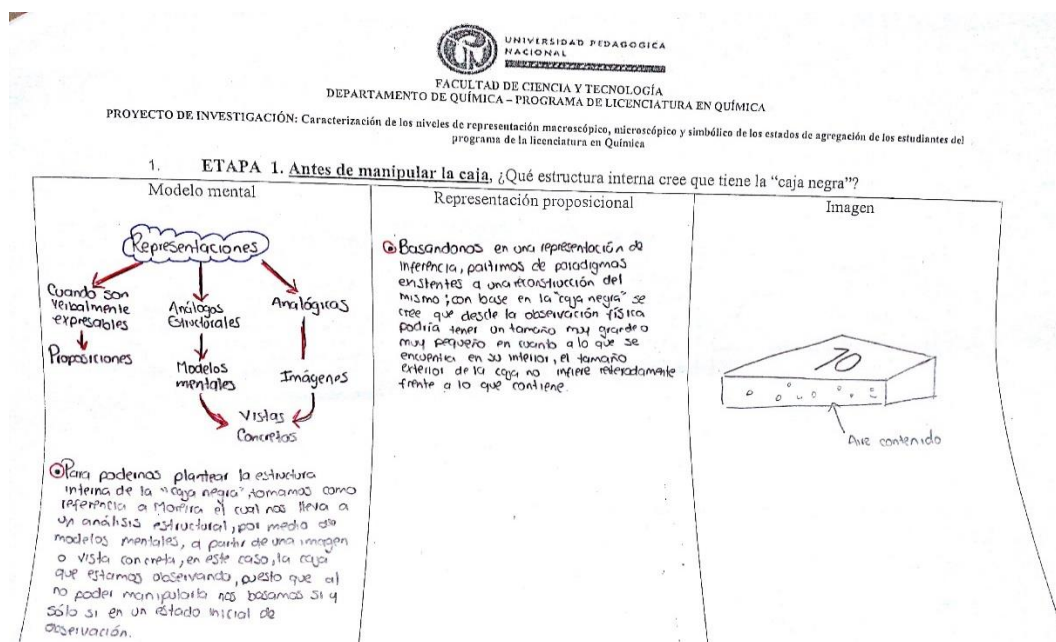
Esta actividad fue conformada por dos etapas en las que se esperaba que cada grupo construyera y plasmara las representaciones que a su criterio explicaran mejor el contenido de la caja, también permitió que los grupos conformados establecieran explicaciones sobre cómo se vinculaban las distintas partes de esta. Para ello se diseñaron dos matrices, la primera de ellas para construir presupuestos teóricos y representacionales sobre el contenido de la caja y la segunda matriz para que luego de la manipulación de la “caja negra”, plasmaran sus representaciones sobre el contenido de la caja a propósito de la experiencia sensorial, es de anotar que en las matrices se hizo explícito las tres categorías propuestas por Jonhson-Laird, (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002) modelo mental, representación proposicional e imagen, que al iniciar la organización de los datos permitieron establecer tres subcategorías de análisis las cuales son: Dibujo, Lenguaje externo e interno de la caja, como se puede observar en la tabla 6. En esta se describe la información obtenida por parte de los estudiantes en términos cualitativos. Cabe

recordar que esta matriz se diligenció también para la segunda parte de la etapa I después de manipular la caja, en la que se pudo ver variación en sus representaciones, al versen con mayor argumento.

Se presenta tres casos como ejemplo:

- Grupo 2. Descrito con base a los documentos leídos en la actividad 2.

Figura 3. Grupo 2 Etapa I. antes de manipular la caja



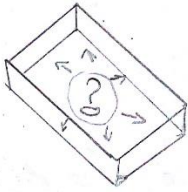
Fuente: Propia

Los estudiantes no siguieron la instrucción, de representar lo que imaginaba el contenido de la caja, excepto, de que hay aire en el interior, como se muestra en su dibujo una vez más expresaron actitudes displicentes frente a la propuesta de trabajo, solo que algunos si expresaron su incomodidad por no poder destapar el objeto entregado para “ver” el contenido. Esta condición detonó el interés del grupo. E hizo que se cambiara la actitud frente a la propuesta hecha. Pues no poder ver el contenido era tanto como enfrentarse a un problema de la química en el que es muy poco lo que se puede

comprender a propósito del comportamiento de la materia, de las sustancias y de sus interacciones. Se planteó el problema del instrumento como medio para observar, documentar y finalmente validar a través de la teoría conocida así como lo expresó Aduríz-Bravo (2005)

- Grupo 4. Unidad en el grupo.

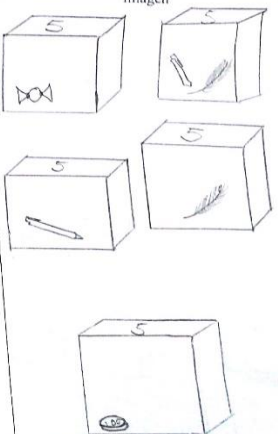
Figura 4. Grupo 4. Etapa 1

1. ETAPA 1. Antes de manipular la caja, ¿Qué estructura interna cree que tiene la "caja negra"?		
Modelo mental	Representación proposicional	Imagen
Hipótesis: Sólido → que puede oscilar en un espacio entre las dimensiones de la caja.	Objeto macizo o hueco el cual está delimitado por las dimensiones de la caja que lo contiene. La forma del objeto delimita su movimiento en el espacio de la caja.	

Fuente: Propia

- Grupo 7. Planteamiento de cada estudiante.

Figura 5. Grupo 7 Etapa I. antes de manipular la caja

1. ETAPA 1. Antes de manipular la caja, ¿Qué estructura interna cree que tiene la "caja negra"?		
Modelo mental	Representación proposicional	Imagen
* En la caja hay un dulce porque el objeto tiene el tamaño del dulce es pequeño y liviano, pero no en cantidad, solo hay un dulce contenido en la caja. * En la caja hay una pluma y un esférico porque el tamaño permite ocupar la caja y como que los objetos pequeños no pesan. * En la caja hay una moneda por su tamaño y en el puerto no se le ve es decir, no es pesado y la caja es pequeña.	* 3 estudiantes observan la caja * 1 estudiante cree que hay comida * 1 estudiante cree que hay un esférico y/o una pluma. * 1 estudiante cree que hay una moneda Los 3 estudiantes creen que en la caja observada hay algo liviano, no más grande que el tamaño de una mano adulta y con forma definida o regular.	

Fuente: Propia

Como bien se puede observar en las representaciones de los grupos 2,y 4, se evidencia resistencia a imaginar el contenido de la caja, en comparación al grupo 7.

Tabla 10. Nivel de descripción según las diferentes representaciones

Escala de equivalencia	Nivel de descripción	Parámetro lenguaje verbal	Parámetro dibujo
1	Nulo	No hay descripción alguna	No hay dibujo
2	Muy poco	Referencia 1 a 3 términos	Referencia 1 a 3 características
3	Poco	Referencia a 4 a 6 términos	Referencia 4 a 6 características
4	Moderado	Referencia a 7 a 10 términos	Referencia 7 a 10 características
5	Detallado	Referencia 11 a más términos	Referencia 11 a más características

Fuente: Propia.

A continuación, se presenta los datos obtenidos a partir de la tabla 10, para la construcción de la tabla 11 (tabla de resultados) de la primera parte de la etapa I.

Tabla 11. Actividad 4. Etapa I Antes de manipular "la caja negra".

Matriz	Modelo mental			Representación proposicional		Imagen		
Grupos	Dibuj o	Lenguaje		Dibujo	Lenguaje	Dibuj o	Lenguaje	
		Extern o	Intern o		Interno		Extern o	Intern o
1	1	4	1	1	3	3	2	2
2	1	1	1	1	2	3	2	2
3	1	1	3	1	2	4	2	4
4	1	1	2	1	2	2	1	2
5	1	1	4	1	2	2	1	1
6	1	1	3	2	2	3	2	1
7	1	1	2	1	2	2	2	2

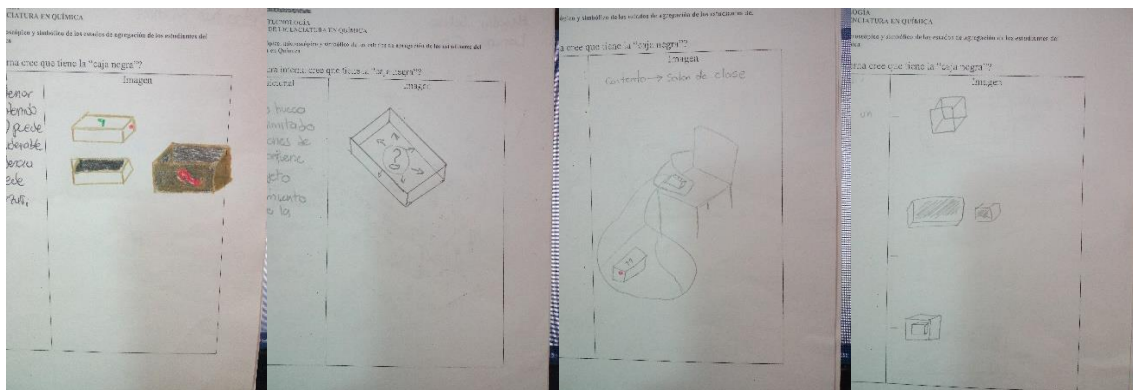
Fuente: Propia

En la tabla 11, se presenta la información dada por los grupos en términos cuantitativos, a los cuales se les ha dado una escala, en ella se expone el nivel de descripción de representación. Inicialmente las categorías de análisis son: modelo mental, representación proposicional e imagen, sin embargo, en el momento de la organización de los datos surgen como subcategorías: el dibujo (en la categoría representación proposicional), lenguaje externo que describe lo observable de la caja, y el lenguaje interno que da cuenta del interior de esta (para todas las categorías). Se puede decir en términos generales, que para los estudiantes no es claro el concepto de representación mental que plantea Johnston dado en la lectura "Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias", o que probablemente para ellos un dibujo no puede dar mayor información, que si lo haría al expresarlo de manera verbal, ya que en el espacio destinado, se esperaba el dibujo que representara los elementos constituyentes, el estado o estructura (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002) del interior de la caja; en cuanto a la categoría de representación proposicional, sólo uno de los grupos realizó un dibujo en el que apoyaba la representación proposicional escrita.

Para la categoría de imagen, definida esta como "Las imágenes representan cómo algunas cosas son vistas desde un punto de vista particular" (Johnson-Laird, 1996), se pudo observar confusión con la categoría de modelo mental, ya que se esperaba encontrar en el espacio de Imagen, dibujos realizados por cada integrante de grupo, debido a que la imagen que ellos podían tener son producto tanto de la percepción como de la imaginación (Moreira, Greca, & Rodríguez, 2002), es decir, en los dibujos realizados la mayoría todos son hechos por un sólo estudiante.

En cuanto a la caracterización de la representaciones macroscópicas y microscópicas, en la observación se evidenció que la mayoría de los estudiantes tienen una representación macroscópica, es decir, que para ellos les era difícil o hay una resistencia a imaginar como se muestra en la figura 6. Las imágenes 1,2, 3 y 4, a aquello que se encuentra en el interior de la caja.

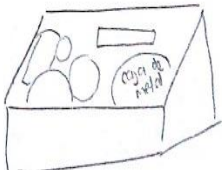
Figura 6. Imágenes 1, 2, 3 y 4. etapa



Fuente: Propia. Representación mental de los grupos 1, 4, 5 y 6

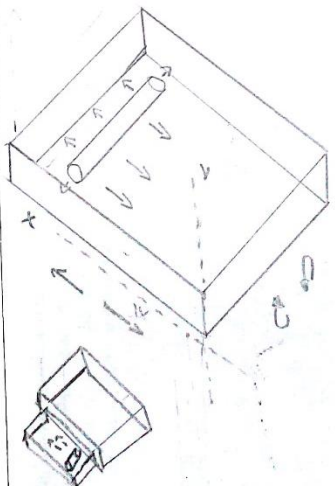
5.3.4. Actividad 4. “la caja negra” etapa i después de manipular.

Figura 7. Representaciones mentales

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química		
2. ETAPA 1. Posteriormente pueden manipular la “caja negra” y de acuerdo a lo que se percibe representar:		
Modelo mental	Representación proposicional	Imagen
⊙ Al hacer contacto físico con la caja (mover, observar, palpar y escuchar) se evidencia que esta contiene contenido. → En la caja hay varios objetos móviles los cuales pueden ser comidos y estas pueden deslizándose libremente en su interior, de esta misma manera se puede decir que son objetos cilíndricos, algunos objetos de metal (una caja fuerte) que debe contener algo en ella.	⊙ El nuevo paradigma que se pudo ratificar, tuvo cierta equivalencia con lo mencionado anteriormente sin haber tenido algún tipo de contacto con la caja mediante conexiones lógicas que contienen símbolos proposicionales mediante el contacto con la caja.	

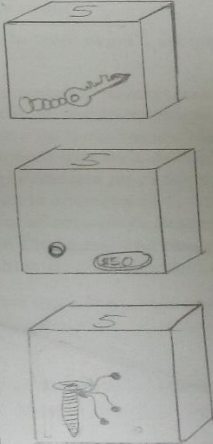
Fuente: Datos obtenidos por los estudiantes.

Figura 8. Grupo 4. Representaciones mentales.

2. ETAPA 1. Posteriormente pueden manipular la "caja negra" y de acuerdo a lo que se percibe representar:		
Modelo mental	Representación proposicional	Imagen
Objeto de forma cilíndrica 	• Se desliza de forma horizontal a la caja • El sonido emitido da a entender que existe un solo objeto • En un plano vertical se apoya en la superficie • Dentro del objeto que lo contiene, existe otra caja, debido a que el sonido que emite es muy aislado	

Fuentes: Datos obtenidos por los estudiantes.

Figura 9. Grupo 7. Representaciones mentales

2. ETAPA 1. Posteriormente pueden manipular la "caja negra" y de acuerdo a lo que se percibe representar:		
Modelo mental	Representación proposicional	Imagen
* Tiene un sonido metálico. Se queda enganchado en algunas partes de la caja, no es una llave de herramienta sino de las que abren puertas. * Es una moneda porque el objeto tiene caras y lo acompaña algo liviano ya que se mueve a gran velocidad. * Es un tornillo de la mitad del tamaño de la caja amarrado a grana o algo esférico dentro de un cajón metálico.	* 3 Estudiantes manipulan la caja * 1 Estudiante cree que hay un llavero junto a su llave * 1 Estudiante cree que hay algo esférico y una moneda * 1 Estudiante cree que hay Tornillo amarrado con alambres Los estudiantes dicen que hay 2 objetos y uno de ellos es metálico	

Fuente: Resultados de los estudiantes.

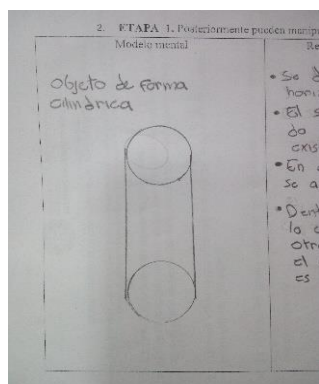
Fue interesante notar la evolución de las representaciones de algunos grupos cuando hicieron por segunda vez la matriz, al evidenciar que a través de la percepción sensorial, se logró obtener un mayor enriquecimiento en los modelos

mentales de los estudiantes, por ello, en la organización de los datos se presenta a continuación el parámetro que se tuvo en cuenta para dar un valor numérico en cuanto al nivel de descripción con relación a las categorías de modelo mental, representación proposicional e imagen, como se presenta en la tabla 6.

Tabla 12. Actividad 4. Etapa I Después de manipular "la caja negra".

Matriz	Modelo mental			Representación proposicional			Imagen		
Grupos	Dibuj o	Lenguaje		Dibuj o	Lenguaje		Dibuj o	Lenguaje	
		Extern o	Intern o		Externo	Interno		Extern o	Intern o
G. 1	1	3	2	1	1	3	3	1	1
G. 2	1	1	2	1	1	1	2	1	2
G. 3	1	1	3	1	1	2	3	1	2
G. 4	2	1	2	1	1	2	3	1	1
G. 5	1	1	3	1	1	2	3	1	2
G. 6	1	1	2	2	2	3	3	1	2
G. 7	1	1	2	1	1	2	2	2	3

Figura 10. Dibujo del G. 4 Etapa II.

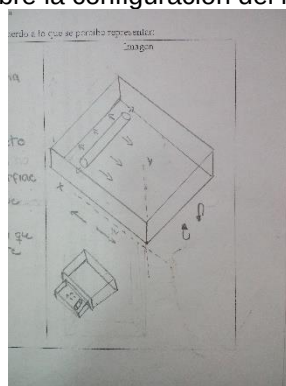


Fuente: Grupo 4

Se evidencia una poco más la descripción en los grupos acerca del interior de la caja (tabla 14 vs tabla 15), por ejemplo, en la categoría de modelo de mental el grupo 4, realizó el dibujo, en el que representó el objeto o elemento que se creyó estar dentro de la caja como se muestra en la figura 14, y en la categoría imagen muestra el punto de vista que tiene uno de los estudiantes acerca de la estructura interna, como se puede observar en la figura15, dando cuenta con mayor detalle el desplazamiento que el objeto experimenta. Sin embargo, la descripción que ellos plantean

es poca, según la escala, ya que, en su discurso, los términos hacen referencia a la dureza, a el tamaño sin dar un valor numérico, si es más pesado o no, pero no cuánto y el sonido que puede generar y esto asociarlo a un objeto.

Figura 12. Representación mental sobre la configuración del interior de la caja



Fuente: Dibujo grupo 4.

CONCLUSIONES

En cuanto a la pregunta que orientó esta investigación es importante decir que la caracterización de las representaciones del estudiante del curso de historia y epistemología de acuerdo con Johnson-Laird (1996), es mental, porque tal como se pudo evidenciar, no acuden a las representaciones científicas que han conformado a lo largo de la carrea, aunque los referentes teóricos que consultan son aquellos que han constituido los sistemas teóricos sobre las propiedades de la materia. De otra parte, tal como lo citó Johnson-Laird P. N.(1993); Moreira, Greca, & Rodríguez (2002), estas representaciones no son puras, son mixtas hay representaciones proposicionales e imágenes mentales. Clasificaciones que se pudieron confrontar con la actividad en la que mediante la analogía de la caja negra para la construcción del concepto de átomo y otros sistemas semejantes al comportamiento de la materia tuvieron que elaborar sus propias explicaciones.

Se defiende la idea de que modelos mentales, que le permitan al individuo tener una funcionalidad y comprensión de una situación o fenómeno, como lo han expresado los autores Driver y Johnson-Laird. Se logra hacer una caracterización de las representaciones de los estudiantes, en las que dan cuenta de una transición entre representación metal y representación científica y el interés de integrar los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico.

Se identificó que al construir las explicaciones sobre las situaciones propuestas como fenómeno a explicar no integraron los tres dominios macroscópico, microscópico y simbólico, sino que cada uno privilegió uno de estos según consideró podía explicar mejor a los demás lo que quería decir. Esto se vio al momento de diligenciar la segunda matriz cuando abordaban aspectos teóricos del comportamiento de la materia en relación con el modelo corpuscular.

Probablemente los estudiantes consideran que un dibujo no puede proporcionar la información suficiente acerca de la representación mental, por lo que se infiere, que recuren a la representación proposicional

La sistematización de experiencias de aula fue una metodología que organizó el desarrollo de la secuencia didáctica en función de los intereses del grupo, además de exigir la reconstrucción de las interacciones humanas como elementos que permiten inferir las acciones y decisiones que asumen las personas cuando trabajan en forma individual y cuando trabajan en forma grupal, siendo las representaciones más enriquecidas aquellas que se construyeron en colectivo.

Adicionalmente se pudo identificar que los participantes asignan a los documentos de valor histórico poco interés para comprender los sistemas teóricos de la química, pues teniendo cómo usar representaciones científicas acudieron a representaciones mentales que como lo dicen autores como Garrido & Couso, (2017); Greca & Moreira (1996); Gutiérrez, Gómez, & Pozo (2005), se aproximan a los tipos de representación propios de los inicios de la conformación teórica de la química.

Mediante la interacción entre estudiantes, se permitió la contrastación de argumentos, como ha sucedido en la construcción de la Química, por lo que la aplicabilidad de la metodología de sistematización de experiencias promovió la actividad del estudiante. Quien también expresó interés al poder usar una segunda oportunidad para mostrar nuevamente sus explicaciones, las cuales fueron mucho mejor estructuradas que al comienzo, esto sugiere que las representaciones que construyen las personas cambian cuando interactúan con otros, y si bien no siempre se aproximarán inexorablemente a las representaciones científicas, si invita a plantear una secuencia de actividades más larga en el tiempo de modo que pueda ajustarse para lograr que las representaciones de los profesores en formación sean más robustas y potentes para explicar fenómenos de interés para la química y su enseñanza

RECOMENDACIONES

Este es un proceso que puede desarrollarse con cada grupo de representaciones teóricas de la química general de modo que pueda establecerse las oportunidades, tránsitos y dificultades de un mismo grupo de estudiantes cuando están configurando las representaciones científicas tan necesarias en un profesor de química, puesto que este saber es el que le permite diseñar estrategias de aula para enseñar adecuadamente las teorías de la química susceptibles de ser enseñadas como deber y derecho de cada ciudadano del país.

REFERENCIAS

- Aduríz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Antón, J., & Cabrerizo, D. (2016). *Física y Química 2º ESO*. EDITEX: España.
- Borges, T. (1997). Um estudo de modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciência*, 207-226.
- Bottani et al., 2. (2006). *Química General*. Santa Fé, Argentina: EdicionesUNL.
- Caamaño, A. (1998a). Problemas en el aprendizaje de la terminología científica. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 5-10.
- Caamaño, A. (2014). La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7-20.
- Cabrera, H. (2015). *Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/920/92041414012.pdf>
- Dibarboure, M., & Ithurralde, S. (2008). La importancia de la naturaleza de la ciencia en su enseñanza. *QUE HACER EDUCATIVO*, 36-41.
- Driver, R. (1986). Psicología cognositiva y esuqemas conceptuales de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 3-15.
- Galagovsky, L., & Giudice, J. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: una relación a analizar desde la perspectiva de los lenguajes químicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 85-99.
- Galagovsky, L., Rodriguez, M., Stamati, N., & Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas.*, 107-121.
- Garrido, A., & Couso, D. (2017). *La construcción del modelo de materia en la formación inicial de maestros: análisis desde la perspectiva de la modelización*. Obtenido de <https://www.raco.cat:https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/336776/427559>
- Gonzalez, G., Blanco, I., & Martínez, O. (1989). Nivel de apropiación de la idea de discontinuidad de la materia en alumnos de bachillerato. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias*, 126-131.
- Greca, M. I., & Moreira, M. A. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y física general, estudiantes de postgrado y físicos profes. *Investigações em Ensino de Ciências*, 121-160. Obtenido de www.researchgate.net.
- Guevara, M., & Valdez, R. (2004). Los modelos de la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. *Educación en Química*, 243-247.

- Gutiérrez, J., Gómez, M., & Pozo, I. (2005). Utilización del modelo corpuscular de la materia. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Gutierrez, M., Gómez, M., & Pozo, I. (2002). Conocimiento cotidiano frente a conocimiento científico en la interpretación de las propiedades de la materia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 191-203.
- Hernandez, Fernandez, & Baptista. (2010). *Metodología de la invetigación*. México: Mac Graw Hill.
- IUPAC. (2005). *Nomenclatura de Química Inorgánica, Recomendaciones*. España, España: División de Nomenclatura Química y Representación Estructural .
- Jara, O. (2007). *La sistematización de experiencias: Práctica y teoría para otros mundos posibles*. Bogotá: Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano-CINDE.
- Johnson-Laird. (1996). *Models of visuospatial cognition. Images, models, and propositional representations*. New York: Oxford University Press.
- Johnson-Laird, P. N. (1993). *Modelos mentales: hacia una ciencia cognitiva del lenguaje, la inferencia y la conciencia*. Estados Unidos: Harvard University Press Cambridge.
- Krapas, S., Fátima , A., & Carvalho, L. (2000). Modelos mentais e a lei de Gauss. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7-21.
- Martínez, O. (1996). Estudios sobre consistencia en las ideas de los alumnos en ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 87-92.
- MEN. (2004). *Min educación Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de Estándares básicos de competencias en Ciencias Sociales y en Ciencias Naturales.
- MEN. (2014). *Documento básica primaria. Dirección de calidad para la educación peescolar, básica y media*. . Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-342767_recurso_3.pdf
- Mendoza, A., Acevedo, D., & Tejada, C. (2016). *Teoría de la Formación por Etapas de las Acciones Mentales (TFEAM) en la enseñanza y aprendizaje del concepto de valencia química*. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50062016000100008&script=sci_arttext
- Montagut, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en estudiantes universitarios. *Didáctica de las ciencias*, 126-138.
- Moreira, M., Greca, I., & Rodríguez, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Educação em Ciências*, 37-57. Obtenido de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf>
- Mosquera, C. M., Mora, W. M., & García, A. (Mayo de 2003). *Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado*. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/31776499_Conceptos_fundamentales_de_la_quimica_y_su_relacion_con_el_desarrollo_profesional_del_profesorado_CJ_Mosquera_Suarez_WM_Mora_Penagos_A_Garcia-Martinez

- Muñiz, M. (2014). Estudios de caso en la investigación cualitativa. *Facultad de Psicología, División de Estudios de Posgrado. Universidad Autónoma de Nuevo León*.
- Muñoz, V., Franco, A., & Blanco, Á. (2018). *Modelos mentales de estudiantes de educación secundaria sobre la transformación de la leche en yogurt*. Obtenido de <https://rodin.uca.es:https://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/20753>
- Nappa, N., Insaust, M., & Sigüenza, A. (2006). Características en la construcción y rodaje de los modelos mentales generados sobre las disoluciones. *Revista Eureka*, 2-22.
- Ordenes, R., Arellano, M., Roxana, J., & Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Didáctica de la química*, 46-55.
- Picado, A., & Álvarez, M. (2008). *Química I. Introducción al estudio de la materia*. San José, Costa Rica: EUNED. Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Rodríguez, M., & Moreira, M. A. (1999). Modelos mentales de la estructura y el funcionamiento de la célula: dos estudios de caso. *Investigações em Ensino de Ciências*, 121-160.
- Rodríguez, M., Marrero, J., & Moreira, M. (2001). La teoría de los modelos mentales de Jhonson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. *Investigações em Ensino de Ciências*, 243-268.
- Sanabria, Q. A. (Octubre de 2016). Diversidad cultural en la enseñanza de las ciencias y perspectiva de género: Mapeamiento informacional bibliográfico (MIB). *Tecné, Episteme y Didaxis: TED.*, 1616-1624. Obtenido de <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/viewFile/4792/3923>
- Sánchez, M., De Rojas, F., & Sánchez, M. (2000). Algunas reflexiones sobre la enseñanza de química. *Univesitas Scientiarum*, 29-36.
- Sanchez, M. D., Lacosta, I., & Fernández, R. (2008). Diseño de un caso para el estudio de las disoluciones en secundaria obligatoria. *Interuniversitaria de formación del profesorado*, 19-29.
- Walker, R. (2002). Case study, case records and multimedia. *Cambridge Journal of Education*, 109-127.

ANEXO A. MATRIZ CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA (Act. 1)



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

ACTIVIDAD 1 CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA

Propósito: organizar la información documental de **valor histórico** y disponible sobre asuntos **teóricos en química**, en función de la **representación científica** y su clasificación como **microscópica** o **macroscópica**.

Estimado estudiante, a continuación, se presenta una matriz en la que se pide que usted ubique, los datos historiográficos que localizó en el documento correspondiente, sobre asuntos teóricos de la química, según entienda lo que significa representación microscópica y representación macroscópica; en la celda "descripción exacta de tomada de la fuente", podrá expresar lo que entendió de la lectura, mediante el uso de su discurso, simbología o dibujos. Tenga en cuenta, diligenciar todos los espacios. Si para usted es más fácil dibujar, puede hacerlo siempre y cuando establezca el párrafo que representa. El nombre de la fuente, hace referencia al autor o científico que desarrolló el experimento. En caso de necesitar más espacios, podrá sumar una hoja en la que siga la estructura de la matriz.

TIPO DE REPRESENTACIÓN	DESCRIPCION EXACTA TOMADA DE LA FUENTE	NOMBRE DE LA FUENTE
Rayos de luz (micro)		14-Principios Sir Isaac Newton.
Medio más denso (Macro).		14-Principios Sir Isaac Newton.



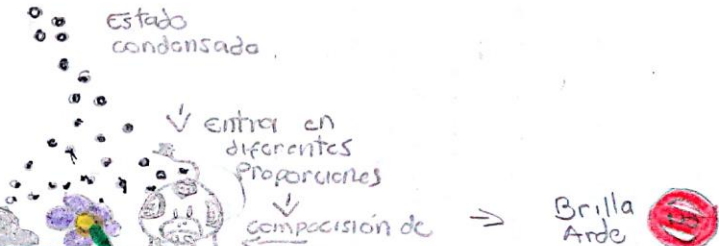
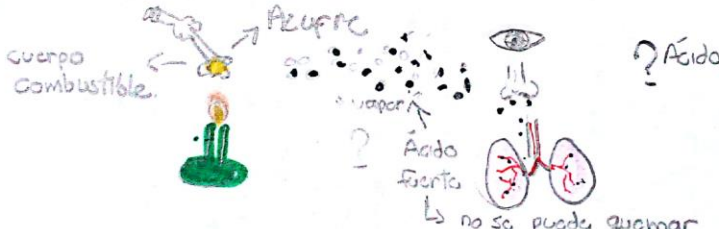
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

Característica del Fuego (Macro)	x = aumento de distancia entre las partes que constituyen el fuego → mayor volumen → aumento de vibraciones	14 - Principios Sir Isaac Newton
¿Qué es el Fuego (macro)	Fluido no puede ser ultragrado Apenas puede ser percibido Se descubre por los efectos que produce Difusión uniforme	Boerhaave
De dónde Proviene. (macro-micro)	→ fuente de calor → Luz → vibraciones del éter	Lettres Physiques

Nota: adjuntar el documento con el que desarrolló la presente matriz, adicional, su nombre debe ir escrito al respaldo de la primera hoja.

Tipo de Representación	Descripción Exacta Tomada de la fuente	Nombre de La fuente.
Flogisto (macro)	 Estado condensado entra en diferentes proporciones composición de Brilla Arde	Richard Watson
Experimento Azufre.	 cuerpo combustible Azufre vapor ¿Acido? Acido fuerte no se puede quemar	Richard Watson
Reducción	 Plomo cenizas (como las de la madera) se desmiente (vitrifica color amarillo) + Polvo de carbón + calor = Metal igual al plomo Estado inicial (Reducción) fuego fuerte	Richard Watson

ANEXO B

MATRIZ CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA (Act. 3. ENRIQUECIMIENTO)



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

ACTIVIDAD 3 CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA (enriquecimiento)

Propósito: organizar la información documental de valor histórico y disponible sobre asuntos teóricos en química, en función de la representación científica y su clasificación como microscópica o macroscópica.

Estimado estudiante, a continuación, se presenta la matriz que desarrolló en la ACTIVIDAD 1, en la que se pide nuevamente, que usted ubique, los datos historiográficos que localizó en el documento correspondiente, sobre asuntos teóricos de la química, **según entienda** lo que significa representación microscópica y representación macroscópica, a partir de las lecturas que se abordaron en la ACTIVIDAD 2 "Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias" y "La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas".

En la celda "descripción exacta de tomada de la fuente", **podrá expresar** lo que entendió de la lectura, **mediante el uso de su discurso, simbología o dibujos**. Tenga en cuenta diligenciar todos los espacios. Si para usted es más fácil dibujar, puede hacerlo siempre y cuando establezca el párrafo que representa. En caso de necesitar más espacios, puede sumar una hoja.

TIPO DE REPRESENTACIÓN	DESCRIPCION EXACTA TOMADA DE LA FUENTE	NOMBRE DE LA FUENTE
Microscópico	"Existen cuerpos capaces de combinarse, donde $A=\bigcirc$, $B=\bigodot$ y $C=\bullet$" (tanto de compuestos simples como compuestos el número de partículas) $\bigcirc + \bigodot = \bigoplus$ Binario $\bigcirc + \bigodot\bigodot = \bigoplus\bigodot$ Ternario $\bigodot\bigodot + \bigodot = \bigoplus\bigodot$ Ternario $\bigcirc + \bigodot\bigodot\bigodot = \bigoplus\bigodot\bigodot$ Cuaternario $\bigodot\bigodot\bigodot + \bigodot = \bigoplus\bigodot\bigodot$ Cuaternario $1+1=2$ Binario $1+2=3$ Ternario $2+1=3$ Ternario $1+3=4$ Cuaternario $3+1=4$ Cuaternario	John Dalton (1766-1844) El cálculo de pesos atómicos



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

Microscópico	"Los cuerpos capaces de combinarse pueden adaptarse a ciertas reglas"; $\text{Sustancia } x + \text{Sustancia } y \rightarrow \text{Sustancia } z$ siempre produce $\left[\begin{array}{l} 1+1=2 \\ \text{pero} \\ 1+(1 \times 2)=3 \end{array} \right]$ → A menos de que halla un intermedio (▲, catalizador)	John Dalton (1766-1844) El cálculo de pesos atómicos
Macroscópico	De la aplicación de las reglas nombradas anteriormente a hechos químicos, ya establecidos; se: Agua: $\text{H}_2 + \text{O} = \text{H}_2\text{O}$ Compuesto binario Amoníaco: $\text{N} + \text{H}_3 = \text{NH}_3$ Compuesto Binario Mezclas Soluciones	John Dalton (1766-1844) El cálculo de pesos atómicos
Microscópico	Tabla con los símbolos de los átomos. "Los Pesos han sido expresados en átomos de Hidrogeno" Formulas → Sustituciones → Analogías Nota: (No hay demasiada información para generar buena representación) Analogías, pensadas a través de formulas	John Dalton (1766-1844) El cálculo de pesos atómicos

ANEXO C

LA CAJA NEGRA (Act.4)



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

ACTIVIDAD 4 LA CAJA NEGRA

Propósito: construir el concepto de representación mental mediante la analogía de la “caja negra”.

Estimado grupo, disponen de una caja cerrada a la cual se le conoce como la analogía de la “caja negra”, así que su contenido es desconocido, por lo anterior, ella deberá mantenerse cerrada durante toda la actividad.

Cuando se inicia en el estudio del comportamiento de la materia, como los estados de agregación, mezclas, reacciones químicas, entre otros, todos estos fenómenos no son observables a nivel microscópico, únicamente se puede investigar dichos eventos a partir de los fenómenos macroscópicos que se producen (Por ejemplo; los cambios de fase o de temperatura, reacciones químicas, u otros), se pueden generar en el laboratorio de manera controlada, de los cuales se adquieren una serie de datos y desde allí una serie de hipótesis sobre el comportamiento, sin embargo estudiar la estructura interna de la materia no es tan sencillo, por lo que, se ha hecho necesario hacer uso de modelos que pueden funcionar como en este caso con la analogía de la “caja negra”, en ella se pueden percibir fenómenos como movimientos internos y ruidos que permitirán elaborar afirmaciones descriptivas, explicativas y predictivas como una forma de argumentar qué pasa al interior de la caja, es como dice Chalmers, una observación sistemática, en el que cobra todo el valor el nuevo experimentalismo. Las ciencias se han hecho posibles en el mundo de las ideas.

A continuación, se presentan dos etapas, que direccionan esta actividad en la que se espera que cada grupo construya y plasme las representaciones que a su criterio expliquen mejor y suficientemente los siguientes cuestionamientos ¿qué contiene la caja y cómo se vinculan las distintas partes de la misma?

En la primera etapa deberán plasmar la(s) representación(es), de ser necesario remítase de nuevo a la lectura “Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias”, y la segunda y última etapa, presentan preguntas cerradas, por tanto, se recomienda leer detenidamente cada cuestión antes de responder.



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

1. ETAPA 1. Antes de manipular la caja, ¿Qué estructura interna cree que tiene la “caja negra”?

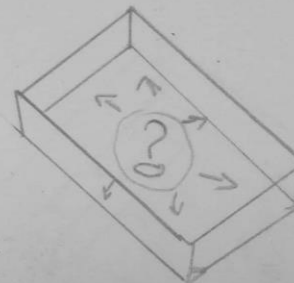
Modelo mental

Hipótesis:
Sólido → que puede
oscilar en
un espacio
entre las dimen-
siones de la caja

Representación proposicional

Objeto macizo o hueco
el cual está delimitado
por las dimensiones de
la caja que lo contiene.
La forma del objeto
delimita su movimiento
en el espacio de la
caja.

Imagen





UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

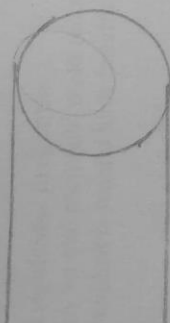
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

2. **ETAPA 1.** Posteriormente pueden manipular la "caja negra" y de acuerdo a lo que se percibe representar:

Modelo mental

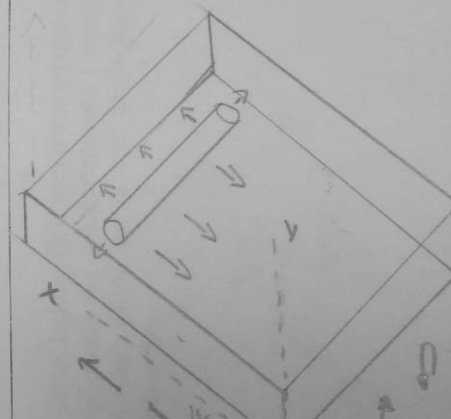
Objeto de forma
cilíndrica



Representación proposicional

- Se desplaza de forma horizontal a la caja
- El sonido emitido da a entender que existe un solo objeto
- En un plano vertical no se apoya en la superficie
- Dentro del objeto que lo contiene, existe otra caja, debido a...

Imagen



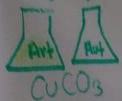
ANEXO D

REGISTRO FOTOGRÁFICO ESTADOS DE AGRACIÓN DE LA MATERIA (Act. 5)



[illegible]

¿Hidrato?



Joseph-Louis Proust

Reacción Química



P. Marquer y
Chez Didot (1756)

Triadas
 $Li + K = Na$
 $3.9 + 39.0 \approx Na$
 $2 \quad 27.9$
Eric scerri

Salas cromo
Niels Bjerum.

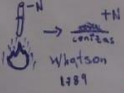
en los electrolitos fuertes
el color no cambia con la []
 $\neq$ los electrolitos débiles
dependen de la [].



John Dalton
*Se toma como referencia
a 1 H Para determinar los Pesos de los demás.

Combinación

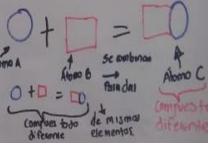
1 átomo A +
1 átomo B
||
1 átomo C
Binario
Dalton
1808



$A + B = C$
 $2A + B = E$
 $A + 2B = D$

**Let de proporciones
múltiples**
1808

Thomson
1883
(1890)



Proust
1794
(1806)

$2N + O_2 \rightarrow 2NO$
A + B $\xrightarrow{\text{Proceso de (1794-1806)}}$ $2NO$
Proust 1806
Pierre McQuere

ANEXO F

LISTADO DE DOCUMENTOS DE VALOR HISTÓRICO

Las fuentes primarias o lecturas de valor histórico fueron tomadas del repositorio de la página de la Universidad de Valencia, las cuales abordan los fenómenos del fuego y la respiración, con relación a aspectos teóricos de los estados de agregación. Por medio de la siguiente tabla se enuncia los títulos de las lecturas.

	Título del documento	Enlace del documento
1	La teoría del flogisto	https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/macque2.htm
2	Cap. III: Análisis del aire de la atmósfera	https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/lavoisier.htm
3	El cálculo de los pesos atómicos	https://www.uv.es/bertomeu/material/clasico/dalton.htm
4	Memorias sobre la naturaleza del principio que se combina con los metales durante su calcinación y que aumenta su peso.	https://web.lemoyne.edu/giunta/lavoisier.html
5	Memorias sobre la combustión en general	https://web.lemoyne.edu/giunta/lavoisier1.html
6	Una nueva forma para la teoría de la disociación electrolítica	https://www.chemteam.info/Chem-History/Bjerrum-Strong-Electrolyte.html
7	Memorias sobre la combinación de sustancias gaseosas entre sí	https://web.lemoyne.edu/giunta/gaylussac.html
8	Agregación	https://web.lemoyne.edu/giunta/macquer.html
9	Investigaciones sobre el cobre	https://web.lemoyne.edu/giunta/proust.html
10	Extractos del sistema de química de Thomson	https://www.chemteam.info/Chem-History/Thomson-on-Dalton-1807/Thomson-on-Dalton-1807.html
11	De fuego, azufre y flogisto	https://web.lemoyne.edu/giunta/Watsonphlogiston.html
12	Algunas observaciones sobre el concepto de ácidos y bases	https://www.chemteam.info/Chem-History/Bronsted-Article.html
13	Sobre la electricidad entusiasmada por el mero contacto de sustancias conductoras de diferentes tipos.	https://www.chemteam.info/Chem-History/Volta-1800.html
14	Un nuevo sistema de filosofía química. Cap. II sobre la constitución de un cuerpo	https://web.lemoyne.edu/giunta/dalton.html
15	Sobre la absorción de gases por el agua y otros líquidos	https://web.lemoyne.edu/giunta/dalton52.html

ANEXO G

ETAPA II PREGUNTAS a, b, d y e



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA – PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

ETAPA 2. Contestar las siguientes preguntas:

- a. ¿luego de manipular la caja, en qué momento pudo recoger mayor información, si cuando agita el objeto de forma frenética o cuando hace movimientos suaves de la misma?

Cuando se hace movimientos suaves, hay mayor recepción de los sentidos.

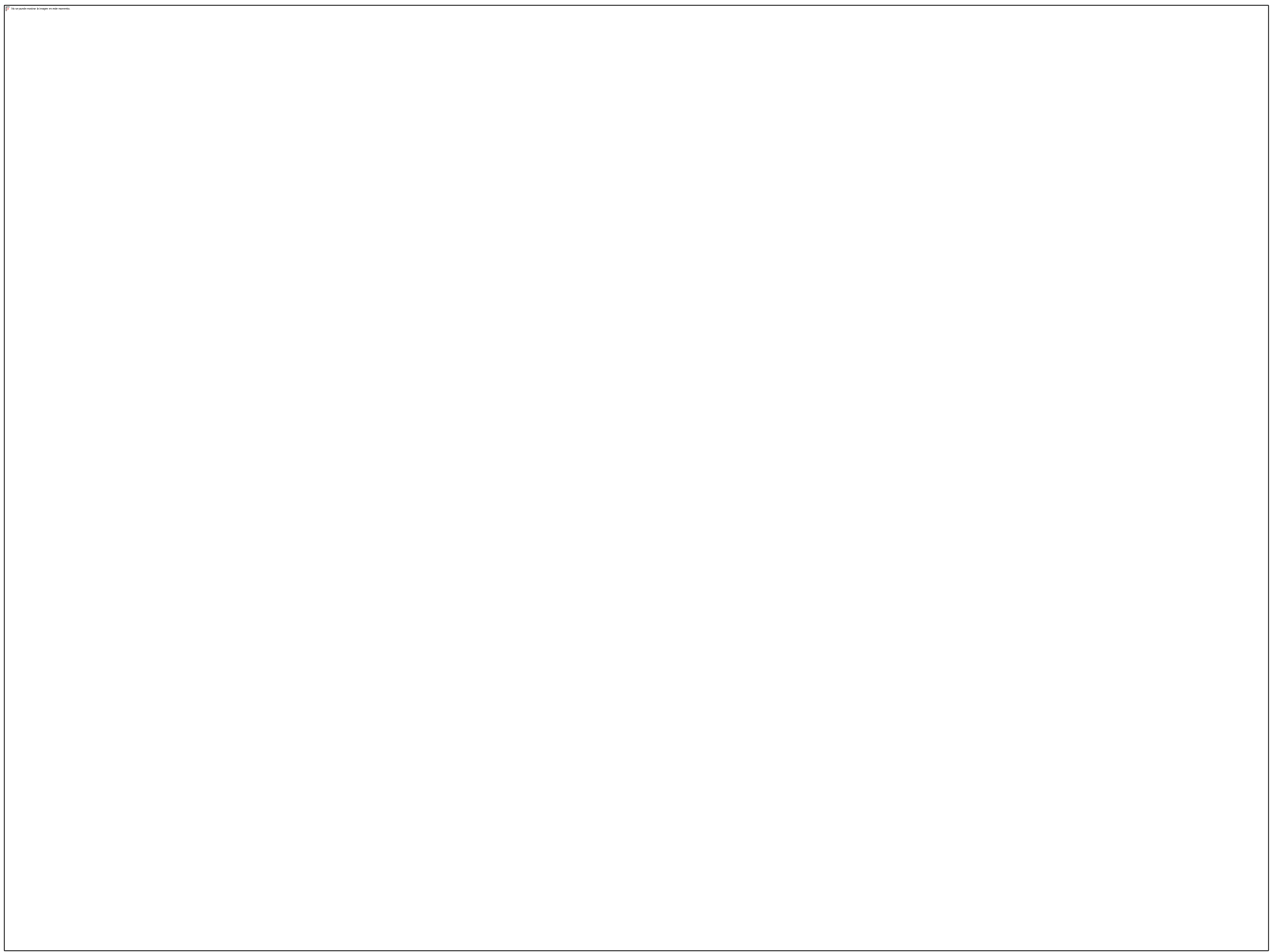
- b. ¿Qué tan válido es experimentalmente afirmar lo siguiente “los objetos dentro de la caja tienen color A y/o color B?”

No es válido ya que no hay un indicativo concreto que permita determinar eso

- c. En el caso del grupo, expliquen qué importancia tuvo la experiencia previa de los integrantes para decidir qué tipo de materiales y relaciones entre ellos conforman la caja negra entregada No-9

Si es importante porque se logra la relación de los objetos (externos y internos) con respecto al objeto misterioso (interno)

- d. Si se pudiera tomar una fotografía del interior de la caja, esta



ANEXO K

MATRIZ DEL ESTUDIANTE HE6 ACT. 3

Lina Valeria Díaz Mayorga.


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
 FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
 DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

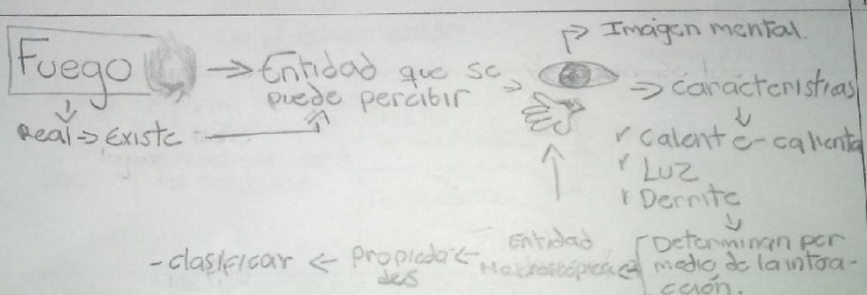
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

ACTIVIDAD 3 CLASIFICACIÓN DE LA REPRESENTACIÓN CIENTÍFICA (enriquecimiento)

Propósito: organizar la información documental de valor histórico y disponible sobre asuntos teóricos en química, en función de la representación científica y su clasificación como microscópica o macroscópica.

Estimado estudiante, a continuación, se presenta la matriz que desarrolló en la ACTIVIDAD 1, en la que se pide nuevamente, que usted ubique, los datos historiográficos que localizó en el documento correspondiente, sobre asuntos teóricos de la química, según entienda lo que significa representación microscópica y representación macroscópica, a partir de las lecturas que se abordaron en la ACTIVIDAD 2 "Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias" y "La estructura conceptual de la química: realidad, conceptos y representaciones simbólicas".

En la celda "descripción exacta de tomada de la fuente", podrá expresar lo que entendió de la lectura, mediante el uso de su discurso, **simbología o dibujos**. Tenga en cuenta diligenciar todos los espacios. Si para usted es más fácil dibujar, puede hacerlo siempre y cuando establezca el párrafo que representa. En caso de necesitar más espacios, puede sumar una hoja.

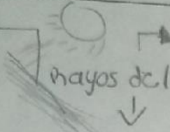
TIPO DE REPRESENTACIÓN	DESCRIPCIÓN EXACTA TOMADA DE LA FUENTE	NOMBRE DE LA FUENTE
Real. Macro.		Aureli Camaró



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA - PROGRAMA DE LICENCIATURA EN QUÍMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: Caracterización de los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de los estados de agregación de los estudiantes del programa de la licenciatura en Química

Modelo Mental Conceptual	 Rayos de luz. → Fenómeno natural físico → Ayuda a la construcción de una teoría → Que busca explicar ↓ dar significado de cómo se produce la luz. Para que se produzca requiere de unas condiciones → Varían.	Talangier
micro	Rayos de luz → Partículas → que fluyen en un medio → uniformes a velocidades uniformes ↓ Si sufren interacciones. al contacto con un cuerpo, producen una vibración, alterando la textura del cuerpo en contacto. No producen calor. ↓ Características que varían según las condiciones de un medio específico	
	Fuego altera la Luz Alteran la textura de los cuerpos Perceptible para los sentidos Existe se acumula se produce Modelo Mental	Talangier Camacho

Richard Watson (1737-