

CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD: UNA MIRADA DESDE LA EDUCACIÓN

JIMENA SANDOVAL SARRIAS

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Educación**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
POPAYÁN
2014**

LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD: UNA MIRADA DESDE LA EDUCACIÓN

JIMENA SANDOVAL SARRIAS

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Educación**

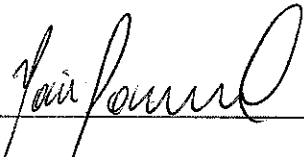
DIRECTOR: ALFONSO ENRIQUE RAMÍREZ SANABRIA. Ph.D

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
LINEA DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA TECNOLOGIA
POPAYÁN**

2014

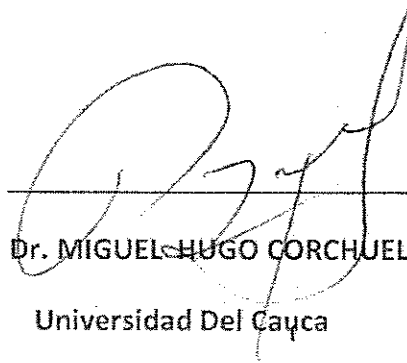
CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD: UNA MIRADA DESDE LA EDUCACIÓN

ACEPTACIÓN



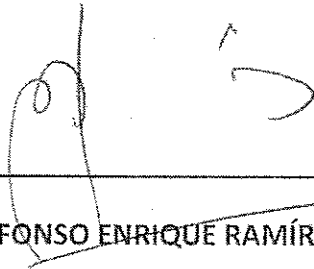
Mg. YAIR ALEXANDER PORRAS CONTRERAS

Universidad Pedagógica Nacional



Dr. MIGUEL-HUGO CORCHUELO MORA

Universidad Del Cauca



Ph.D ALFONSO ENRIQUE RAMÍREZ SANABRIA

Director

Mg. ANGEL HERNAN ZUÑIGA SOLARTE

Coordinador de la maestría en educación

POPAYÁN 2014.

LA TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
LISTA DE TABLAS.....	5
LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE ANEXOS.....	7
RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPITULO 1: DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA.....	13
Nacimiento de la propuesta.....	13
La pregunta por el sentido.....	15
Antecedentes encontrados.....	20
La comprensión como guía.....	25
Referencias bibliográficas.....	30
CAPITULO 2: LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD.....	34
Algunos aspectos históricos y epistemológicos de la Catálisis.....	34
La Catálisis para el semillero.....	45
Conclusiones parciales.....	50
Referencias bibliográficas.....	51
CAPITULO 3: ACTITUDES HACIA LACATÁLISIS.....	53

Conclusiones parciales.....	62
Referencias bibliográficas.....	63
CAPITULO 4: APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS.....	65
Conclusiones parciales.....	75
Referencias bibliográficas.....	77
CAPITULO 5: TEJIENDO RELACIONES	78
Referencias bibliográficas.....	89
CONCLUSIONES FINALES.....	91
ANEXOS.....	94

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo, dedicación y constancia,

A mis hermanos porque son mi inspiración,

A mi esposo por su amor incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y la madre celestial por darme la vida y guiarme en este camino.

A mi madre Ofelia Sarrias, a mi padre Eliecer Sandoval, a mi tía María Sarrias, a mis hermanos Andrés, Lorena y Arley, por su paciencia y apoyo incondicional.

A mi futuro esposo Wilquin Farid Peña Scarpetta quien con su amor siempre me brindo el apoyo y la confianza para cumplir este sueño.

A la Universidad del Cauca por acogerme y brindarme su apoyo en la realización de esta maestría

A mi director por el doctor Alfonso Enrique Ramírez Sanabria por su asesoría, amistad y tiempo dedicado a esta investigación.

A los estudiantes y profesores del semillero de Catálisis por su colaboración y por permitirme hacer parte de este grupo tan especial.

A los todos los profesores de la maestría, por sus aportes en la fundamentación de mis estudios como Magister en Educación.

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 4.1. Metodología seguida en el ESPC “ <i>Certificado de emisiones de gases contaminantes en los automóviles</i> ”	66
Tabla 4.2. Metodología seguida en el ESPC“ <i>El calentamiento global y la Catálisis</i> ”	67

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 5.1. Línea del tiempo “historia y epistemología de la Catálisis” basado en el documento <i>tras las huellas de la Catálisis</i> (Sandoval y Ramírez, 2014).....	79
Figura 5.2. Mapa conceptual “la Catálisis en la actualidad” basado en el documento <i>tras las huellas de la Catálisis</i> (Sandoval y Ramírez, 2014).....	80
Figura 5.3. Mapa conceptual de “la Catálisis para el semillero” basado en las categorías conceptuales de la categoría selectiva LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD.....	82
Figura 5.4. Mapa conceptual de relaciones encontradas en la categoría APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS.....	83
Figura 5.5. Mapa conceptual de relaciones encontradas en la categoría ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS.....	84
Figura 5.6. Ventajas encontradas del uso de las ESPC con enfoque CTS en la enseñanza.....	87

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Relación entre categorías culturales de la categoría selectiva CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD.....	94
ANEXO 2. TABLAS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL SEMILLERO.....	97
ANEXO 3. Relación entre categorías culturales de la categoría selectiva ACTITUDES HAICA LA CATÁLISIS.....	101
ANEXO 4. Relación entre categorías culturales de la categoría selectiva APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS.....	110
ANEXO 5. UNIDAD DIDÁCTICA: Reacciones que se aceleran, desafíos para la sociedad.....	111

RESUMEN

El presente trabajo tiene el interés de abordar una problemática de la enseñanza de la química, que tiene que ver con el poco interés y las pocas relaciones que los estudiantes universitarios construyen entre el conocimiento que se les enseña y la vida cotidiana, lo que los limita para responder a las demandas de la sociedad actual, la cual se caracteriza por la importancia que tiene la producción de conocimiento que pueda ser aprovechado socialmente.

En este orden de ideas se preguntó por ¿Cuál es sentido que tiene el aprendizaje de la Catálisis para los estudiantes del semillero de Catálisis del departamento de química de la Universidad del Cauca? Para esto se siguieron tres etapas generales: i) develar del impacto que tiene la Catálisis en la sociedad a través de una investigación histórica del concepto y la revisión de sus principales aplicaciones; ii) la identificación de los intereses y las motivaciones de los participantes hacia la Catálisis, haciendo uso de la observación participante, de un cuestionario y de entrevistas; y iii) el análisis de la capacidad que tienen los estudiantes de usar el conocimiento en Catálisis en grupos de discusión con base en el estudio de Situaciones Problemáticas Contextualizadas (ESPC) con enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Lo que dio elementos para la presentación de una propuesta de unidad didáctica para la enseñanza de la Catálisis.

Se encontró que la Catálisis es un área de gran relevancia y pertinencia para ser abordada no solamente a nivel universitario, sino también en la educación media, debido a que a través de este proceso químico se logra la producción de una variedad de productos químicos comerciales que son empleados por la sociedad.

Frente al sentido del aprendizaje para este grupo de estudiantes se encuentra relacionado con tres ejes: *la realización profesional, la responsabilidad social y las dinámicas de grupo*. Y finalmente se muestra como los estudios CTS en el marco de los trabajos con ESPC brindan formas alternativas de aprendizaje, ya que generan interés en los estudiantes y abren espacios para reflejar la apropiación social del conocimiento manifestada en la toma de decisiones.

Palabras claves

Sentido del aprendizaje, apropiación social del conocimiento, ESPC, CTS, semilleros.

ABSTRACT

This research is interested in addressing an issue of the teaching of chemistry that deals with little interest and few relationships between university students construct knowledge that is taught and everyday life, making them impossible to meet the demands of today's society, which is characterized by the importance of the production of knowledge that can be exploited socially.

In this vein he wondered what is the meaning it has for learning Catalysis students' hotbed of Catalysis, Department of Chemistry, and University of Cauca. For these three general steps were followed: i) a description of the impact Catalysis in society through literature review of texts related to the history and applications. ii) Identification of the interests and motivations of participants for Catalysis, using participant observation of a questionnaire and interviews. And iii) the analysis of the capacity of students to use knowledge in Catalysis in discussion groups with the Study of Contextualized Problem Situations (ESPC) with Science, Technology and Society (CTS) approach. This yield element for presentation of a proposal for teaching unit for teaching Catalysis.

We found that the catalysis is an area of great importance and relevance to be addressed not only at the university level, but also in secondary education, because through this chemical process to produce a variety of commercial chemicals is achieved and who are employed by the company.

Opposite the meaning of learning for this group of students that is associated with three particular interests, professional achievement, social responsibility and group dynamics. And finally shown as the STS study as part of work with ESPC provide alternative forms because they generate interest in students and open spaces to reflect the social appropriation of knowledge.

KEY WORDS

Sense of learning, social appropriation of knowledge, (SCPS), STS, seedbeds.

INTRODUCCIÓN

El presente documento pretende dar a conocer una investigación de tipo cualitativa que se llevó a cabo en el contexto educativo del semillero en Catálisis, adscrito al departamento de química de la Universidad del Cauca, y que tuvo como propósito general comprender cuál es el sentido que tiene el aprendizaje de la Catálisis para los miembros de este semillero.

De esta manera, se presenta en el *primer* capítulo el nacimiento de la propuesta, la pregunta problema y sus respectivos referentes conceptuales frente a elementos claves como; el sentido, el aprendizaje y la apropiación social del conocimiento, los semilleros de investigación y la Catálisis, incluyendo además, los antecedentes más importantes relacionados con el tema y el interés por abordar. También se muestra el camino recorrido a lo largo de la investigación, es decir, se describen y sustentan de manera detallada el diseño, el enfoque, los métodos y las técnicas empleados para obtener y analizar los datos que sustentan los hallazgos y las conclusiones de la presente investigación.

En el *segundo, tercero y cuarto* capítulo se encuentra la descripción detallada de las CATEGORÍAS SELECTIVAS condensadas, tituladas LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD, ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS Y APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS respectivamente. Están organizada de manera que se muestra una introducción general, donde se enuncia cual es el propósito que perseguía cada etapa de la investigación y que originó la respectiva categoría, luego se muestra qué tipo de datos se codificaron para obtener las *categorías culturales*, para luego mostrar la descripción detallada de cada **categoría conceptual** sustentándola en relatos y resaltando los hallazgos más importantes, finalmente al terminar el capítulo se dejan enunciadas unas conclusiones parciales que son discutidas en el capítulo final, además de las referencias bibliográficas correspondiente para cada capítulo.

En el *quinto* y último capítulo se muestra de manera gráfica las relaciones que se dieron entre las categorías conceptuales que condensan cada categoría selectiva, en seguida se

discuten, a la luz de la teoría que sustenta la investigación, para luego sacar unos elementos que permitieron construir la propuesta de secuencia didáctica que se encuentra como complemento del presente documento.

Finalmente se muestra las conclusiones generales del presente trabajo de investigación, algunas preguntas y recomendaciones para futuras investigaciones en esta línea.

CAPITULO 1: DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA

Nacimiento de la propuesta

La presente propuesta tiene su origen más profundo en un interés personal por mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje en el área de la química, lo que da una motivación a ingresar a una maestría en educación, donde se tiene una primera aproximación conceptual a las problemáticas educativas en el marco de la línea de enseñanza de las ciencias, como lo son: las relacionadas con visiones deformadas de la ciencia (Fernandez, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia, 2000), el desconocimiento de la historia y la epistemología de las ciencias (Gallego y Pérez, 2003), el distanciamiento entre el conocimiento científico, el escolar y el cotidiano (Pozo y Gómez, 2000), la desarticulación y descontextualización del conocimiento (informe PISA, 2009), la poca apropiación por parte de los docentes de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) con fines educativos (Rueda, 2006), entre otros.

A partir de procesos de consulta, discusiones académicas al interior de esta línea, y teniendo en cuenta factores como la práctica docente de los investigadores (maestrante y director), nivel educativo y disponibilidad de la población surgió una propuesta para realizar una investigación que involucró a los participantes del semillero de Catálisis del departamento de química de la Universidad del Cauca, teniendo presente que se manifiesta una problemática no solo a nivel de educación media sino también en la educación superior relacionada con la dificultad que se presenta en el aprendizaje de los conceptos químicos, reflejándose en el poco interés y en las pocas relaciones que los estudiantes construyen entre el conocimiento que se les enseña y el análisis de problemáticas de la vida cotidiana. Lo que se demuestra al momento de hacer uso de este conocimiento. Además surge el interés compartido de los investigadores hacia un área en particular de la química y es la Catálisis, la cual es muy importante para la sociedad actual.

Como lo muestran algunas investigaciones esto se debe entre otras causas, a que *“la educación química normal está aislada del sentido común, de la vida cotidiana, de la sociedad, de la historia y filosofía de la ciencia, de la tecnología, de la física escolar y de la investigación química actual”*¹ (Chamizo, 2001, p.195). Además el desconocimiento de las profundas interacciones entre la ciencia y la sociedad en la enseñanza de las ciencias (Catabiel, 2006, Citado por Corchuelo, Catabiel y Cucuñame, 2006, p.60). A nivel universitario esta problemática ha sido abordada específicamente en la formación de ingenieros y se enuncia como *“en la universidad los proceso de formación predomina más el desarrollo de ejercicios académicos que el estudio de problemas vinculados a la vida social y del contexto real en general”* (Corchuelo, 2007, p. 166). Lo que genera en los estudiantes dificultades para responder a las demandas de la sociedad actual, la cual se caracteriza por la importancia que tiene la producción y uso del conocimiento como índice y motor de desarrollo en una comunidad, institución o país, es por esta razón llamada la sociedad del conocimiento.

Esto implica que se necesitan ciudadanos que comprendan las implicaciones sociales del conocimiento, que tengan la capacidad para aprovechar las oportunidades que el nuevo entorno genera, y puedan adaptarse y responder con éxito a los cambios en dicho entorno, y a los desafíos y peligros que él encierra (Chaparro, 1998, p.13). Esto requiere una educación en ciencias que se pregunte por el sentido del aprendizaje, pero que además incluya conocimientos que sean relevantes para la sociedad actual, ya que el avance científico crece de manera vertiginosa haciendo necesaria el estudio de conceptos socialmente relevantes.

¹Conclusión de la XI Conferencia Internacional en Educación Química en York, Inglaterra, 1991.

La pregunta por el sentido del aprendizaje

El mundo camina más rápido que la escuela, incluso que la universidad y las dos instituciones muestran resistencias en la construcción del discurso frente al cambiante escenario mundial, el vértigo en la producción y distribución del conocimiento, los avances de la ciencia y la tecnología; lo que ha generado un vacío en los estudiantes al no alcanzar a responder activamente a los cambios y retos de la sociedad actual, razón por la cual se genera una preocupación por la necesidad de atribuirle sentido a la educación. Esto requiere plantearse las siguientes preguntas ¿Cómo enseñar a aprender de otra manera a los estudiantes? ¿Por qué y para qué se aprende algo? ¿Qué relevancia tiene lo que se aprende? Lo que lleva a plantear una propuesta que incluya estos elementos, que luego de un largo proceso de reflexión surge como pregunta de investigación: **¿Cual es el sentido que tiene el aprendizaje de la Catálisis para los estudiantes del semillero de Catálisis del departamento de química de la Universidad del Cauca?** Para la cual se hace necesario mostrar cómo se entiende el sentido, el aprendizaje, porqué los semilleros de investigación y porqué la Catálisis.

Cuando se habla de atribuir sentido según Solé (1993), se hace referencia a un *“proceso que requiere movilizarse a nivel cognitivo, y que conduce a revisar y a aportar los esquemas de conocimiento que se tienen, para dar cuenta de una nueva situación, tarea o contenido de aprendizaje. Esa movilización no finaliza aquí, sino que, como resultado del contraste entre lo dado y lo nuevo, los esquemas aportados pueden sufrir modificaciones, con el establecimiento de nuevos esquemas, conexiones y relaciones en la estructura cognoscitiva”* (p.4). El sentido implica, además, *“la autorregulación y el fomento del placer por aprender, la pasión por conocer. Al encontrar sentido, el aprendizaje deja de ser sacrificio y el esfuerzo puede incorporar el placer de conocer”* (Carneiro, 2006, p. 50).

De esta manera, una educación con sentido requiere que el estudiante obtenga la capacidad de razonar y de ser consciente del impacto que genera el aprendizaje para su actuar en el mundo, y para eso se plantea la necesidad de *aprender a aprender*, lo que tendrá sentido

sólo en función de generar un conocimiento que pueda aprovecharse socialmente, es decir el *aprender a hacer*, lo que significa identificar los problemas, aprender a tomar decisiones, hacer cosas e intervenir en la realidad natural y social; pero siempre con soluciones aceptables y acordes a los valores y creencias de los diferentes pueblos (Olivé, 2006, p.132).

El sentido de la educación se refleja en sus finalidades y en sus contenidos. Eso implica preguntarse por cuales son los contenidos más relevantes que se deberían enseñar y cómo se van a presentar los mismos, ya que esto es crucial a fin de lograr que la educación tenga sentido para los estudiantes. *“La sospecha creciente de que una buena parte de los conocimientos y competencias que se aprenden y se enseñan en las escuelas y en las universidades no son, en buena medida, los conocimientos que sirven para vivir con plenitud en la sociedad actual; y al mismo tiempo, la sospecha de que otros que si servirían están ausentes o son objeto de una atención bastante limitada”* (Coll y Martin, 2006, p. 5).

Además el nuevo paradigma de la sociedad del conocimiento y la innovación, impone nuevos desafíos, de tal manera que la educación debe contribuir a desarrollar la capacidad analítica, innovadora, de reflexión y de comprensión en el futuro ciudadano y profesional (Chaparro, 1998, p.12). Para esto se debe generar una verdadera apropiación social del conocimiento, entendiendo éste como el conjunto de procesos a través de los cuales la sociedad hace suya la ciencia y la tecnología, haciendo que sus integrantes creen conciencia sobre la trascendencia del conocimiento en su propia transformación y generen cambios de actitud (CONPES, 2009, p. 28), es decir, que sean capaces de reconocer el conocimiento científico y lo usen para comprender el mundo.

Lo anterior requiere una educación en ciencias que se pregunte por el sentido del aprendizaje, por lo que se debe aclarar cómo se entiende el aprendizaje. Se tomará en el presente trabajo como *“el proceso por el cual construimos el mapa de conocimiento que elaboramos para movernos por el territorio de la realidad”* (Pérez, Soto, Sola y Serván, 2009. p 8). De esta manera un aprendizaje tiene sentido cuando: es útil, es decir, cuando

sirve para clarificar y afrontar los problemas básicos de la vida y para ampliar los horizontes de conocimientos, sensibilidades y afectos (Pérez, et al 2009, p. 9).

Aprender con sentido requiere implicarse de forma autónoma y responsable en actividades relacionadas con problemas importantes y actuales, que provocan el deseo de aprender. “Una compleja red de intercambios, en la que se implican todas las dimensiones de la personalidad” (Pérez, et al, 2009, p.10) y donde la cultura interviene, ya que es a través de ésta que el hombre, se expresa, toma conciencia de sí mismo, cuestiona sus realizaciones, busca nuevos significados y crea obras que le trascienden. Así mismo los seres humanos aprenden de forma relevante cuando adquieren significados que consideran útiles para sus propósitos vitales, y según Solé (1993) los estudiantes construirán *significados* en la medida en que sean capaces de atribuir *sentido* al aprendizaje (p. 4).

Lo que tiene que ver con las relaciones que el individuo tiene con su entorno, que implican procesos de socialización, interiorización de la cultura, su inmersión en relaciones de poder, entre otros, que se retroalimenta con un proceso interno de vida e interpretación de su realidad; dicho de otra manera, con su subjetividad, proceso por el cual da sentido a sus acciones (Hernández, 2002). Incluso se postula que la cultura y la búsqueda de sentido son las verdaderas causas de la acción humana (Briner, 1990, p.11).

El sentido que un estudiante da a una situación de aprendizaje, bien como un reto motivante, bien como una demanda inalcanzable, dependerá de los propósitos que le llevan a realizarla, de cómo concibe su capacidad de resolverla y de qué sentimientos le provoca esa percepción de su competencia (Martin, 1992, p.40). De esta manera en la educación es indispensable que sus sentidos, desde la básica hasta la universitaria, estén ligados a los intereses de la gente, (Olive, 2006, p.133).

Teniendo en cuenta lo anterior, y basados en la población que se aborda en el presente trabajo investigativo, el cual corresponde al nivel universitario y específicamente al trabajo en un semillero de investigación, se hace necesario indicar cuáles son las características que

tiene este tipo de educación y la importancia que juegan los semilleros en la producción de conocimiento en el país

Para el caso de la Universidad del Cauca, tiene como uno de sus principales objetivos, contribuir a la educación integral de los estudiantes con el propósito de formar ciudadanos capaces de interactuar positivamente en la sociedad bajo principios éticos y democráticos, fundamentados en los derechos humanos. Dentro de ella, la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación tiene como propósito formar personas cultas, integra, pluralistas, flexibles, abiertas, sensibles, críticas, responsables, tolerantes y comprometidas con las transformaciones sociales y la protección del medio ambiente (www.unicauca.edu.co, 2014).

Específicamente en el programa de química, se busca fortalecer el desarrollo económico, educativo y científico de la región, y encontrar soluciones a diversos problemas regionales relacionados con la aplicación de conceptos químicos que se presentan en sectores como; el agrícola, el ambiental, el de alimentos y el de procesos de desarrollo donde se encuentra, **la Catálisis** (www.unicauca.edu.co, 2014).

Dentro de este escenario amplio de la universidad, existen los llamados semilleros de investigación, los cuales son *“ambientes de aprendizaje donde se aplican estrategias pedagógicas diversas y ocurren experiencias de formación en investigación con el fin de activar en el estudiante, la vocación investigativa para la vida, además, son espacios donde el estudiante por iniciativa propia y con el apoyo de otros, se explora a sí mismo, complementa su formación personal, profesional y científica para actuar en los escenarios de vida caracterizados por la incertidumbre y el cambio”* (Barragán, 2012, p.118).

Estos constituyen un nuevo espacio de aprendizaje. Ya que *“generan espacios para ejercer la libertad y la crítica académica, la creatividad y la innovación. Un semillero no sólo genera conocimiento para el mejoramiento de los sistemas, sino que transfiere y capacita sus integrantes para el desarrollo de pensamiento”* (Torres, 2005, p. 2).

Pertenecer a un Semillero de Investigación implica un “*compromiso personal por una formación holística e interdisciplinaria, que le permita adquirir como hábito de la cotidianidad, la formulación de preguntas inteligentes a los problemas de su localidad y de su región, y la movilización de acciones tendientes a abordar dichos problemas desde una postura científica*” (Hernández, 2005, p.3).

Con base en lo anterior y teniendo como referencia que la universidad es la mayor productora de conocimiento que se da un país, y reconociendo los semilleros como los germinadores de ese conocimiento, es pertinente profundizar en los significados, actitudes e intereses que mueven a sus miembros hacia el conocimiento, con el propósito final de poder contribuir a la formación de profesionales y ciudadanos responsables.

En lo referente a la Catálisis, es una de las áreas del conocimiento más importantes para la sociedad, ya que, entre otros, i) permite desarrollar procesos para la producción de combustibles y obtener compuestos químicos de forma más eficientes y con procesos más limpios, ii) las transformaciones indispensables en la química de los seres vivos requiere catalizadores naturales como lo son las enzimas y iii) ésta permite o es una vía para contribuir a la descontaminación del ambiente (Ramírez, Vargas, Valderruten y Zuluaga, 2008, p.10).

Considerando lo anteriormente mencionado surgió el propósito general de la investigación: **Comprender el sentido que tiene el aprendizaje de la Catálisis para los participantes del semillero de Catálisis de la Universidad del Cauca**, para esto se plantearon cuatro propósitos específicos, que marcaron las etapas de la investigación:

- ❖ *Develar el impacto que tiene la Catálisis en la sociedad*; este se logró a través de una investigación histórica, que permitió condensar los aspectos históricos y epistemológicos del concepto, esto con el fin de mostrar la relevancia y la pertinencia de la enseñanza de esta área del conocimiento.

- ❖ **Identificar los intereses y motivaciones de los participantes del semillero hacia la Catálisis:** debido a que estos se relacionan directamente con la atribución de sentido tal como se planteó anteriormente.
- ❖ **Analizar la capacidad que tienen los participantes del semillero de usar el conocimiento en Catálisis;** ya que estas habilidades son la muestra del sentido que los participantes le otorgan al aprendizaje de esta área del conocimiento.
- ❖ **Presentar las potencialidades del uso de situaciones problemáticas contextualizadas (ESPC) en la enseñanza la Catálisis;** para lo cual se planteó una propuesta de unidad didáctica basada en los resultados de la presente investigación.

El primer objetivo específico se abordará en el capítulo dos que da origen a la categoría LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD, el segundo en el capítulo tres que da origen a la categoría ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS, el tercero en el capítulo cuatro con la categoría APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS y finalmente el cuarto plasmado en la propuesta didáctica.

Antecedentes encontrados

➤ *Enseñanza de la Catálisis.*

En la revista Journal of Chemical Education, se encuentra un artículo titulado *Teaching of Catalysis* (Komarewsky, 1942), donde reconociendo la importancia de la Catálisis llevan a cabo un curso titulado “reacciones catalíticas y sus aplicaciones industriales” durante 7 años en el instituto de tecnología de Illinois en Chicago donde se plantea la siguiente estrategia: los estudiantes deben explicar los factores experimentales involucrados en una reacción en particular, estas reacciones se escogieron teniendo presente su relevancia para el futuro de la Catálisis, luego se presentaron y analizaron las teorías, a partir de allí se realiza un trabajo experimental como soporte de las teorías

estudiadas, y finalmente, se realiza una revisión crítica de los aspectos teóricos para comprender la acción Catalítica.

Por otro lado se encuentra un artículo titulado *Catalysis: Significance in Industry and Relevance in Chemical Education* (Haensel,1982) donde se reconoce que a pesar del impacto de la Catálisis en la actualidad pocas instituciones de educación secundaria y superior ofrecen cursos sobre esta área, debido según el autor a que se requiere de conocimientos interdisciplinares, de manera que discute la importancia del conocimiento de esta área en la formación de profesionales con carreras afines a la química, además de la necesidad de una articulación entre la academia y la industria y da algunas recomendaciones y sugerencias de cómo abordarla en los currículos.

En esta línea existe otro estudio realizado por dos profesoras del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad Complutense de Madrid, Manuela Martín Sánchez y María Teresa Martín Sánchez en 2009 titulado *Estudio histórico-experimental de la Catálisis en enseñanzas no universitarias* (Martin y Martin, 2009) en donde se plantea una propuesta de cómo abordar el tema en esos niveles, se muestra una breve historia de la Catálisis que incluye solo algunos datos de los hechos más sobresalientes durante el avance de esta área, como el origen del concepto, algunas de sus aplicaciones y los nuevos campos de investigación en los que tiene futuro el estudio de los catalizadores, además se añade una serie de experimentos sencillos que de alguna forma, les permite a los estudiantes ver cómo cambia la velocidad de reacción en presencia de determinadas sustancias, hasta tal punto que puede ocurrir que ésta no comience hasta que no se añade el catalizador, algunos de estos son el *agua como catalizador; descomposición del agua oxigenada e hidrólisis del almidón*. Sin embargo, este estudio no muestra la importancia que tiene esta área en la actualidad y además se orienta hacia el nivel no universitario.

➤ *Educación en ciencias con sentido*

Los investigadores Steiner Valencia Vargas, Sandra Sandoval Osorio, Olga Mercedes Méndez, Diana Rojas Suárez, Gladys Jiménez Gómez y David Andrés Sánchez Bonell realizaron una investigación que se desarrolló en el marco del proyecto TRACES (*Transformative Research Activies Cultural Diversities And Education In Science*) dentro del plan de cooperación internacional de la Universidad Pedagógica Nacional y la Dirección General de Investigación de la Comisión Europea firmado en el año 2010 (Valencia, Sandoval, Méndez, Rojas, Jiménez y Sánchez, 2010).

En este estudio se analizaron las siguientes temáticas desde la óptica del maestro: sentido de la enseñanza de las ciencias, referentes que orientan la práctica pedagógica, auto percepción de dicha práctica y relación investigación educativa – práctica pedagógica. Una de las conclusiones relevantes fue que la construcción de sentido para la enseñanza de las ciencias se concreta en el tipo de ambiente que el maestro establece en el aula, las formas de relación que propicia con el conocimiento, la forma como aporta a la construcción de relaciones de identidad, los vínculos sociales y afectivos que promueve.

Aunque este estudio brinda grandes aportes acerca del sentido de la enseñanza de las ciencias naturales, éste se centra en la opinión del maestro, dejando de lado las relaciones que se dan entre ciencia y sociedad, y que se consideran determinantes para que el aprendizaje de la ciencia tenga sentido en la vida de los estudiantes.

Por otro lado se reporta un trabajo realizado en Chile por el investigador Walter Manuel Molina Chávez en 2008 titulado *Sentidos de La Enseñanza Media desde La Experiencia Escolar de Estudiantes de Liceos Municipales* (Molina, 2008), este tuvo como propósito identificar, describir e interpretar las representaciones sociales sobre el sentido de la enseñanza media desde la experiencia escolar de los estudiantes de liceos municipales de distintos estratos socioeconómicos (bajo, medio-bajo, medio, medio-alto) en la Región Metropolitana. Los resultados de este estudio permitieron identificar cuatro tipos dominantes de representaciones sociales sobre el sentido de la enseñanza media: prepararse

para el futuro, formarse como persona, tener más cultura y vivir la experiencia. Se trata de cuatro representaciones o modelos simbólicos que dan cuenta de un horizonte de sentido fragmentado en torno al cual se polarizan los diferentes modos en que viven la experiencia escolar los estudiantes que asisten a liceos municipales (públicos) del país. En este contexto, se concluye la necesidad de incorporar en el diseño de las actuales políticas educativas esta diversidad de representaciones sobre el sentido, lo cual puede contribuir significativamente, a revitalizar el sentido personal y colectivo de este nivel educativo.

Es pertinente resaltar que las anteriores representaciones sociales asociadas al sentido de la enseñanza en educación media, fueron tenidas en cuenta de manera especial en la presente investigación debido a que se interconectan en muchos aspectos hallados en los sentidos del aprendizaje en el semillero, por ejemplo en la realización profesional (semillero) y prepararse para el futuro (educación media).

➤ *Catálisis en la educación superior*

Existe una referencia en educación superior frente al tema titulado *Una propuesta de unidad didáctica fundamentada en competencias científica básicas sobre el concepto de Catálisis*. Este trabajo presentado en el 2007 por los profesores Leidy Gabriela Ariza y Rodrigo Rodríguez Cepeda (Ariza y Rodríguez, 2007) muestra la importancia del concepto y la necesidad de incluirlo en la formación de licenciados en química, lo cual reafirma la necesidad de indagar alrededor de este concepto que a pesar de ser de tan importante en la química no se tiene presente ni en la formación de licenciados en química ni en la educación media.

Otro trabajo digno de mención que se orienta hacia la construcción de una unidad didáctica en el mismo tema pero donde el interés es diferente, es el trabajo del Docente Yesid Sneider Murillo Acevedo, el cual se desarrolló en el año 2009 en la Universidad Pedagógica Nacional, titulado *diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del tema catálisis química* (Murillo, 2009). En este trabajo de investigación educativa, se

caracterizan las ideas previas de los estudiantes de Físicoquímica II de la Universidad Pedagógica Nacional, en relación con conceptos de Catálisis química aplicados a un proceso industrial. Con base en dichas concepciones, y en los resultados obtenidos del trabajo experimental de la obtención de biodiesel a partir de aceite de palma se diseña y valida una unidad didáctica con el fin de acercar al estudiante a la aplicación de sus conocimientos para comprender conceptualmente un proceso industrial. Sin embargo esta investigación aunque se relaciona con el tema de la Catálisis, la unidad didáctica se aleja del objetivo de esta investigación y el enfoque con el que se aborda es diferente, ya que se interesa por el sentido del aprendizaje.

Frente a los trabajos en educación relacionados con semilleros de investigación hay una importante referencia a nivel local específicamente en el doctorado en ciencias de la educación de RUDECOLOMBIA en su área de currículo (Gutiérrez, 2002, p.29-58), surge una propuesta curricular para la consolidación de los semilleros de investigación, que estaría compuestas por los siguientes elementos: i) *el Proyecto Marco de Investigación* donde explicita el problema, los referentes teóricos, la hipótesis y las acciones que fundamentan al Semillero de Investigación, formulado a partir de la construcción colectiva de los intereses, expectativas y compromisos de sus participante; ii) *el Seminario Permanente de Fundamentación* como espacio de reflexión, de diálogo y de construcción conceptual, sobre las concepciones históricas, filosóficas y epistemológicas que fundamentan la investigación; iii) los *Grupos Temáticos* los cuales son la estructura básica y constitutiva del Semillero de Investigación, ya que en ellos deben converger las preguntas, inquietudes e intereses de los miembros; iv) las *Redes Temáticas* constituyen puntos de encuentro para la discusión y el trabajo conjunto y articulado con otros grupos en la institución, en la región, en el país o en otros países, que tengan interés y trabajen en temáticas o preguntas relacionadas; v) la formulación y ejecución de *Proyectos de Investigación* como mecanismo para acordar, definir y planear la labor de investigación y para articular las preguntas e intereses del Grupo Temático, en coherencia con el horizonte trazado por el Proyecto Marco de Investigación del Semillero; vi) *las Publicaciones y eventos*, las primeras permiten de un lado es una instancia de evaluación externa de la producción escrita de los miembros del semillero, ya sea de los avances de los Proyectos de Investigación o de las reflexiones del Seminario Permanente de Fundamentación; de otro

lado es un espacio para dar a conocer el trabajo y los enfoques que sustentan el semillero. Por su parte los eventos también constituyen instancias de evaluación, esta vez de las exposiciones orales, e instancias de socialización de las actividades de conceptualización e investigación del semillero.

La comprensión como guía

Luego de analizar los marcos conceptuales, y de definir la pregunta que guía la investigación, se procedió a indagar qué tipo de diseño, enfoque y método sería el más adecuado, de esta manera atendiendo a la pregunta por el sentido del aprendizaje, el diseño que mejor responde es de tipo cualitativo, ya que en este tipo de investigación se desarrollan conceptos, interpretaciones y comprensiones partiendo de pautas de los testimonios, y no recogiendo datos para evaluar modelos, hipótesis o teorías preconcebidas, en éste los investigadores siguen un diseño de investigación flexible (Taylor y Bogdan, 1984, p.5).

Teniendo en cuenta la interés por el comprender, es indudablemente el enfoque historio hermenéutico el que permite tener un buen foco para el estudio de esta realidad. Según López (2001) este enfoque nació de la necesidad de comprender el mundo social desde una mirada diferente a la que se aplica en las ciencias exactas y naturales lo que provoca una ruptura paradigmática, abriendo camino a una nueva investigación donde la finalidad ya no es conocer para controlar y predecir, sino el objetivo es describir para interpretar y comprender la realidad.

Hace énfasis en el lenguaje. Es histórico pero no en términos del pasado sino en el sentido vivido por un sujeto, y es Hermenéutico desde la interpretación, del preguntarse por el ¿para qué?, es decir, la causa final o teleológica que a diferencia de la anterior nos refiere a un acción futura” (Jaramillo, comunicación personal, 21 de abril, 2012).

Con base en lo anterior y teniendo presente los escenarios educativos en los que se desarrolla la propuesta y los objetivos de la misma, fue conveniente complementar el método inductivo y el deductivo y los procesos metodológicos de investigación, investigación histórica y la etnografía, acudiendo al uso de diferentes técnicas de recolección de datos como observación participante, diarios de campo, cuestionarios, entrevistas semi-estructuradas y grupos de discusión.

En la **Investigación Histórica**, la primera consideración que se debe realizar es la diferencia entre historiografía e historia. La primera hace referencia al discurso especializado que el presente hace sobre el pasado, que se preocupa a partir de huellas o vestigios dejados, que tratan de reunificar lo que previamente fue separado (el presente del pasado); y que esta forma discursiva corresponde a la experiencia del tiempo (Mendiola y Zermeño citado por Jaramillo y Murcia, 2008) lo que corresponde a una visión positivista, muy diferente a la historia de la ciencia la cual reconstruye el pasado a partir de la interpretación de restos o huellas, los cuales pueden ser manuscritos, muebles, viviendas, entre otros, pero los datos por si solos no constituyen la historia, se necesita del punto de vista del historiador para que le dé vida a los datos obtenidos; es decir el historiador debe interpretarlos (Jaramillo y Murcia, 2008).

Teniendo como base lo anterior se llevó a cabo una revisión de documentos, libros, revistas, etc., relacionados con la Catálisis, sus principales áreas de aplicaciones, los hechos históricos relevantes de la época, la epistemología del concepto, se seleccionaron, se relacionaron entre si y se construyó un documento titulado *tras las huellas de la Catálisis* el cual está en revisión para ser publicado, además se incluyó los retos que actualmente enfrenta y las características de los catalizadores. Del análisis de este documento se extrajeron elementos a tener en cuenta, los cuales se discutirán ampliamente en el siguiente capítulo.

Frente a la **etnografía** es un proceso sistemático de aproximación a una situación social en este caso educativa, considerada de manera global en su propio contexto natural. El objetivo fundamental y el punto de partida que orienta todo este proceso de investigación es la comprensión empática del fenómeno objeto de estudio (Delgado y Gutiérrez, 1995). Tiene la característica principal de ser holística y contextual. Esto significa que las observaciones etnográficas son puestas en una perspectiva amplia, entendiéndose que la conducta de la gente sólo puede ser entendida en su contexto específico (Gurdian 2007, p.117). Los intereses del etnógrafo educativo se centran en las interacciones que se producen en los escenarios educativos donde se producen las interacciones, los valores, las actividades y las expectativas de los participantes (Delgado y Gutiérrez, 1995).

Un estudio etnográfico según Gurdian (2007,) *“es una descripción (grafía) completa o parcial de un grupo o pueblo (ethno). Se centra en el estudio de un grupo de personas que tienen algo en común, sea un grupo en un aula escolar, un sitio de trabajo, un barrio, una comunidad, entre otros. Los estudios etnográficos han sido tradicionalmente antropológicos, pero hoy en día se encuentran en diversas disciplinas, especialmente en la educación”* (p.117). De esta manera teniendo en cuenta la población del semillero y la pregunta por el sentido, se tomaron elementos de la etnografía educativa específicamente para llevar a cabo parte de esta investigación.

A nivel práctico se realizó un proceso de acercamiento esporádico poco estructurado con los participantes y profesores del semillero durante un tiempo, el cual permitió ganar confianza y hacer parte activa en el grupo, de esta manera se recogieron algunos diarios de campo producto de las observaciones.

Posteriormente se realizó un análisis primario teniendo como base las categorías pre-selectivas , es decir se partió de un marco teórico para definirlas, tomando como base cada uno de los objetivos específicos planteados y la noción de sentido de aprendizaje asumida, y posteriormente a lo largo del análisis de los primeros datos se elaboraron unidades de análisis que dieron origen a *categorías culturales* y de allí emergieron las **categorías**

conceptuales que condensaron las CATEGORÍAS SELECTIVAS, esto permitió reestructurarlas y definir las frente al análisis de todos los datos.

Las observaciones llevaron al planteamiento de un cuestionario que perseguía dos fines específicos, uno, el de caracterizar de mejor manera el grupo y dos, de encontrar los principales intereses de los participantes frente al grupo, posteriormente se realizaron algunas entrevistas semi-estructuradas necesarias para ampliar algunos elementos.

Posteriormente se hizo necesario acudir a la técnica de grupo de discusión, el cual se define como una conversación cuidadosamente planeada. Diseñada para obtener información de un área definida de interés. Un grupo de discusión permite, si se utiliza un procedimiento adecuado, recabar información relevante, pertinente y muy rica para alcanzar el propósito de una investigación cualitativa (Krueger, 1988, citado por Gurdian, 2007, p.225).

Para la realización de estos grupos de discusión se debió analizar la información obtenida en las actividades anteriores, en decir en la investigación histórica que condensó la primera categoría LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD y los diarios de campos, cuestionario y entrevistas que enriquecieron la categoría llamada ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS, con el fin de seleccionar cual sería la problemática más apropiada que se podría llevar a cabo en el grupo y que permitiera obtener datos más selectivos frente al objetivo que se perseguía.

A medida que se recopilaban los datos se fue realizando su respectiva codificación. Como primera medida se codificaron los documentos por su respectivo nombre (D:diario de campo, E: entrevista, C: cuestionario, GD: grupo de discusión y DTHC: documento tras las huellas de la catálisis, luego el número del documento, y finalmente el párrafo donde se encuentra la unidad de análisis, es decir el enunciado que posee un sentido completo en sí

mismos y que se relacionan con una o varias de las categorías por ejemplo la codificación **D2p8**, indica diario de campo dos párrafo ocho.

A partir de allí se agruparon estas unidades y se codificaron como *categorías culturales*, las cuales, teniendo en cuenta similitudes y diferencias se realizó una descripción donde surgieron las **categorías conceptuales**, este proceso de codificación se llevó a cabo con el uso de un procesador de texto utilizando además códigos de colores como se observa en las tablas del anexo (Anexo 1, 3 y 4) todo con el fin de condensar las CATEGORÍAS SELECTIVAS las cuales son las que se desarrollan en los siguientes capítulos.

Todo lo anterior se logró utilizando el análisis de contenido, este consiste en volver a buscar las informaciones que allí se encuentran, extraer el sentido o los sentidos presentes, formular y clasificar todo lo que contiene este documento o comunicación (Muchielli, 1979, p.17 citado por Deslauriers,2004, p.79). Este ofrece la posibilidad de investigar sobre la naturaleza del discurso. Es un procedimiento que permite analizar y cuantificar los materiales de la comunicación humana (Pérez, 1993, p.133). Krippendorff (1980 citado por Porta y Silva, 2003) define el análisis de Contenido como *“la técnica destinada a formular, a partir de ciertos datos, inferencias reproducibles y válidas que puedan aplicarse a un contexto”* (p.8).

Es importante resaltar que partir de este análisis emergieron algunas **categorías conceptuales** que según los criterios de codificación no estaban incluidas en ninguna de las CATEGORÍAS SELECTIVAS establecidas, y que además presentaban una baja condensación y manifestación, de esta manera se descartaron para el análisis siguiente, pero algunas de ellas se retomaron al final con el fin de sugerir algunas nuevas preguntas de investigación.

Referencias Bibliográficas

- Ariza, L.G. y Rodríguez, R. (2007). Una propuesta unidad didáctica fundamentada en competencias científico básico sobre el concepto de Catálisis. *Tecné, Épisteme y Didaxis. (Extra)* memoria del tercer congreso internacional de formación de profesores en ciencias. Universidad Pedagógica Nacional. 1-9.
- Barragán, I.C. (2012). Semilleros de investigación: experiencia de investigación formativa con estudiantes de ingeniería financiera. *Entornos (extra)* Abril, 113-125.
- Bruner, J. (1990). *Acts of Meaning*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Carneiro, R. (2006). Sentido, currículo y docente. En educación con sentido, *Prelac.* 2, 40-53.
- Chamizo, J. (2001). El currículo oculto en la enseñanza de la química, *Educación química*, 12 (4). 194-198.
- Chaparro, F. (1998). Haciendo de Colombia una Sociedad del Conocimiento. En Conocimiento, Innovación y Construcción de Sociedad, Una Agenda para la Colombia del Siglo XXI. TM Editores. Bogotá.
- Coll, C. y Martín, E. (2006). Vigencia de debate curricular: aprendizajes básicos, competencias y estándares. *Prelac*, 3, 6-27.
- CONPES, (2009). *Política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*, Consejo Nacional de Política Económica y Social, República de Colombia. Bogotá.
- Corchuelo, M., Catabiel, V. y Cucuñame, N. (2006). *Las relaciones Ciencia, Tecnología y Ambiente en la educación media*. (1ª ed.). Popayán Cauca. Editorial Universidad del Cauca.
- Corchuelo, M. (2007). *Un giro en la educación en ingeniería*, tesis doctoral, Rudecolombia Universidad del Cauca, Popayán

- Delgado, J. M. y Gutiérrez, J. (1995). *Métodos y Técnicas Cualitativas de Investigación en Ciencias Sociales*. Ed. Síntesis. Madrid. Recuperado el 21 de noviembre del 2013 de atateca.unad.edu.co/.../La_investigacion_etnografica401121-2013.pdf.
- Deslauriers, J.P. (2004). *Investigación Cualitativa. Guía práctica / Traducción Miguel Ángel Gómez Mendoza*, Doctorado en Ciencias de la Educación –Rudecolombia. Pereira. Editorial Papiro.
- Fernandez, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2000). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (3). 477-488.
- Gallego, R. y Pérez, R. (2003). *El Problema del Cambio en las Concepciones Epistemológicas, Pedagógicas y Didácticas*. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá
- Gutiérrez, E. F (2002). Boletín de la Red de Investigación en Currículo, Área de Currículo del Doctorado en Ciencias de la Educación de RUDECOLOMBIA. Popayán. Colombia No. 1, Septiembre.
- Gurdían, A. (2007). *El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa*. Colección Investigación y Desarrollo. Educativo Regional (IDER). San José de Costa Rica.
- Haensel, V. (1982). Catalysis: significance in industry and relevance in chemical education. *Journal of Chemical Education*. 59, (2).96-97.
- Hernández, M. (2002). Subjetividad y cultura en la toma de decisiones empresariales. *Investigación y Ciencia*, México, Plaza y Valdez-UAA. 54-60.
- Hernández, U. (2005). Propuesta Curricular para la consolidación de los Semilleros de Investigación como espacios de Formación Temprana en Investigación. *ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*. (1)2,1-12. Enero-Junio.

- ICFES (2010). Informe PISA, 2009. Recuperado el 5 de octubre del 2013 de http://www.icfes.gov.co/pisa/phocadownload/pisa2009/infome_pisa_2009.pdf.
- Jaramillo L, y Murcia N. (2008). Investigación Histórica en *investigación cualitativa “la complementariedad”* (2ª. ed.). (pp. 78 – 82). Armenia: editorial Kinesis.
- Jaramillo, L. (Comunicación personal, 21 de Abril, 2012). Clase de seminario de enfoques de métodos, Maestría en educación. Universidad Del Cauca. Popayán. Cauca.
- Komarewsky, V.I. (1942). Teaching of Catalysis. *Journal of Chemical Education*, 563 – 567.
- López, H. (2001). *Investigación cualitativa y participativa, unidad académica*. Escuela de Ciencias Sociales Facultad: Facultad de Psicología Universidad Pontificia Javeriana. Medellín.
- Martin, E. (1992). ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? *Investigación e innovación educativa*. Tarbiya. 31-49.
- Martín, M. y Martin, M. (2009). Estudio histórico-experimental de la Catálisis en enseñanzas no universitarias, *Anales de Química*. 105(2), 120-125.
- Molina, W.M. (2008). Sentidos de la enseñanza media desde la experiencia escolar de los estudiantes de liceos municipales. *Estudios Pedagógicos XXXIV*, 1. 105-122.
- Murillo, Y.E. (2009). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza del tema Catálisis*. Trabajo de Grado, Licenciatura en Química, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Olivé, L. (2006). Comentarios sobre los pilares. En los sentidos de la educación, *Prelac*. 2, 132, 142.
- Pérez, A., Soto, E., Sola, M. y Serván, M.J. (2009). *La universidad del aprendizaje, orientaciones para el estudiante*. En Espacio Europeo de educación superior, ed. Akal.5-22.

- Porta, L. y Silva, M. (2003). *La investigación cualitativa: el análisis de contenido en la investigación educativa*. Mar de plata, Argentina.1-17. Recuperado 12 de septiembre del 2013 de <http://www.uccor.edu.ar/paginas/REDUC/porta.pdf>.
- Pozo, J. y Gómez, M. (2000). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Ediciones Morata. Madrid, España.
- Ramírez, A., Vargas, L., Valderruten, N. y Zúluaga, M. (2008). La Catálisis, una ciencia para una mejor calidad de vida. *Boletín VRI Vicerrectora de Investigaciones*. 16, Agosto. 9-11.
- Rueda, R. (2006). Actitudes, representaciones y usos de las nuevas tecnologías: el caso colombiano. En: revista: ILCE. Tecnología y comunicación educativa (38), julio – diciembre.
- Solé, I. (1993).Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En C. Coll, E. Martín, T. Mauri, J. Onrubia, Miras, M y A. Zabala, en *El constructivismo en el aula*. (p. 47-63). Barcelona.ed. Graó.
- Taylor, S.J. y Bogdan, R. (1984). Introducción ir hacia la gente, en *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. (p.1-12). ed. Paidós.
- Torres, L.C. (2005). Para que los semilleros de investigación. *Memorias*, 8.Universidad Nacional de Colombia. 2-10. Recuperado el 20 de agosto del 2013 de <http://www.revistamemorias.com/edicionesAnteriores/8/semilleros.pdf>.
- Universidad del Cauca Portal de internet (consultada enero, 2014).*Objetivos de la Universidad, de la Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y de la Educación y perfil del químico*. Extraída de ww.unicauca.edu.co.
- Valencia, S., Sandoval, S., Méndez, O., Rojas, D., Jiménez, G. y Sánchez, D.(2010). *Sentido de la enseñanza de las ciencias en Colombia y su relación con la investigación y la política educativa; estudio de opinión*. Departamento de Física, Facultad de ciencias y tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional.1-6.

CAPITULO 2: LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD

Frente al cumplimiento del primer objetivo planteado de conocer el impacto que tiene la Catálisis en la sociedad, se realizó una investigación de tipo histórica, que implicó la revisión bibliográfica de los documentos relacionados con la historia de la Catálisis, las principales aplicaciones y los hechos sociales de la época donde se presentaron avances significativos en esta área del conocimiento, de allí se construyó un documento titulado *tras las huellas de la Catálisis* en el cual se condensó los aspectos más importantes de la historia y la epistemología de la Catálisis resaltando elementos históricos, personajes y el contexto social que se relaciona con el origen y la evolución de la misma, además se incluyen algunas de las múltiples aplicaciones que tiene esta área del conocimiento en la sociedad actual, así como el impacto que tiene para la vida de hoy.

Algunos aspectos históricos y epistemológicos de la Catálisis

La Catálisis como proceso ha existido desde hace mucho, dado que se remonta al origen de la vida misma en nuestro planeta ya que las arcillas han cumplido y continúan cumpliendo un papel protagónico como catalizadores en los procesos biológicos, incluso en los que generaron las primeras moléculas orgánicas en nuestro planeta (Dominguez y Schifter, 1992, cap 3) y millones de años después, también participaron en la gestación del petróleo combustible fósil que revolucionó la sociedad y donde los catalizadores juegan un papel vital en su proceso de transformación.

Sin embargo los registros escritos nos llevan al nacimiento mismo de la química, lo que se comprende a la luz de los conocimientos actuales según el cual el 90 % de los productos químicos industriales y usados por la sociedad, son producidos con ayuda de catalizadores

(American Chemical Society, 1996) además las enzimas (biocatalizadores) son imprescindibles para que se produzcan las reacciones bioquímicas adecuadamente.

De esta manera la historia de la Catálisis está estrechamente unida a la historia de la química, por ejemplo cuando nuestros antepasados comenzaron a percibir los cambios que ocurrían en la naturaleza, en donde las sustancias después de un determinado tiempo se transformaban en nuevas sustancias (por ejemplo la fermentación) la naturaleza comienza a mostrar los catalizadores, los cuales hoy conocemos como catalizadores naturales o biocatalizadores (enzimas) los cuales responsables de regular la velocidad de un gran número de reacciones en los seres vivos, incluyendo todo el metabolismo y además tienen una variedad de aplicaciones en la industria. Estas manifestaciones sería el inicio de un largo camino para entender los fenómenos químicos que rodean nuestro mundo y en los que la Catálisis ha estado presente como proceso, aunque se haya requerido de siglos para entender su accionar e introducir el concepto que lograra definirlo.

De esta manera en un sentido práctico para el presente texto, no con el objetivo de negar acontecimientos que ocurrieron mucho antes de esta época, nos remitimos hacia principios del siglo XIX, debido a que fue aquí comienza a gestar el reconocimiento de la existencia de una área llamada la Catálisis, para esta época los científicos observa un desarrollo importante en algunos fenómenos químicos, que no podían ser explicados con la teorías del momento y que generaron la búsqueda de una explicación y un concepto que logrará definirlos científicamente y a los cuales Jöns Jakob Berzelius (1779–1848) tuvo acceso en debido a su posición social como secretario de la Real Academia Sueca de las Ciencias durante cuarenta años, desde 1808 hasta 1848, por lo que debía leer prácticamente todos los artículos de Química publicados en Europa, lo que probablemente le permitió proponer no solo el concepto de Catálisis sino otros de gran importancia como proteína, halógeno, radical orgánico, isómero, polímero, alótropo (Caseres, 2009, p. 3) (Martin y Villamil , 2005, p. 50)

Algunos de estos fenómenos se mencionan a continuación aclarando que estos se desarrollaron en una época que se llamó la primera revolución industrial (1760-1860) proceso que no cambio únicamente la industria, sino que afectó las condiciones económicas y las instituciones políticas, las estructuras sociales y las formas literarias y artísticas, la vida de la familia, los hábitos y las costumbres. (Krebs, 1982, p. 159). Por lo que genero algunas condiciones que fueron aceleradores o inhibidores en el avance de esta área.

En 1811 durante las guerras napoleónicas (1799-1815) se interrumpió en Europa el suministro de azúcar de caña procedente de América, con lo que se empezaron a buscar sustitutos a la sacarosa, uno de los principales eventos relacionados, fue el realizado por el químico Ruso Konstantin Kirchhoff (1764-1833) el cual observó que al calentar una solución acuosa de almidón en presencia de ácido sulfúrico, obtenía una sustancia dulce (glucosa) cuando intentaba obtener un sustitutivo de la goma arábica, proceso conocido como hidrólisis del almidón, este descubrimiento tuvo lugar en una colonia que estaba cercada por las tropas de Napoleón y por esto el zar lo premia con mil rublos anuales (Martín y Martín, 2009, p. 120).

Louis-Jacques Thenard (1777-1857), anunció el descubriendo del peróxido de hidrógeno en 1818. En este documento quedo claro que una sustancia puede acelerar una reacción química sin que esta sea químicamente cambiada. (Robertson, 1975, p. 64) él habló de una fuerza desconocida, y en 1831 en su segundo tratado asocia la explicación a fenómenos eléctricos, ya que no se podía explicar por la teoría de la afinidad.

La primera clara realización de una reacción química entre dos reactivos gaseosos sobre una superficie metálica sin que el metal fuese químicamente modificado se encuentra en un documento de Sir Humphry Davy (1778-1829) publicado por la *Royal Society* en 1817. Estas investigaciones lo llevaron a la construcción de la lámpara de seguridad de los mineros. (Wisniak, 2010). Con este experimento Davy había descubierto el fenómeno de la oxidación catalítica heterogénea.

El trabajo de Johann Wolfgang Döbereiner fue muy importante ya que en 1823 después de llevar a cabo muchos experimentos con diferentes metales en especial con el platino, lo llevaron a la idea de una aplicación práctica en el encendido del gas hidrógeno, este invento, que en su época fue muy práctico, se empleó para la iluminación de ciertos salones. Este descubrimiento fue considerado por Berzelius como el más brillante de su época. Desde Inglaterra se interesaron enseguida en el invento ofreciéndole importantes cantidades de dinero, que rechazó para que el aparato fuera accesible a todo el mundo (Lorén, 2010, p. 2). Lo que muestra que no siempre la ciencia tiene fines lucrativos.

Michael Faraday (1791-1867) quien fue uno de los científicos británicos más destacados del siglo XIX, realizó un excelente estudio de las propiedades catalíticas de platino, en este, Faraday investigó tanto los efectos del pre tratamiento, como los del envenenamiento de metales por impurezas. Él hizo una clara distinción entre venenos permanentes y temporales, y que los últimos podrían ser eliminados por la regeneración. (Lindström, y Pettersson, 2003, p. 132) sin embargo por algún motivo el trabajo de Faraday no fue mencionado por Berzelius en su resumen de los fenómenos catalíticos.

En 1843 Berzelius, propuso y explicó la fuerza catalítica en el marco de su teoría dualista²: *"actúa principalmente en la polaridad de los átomos, aumentándola o disminuyéndola. En otras palabras, la fuerza catalítica se manifiesta por la excitación de las relaciones eléctrica que hasta ahora han eludido nuestras investigaciones"* (Kilani, Batis y Chastrette, 2001 citados por Wisniak, 2010, p. 66), por esto Berzelius es reconocido en cualquier documento que se refiera al origen del concepto, de manera que es interesante pensar como sin haber sido un realizado una larga investigación alrededor del fenómeno llamado catálisis, logro con el análisis de la información a la cual tuvo acceso,

²La teoría dualista, según la cual todo compuesto estaba formado por una parte positiva y otra negativa, fue fecunda en la comprensión de los fenómenos electrolíticos, explicaba la naturaleza de las fuerzas de afinidad que mantenían unidas las sales y otros compuestos, y era posible entender a partir de ella, las reacciones de neutralización, y de intercambio.

proporcionar un concepto tan importante para la química y para la sociedad. Lo anterior no indica que Berzelius no haya tenido aportes importantes en la química práctica.

Sin embargo surgen inconformidades, como es natural en la ciencia, frente a los planteamientos de Berzelius, una de ellas es planteada por Wilhelm Ostwald (1853-1932) él cree que un catalizador no induce una reacción sino que la acelera, sin la formación de un compuesto intermedio. En otras palabras, que un catalizador era un cuerpo que modifica la velocidad de una reacción sin tomar parte en ella, Ostwald decidió exponer su teoría de la Catálisis en el curso de un resumen, que preparaba en contra de un artículo publicado por Karl Friedrich Adolph Stohmann (1832-1897) él no estaba de acuerdo con la definición de Stohmann que decía que *“la Catálisis es una condición de movimiento de los átomos en una molécula de un cuerpo frágil el cual permite la entrada de la energía emitida por otro cuerpo, y conduce a la formación de cuerpos más estables con menos energía”* (Ostwald, 1894 citado por Wisniak, 2010, p. 67).

La definición propuesta por Ostwald es tan importante que prevalece hasta nuestros días y sigue apareciendo en los muchos de los libros de texto de química actuales. Un ejemplo textual tomado de un texto común en química general es la siguiente: *un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de una reacción química sin consumirse en ella.* (Chang, 1999, p. 539). Llama la atención la persistencia de este.

Sin embargo fue Paul Sabatier (1854-1941) quien, identificó anomalías en la teoría física que explicaba funcionamiento de los catalizadores, la cual fue planteada principalmente por Michael Faraday (1791-1867) desde el punto de la electrolisis, mostrando un ejemplo de uno de los grandes problemas epistemológicos de la química como lo llama Villaveces (2000) “fiscalismo” donde al parecer cuando la química va a trascender su instrumentalismo y necesita encontrar respuestas a nuevas cuestiones, debe acudir a la física (p.12).

Pero Sabatier logro trascender y formuló su teoría química la cual postulaba la formación de intermediarios inestables. Su trabajo tanto en la ciencia como en la industria constituye la base de las teorías moderna sobre la Catálisis así como muchos de los procesos utilizados en la actualidad en la industria petroquímica. Junto con Jean-Baptiste Senderens (1856-1937) descubrieron la hidrogenación catalítica, un hallazgo que dio a Sabatier el 1912 Premio Nobel de Química: los catalizadores de metales de hidrogenación (y particularmente níquel) permiten, por su sola presencia, fijar hidrógeno en las moléculas más diversas. (Wisniak, 2010, p. 63)

Estos acuerdos y desacuerdos nos permiten observar como para la definición de nuevos términos se requiere el establecimiento de nuevos sistemas conceptuales, lo que es común en lo largo de la ciencias, es decir para comprender los procesos catalíticos se hizo necesario una nueva área del conocimiento, la Catálisis, la cual continua evolucionando, y hoy en día se puede definir como proceso mediante el cual un catalizador – que puede ser una substancia, elemento o compuesto o una combinación de elementos o de compuestos- sin ser químicamente alterado ni aparecer en los productos de la reacción, influye en una reacción química produciendo cualquiera de los siguientes resultados: efecto acelerador, alterando la velocidad de reacción o efecto orientador, determinando la dirección que tomará el sistema,³lo que indica que tanto Berzelius como Ostwald tenían razón en que un catalizador puede acelerar u orientar una reacción química, pero discreparon en otros aspectos como por ejemplo, el catalizador si toma parte en la reacción química como afirmo Sabatier formando intermediarios, y si aparece en los productos de la reacción química, de manera que se puede recuperar, lo que no quiere decir que no se desgaste, se pierda o disminuya su actividad.

Estos aportes permitieron vislumbrar como la Catálisis podía ser aplicables a la mayoría procesos químicos y que el uso de un catalizador apropiado en un proceso industrial podría dejar significativas ganancias financieras. Esta nueva percepción de la Catálisis fue formulada precisamente por Ostwald, quien una vez escribió que “probablemente no hay

³Definición construida a partir de las discusiones en el semillero de Catálisis

reacción química que no pueda ser afectada catalíticamente” (Lindström, y Pettersson, 2003, p.130) lo que muestra una de los motores que posibilita a ciencia en la sociedad, el beneficio económico, de esta manera a partir del siglo XX se inicia un crecimiento exponencial del estudio de los catalizadores y de la aplicación de los mismos, esto unido al aumento de la población y de las necesidades de productos y servicios que mejoren la calidad de vida de las personas.

Esta época coincide con lo que se llamó la segunda revolución industrial (1870-1914) basada por supuesto en un modelo económico llamado capitalista y en el pensamiento racionalista característico de sus seguidores, se caracterizó por el surgimiento de nuevas y mejoradas técnicas de producción. Grandes industrias surgieron en torno a los productos químicos, combustibles y farmacéuticos, de modo que los materiales y productos podrían ser elaborados en cantidades suficientes y a un costo razonable. Además la minimización de subproductos, que con ayuda de catalizadores, tenía evidentes ventajas económicas. (Armor, 2011, p. 4) .También hubo un crecimiento general de la demanda de productos químicos a granel y por lo tanto la producción de éstos durante este período tuvo su punto más alto durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918) cuando las exigencias en materia de explosivos basados, en ácido nítrico, alcanzó proporciones absurdas (Lindström, y Pettersson, 2003, p. 130) de modo un hecho como la guerra generó un giro inesperado de la industria hacia sus intereses.

Como es el caso del amoníaco, el cual fue originalmente desarrollado para dotar a Europa de un fertilizante para evitar una hambruna después de la crisis que estaba atravesando la agricultura por la caída masiva de los precios consecuencia del capitalismo naciente. Sin embargo, la mayor parte del amoníaco producido terminó como un producto químico a granel en la producción de nitrógeno, base de los explosivos (Robertson, 1975, p 69) lo que muestra como el conocimiento científico se pone al servicio de los intereses de los que poseen el capital económico para potenciarlo.

Es por esto, y mostrando las contradicciones que se dan en la sociedad, que en 1918, cuando Fritz Haber recibió el Premio Nobel de Química por la síntesis del amoníaco, se desencadenan protestas por toda Europa. De esta manera este periodo de la evolución de la Catálisis terminó con algo de vergüenza ya que los acontecimientos catalíticos fueron dominados por la producción de armas de destrucción (Lindström, y Pettersson, 2003, p, 134).

Sin embargo al finalizar la primera guerra mundial cuando la demanda de explosivos disminuyó y la producción industrial se desplazó hacia procesos innovadores como la fabricación de combustibles siendo el petróleo su principal fuente, esto como respuesta a una necesidad social de la proliferación de automóviles cuando Henry Ford lanzó en 1922 su famoso modelo "T". Ese año había 18 millones de automóviles; para 1938 el número subió a 40 millones, en 1956 a 100 millones, y a más de 170 millones para 1964 (Chow, 1997, cap. 1)

Sin embargo para que el petróleo se convierta en un preciado combustible requiere que separe en fracciones por destilación y para esto se somete a un proceso llamado pirolisis (ruptura) catalítica (*cracking*) en una refinería. La cual requirió probar muchos tipos de catalizadores durante un tiempo, sin embargo estos esfuerzos fueron compensados cuando en 1936 Eugène Houdry (1892-1962) desarrolló el craqueo catalítico de petróleo, Houdry originalmente desarrolló el proceso para la *Sun Oil Company*. El proceso se hizo muy relevante durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), cuando se desarrolló una repentina demanda de gasolina de aviación.

De manera que estas condiciones sociales fueron el motor para lograr este avance tan importante para la sociedad, lograr convertir el petróleo en productos útiles, tanto que hoy la industria química depende en parte de los insumos derivados del petróleo, materias primas, que se logran a partir de utilizar procesos catalíticos, útiles en la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, resinas, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, aditivos para alimentos, fármacos, órganos artificiales, prótesis dentales, llantas, alcohol para vinos,

complementos alimenticios para ganado, hule sintético, inhibidores de corrosión, tintas para imprenta, adhesivos, lacas, perfumes, saborizantes, películas fotográficas, jabones y detergentes, aditivos y aceites, polímeros, etc. (Gil, 1999. p. 27). Lo que muestra la amplia gama de productos que depende en de la Catálisis para su producción, y en consecuencia en la que los químicos tienen su accionar a diario, lo que podría inferir como su apropiación permitiría tomar mejores decisiones no solo como químicos sino como ciudadanos.

Paralelamente a este avance industrial lo químicos profundizan en los conocimientos propios de la Catálisis y en 1927 el químico británico Cyril Norman Hinshelwood (1897-1967) presentó su teoría cinética donde desarrollo ampliamente los mecanismos de las reacciones químicas utilizando métodos cinéticos, estuvo basada en hallazgos anteriores hechos por Langmuir, quien contribuyó a la construcción de los fundamentos de la Catálisis, en especial con respecto a la superficie química. En 1915, describió por primera vez la Catálisis heterogénea como algo que ocurrió en una sola capa de moléculas de gas y que ocurre en una superficie sólida (Amor, 2011, p.5). Los principios de cinética de Langmuir- Hinshelwood se siguen aplicando en el modelado catalítico de hoy y dio a Irving Langmuir el Premio Nobel en 1932. Los descubrimientos de Langmuir y Hinshelwood fueron popularizados por Olaf Hougen y Kenneth Watson quienes aplicaron las teorías de Langmuir y de Hinshelwood al diseño de reactores y al principio de ingeniería química (Lindström, y Pettersson, 2003, p. 135).

Estos avances permitieron el desarrollo de materiales tan importantes para la sociedad como lo son los polímeros a granel derivados de etileno y propileno, estos se preparan a través del catalizador Ziegler-Natta. Estos catalizadores representan uno de los más elegantes ejemplos en la Catálisis, tanto desde el punto de vista de su versatilidad, y diseño como de su muy difundida aplicación industrial en los procesos de polimerización de olefinas. Fueron descubiertos a principio de la década de los cincuenta en el laboratorio de Karl Ziegler en Alemania y desarrollados (aplicación industrial) en el laboratorio de Giulio Natta en Italia. Por el impacto industrial de estos catalizadores a la industria del plástico, a estos investigadores le fue otorgado el premio nobel en química en 1963 (Muñoz, 2004,p.

13). Es importante resaltar que precisamente las grandes propiedades que tienen los polímeros, los han convertido en la actualidad en un problema serio para el ambiente debido a los largos períodos de descomposición que tiene ya que se hace imposible que la naturaleza los degrade a la misma velocidad con se produce en la actualidad. Es por esto que este es un campo de acción de la química actual y donde la Catálisis tiene retos para enfrentar.

A medida que el mundo se apartó de una economía a base de guerra, un cambio natural en las demandas de productos químicos se produjo es especial a mejorar los procesos petroquímicos y de polímeros necesarios para responder al consumo masivo de la sociedad característico de los últimos dos siglos, la cual nos ha dejado no solo beneficios sino grandes problemas en especial el impacto negativo al medio ambiente y a los seres vivos que habitamos este medio ambiente, consecuencia de este desarrollo industrial ya mencionado. Este hecho que fue reconocido por el mundo en especial en los años ochenta con el libro de Rachel Carson (1980) Primavera silenciosa -título que hace referencia a la desaparición de los pájaros- en cuyo texto ofrecía abundantes y contrastadas pruebas de los efectos de algunos los plaguicidas el mundo, de manera que la sociedad empieza a tomar conciencia de estos efectos, aunque tales denuncias le valieron violentas críticas y duros acosos por parte de la industria química, los políticos y numerosos científicos que negaron valor a sus pruebas, acusándola de estar en contra del progreso que permitía dar de comer a una población creciente y salvar así muchas vidas humanas. Sin embargo, apenas diez años más tarde se reconoció los efectos peligrosos de estas sustancias (Gil y Vilches, 2005, p.306).

A partir de todo este cambio paradigmático, nace una nueva área de conocimiento llamada la química ambiental y donde la Catálisis comienza a contrarrestar en alguna medida los efectos negativos, que indirectamente causo. Es así como surge elementos como el convertidor catalítico como respuesta a la contaminación con agentes nocivos de los procesos de combustión que se dan en los automóviles, es tal el auge de este tipo de aparatos que hoy la mayoría de los automóviles del mundo posee este sistema.

Sin embargo queda mucho por hacer y de esta manera la Catálisis tiene cuatro grandes retos por enfrentar, desde el punto de vista *científico*, se hace necesario el diseño, preparación, evaluación y optimización de nuevos materiales catalíticos, entender mejor el comportamiento catalítico (actividad y selectividad) a nivel molecular, el aumento en la transferencia de tecnología entre la academia y la industria, (Che, Védrine, 2012, citado por Fechete, Wang y Védrine, 2012, p. 21).

Desde el punto de vista *económico*, corresponden a la utilización de materias primas más baratas y fácilmente disponibles, el aumento de la productividad, disminución en el tiempo entre el descubrimiento y la comercialización, el descubrimiento de nuevas reacciones catalíticas, el desarrollo de procesos más selectivos e intensivos, el descubrimiento acelerado de nuevos catalizadores –no basados en metales nobles (Boulaoued, Fechete, Donnio, Bernard, Turek, Garin, 2012 citado por Fechete, Wang y Védrine, 2012, p. 21) y la evaluación y escalado de los procesos (Fechete, Wang y Védrine, 2012, p. 21).

A nivel *ambiental*, quizá uno de los retos más importantes, se hace necesario minimizar y/o reutilizar subproductos mediante su conversión en productos útiles, sustituyendo procesos que emplean múltiples pasos por síntesis directa, para evitar la exposición a intermediarios peligrosos, reduciendo efluentes (gases, solventes, sales), y usando fuentes sostenibles de materias primas y proveedores de energía. El desarrollo biomasa para materiales químicos y las fuentes de energía deben convertirse en un punto clave para el futuro. El desarrollo de biorrefinerías está en sus comienzos, sin embargo, con referencia al pasado en la industria del petróleo, se puede imaginar que las grandes mejoras serán desarrolladas con una investigación continuada en este campo. (Fechete, Wang y Védrine, 2012, p. 21). Este punto se une necesariamente a los desafíos *energéticos*, que corresponden a reducir el consumo de energía, por ejemplo, favoreciendo la producción de hidrógeno como fuente de energía y como un material químico importante, desarrollar tecnologías eficientes para la división del agua y aumentar el uso (Walder, Warren, MaKone, Boettcher, Santori,

Lewis,2010 citado por Fechete, Wang y Védrine, 2012, p. 21) de biomasa y otras fuentes renovables, tales como la solar, eólica, hidroeléctrica y energía nuclear.

Como se mostrar la Catálisis es mucho más que acelerar una reacción química, implica un conocimiento de los catalizadores y de las reacciones, además este análisis permite comprender los factores sociales, políticos, culturales que la han llevado a convertirse en la ciencia en construcción que es hoy, la cual está presente en muchos de los procesos que llevan a la elaboración de los productos y servicios que la sociedad usa a diario, por lo que su aprendizaje para un profesional en química es ineludible.

La Catálisis para el semillero

Tomando como base los datos obtenidos en con los participantes del semillero, se codificaron teniendo como base la categoría selectiva LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD, esta codificación inicialmente corresponde a símbolos para indicar el documento y el párrafo donde está la categoría cultural, luego se agruparon y se realizó una primera descripción (Anexo 1) donde surgieron las siguientes categorías conceptuales:

Reconocimiento de aplicaciones industriales: está claramente manifestado en los participantes las aplicaciones de los catalizadores en la industria petroquímica, ya que es una de la que más depende de éstos para lograr la producción de una variedad de productos que de este se derivan.

“Finalmente concluye el gran impacto que tiene esta industria en la vida de los seres humanos pues el petróleo mueve el mundo y ha sido la gracias a los procesos catalíticos que esto se da” D2p9

Surge además una aplicación de frontera que es la química ambiental, este aspecto aparece en el análisis histórico como uno de los retos, pero al parecer para los participantes este es uno de sus campos de acción más importante en la actualidad, como se observa en algunos relatos:

“Mi trabajo es como remover los contaminantes denominados clorofenoles, el 4-cloro fenol, por oxidación electro catalítica en aguas. Ya que estos compuestos son derivados de muchas fábricas” D5p14.

“Y este trabajo es muy importante porque tiene aplicaciones en la industria química y abre nuevas oportunidades en la industria de los fármacos, plásticos y otros materiales, su producción a través de esta metodología resulta más barata y más amigable desde el punto de vista ambiental” D2p13

Precisamente la segunda categoría conceptual es el reconocimiento de los **beneficios ambientales y económicos**: el uso de la Catálisis en la industria ha traído beneficios ambientales ya que los procesos se hacen con mayor eficiencia, selectividad, con menos subproductos, y a menor costo energético, además el uso de la misma en la remoción, control y/o bioremediación de contaminantes que hay en el ambiente. Ellos lo enuncian así:

“Finalmente habla de las aplicaciones y los alcances que esto tiene, dice como con la metátesis catalítica, las rutas de síntesis son más cortas, generan más productos y menos subproductos, lo que genera una producción ambiental más limpia y amigable” D2p17.

“Me explica el montaje que realiza le pregunto cuál es la importancia de su trabajo y dice que es buscar catalizadores más selectivos y económicos para la producción de alcoholes” D8p4.

“Además también estamos generando la cualidad de la producción limpia con un buen catalizador podríamos dejar de utilizar un solvente o algunas otras sustancias que eventualmente caen al agua y contaminan” GD2p76

“Él me dice que ella está trabajando con polímeros biodegradables, es decir también es en catálisis pero para la síntesis de polímeros es decir plásticos pero biodegradables” D8p10

A continuación se encuentra una categoría conceptual muy importante, que se relaciona y es a la vez consecuencia de las expuestas anteriormente, referida a cómo la Catálisis contribuye al **mejoramiento de la calidad de vida** de los individuos de la sociedad

“Mi trabajo es remover los contaminantes denominados cloro fenoles por oxidación electro catalítico en aguas. Ya que estos compuestos son derivados de muchas fábricas y además son muy persistente en el ambiente, hay una legislación frente a estos productos pues según estudios pueden producir cáncer, además los métodos que se usan no son muy efectivos y son muy costosos, de esta manera se están probando algunos electrodos para ver si porcentaje de degradación” E4P7

*“los mejores catalizadores son las enzimas pues sin estas no se puede dar las reacciones bioquímicas indispensables en los seres vivos”***E4P9**

*“Antes de catalíticos somos químicos y hemos generado un alto nivel de vida para la sociedad y no queremos disminuir ese nivel de vida por el contrario la gente está exigiendo constantemente ese nivel de vida pero entonces nosotros con los procesos catalíticos podemos sintetizar algunos tipos de sustancias que sirvan para la sociedad”***GD2p77**

Esta categoría nos permite ver aspectos donde la Catálisis es indispensable como es el caso de las enzimas y la remoción de sustancias dañinas para los seres vivos, sin embargo se esperaría más manifestación en lo referente a este aspecto, por lo que se tendrá en cuenta en el análisis y propuesta finales.

Posteriormente surge una categoría relacionada con la identificación de **retos y desafíos** de la Catálisis, la cual se relaciona entre otros con los beneficios ambientales que se discutió en una línea atrás, estos incluyen además los económicos, y los energéticos, lo que se traduce en producción de catalizadores más económicos, más selectivos, además de enfrentar o contrarrestar los problemas ambientales actuales, de esta manera se citan algunos apartados:

*“La catálisis tiene la solución y sería buscar catalizadores que de una u otra manera estén al alcance de las industrias y que puedan utilizarse fácilmente para disminuir la cantidad de CO₂ que se libera al ambiente e ir innovando ir buscando y eso depende de nosotros de la universidad y del grupo”***GD2p87**

*“Si hablamos de los combustibles también tenemos una alternativa no solamente como una alternativa o utopía sino que se dice mire tenemos las celdas de combustible necesitamos allí catalizadores que de alguna manera haga la reacción que produzcan a través de oxígeno e hidrógeno podría producir una energía alternativa”***GD2p80**

*“la industria debería hacer convertidores con otros metales que cumplan la misma función pero sean más baratos.... los grupos de investigación deben presentar proyectos de nuevas propuestas para convertidores catalíticos más eficientes y más baratos”***GD1p23**

Es innegable los beneficios que ha traído para la industria el uso de catalizadores, sin embargo está enfrentando un desafío en lo relacionado con tratar problemas ambientales,

ya sea de manera directa, descontaminando el agua, el suelo, el aire o de manera indirecta disminuyendo la energía necesaria para llevar a cabo los procesos, generando catalizadores menos contaminantes, selectivos, es decir que genere menos subproductos.

Finalmente surge como elemento importante las nociones del **concepto de Catálisis** que se manifiesta en el grupo y allí se observan algunos elementos a resaltar y donde el estudio histórico y epistemológico del concepto es muy útil:

“Proceso que además de permitir todas las reacciones o los procesos químicos se den de manera más limpia y amigable con el medio ambiente se ahorra energía y baja la energía de activación para que todos los procesos se den a mayor velocidad y menor energía” E2P7

“Que es una ciencia completa, es muy amplia, se trata de hacer que las reacciones se den a hacer o promover que las reacciones se den más rápido, que den una buena aproximación a la teoría en menor tiempo y que va ha ligado a muchos otros” E3P7

A lo largo de la investigación en los participantes se observa que prevalece el concepto como aceleración de una reacción química, propuesta en 1905. Todavía está lejos de lo que es realmente, el análisis histórico nos permitió ver como que un catalizador se sale del parámetro de compuesto y del elemento, además que no solamente acelera, sino que puede orientar una reacción, y que interviene en ella para poder que se lleve a cabo, además como se desgasta el catalizador, se lixiviana, se disminuye su actividad, de manera que llama la atención la persistencia de conceptos algo incompletos en estudiantes que llevan un tiempo formándose en esta área tan particular.

Las anteriores categorías si bien nos permiten inferir un reconocimiento de la Catálisis como un área importante en la química, resulta preocupante la ausencia de discusiones frente a la historia o la epistemología del concepto, al indagar frente a este punto los profesores manifiestan que ya se hizo un seminario al inicio sobre algo de la historia, pero en lo relacionado con la epistemología no, sin embargo muestran interés en la necesidad de que esta investigación pueda contribuir en este punto. Además se esperaba en un grupo interesado en este tema, manifestaciones más claras de las aplicaciones directas o indirectas del uso de catalizadores en la sociedad.

Conclusiones parciales

El análisis histórico y epistemológico muestra que la Catálisis es una ciencia en construcción, su concepto nació por la necesidad de comprender nuevos fenómenos que no podían ser explicados por las teorías de la época, y que a lo largo de su evolución ha tenido aciertos y desaciertos, es decir si bien es innegable la importancia que tuvo y aún tiene para la industria del mundo, también ha contribuido a la contaminación del ambiente, sin embargo remediarlo o disminuir estos efectos es precisamente uno de los grandes retos que tiene para el futuro.

Además este análisis nos permitió entender cómo se llevaron a cabo los procesos de generación de conocimiento en esta área, mostrando que la ciencia no es una acumulación de verdades ni el resultado del pensamiento de grandes genios que aplican el método científico y utilizan aparatos sofisticados en laboratorios aislados. Por el contrario, se mostró las profundas relaciones que se tejen entre la ciencia y los factores sociales, culturales, económicos, políticos que hacen parte en la producción de nuevo conocimiento.

Sin embargo, frente al análisis de los datos provenientes de semillero se observa que los participantes solo reconocen algunas de las múltiples aplicaciones que tienen la Catálisis en la sociedad. Por ejemplo frente a los beneficios económicos y ambientales, se reflejan en los trabajos de tipo investigativo que desarrollan algunos participantes en el grupo. Al igual, frente a los aspectos epistemológicos e históricos están ausentes en las discusiones académicas

Referencias Bibliográficas

- American Chemical Society (1996). Report Technology Vision 2020: The Chemical Industry. Recuperado 25 de mayo del 2012 de http://www.chemicalvision2020.org/pdfs/chem_vision.pdf.
- Armor, J. (2011). A history of industrial Catalysis. *Catalysis Today*, (163) 3–9.
- Casares, J. (2009). Berzelius y su tiempo, discurso leído en real academia de farmacia española. 1-16.
- Chang, R. (1999). *Química general*, (6ªed.). México. McGraw-Hill, Interamericana Editores, S.A.
- Chow, S. (1997). *Petroquímica y sociedad*. Fondo de cultura económico. México. Recuperado el 29 de junio del 2012 en http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_8.html.
- Domínguez, J. y Schifter I. (1992). *Un reactor de barro*, Fondo de cultura económica (Eds.), *Las arcillas: el barro noble*, (1ª ed.). México, Recuperado el 24 de septiembre del 2012 de http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/ilece.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/109/html/sec_8.html.
- Fechete, I., Wang, Y. y Védrine, J. (2012). The past, present and future of heterogeneous catalysis. *Catalysis today* (189).2-27.
- Gil, J. L. (1999). *Estructuración de una Comunidad Científica: El Caso de la Catálisis*, Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado el 3 de noviembre del 2012 de <http://dcsh.xoc.uam.mx/ecocambiotec/tesismaestria/26agiljoseluis1999.pdf>.

- Gil, D y Vilches, A. (2005). Inmersión en la cultura científica para la toma de decisiones. ¿Necesidad o mito? *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, (3). 302-330.
- Krebs, R. (1982). *Breve historia universal*, El Saber Y La Cultura, Santiago de Chile, Universitaria. 1-229.
- Lindström, B. y Pettersson, L. (2003). A brief history of catalysis. *Feature*, 7, (4). 130-138.
- Lorén, J. M (2010). Encendedor de Döbereiner, triadas de Döbereiner Johann Wolfgang Döbereiner (Bayreuth, 1780 – Jena, 1849), *Epónimos Científicos*, Universidad Cardenal Herrera-CEU, Moncada, Valencia. 1-3.
- Martín M. Y Martín T. (2009). *Estudio histórico-experimental de la Catálisis en enseñanzas no universitarias*, *Anales de Química*, 105(2), 120-125.
- Martin, N y Villamil, P (2005). Conociendo a Jons Jacob Berzelius (1779-1848). *Contacto S*, 58, 49-54.
- Muñoz, F (2004). *Catalizadores Ziegler-Natta, propiedades y aplicaciones*, Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Departamento de Química, Mérida, Venezuela. Recuperado el 15 de noviembre del 2012 de www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/16702/1/catalizadores.pdf.
- Robertson, A. (1975). The Early History of Catalysis. *Platinum Metals Rev.*, 19, (2), 64-6.
- Villaveces, J.L. (2000). Química y epistemología, una relación esquivada. *Revista Colombiana de Filosofía de las Ciencias*. 2 (2-3), 9.26.
- Wisniak, J. (2010). The History of Catalysis. From the Beginning to Nobel Prizes. *Educación química*. 21(1), 60-69.

CAPITULO 3: ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS

En la búsqueda del sentido, en una segunda etapa, se indagó frente a los intereses y motivaciones que mueven a los participantes del semillero hacia el aprendizaje de la Catálisis, como se ha dicho, el proceso de aprender supone una movilización cognitiva desencadenada por un interés, por una necesidad de saber (Solé, 1999, p. 5).

Para este punto se realizó una codificación de todos los diarios de campo, el cuestionario y además algunas entrevistas a estudiantes y profesores del grupo, a las cuales se les realizó análisis de contenido. Lo que se procuró fue profundizar en los intereses de los participantes, en su acercamiento a la Catálisis, en las motivaciones que los llevaron a hacer parte del semillero y en la importancia que tiene para ellos esta área del conocimiento.

Para esto se partió de una caracterización del grupo de donde se encontró que: el semillero de Catálisis cuenta con 29 estudiantes de pregrado, en su mayoría del programa de química (25), algunos de ingeniería ambiental (2) y uno de ingeniería civil, uno de antropología, de los cuales 21 son del sexo femenino y 8 del sexo masculino, además un joven y una joven investigadora, dos estudiantes de maestría en ciencias química, una estudiante de maestría en educación y tres docentes coordinadores.

Los estudiantes tienen edades de entre los 16 a 34 años, el departamento de origen es variado así: Cauca (17); Huila (7); Valle del Cauca (3); Otros (2), en cuanto al tiempo en el grupo encontramos que menos de 6 meses (6); de 6 meses a un año y medio (17) y más de 2 años (6) y se encuentran matriculados en semestres variados. (Anexo 2). Tanto la joven y el joven investigador son recién egresados del programa de química y desarrollan actualmente proyectos de investigación en el área de Catálisis. Y los estudiantes de maestría se encuentran culminando su estudio y trabajo de investigación también en el área de Catálisis.

Como se puede notar es un grupo bastante heterogéneo lo que permite obtener datos desde diferentes puntos de vista, y resulta interesante para una investigación de tipo cualitativa, pues incluye tanto estudiantes de pregrado los cuales hasta ahora se están formando como profesionales en las diferentes áreas, como egresados que desarrollan proyectos de investigación, además estudiantes de maestría y por supuesto docentes coordinadores con una amplia experiencia en docencia e investigación.

El semillero de Catálisis se conformó por primera vez en el año de 1998 y tiene como fin fomentar la investigación y el interés por esta área del conocimiento tan importante, tiene por objetivo según los docentes coordinadores, desde el punto de vista investigativo, desarrollar proyectos con el fin de:

“destruir aquellos contaminantes, y general nuevas sustancias que tengan un valor más alto, una plusvalía para la química general” E6P1p12

“ Contribuir a las líneas de líneas de acción que tenemos en el mundo : uno es la destrucción de sustancias contaminantes entonces es un reto, una necesidad, que alguien se interese y es el grupo de investigación en catálisis uno de los pioneros en la Universidad del Cauca, en decir que la limpieza de aguas no solo en tratamientos que cambian de matriz la contaminación, sino que destruye de una forma eficiente a través de electro catálisis destruye las sustancias orgánicas, tenemos otros procesos de oxidación catalítica, que nos pueden ayudar a eliminar contaminantes es algo que está en auge, es una necesidad y el grupo de catálisis hace parte de esto, además hacemos síntesis orgánica es decir cogemos algún producto, por ejemplo aceite y lo transformamos, le sacamos la plusvalía a ese aceite a través de la obtención de algún tipo de producto, entonces eso es lo que yo pienso que es el objetivo” E1P1p11

Y desde el punto de vista más holísta algunos afirman que:

“el primer objetivo es que sepan química, que sean buenísimos en química que cualquier pregunta que les haga no importa si es de orgánica, analítica, fisicoquímica o de la misma inorgánica ellos sean capaces de responderla porque deducen la respuesta, ese el primer objetivo, el segundo objetivo es que la información hay que aterrizarla, y como la aterrizamos, aplicándola y como aplicamos en los procesos industriales porque ellos básicamente van a trabajar en la industria entonces esa es la intención que sean buenos en catálisis, que sepan química y que la aterricen. De aquí a mañana cuando los contratan y ellos sepan que van a hacer”. E3P2p7

Teniendo presente que los participantes hacen parte del semillero de manera voluntaria se intuye en ellos, el interés intrínseco hacia el aprendizaje de la Catálisis de manera que al indagarse encontró que trascienden a lo que llama en psicología social las actitudes, es decir aquella motivación social de las personas que predisponen su accionar hacia determinadas metas u objetivos (Hernández, Gómez, Maltes, Quintana, Muñoz, Toledo, Riquelme, Henríquez, Zelada y Pérez, 2011 p. 73)

Las actitudes son importantes si se toma en cuenta que son una organización duradera de cogniciones y creencias en general, dotada de carga afectiva a favor o en contra de un objeto definido, que predispone a una acción coherente con las cogniciones y creencias relativas a dicho objeto (Rodríguez, 1991). Por esto, las actitudes tienen un vínculo estrecho con la motivación, concepto que se refiere a la tendencia a la acción que forma parte de algunas respuestas afectivas. La motivación, a su vez, es un componente esencial en el aprendizaje, pues si el estudiante no se encuentra motivado entonces es poco probable que se implique en los procesos cognitivos necesarios para poder aprender y desarrollarse en forma efectiva (Ellis, 2005, citado por Matus, 2013, p. 59).

Existen actitudes personales que guardan relación con características particulares de los individuos, mientras que existen ciertas actitudes sociales que inciden en las conductas de un grupo o colectivo. Además se establece que para desarrollar una actitud adecuada al proceso de aprendizaje es necesario intervenir: (i) Aspectos cognitivos (conocimientos y creencias), (ii) Aspectos afectivos (sentimientos y preferencias) y (iii) Aspectos comportamentales (intenciones o acciones manifiestas) (Rodríguez, 1991).

Específicamente en la investigación en enseñanza de la ciencias, se encuentran que las actitudes hacia la ciencia retomando a Bendar y Levi (1993 citado por García y Sánchez, 2006, p.63), a Gardner (1975, citado por García y Sánchez, 2006, p.63) y a Vázquez y Manassero (1995) son constructos cognitivos, afectivos y activos que median las acciones para responder hacia los elementos implicados en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y su nexos con la sociedad; resaltando que las actitudes

relacionadas con la ciencia tienen una naturaleza multidimensional, de modo que las actitudes hacia la ciencia son constructos múltiples y diferenciados.

De manera que existen variedad de actitudes hacia las ciencias, específicamente para el presente trabajo se toman como referencia en trabajo de Vázquez y Manassero (1995) donde plantea actitudes referidas a: la naturaleza y métodos de la ciencia; las características de los científicos, la construcción colectiva del conocimiento científico, y la imagen social de la ciencia y la tecnología. En general las actitudes hacia la ciencia se involucran el interés y el gusto por los contenidos de la ciencia y por el trabajo científico.

Teniendo como base lo anterior y los elementos que surgieron en el análisis de datos se toman tres tipos de actitudes para la relación de los datos lo que originan tres categorías conceptuales: la primera el *interés por los contenidos de la ciencia* en este caso la Catálisis; segundo las *actitudes hacia los científicos y su trabajo*, para este caso el trabajo investigativo desarrollado en el semillero de Catálisis y como tercero las *actitudes hacia los logros de la ciencia desde su ambivalencia en la responsabilidad social* para este caso enfocado a los logros de la Catálisis en la sociedad.

Frente a estas actitudes se encuentra tres escenarios relacionados *educación media, universidad y semillero de investigación* y dos actores los *docentes* y los *estudiantes*. En la educación media, se manifiesta en el gusto hacia la química, normalmente generada por la el enfoque con que los docentes orientaron sus clases y que en la mayoría de los casos los llevo a estudiar esta carrera, esto es importante porque a pesar de que el interés no se dio directamente hacia la Catálisis, si fue hacia la química y esta fue la razón por la que muchos de estos participantes estén hoy interesados en la Catálisis:

“la empecé a conocer desde que estaba haciendo mi bachillerato me comenzó a interesar como la química interviene en todo lo que nos rodea y hace parte de nuestra vida cotidiana” E5P4

“Siempre me ha llamado la atención el laboratorio, la investigación y pues tuve en el colegio contacto con laboratorios” E3P4

Frente al segundo escenario se manifiesta en los participantes el interés por el aprendizaje de la Catálisis se gesta por la motivación dada en las clases de la universidad por los docentes debido a la perspectiva que tiene esta área del conocimiento mostrándoles el impacto de ésta en la sociedad, además de ser este espacio una oportunidad para conocerla.

“Cuando estaba viendo química inorgánica con el profe comenzó a hablarnos de los metales y fue muy interesante pues la química orgánica es la más conocida pero esta solo estudia un elemento y la inorgánica en cambio estudia todo el resto de la tabla periódica y muchos metales son catalizadores y esto me pareció mucho más interesante todo ese mundo es prácticamente el 90 % de la tabla periódica a ver que se podía hacer con ella.”

E3P6

“Me encontraba en segundo semestre del programa de química además del interés que tenía por el área de la inorgánica me interesé también en la forma como los directores del grupo no solamente realizaban actividades académicas cotidianas, sino también la forma lúdica que hacía fácil de entender una área tan compleja de la química como es la catálisis, dándole un enfoque no solamente químico sino también ambiental y social”.

CIPMI.

Se observa que hay un interés de los docentes porque los estudiantes conozcan su campo de trabajo en la industria y de mostrarle el impacto social de esta ciencia y la necesidad de plantear soluciones, de manera que esta motivación dada por los docentes es un mediador para crearen los participantes un interés por hacer parte de este semillero y de profundizar esta área del conocimiento tan compleja como ellos lo manifiestan.

Frente al tercer y más importante escenario, el semillero de investigación, se manifiesta de mejor manera las actitudes que tienen los participantes con respecto a la Catálisis, de manera que se logran agrupar en tres categorías conceptuales:

Actitudes hacia la Catálisis como contenido: los participantes muestran una actitud favorable por conocer, profundizar y/o producir conocimiento en Catálisis, de esta manera reconocen que este contenido es complejo pero que adquirir ese conocimiento les permite entender de mejor manera los procesos químicos industriales.

“Deseo tener un grado mayor de conocimiento en cuanto a la química y más exactamente a la catálisis” E1E10p2

“El objetivo de la química se basa constantemente en la investigación para el crecimiento de la misma y del desarrollo de la humanidad, y la catálisis es un área de investigación muy importante dentro de esta, por lo cual se hace necesario hacer parte de un grupo de que desarrolle proyectos en busca de este objetivo” E5P7

“La catálisis que es una parte muy importante de la química y va enfocada a la industria a la parte práctica y permite pasar de la teoría a la práctica y pasar a algo más real” E3P9

También surge como elementos importantes las orientaciones dadas por los docentes, lo que se relaciona con la predisposición de los estudiantes a participar activamente en este semillero. Al momento de indagar a los docentes sobre este punto se observa que orientan el discurso hacia las ventajas de esta área en la industria y el análisis de situaciones donde se requiera el uso de la Catálisis, ya que es allí donde los profesionales en química tiene su mayor actuar, esto a través de metáforas y analogías, además con la organización y distribución de temas para discusión en formas de micro seminarios, que son exposiciones cortas realizadas por todos los miembros del grupo, algunos son temas que ellos escogen o corresponden a mostrar avances en los trabajos de grado, la utilización de una cartelera mural donde se publican artículos de interés y pertinentes relacionados con la Catálisis, también se organizan salidas técnicas a algunas industrias con el fin de acercarse a los procesos industriales donde la Catálisis está presente.

Frente a este punto se encuentra en la literatura que según algunas investigaciones el profesorado es muchas veces el responsable de que los estudiantes se interesen por el estudio de la ciencia (Munro y Elsom, 2000). A veces, su manera de ser, su manera de enseñar, es lo que motiva a los alumnos (Brickhouse, Lowery y Schultz, 2000). La relación entre la ciencia y la vida cotidiana, el conocimiento de las profesiones científicas, la percepción de que la ciencia es útil, son factores que influyen en la actitud que los estudiantes tiene hacia la ciencia (Cleaves, 2005; Hoffmann y Haussler, 1998; Jenkins, 2006; Marbà y Márquez, 2010). De manera que este aspecto juega un papel en la

atribución de sentido que el estudiante le dé al aprendizaje de un determinado contenido, de manera que precisamente los anteriores elementos permiten plantear la siguiente categoría.

Actitud hacia el trabajo en el semillero de Catálisis: dentro de esta hay un interés particular por conocer las dinámicas de grupos de investigación, es decir lo que los cautiva a pertenecer al semillero más que la Catálisis en sí misma; es conocer cómo funciona un grupo de investigación. Los motivan las actividades que allí se llevan a cabo como presentación de un seminario, la interacción con otros pares y la formación no solo científica sino personal y profesional, al ser este un espacio de interacción académica como aquí se manifiesta:

“La principal motivación que tuve para hacer parte del grupo fue la de tener un espacio donde interactuar con personas con los mismos intereses intelectuales y enriquecer mi conocimiento tomando como base los conceptos relacionados con la Catálisis” CIPH2

“Principalmente el aprender, adquirir destrezas en la presentación de una exposición y habilidades, además de aprender a realizar una buena interpretación y exposición de la información que leo. Además porque en el grupo se cuenta con excelentes profesores que saben guiar a los estudiantes y que les permiten brindar las herramientas necesarias para llevar a cabo un buen trabajo sea dentro o fuera de un laboratorio o de un salón de clases” CIE28p1

”Aprender sobre que es como funciona un grupo de investigación, interactuar otras personas del medio” CIE8p1

Estos elementos se pueden relacionar con la necesidad de adquirir habilidades sociales, es decir aquellas relaciones sociales que el estudiante establece con los demás por ejemplo, habilidades para escuchar, habilidad para trabajar en equipo, para llevarse bien con los demás, para comunicarse asertivamente, comprensión de lo que se le comunica.

Estas habilidades sociales se relacionan de igual forma a las habilidades profesionales que *“facilitan la interacción interpersonal entre individuos o en un entorno grupal”* (Sleigh, 2004. p.1). Este aspecto es de vital importancia ya que el semillero es tanto un escenario investigativo para la formación académica del estudiante, como un escenario que reconoce al sujeto en su condición humana, donde el sujeto construye constantemente su sentido de

vida y su existencia a partir de la relación interpersonal con los otros (Hernández, 2010, p. 15).

Por otro lado se manifiesta una actitud favorable frente a realizar trabajos investigativos en esta área del conocimiento debido a la importancia que ésta representa para la química y la industria de manera que repercute en la necesidad de pertenecer a un grupo que de un apoyo a este tipo de intereses investigativos:

“Principalmente para adquirir conocimiento aprendizaje e ir buscando un enfoque para más adelante en la tesis de grado ya que me parece que en el grupo permite ese espacio e involucra actividades de gran interés” CIE18p1.

“Crecer intelectualmente, entender y llegar más afondo sobre temas de mi carrera, buscar campos de aplicación y posibles soluciones a los problemas actuales” CIE5p2.

Como afirma Ortiz (2008 citado por Hernández, 2010) es a través de la investigación el estudiante comienza a manejar aspectos conceptuales y metodológicos que implicarían para él, realizar un proceso de búsqueda de información, análisis y una visión prospectiva que en otros contextos resulta difícil de conseguir. Esta actividad investigativa se propicia en el semillero, de manera que le da al estudiante al final de sus estudios herramientas suficientes para el desarrollo de su opción de grado, eliminado de igual manera el supuesto de que el trabajo de grado es sinónimo de tormento (p.19).

Actitud hacia los logros de la Catálisis en la sociedad: hay referencias importantes de los participantes frente a una actitud positiva por conocer la importancia de las relaciones entre la Catálisis y el ambiente en busca principalmente de posibles soluciones a los problemas medioambientales que aquejan al planeta en la actualidad por ejemplo a través de la producción de conocimiento en la investigación en el área como se observó en la categoría anterior:

“Ampliar mi visión sobre la aplicación de la química y los diferentes formas de dar solución a los problemas que hay actualmente en el medio ambiente, conocer más sobre diferentes temas” CIE5p1.

“A través de la práctica investigativa, experimentando para desarrollar ciencia a través del estudio de sustancias con actividad catalítica y orientar estos estudios hacia la generación de procesos industriales limpios que solucionen necesidades presentes en la sociedad y del ambiente, ampliar el entendimiento de la comunidad académica sobre la Catálisis”E7P6

Además como se observó en la categoría selectiva anterior LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD, este elemento (solución a los problemas ambientales) es una de las aplicaciones y retos más importantes que tiene en la actualidad, de esta manera es consecuente y oportuno.

También los estudiantes manifiestan en su discurso la necesidad de conocer los catalizadores por su importancia para el futuro, es decir les atrae la idea de adquirir conocimiento en Catálisis por su relevancia en la vida y en el desarrollo de la humanidad y esto se relaciona con la categoría LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD donde se mostró ampliamente la importancia de esta área de conocimiento para la sociedad.

“Me interesa mucho el estudio de los catalizadores y creo que son de gran importancia para el futuro y para nuestra área “CIE12p1.

“Para poder adquirir conocimiento sobre la labor de la Catálisis y la importancia de esta en la vida y desarrollo de la humanidad” CIE13p1.

“Conocimiento acerca de varios procesos empleados en la industria y propuesta hacia el mejoramiento de reacciones principalmente catalíticas” CIE25p2.

Esto se debe principalmente a como lo afirma Hernández (2010), el estudiante en el semillero desarrolla una actitud más abierta ante la situación del contexto en el que vive, una mayor sensibilidad social, como también capacidad comunicativa adecuada en la relación con otras personas de diferentes disciplinas, no se conforma con lo que le dan, tiene más iniciativa, pensamiento crítico, sabe trabajar en equipo, aprende mucho y crece profesional e integralmente (p. 20).

Conclusiones parciales

Se observa que detrás de los intereses, está intrínseca unas actitudes hacia el aprendizaje de la Catálisis, de manera que se ve reflejado en los aspectos de tipo cognitivo, es decir como los participantes tienen un conocimiento adquirido desde la educación media, que junto con las clases de la universidad, los lleva a interesarse por la Catálisis en particular. Frente a los aspectos afectivos, se observa en los participantes un gusto y una manifestación de alegría por hacer parte del semillero, además en los relatos se observa que este aspecto se relaciona con la motivación que los docentes coordinadores del semillero han generado en ellos, lo que ha servido para gestar el interés por esta área que para muchos resulta poco explorada antes de hacer parte del semillero. Y frente a los aspectos de orden comportamental la mejor muestra de esta, es la participación voluntaria y la dedicación de los participantes al trabajo en el semillero, como por ejemplo preparar microseminarios, publicación de datos interesantes en la cartelera, salidas técnicas con recursos propios, y por supuesto la escogencia de esta área como trabajo de investigación, para producir conocimiento útil.

Específicamente en las categorías conceptuales se encuentra que los participantes del semillero manifiestan tres actitudes específicas, la primera se relaciona directamente con el interés hacia el conocimiento de la Catálisis como contenido, es decir el conocimiento de la Catálisis como un contenido importante en la química los motiva a acercarse a esta área; la segunda, consiste en el reconocimiento del potencial de la investigación como fuente de conocimiento y de las dinámicas que se dan en este tipo de grupos, y la tercera actitud hacia la logros de la Catálisis en la sociedad, donde se observa un interés marcado en los participantes por acercarse a la esta área del conocimiento por la importancia que tiene en la industria y en la sociedad, además por las posibilidades que esta ofrece para su futuro profesional.

Referencias bibliográficas

- Brickhouse, N., Lowery, P. y Schultz, K. (2000). What Kind of a Girl Does Science? The Construction of School Science Identities. *Journal of Research in Science Teaching*, 37 (5), 441-458.
- Cleaves, A. (2005). The formation of science choices in secondary school. *International Journal of Science Education*, 27 (4), 471-486.
- García, M. y Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles Educativos*, XXVIII, (114). 61-89.
- Hernández, B. C. (2010). Semilleros de investigación en educación superior: un proceso de aprendizaje conjunto para el fortalecimiento de habilidades sociales. Artículo reflexivo, Universidad San Buenaventura Cali.
- Hernández, V., Gómez, E., Maltes, L., Quintana, M., Muñoz, F., Toledo, H., Riquelme, V., Henríquez, B., Zelada, S., Pérez, E. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos-Chile. *Estudios Pedagógicos*, XXXVII, (1), 71-83.
- Hoffmann, L. y Haussler, P. (1998). An intervention project promoting girls' and boys' interest in physics. En L. Hoffmann, A. Krapp, K. Renninger & J. Baumert (Eds.), *Interest and learning: Proceedings of the Seon Conference in Interest and Gender* (301-316). Kiel, Alemania: IPN
- Jenkins, E. W. (2006). The Student Voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, 42 (1), 49-88.
- Marbà, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1) 19-30.

- Matus, M.A. (2013). Actitud hacia la ciencia en estudiantes de una universidad estatal de Valparaiso, *revista de psicología*, 2 (4). 57-84.
- Munro, M. y Elsom, D. (2000). *Choosing Science at 16. The influences of science teachers and careers advisers on students' decisions about science subjects and science and technology careers*. Cambridge: CRAC.
- Rodríguez, A. (1991). *Psicología Social*. México: Trillas.
- Sleigh, R.D.(2004 Septiembre). Recuperado el 2 de agosto del 2012, de <http://www.psychologicalscience.org/observer/getArticle.cfm?id=1648>
- Solé, I. (1993). Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En C. Coll, E. Martín, T. Mauri, J. Onrubia, Miras, M y A. Zabala, en *El constructivismo en el aula*. (p. 47-63). Barcelona: ed. Graó.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, 13,(3). 337-346.

CAPITULO 4: APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS

Frente al tercer objetivo que se trazó la presente investigación, el analizar la capacidad que tienen los participantes del semillero de usar el conocimiento en Catálisis, se recurrió al enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) bajo el estudio de situaciones problemáticas contextualizadas (ESPC).

El enfoque CTS nació de la necesidad de analizar los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología tanto en lo que se refiere a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico y tecnológico, como en lo relacionado con las consecuencias sociales, políticas, económicas, éticas y ambientales de su uso. (Corchuelo et al., 2006)

De esta manera sus principales objetivos están acorde con el interés de la presente propuesta, estos son (Fourez, 1994 citado por Corchuelo et al., 2006, p.69): (i) preparar a los estudiantes para usar las ciencias y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria; (ii) aplicar el conocimiento científico a la vida cotidiana; (iii) introducir las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico; (iv) hacer énfasis en todos los niveles educativos sobre la relevancia social y humana de las ciencias y la tecnología.

El ESPC se caracteriza como un proceso de enseñanza y de aprendizaje fundamentado en elementos de la Investigación Guiada u Orientada, promovida por el grupo integrado por Jaime Carrascosa, Daniel Gil, y Pablo Valdés (Carrascosa et al., 2005); Mariano Martín Gordillo y Juan Carlos González son miembros del grupo Argo y profesores de la cátedra CTS de la OEI y la Universidad de Oviedo (Corchuelo, 2007, p. 212). En el contexto nacional y regional ha sido puesto en práctica por el grupo de investigación del profesor Miguel Hugo Corchuelo en la formación de ingenieros físicos (Corchuelo, 2007) y en el contexto de educación media (Corchuelo et al., 2006).

El ESPC implica el desarrollo, la selección y organización de los contenidos, teniendo en cuenta las características e intereses de estudiantes y docentes, el contexto y la pertinencia de los propios contenidos. Se propone organizar experiencias de aprendizaje con base en

métodos y contenidos con los que las ciencias y la tecnología buscan analizar los problemas vitales, individuales y sociales, teniendo en cuenta que el aprendizaje y la enseñanza se justifican y planifican discursiva y progresivamente entre profesores y estudiantes (Klafki, 1986, citado por Corchuelo, 2007, p. 219).


De esta manera se tomó como base las propuestas CTS y ESPC para dos actividades adaptándolas a las necesidades y contextos puntuales del grupo y necesitó de la planeación de una serie de elementos previos como lo es el lugar, el tiempo, el número de participantes, el material de apoyo, entre otras. Esta información esta con mejor detalle en el artículo publicado en las memorias del congreso de investigación y pedagogía III nacional y III internacional realizado en Tunja (Sandoval y Ramírez, 2013).

La selección de las ESPC se basó en el análisis de los datos obtenidos en las categorías anteriores, es decir se observa que existe un interés marcado por los participantes por las relaciones entre las Catálisis y el ambiente, además se tuvo en cuenta una situación cercanas al contexto de los participantes que para este caso el problema de la contaminación del aire por gases producto de la combustión que se da en los motores de los automóviles y el cual se relaciona con el uso de un convertidor catalítico, y su consecuencia directa el calentamiento global, finalmente se tuvo presente que los participantes tuvieran el nivel académico para dar argumentos en el análisis de las situación.

A nivel metodológico se procedió siguiendo algunos elementos de la guía del ESPC, teniendo en cuenta la disponibilidad de tiempos, y espacios, como se explicita mejor en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Metodología seguida en el ESPC “Certificado de emisiones de gases contaminantes en los automóviles”


ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Sensibilización presentación de la situación	Este aspecto implicó una organización de una sesión previa con algunos de los estudiantes, que de manera voluntaria participaron en la simulación de una situación social relacionada con la contaminación del aire por causa de emisiones de los automóviles. En la siguiente sesión se presentó la representación donde un ciudadano es detenido por un agente de tránsito que se encuentra haciendo la revisión del certificado de gases contaminantes y encuentra que el auto de este ciudadano está emitiendo gases por encima de los niveles permitidos y además, tiene un certificado de gases de una empresa no autorizada. Se genera entonces una discusión frente al convertidor catalítico del automóvil, y el ciudadano se pregunta si vale la pena cambiar este dispositivo.
Contextualización	Se organizó el grupo por equipos y se usó la técnica de participación de juego de roles donde cada grupo representa a cada uno de los actores cuya intervención es importante en una discusión pública frente al tema abordado: comunidad, industria, ambientalistas, gobierno y academia.
Exploración de conceptos	Cada equipo a partir de un documento en el que se condensan una información con datos sobre el convertidor catalítico, su funcionamiento, su precio, reacciones químicas que ocurren al interior, además la legislación colombiana sobre las emisiones de gases, los metales que conforman el convertidor: su extracción, precio, su recuperación, entre otros, para que los grupos de discusión construyeran sus argumentos
Análisis y construcción de relaciones	Después de un tiempo (en una tercera sesión) cada grupo construyó argumentos relevantes para asumir el rol que le correspondió y presentar sus argumentos, primero exponiendo su visión y

	competencia dentro de la problemática particular y luego escuchando y contra argumentando, si era el caso, los planteamientos de los otros grupos.
Conclusiones y reflexiones	Al finalizar la discusión se realizó una compilación de la información con el fin de obtener unas conclusiones y reflexiones. 
	Imagen 1. Fotografía primer grupo de discusión

De acuerdo a la sistematización de los resultados de la actividad anterior y el tema escogido para desarrollar por los estudiantes y profesores los microseminarios del semestre correspondiente (Catálisis y ambiente) se organizó una segunda actividad titulada “*El calentamiento global y la Catálisis*” para ésta en la tabla 4.2 muestra el proceso que se siguió.

Tabla 4.2. Metodología seguida en el ESPC “El calentamiento global y la Catálisis”

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Sensibilización presentación de la situación	Es realizada por algunos miembros del grupo, mediante un socio-drama donde mostraron una situación en la cual una familia campesina se ve afectada por las lluvias que no correspondían a la época que tradicionalmente ha previsto con el empleo del Almanaque Bristol, para sembrar sus productos. Esta situación desencadena

	escasez y alza en los precios de algunos productos de la canasta familiar de los ciudadanos de la zona urbana.
Contextualización	Se planteó en el marco de una presentación de imágenes del efecto en nuestro país del cambio climático en los últimos años.
Exploración de conceptos	Luego se aclaran algunos puntos frente a conceptos como efecto invernadero, calentamiento global, cambio climático, protocolo de Kioto, entre otros, además se tiene como antecedentes la presentación de 3 micros seminarios relacionados con aplicaciones de la catálisis en la solución de problemas ambientales. Teniendo en cuenta esto se lanza una pregunta detonadora: ¿Cómo podría la Catálisis contribuir al cumplimiento del Protocolo de Kioto para el contrarrestar el calentamiento global?
Análisis y construcción de relaciones	A través de un panel de participación donde realiza un análisis de la situación y se construyen relaciones entre el conocimiento en Catálisis y la problemática planteada.
Conclusiones y reflexiones	Luego de la intervención de todos los participantes, y se surgen nuevas preguntas para tomar en próximos seminarios del grupo.
	 <p>Imagen 2. Fotografía segundo grupo de discusión</p>

Teniendo en cuenta el análisis de los documentos, fruto de los grupos de discusión, se obtienen las siguientes categorías conceptuales, las cuales se relacionan con la apropiación

social del conocimiento, (Anexo 4). A continuación se muestran las que tuvieron mayor manifestación:

La Catálisis como posibilidad para **entender mejor la química y para comprender mejor los procesos industriales**. Los participantes manifiestan que de haber aprendido sobre Catálisis antes, les hubiese permitido tener un mejor desempeño en la universidad y que muy seguramente les permitirá tener mejor desempeño en la carrera como químicos.

“El entendimiento del concepto de catálisis es indispensable, puesto, que brinda una visión más amplia y realista de todos los fenómenos relacionados con la química” E7P9

“...dentro de mi carrera profesional de química hubiera sido de gran ayuda si hubiera adquirido un conocimiento previo en catálisis, teniendo en cuenta que es un campo bastante importante dentro de esta...”E5P8

Por otro lado los estudiantes manifiestan **el uso del conocimiento en Catálisis en el planteamiento de posibles soluciones** a través de la proyección investigativa frente a problemas sociales y ambientales, como el uso de energías alternativas, remoción o aprovechamiento de sustancias contaminantes. Además de citar ejemplos donde ya se está llevando a cabo el uso de la Catálisis en la solución de problemas, como es el caso del convertidor catalítico, algunas aplicaciones que ya se han dado como: i) contribución de la catálisis en la disminución de otros gases de invernadero como los fluorocarbonados, ii) la utilización de dióxido de carbono para llegar a la producción de gas de síntesis que logra generar hidrocarburos que podrían ser usados como combustibles y iii) la captura de dióxido de carbono a través de zeolitas.

Sin embargo, la mayoría se relacionan con los retos que tiene esta en la sociedad como por ejemplo, la posibilidad de encontrar fuentes de energías alternativas, a partir de hidrógeno o celdas combustibles, la producción limpia con el uso de catalizadores (lo que disminuye el vertimiento de sustancias contaminantes al ambiente), la posible contribución de la catálisis en la descontaminación de sustancias nocivas del ambiente y la producción de conocimiento en catálisis para la síntesis de materiales biodegradables o para el aprovechamiento de contaminantes mediante procesos catalíticos:

“...quien dice que la industria debería hacer convertidores con otros metales que cumplan la misma función pero sean más baratos y que en lo posible los hagan en Colombia ya que hoy toca importarlos y esto implica más costo” GD1p23

“Con respecto al CO₂ que tu decías y es bien sabido por todos que es el que mayor aporta a la atmósfera, pues realmente podrían hacerse en las industrias capturadores por ejemplo si mal no recuerdo en la anterior presentación se mencionaba sobre capturar por ejemplo en zeolitas” GD2p69

“Si hablamos de los combustibles también tenemos una alternativa, no solamente como una alternativa o utopía, sino que se dice: mire tenemos las celdas de combustible necesitamos allí catalizadores que de alguna manera haga la reacción, que produzcan a través de oxígeno e hidrógeno podrían producir una energía alternativa que contribuiría a disminuir el CO₂ producido por combustibles fósiles” GD2p80

Frente al uso del conocimiento, también se hace visible la categoría **análisis de las ventajas industriales de los catalizadores**, como es de esperarse en estudiantes de química. En este caso las ventajas mostradas del uso catalizadores en los procesos industriales son la disminución de la energía y del tiempo requerido para llevar a cabo los procesos, en general la eficiencia en los procesos gracias a la Catálisis y disminución de subproductos que se traduce en menos contaminantes al ambiente:

“Entonces si podemos utilizar catalizadores, hacemos procesos más eficientes y si hacemos proceso más eficientes, genero menos subproductos. Otro, ya genere esos subproductos, los fijo es decir utilizo materiales renovables y lo otro es sacarlo de allá y utilizarlo para fabricar algo puro” D11p42

“...en la catálisis siempre se promueven reacciones, se facilitan reacciones y entonces digamos por ejemplo, si una reacción se daba a 200 grados ahora se da a temperatura ambiente pero todavía no se ha implementado en la industria, entonces sería importante que se implementen estas nuevas tecnologías no? Porque si uno se pone a hacer las cuentas de agilizar procesos industriales como el ejemplo de 200 grados a llevarlo a temperatura ambiente pues se reduciría el uso de materiales fósiles, porque la industria quema carbón y quema metano, propano” GD2p43.

Por otro lado los estudiantes dan algunos ejemplos mediante la **identificación de aplicaciones cotidianas** de la Catálisis como el uso de convertidores catalíticos de los automóviles, la producción de pesticidas, entre otros. Además algunos de los estudiantes

reconocen que el conocimiento en Catálisis les permite entender algunas actividades y fenómenos de la vida cotidiana, sus beneficios y limitaciones:

“con los procesos catalíticos podemos sintetizar algunos tipos de sustancias que sirvan para la sociedad por ejemplo el control de los parásitos o de la plagas de las plantas que utilicen la catálisis.” GD2p77

Ahí estarían los convertidores catalíticos que estarían produciendo nitrógeno a partir de los óxidos de nitrógeno” GD2p61

“En la intervención ellos dicen que para obtener catalizadores más económicos se necesita apoyo del gobierno y de la academia además argumentan que si se tiene el convertidor en buen estado se ha va a evitar sanciones y multas por no tenerlo que a la larga es más económico comprarlo”. GD1p26.

“Sin convertidor habría muchas emisiones de gases al ambiente, los cuales causan afecciones a la salud como problemas respiratorios, por el contrario con el convertidor se tendrá una vida más saludable y una ciudad más limpia, es decir ellos dicen que se debería cambiar el convertidor” GD1p20

La siguiente categoría conceptual es la relacionada con la **identificación de retos o desafíos que tiene la Catálisis** que se vincula en este caso con varios elementos: i) la producción de catalizadores que puedan aprovechar el dióxido de carbono que es el principal problema ya que genera el fenómeno del calentamiento global, ii) con la necesidad de descomponer las moléculas causantes del calentamiento global, iii) con el uso de catalizadores o el aprovechamiento de contaminantes, que ayuden a contrarrestar este fenómeno y sus consecuencias, además la importancia de disminuir los costos de los catalizadores utilizados, y masificar su uso.

Se muestra una visión ambiciosa frente a la necesidad de pensar en soluciones más eficaces pero más complejas como lo son las energías alternativas y en las cuales la Catálisis juega también un papel importante. Y además se plantea la necesidad de socializar el conocimiento científico a la comunidad con el fin de que conozca la importancia del mismo:

“ahora también tenemos buenos catalizadores, pero esos catalizadores salen muy costosos, hace rato que manejamos platino, iridio, rodio, osmio, cromo, etc., y lo que busca el campo de la catálisis es bajar los costos, como dicen ustedes es que eso no se aplica a la

industria, es que sale muy costoso, por eso es que tenemos bajarle al valor de los catalizadores que proponemos, entonces eso también lo estamos haciendo, proponiendo nuevos catalizadores, en general toda la sociedad científica está proponiendo esto para bajar el costo” GD2p79

“...que utiliza entonces lo que se debería hacer que la catálisis por procesos electro-catalíticos invirtiera en estudios para tener combustibles fósiles que no sean tan contaminantes o que no sean contaminantes...” GD1p37

La producción de conocimiento en Catálisis es una categoría que muestra como la apropiación se puede reflejar en la generación de investigación, y los datos muestran como este elemento está presente dentro del semillero, como se ve en los siguientes relatos:

“bueno nosotros tenemos algunas propuestas de descontaminación de agua, para remover sustancias contaminantes y podría ayudar en cuanto a eso, yo hablo de la electro catálisis y lo que hacemos en el laboratorio es utilizar electrodos dopados que serían como los catalizadores que permitirían la descomposición de ciertas de sustancia y entonces allí podríamos contribuir a esa parte, esto podría aplicarla” GD2p33

“Me explica el montaje que realiza le pregunto ¿cuál es la importancia de su trabajo? y dice que es buscar catalizadores más selectivos y económicos para la producción de alcoholes”D8p4

Durante todo el proceso de análisis de datos se logró vislumbrar las **concepciones de concepto de Catálisis** que tienen los participantes. Lo que se encontró fue: en primera instancia es reconocido como un proceso que permite que las reacciones se den de manera más limpia y amigable con el medio ambiente, otros la ven como una ciencia que hace que las reacciones se den más rápido y también es reconocida como un proceso que aumenta la velocidad de la reacción y mejora la selectividad o simplemente como una área de investigación dentro de la química, incluso hay algunos que presentan dificultad en la construcción del concepto de Catálisis.

“Como definición es la ciencia que estudia el comportamiento de los catalizadores de sustancias que pueden ser usadas para facilitar una reacción química y orientada hacia la obtención de un producto específica” E7P7

“El profe interviene: no, dígame químicamente, no con su alma ni dada, dígame químicamente, el catalizador se define como tal cosa... Ella se queda callada”. **D11p7**

A lo largo de los grupos de discusión se observa dificultades en los estudiantes durante las discusiones académicas, ya que en algunos de ellos falta argumentación para sustentar la posición asumida, por lo que no logran construir una relación clara entre la Catálisis y sus aplicaciones ambientales. Además lo perciben los docentes quienes se cuestionan frente a los aportes de los estudiantes porque creen que deberían tener elementos más claros, de esta manera surgió la categoría **dificultad en el uso del conocimiento** como se sustenta en algunos relatos:

“...pero creo que serían métodos para descontaminar, por ejemplo lo que emiten las grandes industrias para evitar que la concentración que sea tan pesada por decirlo de alguna manera, utilizar algún tipo de catalizadores... No se” **GD2p34**

“El Profe dice: yo no sé usted que tiene en la cabeza para plantear esta situación pero a mí me preocupa mucho algunas de las respuestas, porque me da la impresión de que la Catálisis se está volviendo como la paz, todo el mundo habla pero nadie da solución, y dicen la Catálisis y la Catálisis y la Catálisis y ese no es el objetivo, me parece que son como respuestas políticas todas las que han dado...” **GD2p48**

Conclusiones parciales

Frente a los datos encontrados en la categoría APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS, se refleja en tres ejes, el primero se relaciona con la *implicación social del conocimiento*, ya que los participantes manifiestan que el comprender la Catálisis les ha permitido entender mejor la química y los procesos industriales. El segundo, se enmarca en el *uso del conocimiento* donde se refleja el análisis de las ventajas industriales de los catalizadores y en el planteamiento de posibles soluciones a una problemática, utilizando la Catálisis, además permite ver la noción del concepto que manejan los estudiantes. Y un tercer eje, relacionado con la *trascendencia del conocimiento*, en el cual se manifiestan tres categorías conceptuales: producción de conocimiento a través de la investigación en esta área; la identificación de la Catálisis en aplicaciones cotidianas; y la identificación de retos que tienen para el futuro.

Sin embargo, también hay una manifestación de la dificultad en el uso del conocimiento en Catálisis en el semillero, la cual es un elemento que llama la atención, dado que los participantes han tenido una formación específica en esta área durante algún tiempo, por lo que se esperaría que reflejara una adecuada apropiación social del conocimiento.

Vemos como la Catálisis debido al impacto que tiene en la sociedad actual, ya que toma parte en los productos que la sociedad usa, como los son los automóviles (que usan convertidores catalíticos, combustibles derivados del petróleo) los fertilizantes, los explosivos (obtenidos a partir de amoníaco), plásticos (obtenidos a partir de polímeros), las enzimas (biocatalizadores), remoción de sustancias contaminantes (por electrocatálisis por ejemplo) entre otros, ya que son temas que abarcan cuestiones socio científicas de notable impacto local y global.

Por otro lado es importante resaltar que elESPC con enfoque CTS permite abrir espacios de discusión en el contexto educativo del semillero, ya que son actividades desafiantes para los participantes debido a que se requiere usar el conocimiento adquirido en la comprensión de problemáticas y en el planeamiento de posibles soluciones, lo que refleja la apropiación del conocimiento que se tiene.

Referencias Bibliográficas

- Carrascosa, J., Gil, D. y Valdés, P. (2005). *¿Cómo Promover el Interés por la Cultura Científica?* OREALC/UNESCO. Santiago, Chile.
- Corchuelo, M. H. (2007). *Un giro en la educación en ingeniería*, tesis doctoral, Rudecolombia, Universidad del Cauca, Popayán.
- Corchuelo, M., Catabiel, V. y Cucuñame, N. (2006). *Las Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la Educación Media*. ed. Universidad del Cauca. Popayán.
- Sandoval, J. y Ramírez, A. (2013). Un ejemplo de estrategias metodológicas basadas en las propuestas CTS y ESPC para la enseñanza de la Catálisis. *Memoria del congreso de investigación y pedagogía*. 2, Octubre. Tunja, 1220-1229.

CAPITULO 5. TEJIENDO RELACIONES

El recorrido de la presente investigación permitió ahondar en aspectos históricos epistemológicos importantes para la enseñanza y el aprendizaje de la Catálisis más holístico. Así por ejemplo se muestra como la Catálisis nació como respuesta a una necesidad de explicar los fenómenos químicos que no podían ser explicados con las teorías existentes, y como el logar definirla permitió en parte el desarrollo de la segunda revolución industrial, el cual fue un proceso es su mayor parte químico, además conocer cuáles fueron los personajes que contribuyeron a convertirla en la importante área de conocimiento que es hoy, y reconocer el impacto positivo y negativo de su uso en la sociedad actual. Esto a través de la comprensión como los contextos sociales, políticos y culturales influyen en la forma como se construye el conocimiento.

Este análisis permitió mostrar que la Catálisis es mucho más que acelerar una reacción química, que tiene un impacto en los productos que la sociedad usa a diario, y que es una de las áreas que más oportunidades ofrece frente a la producción de conocimiento en química, basado esto, en las variadas aplicaciones que tiene y en los retos y desafíos que enfrenta actualmente. Lo que muestra su importancia y la relevancia de su aprendizaje.

Además mostró tanto las oportunidad como las dificultades que la Catálisis ha tenido y continúa teniendo en su camino para convertirse en una área útil e importante, de manera que la actividad científica no sigue una secuencia lineal y libre de dificultades, por el contrario, siendo una actividad humana está sujeta a discusiones, problemas, fracasos y necesidades

El siguiente esquema (figura 5.1) nos da una idea de estos acontecimientos:

Figura 5.1. Línea del tiempo “historia y epistemología de la Catálisis” basado en el documento *tras las huellas de la Catálisis* (Sandoval y Ramírez, 2014)

Primera revolución industrial (1760- 1860)

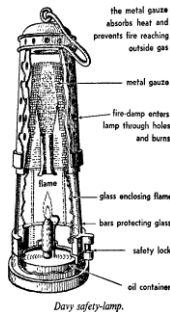
La segunda revolución industrial (1870-1914)

Guerras napoleónicas (1799-1815)

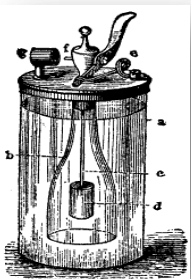
Secretario de la Real Academia Sueca de las Ciencias (1808-1848)

Primera guerra mundial (1914-1918)

Interrumpió el suministro de azúcar de caña procedente de América



Fuerza desconocida, asocia la explicación a fenómenos eléctricos



FUERZA CATALÍTICA

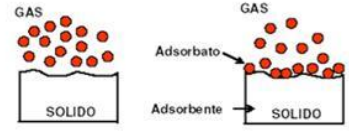
Envenenamiento de metales.

Catalizador acelera una reacción

Formación de intermediarios inestables y selectividad



Teoría de la quimisorción"



1811

1817

1818

1823

1834

1843

1894

1897

1905

1915

Konstantin Kirchhoff (1764--1833)

Louis--Jacques Thenard(1777--1857)

Johann Wolfgang Döbereiner (1780-1849)

Michael Faraday (1791--1867)

Jöns Jakob Berzelius (1779--1848)

Paul Sabatier (1854--1941)

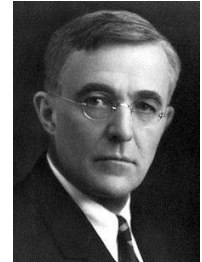
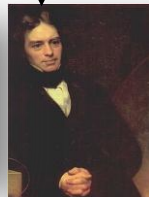
Wilhelm Ostwald (1853--1932)

Fritz Haber (1868-1934) y Carl Bosch (1874-1940)

Irving Langmuir (1881-1957)



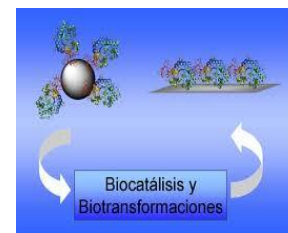
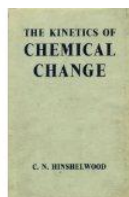
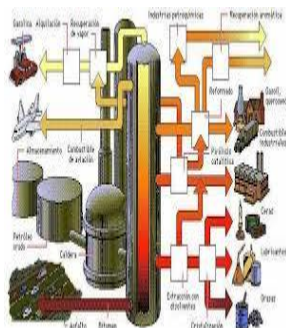
Sir Humphry Davy (1778--1829)



Segunda guerra mundial
(1939-1945)

“primavera silenciosa” por
Rachel Carson

Química ambiental
(1960)



1920 1922 1927 1949 1954 1956 1962 1963 1975 1980-2000

Eugene Houdry
(1892-1962)

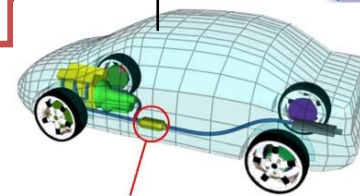
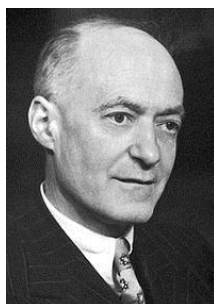
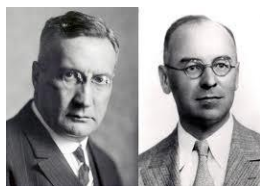
Franz Fischer
(1877-1947)
)Hans Tropsch (1877-1945)

Cyril Norman Hinshelwood
(1897-1967)

Método para la caracterización de los

1° congreso internacional de Catálisis

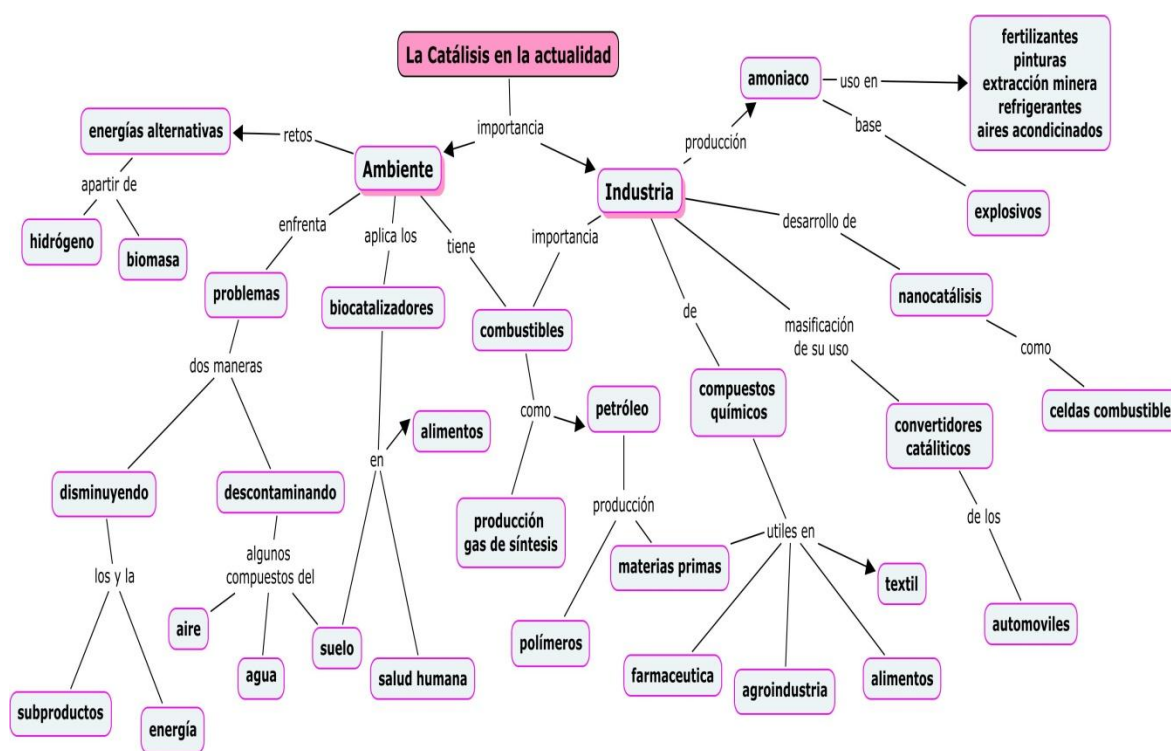
Giulio Natta (1903-1979),
Karl Waldemar Ziegler (1898-1973)



Convertidor catalítico

Teniendo como base el anterior análisis, se indagó por las aplicaciones más importante que tiene la Catálisis en la actualidad, de manera que permitiera ver, cual es el impacto de esta área en la sociedad hoy, encontrando que el uso de catalizadores es hoy una herramienta muy importante para la industria, debido a su utilidad en la producción masiva necesaria para la sociedad de consumo en la que está el planeta. (Figura 2)

Figura 5.2. Mapa conceptual “la Catálisis en la actualidad” basado en el documento *tras las huellas de la Catálisis (Sandoval y Ramírez, 2014)*



En contraste con los datos provenientes del semillero, se encuentra que los participantes reconocen un beneficio ambiental y económico de la Catálisis con respecto la selectividad y eficiencia que ofrece en las reacciones químicas, lo que trae como consecuencia una disminución del gasto energético y de subproductos, lo que lleva a obtener procesos limpios, los cuales son de interés industrial. Además a través del uso de catalizadores

apropiados se lleva a cabo la remoción de sustancias contaminantes lo que permite tratar problemas ambientales de manera directa.

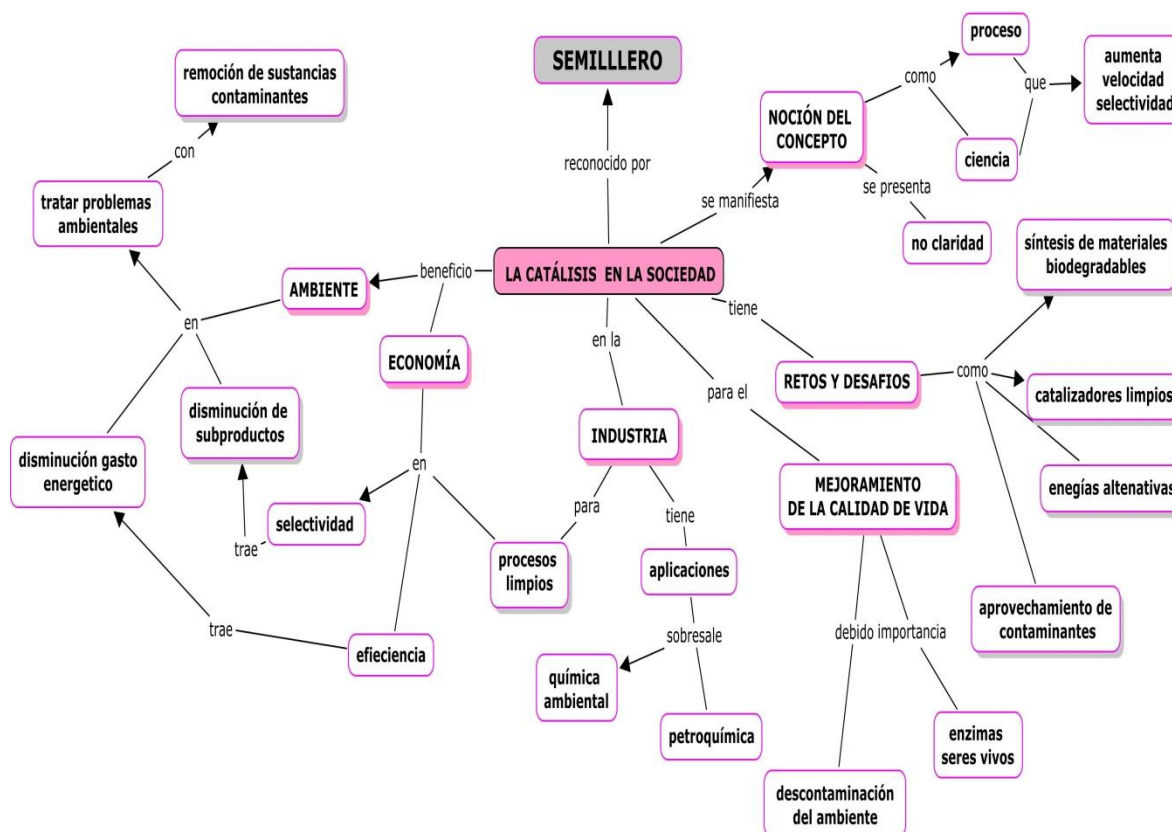
Sin embargo se percibe un vacío frente al interés por las cuestiones históricas y epistemológicas en las discusiones del grupo, lo que sería importante reformular ya que estas cuestiones pueden contribuir a cambiar la imagen tradicional y lineal de la ciencia, por una imagen crítica y compleja, además permiten reconocer el trabajo científico como una construcción humana y cultural en permanente evolución, susceptible de valores, intereses y conflictos adyacentes a las comunidades científicas notoriamente influenciadas por determinados contextos sociales (Martinez y Parga, 2013, p. 27). De manera que este aspecto se tiene en cuenta en la propuesta que surge a partir de la presente investigación.

Por otro lado los estudiantes reconocen las aplicaciones de la Catálisis en la industria, especialmente en la petroquímica aunque como se vio no es la única. Frente a los retos y desafíos como la síntesis de materiales biodegradables, catalizadores limpios, energías alternativas esto se relaciona con el mejoramiento de la calidad de vida de las personas ya que todos están interconectados con elementos de bien y consumo, de manera que desde el punto de vista pedagógico representa un insumo muy importante para el aprendizaje de esta área ya que se puede enfocar su estudio partiendo de estos productos o servicios y profundizar en su origen, donde es la Catálisis la protagonista. Además como lo muestran los hallazgos de esta investigación el ESPC es una buena alternativa a nivel metodológico que puede guiar los procesos de aprendizaje.

La noción del concepto es un elemento que surge en el análisis de los datos, frente a este la Catálisis es reconocida por los participantes como un proceso o una ciencia que en general se relaciona con el aumento de la velocidad de una reacción química y selectividad en los procesos, es decir ejerce un efecto de orientador, hacia el producto que se desee, sin embargo no se observan otras características de la Catálisis, los cuales surgieron en el análisis histórico y epistemológico aquí descrito, lo que refuerza la necesidad de tenerse en cuenta estas nociones, ya que probablemente permitirá tener mayor claridad en este aspecto.

En la siguiente figurase muestra de mejor manera las relaciones encontradas a lo que respecta al semillero.

Figura 5.3. Mapa conceptual de “la Catálisis para el semillero” basado en las categorías conceptuales de la categoría selectiva LA CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD

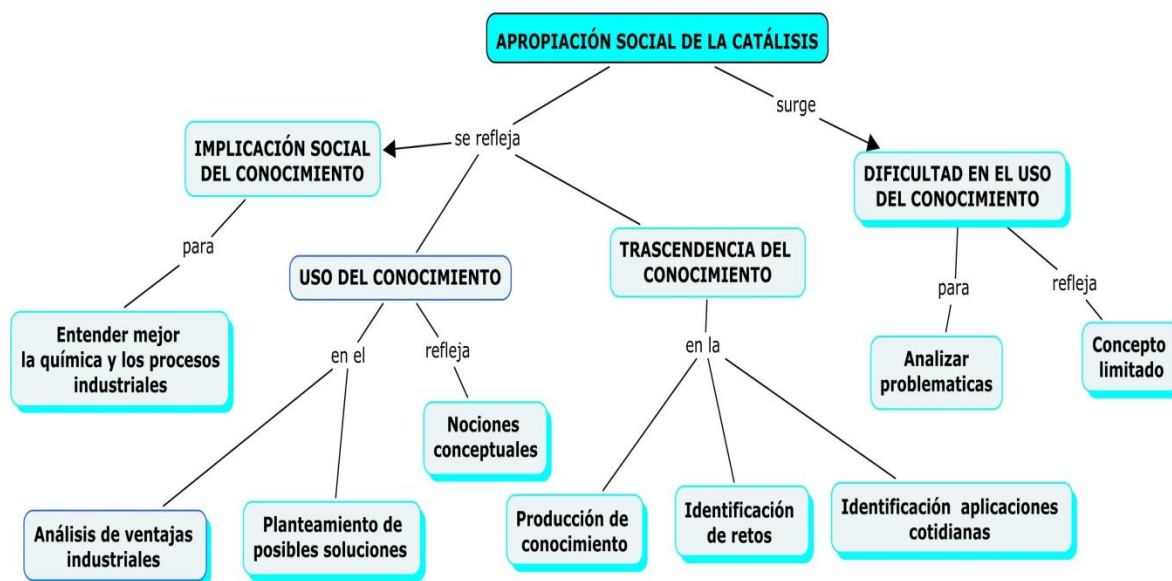


Frente a este panorama vemos cómo este concepto enmarca muchas y variadas esferas de la sociedad, lo que muestra la relevancia y la pertinencia del aprendizaje de este contenido en el marco de la enseñanza de la química. Esto se reconoce en gran medida por los miembros del semillero, en especial frente al aporte a nivel ambiental que está ofrece.

Esto se confirma en las categorías conceptuales que surgieron de la categoría selectiva APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS, ya que como se muestra a continuación la

estrategia metodológica utilizada en los grupos de discusión permitió profundizar en la apropiación social que tienen los participantes sobre la Catálisis:

Figura 5. 4. Mapa conceptual de relaciones encontradas en la categoría APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS.



Estas relaciones permiten ver como la apropiación se refleja en la *implicación social del conocimiento*, es decir para los participantes el aprender Catálisis les permite entender mejor la química y los procesos industriales, implica que ellos reconocen que este conocimiento tiene o tendrá muy seguramente una influencia en su desempeño como químicos, lo que se relaciona con el sentido, es decir, cuando se percibe que un determinado aprendizaje cubre una necesidad; esa necesidad puede funcionar entonces como un motor, en este caso es ser buenos profesionales en química.

Con ayuda del ESPC con enfoque CTS se abren espacios de discusión con actividades desafiantes; se requirió a los participantes implicarse de forma autónoma y responsable en la comprensión de problemáticas importantes y actuales, haciendo uso del conocimiento en el planeamiento de posibles soluciones y en el análisis de ventajas industriales. Como lo enuncia Ortega (2000) se trata de la enorme importancia que tiene *el uso del conocimiento* y la ilustración del mismo a través de ejemplos conocidos o cotidianos para conseguir una

apropiación del mismo. Los ejemplos, por un lado, ilustran y dan significado y, por otro, orientan la acción. El sentido del conocimiento está en su uso (p.64).

Por otro lado, los participantes a través de la producción de conocimiento que se genera al interior del grupo, están mostrando *la trascendencia* que puede tener ese conocimiento al ponerlo en práctica, además reconocen el efecto que puede tener éste en la sociedad. Así mismo la identificación de aplicaciones cotidianas y de los retos que esta área enfrenta contribuye a esta trascendencia.

De esta manera fue necesario conocer los intereses y motivaciones de los participantes durante la formación en Catálisis, ya que en la educación es indispensable que sus sentidos, desde la básica hasta la universitaria, estén ligados a los intereses de la gente, (Olive, 2006, p.133). Como resultado se obtuvo las siguientes relaciones que condujeron a la categoría **ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS**:

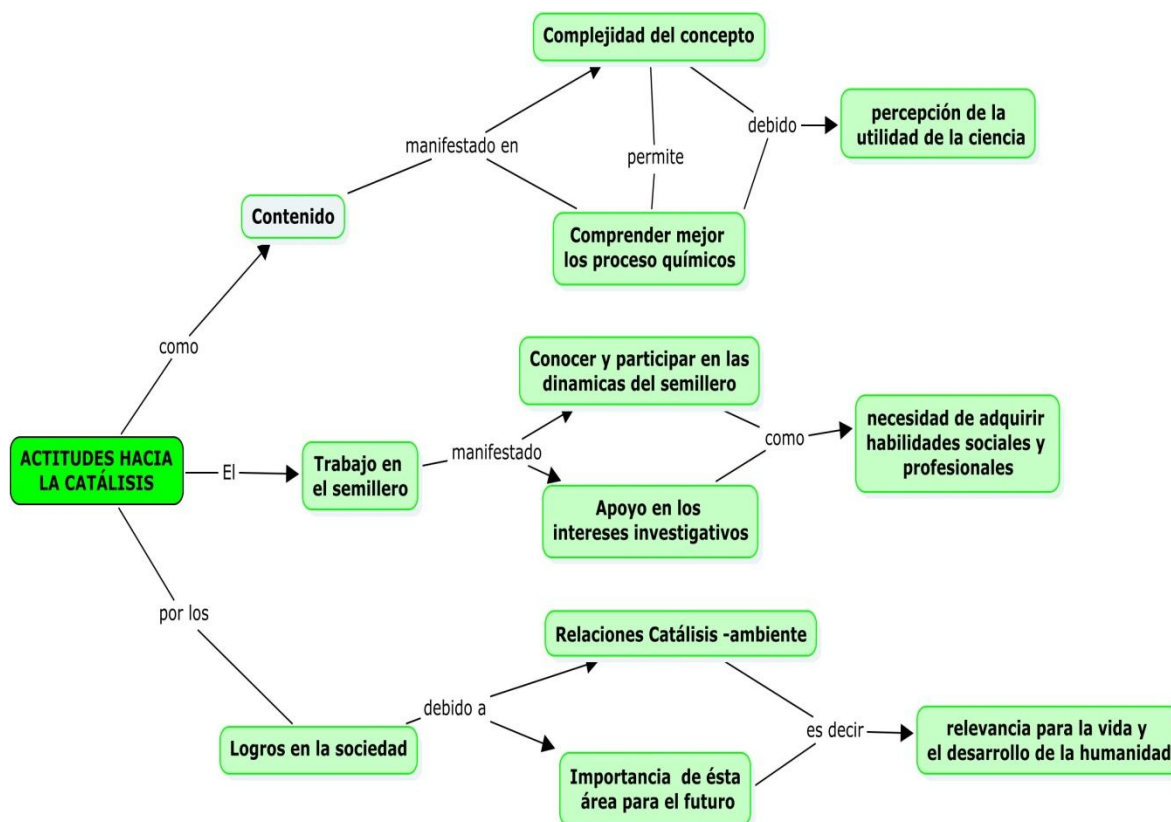


Figura 5.5. Mapa conceptual de relaciones encontradas en la categoría ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS

De manera general y como se esperaría se observa una actitud favorable hacia la Catálisis, orientadas hacia tres aspectos particulares; el primero como interés por conocer y profundizar en esta temática; segundo como necesidad de su aprendizaje para el desarrollo de soluciones a los problemas ambientales e industriales actuales; y tercero como interés por las relaciones sociales que se tejen en el semillero. De manera que estos elementos deberían tenerse muy presente al momento de organizar una propuesta de trabajo dentro del mismo. Más teniendo presente la necesidad de contribuir a la formación de profesionales activos y responsables socialmente.

Surge un elemento intrínseco en este punto, frente a las relaciones docente y estudiante y entre la universidad y el entorno social, específicamente cuando los participantes manifiestan el interés por participar en un semillero de manera voluntaria, motivado por las acciones de los docentes y dispuestos a profundizar en el área de la Catálisis para contribuir a una mejor sociedad. De manera que a la hora de formar este tipo de profesionales y ciudadanos es necesario cambiar la relación vertical entre profesor y estudiante, dando lugar a la construcción de ambientes educativos favorables en los que el profesor orienta e invita a los estudiantes a interactuar con su entorno, vivenciando el rol de actores sociales que piensan los problemas sociales y ambientales. (Martínez, Villamil y Peña, 2006,p. 7).

Esto es consecuente con el interés buscado por los semilleros de investigación ya que estos constituyen a una estrategia de *“aprendizaje por descubrimiento y construcción de conocimiento”* en las que el estudiante motivado por su propio interés “busca, indaga, los interpreta y enuncia soluciones. Hacer parte de un semillero de investigación, implica que el estudiante se comprometa y se interesa por adquirir una formación holista e interdisciplinar y que éste plantee formulaciones científicas de los mismos (Restrepo, 2008, p.6).

Esto se relaciona con lo que afirma Coll (1998) el sentido que los estudiantes le atribuyen a una tarea escolar y en consecuencia, los significados que pueden construir al respecto, no están determinados únicamente por sus conocimientos, habilidades, capacidades o experiencias previas, sino también por la compleja dinámica de intercambios

comunicativos que se establecen a múltiples niveles entre los participantes entre los propios estudiantes y muy especialmente, entre el profesor y los estudiantes (p.139). Por lo que es importante que los docentes, a partir del análisis de la realidad de los estudiantes, se planteen qué sentido tiene para los estudiantes aprender los contenidos de la asignatura en la que van a trabajar juntos (Ortega, 2000, p.53).

Por otro lado vale la pena resaltar como el uso de estrategias basadas en el ESPC y CTS pueden hacer que el aprendizaje de la Catálisis tenga sentido para los estudiantes, ya que genera un gusto por el aprender (componente motivacional), además les permite conocer las implicaciones sociales que tiene el conocimiento y de esta manera el aprendizaje tendrá un impacto en su actuar en el mundo. Aunque no siempre es fácil percibir la necesidad que cubre un aprendizaje. Como pusieron de relieve los grandes renovadores de la educación, ya a principios de este siglo (Claparede, 1932; Dewey, 1947 citado por Solé, 1993), la necesidad, el interés, se crean y se suscitan en la propia situación de enseñanza y aprendizaje. Esta condición para el sentido puede conducir a revisar no sólo algunas de las tareas que proponemos o de los contenidos que enseñamos, sino también, y quizá sobre todo, la forma de presentarlos o de organizarlos. Se trata de que los estudiantes no sólo conozcan los propósitos que guían una actividad, sino que los hagan suyos, que participen de la planificación de aquélla, de su realización y de sus resultados de forma activa (Solé, 1993. p. 14)

Lo anterior evidencia el alcance que puede tener este tipo de propuesta, manifestada en la formación ciudadana para la toma de decisiones, es decir la manera como se guíen los ambientes de discusión que se suscitan en el semillero, pueden favorecer el vivir y ejercer la ciudadanía, además el uso de este tipo propuestas permite valorar el desempeño profesional de sus participantes (componente comportamental), ya que deben mostrar una incorporación en la práctica profesional los contenidos aprendidos, interpretar datos y determinar caminos para la solución de problemas (componente cognoscitivo). De manera que se requieren proponer estrategias didácticas en las que posibiliten que el estudiante construya su punto de vista frente a la influencia que tienen sus acciones como futuro profesional (Martínez Y Parga, 2013, p. 28).

En consecuencia la utilización de este tipo de espacios pedagógicos y didácticos puede ser un medio para motivar a los estudiantes y desarrollar una actitud positiva. Aspecto a tener en cuenta ya que la educación en ciencias no solo debe promover el aprendizaje de conceptos científicos, sino también, debe involucrar una formación en actitudes e intereses favorables hacia la ciencia, que desarrollen en el individuo habilidades participativas, argumentativas y propositivas; al igual que promueva el desarrollo de capacidades para resolver problemas de su entorno, fomentando en el individuo la participación y la responsabilidad como ciudadano (Martínez, Villamil y Peña, 2006,p. 2).

En siguiente esquema (figura 6) se resumen las ventajas mostradas por el ESPC.

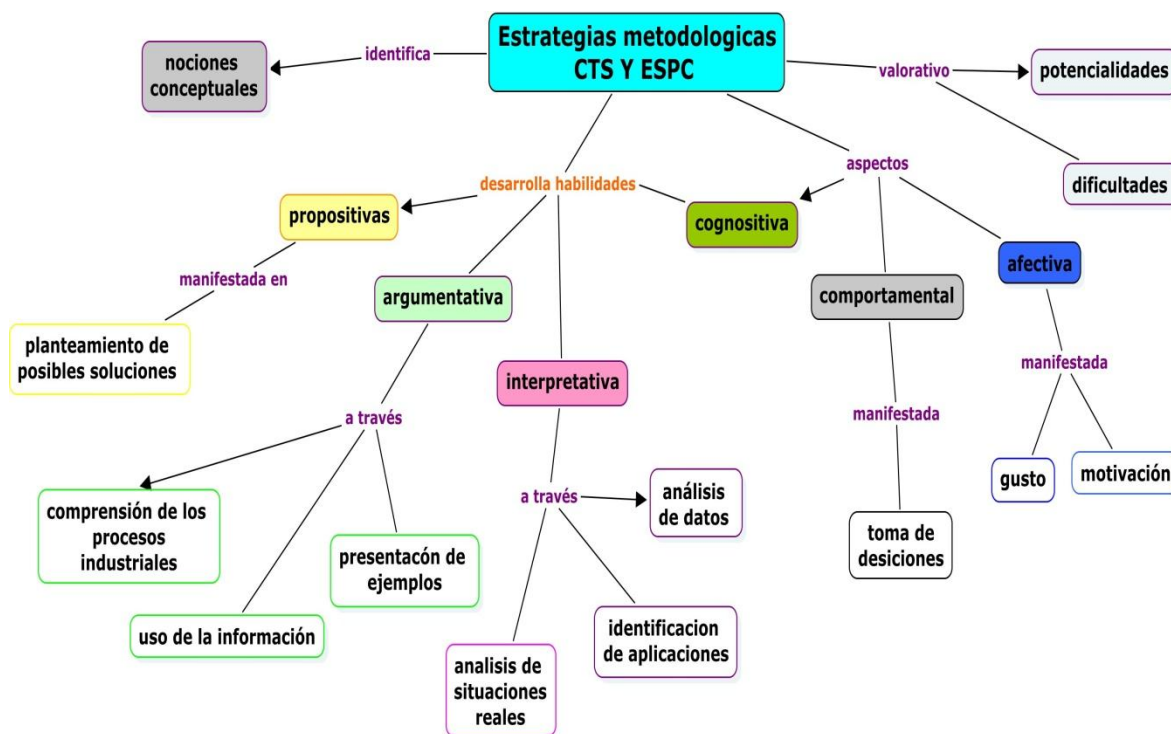


Figura 5.6. Ventajas encontradas del uso de las ESPC con enfoque CTS en la enseñanza.

Como consecuencia para que el aprendizaje tenga sentido para los estudiantes se deben considerar, entre otros aspectos, los intereses de los estudiantes, la relevancia de los conocimientos que se enseñan y que su realización se dé dentro de un marco metodológico correspondiente al mundo real para que el estudiante vivencien experiencias directas con el entorno como es caso de ESPC, que logre la aplicación de los conocimientos y experiencias adquiridos a los nuevos aprendizajes y que estos sean acordes a su nivel conceptual para que lo lleven a construir el conocimiento sobre la base de lo que él ya sabe. (Peña, 2009, p. 77). Esto es consecuente frente a lo enuncia Coll (2009) el diseño de actividades de enseñanza y aprendizaje novedosas, que hagan hincapié en la relevancia y la funcionalidad de los contenidos y que tengan un anclaje, o al menos un referente, en la vida cotidiana de los estudiantes (p.14).

De esta manera las propuesta de enseñanza de la Catálisis se debe contextualizar acorde a las realidades de los estudiante, a sus entornos inmediatos, donde ellos puedan intervenir analizado críticamente y solucionando problemas de la vida cotidiana y de su ámbito profesional en ciencias, de manera que el estudiantes puedan establecer relaciones significativas entre las teorías químicas, las intervenciones experimentales que pueden llevar a cabo y los lenguajes con los que hablar de ellas (Izquierdo, 2004. p. 124). Además de proporcionar un conocimiento que se pueda aplicar y recursos para aprender a aprender, para continuar haciéndolo así toda la vida. Para lograrlo el docente puede proponer actividades razonables, contextualizadas y atractivas. De esta manera basándonos en los hallazgos de la presente investigación se propone una secuencia didáctica para el aprendizaje de la Catálisis la cual se muestra en como complemento al presente informe.

Referencias bibliográfica

- Coll, C. (1998). Significado y sentido en el aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y aprendizaje*, 41. 131-142.
- Coll, C. (2009). Enseñar y aprender en el siglo XXI: el sentido de los aprendizajes escolares. En Marchesi A., Tedesco J. C y Coll, C. Coords.), *Calidad, equidad y reformas de la enseñanza* (pp. 101-112). Madrid: OEI/Fundación Santillana.
- Izquierdo, M (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The journal of the argentine chemical society* vol. 92. N. 4/6, 115-136.
- Martínez, L. F., Villamil, Y.M. y Peña, D.C. (2006). Actitudes favorables hacia la química a a partir del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Congreso iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. 1-16.
- Martinez, L.F. y Parga, D, L. (2013). La emergencia de las cuestiones sociocientíficas en el enfoque CTSA. *Gondola*. 8 (1). 23-35.
- Olivé, L. (2006). Comentarios sobre los pilares. En los sentidos de la educación, *Prelac*. 2, 132, 142.
- Ortega, E (2000). ¿Puede ayudar la teoría del cambio conceptual a los docentes? *Tarbiya: revista de investigación e innovación educativa*, 2, 31-50. Recuperado el 25 de mayo del 2013 de www.uam.es/servicios/apoyodocencia/ice/tarbiya/pdf/.../Tarbiya026.pdf.
- Peña, J. (2009). Sentidos del aprendizaje de la lengua escrita para la sociedad de la información y el conocimiento. *Educere* 13(44) enero - marzo. 75-82.
- Restrepo, B. (2008). Conceptos y aplicaciones de la investigación formativa y criterios para evaluar la investigación científica en sentido estricto. Recuperado el 30 de Junio de 2013, de Ministerio de Educación Nacional : <http://www.mineduacion.gov.co>.
- Sandoval, J y Ramírez, A. (sometido 2014). *Tras las huellas de la Catálisis*. Ed. Universidad del Cauca. Popayán Cauca.

Solé, I. (1993).Disponibilidad para el aprendizaje y sentido del aprendizaje. En C. Coll, E.Martín, T. Mauri, J. Onrubia, Miras, M y A. Zabala, *El constructivismo en el aula*. (p.47-63).Barcelona: ed. Graó.

CONCLUSIONES FINALES

Se encontró que la Catálisis tiene un impacto positivo en la sociedad actual y por lo tanto, es muy importante reflexionar permanentemente sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje durante la formación de futuros para los profesionales de la química o carreras afines es de vital importancia, ya que su manejo permite comprender muchos de los procesos industriales que dan origen a muchos de los productos y servicio que hoy hace uso la población, además que esta ofrece una amplia gama de posibilidades frente al accionar investigativo, consecuencia de los grandes retos que enfrenta en el futuro de la química y del ambiente.

De esta manera es un área relevante y pertinente de ser abordada no solamente a nivel universitario, sino también en la educación media, siempre y cuando se asegure una planeación oportuna teniendo presente elementos como el interés de los estudiantes, sus actitudes respecto al aprendizaje de la temática, el contexto donde se desarrolle y la finalidad que persiga su aprendizaje, además por supuesto haciendo uso de herramientas didácticas como la aquí sugerida o de otras propuestas por el docente pues como se mostró las múltiples aplicaciones que tiene la Catálisis pueden ser un insumo para orientar el aprendizaje de esta área del conocimiento.

Por otro lado el análisis histórico y epistemológico son elementos necesarios a la hora de abordar los contenidos, de manera que permiten comprender las relaciones que tejen entre los factores sociales, políticos, culturales, ambientales en la producción de conocimiento en el área, y que pueden ser usados en la formación de ciudadanos críticos. Además podría contribuir a la construcción por parte de los estudiantes de un concepto más acorde con la definición que hoy se tiene, en este caso la Catálisis.

Con base a los hallazgos antes discutidos, el sentido que los jóvenes del semillero se atribuyen al aprendizaje de la Catálisis se encuentra relacionado con tres elementos: el primero tiene que ver con la *realización profesional*, con tener elementos para desempeñarse como el mejor profesional, es decir el aprendizaje cubre la necesidad ser buenos profesionales, de manera que se hace necesario profundizar en su aprendizaje; el segundo corresponde a la *responsabilidad social*, se concibe que lo que se aprende es para ponerlo al servicio de la sociedad, a través de la investigación solucionar problemas en particular ambientales, manifestado la apropiación social, es decir la utilidad y en la trascendencia del conocimiento; y tercero las *dinámicas de grupo*, es decir las relaciones que suscitan en este tipo de grupo, entre docentes y estudiantes, vínculos académicos y espacios abiertos a diferentes actividades que atraen a hacer parte de los semilleros, lo que muestra que el sentido no solo depende de los aspectos cognoscitivos y procedimentales, sino también de los afectivos. Por tanto, enseñar el concepto de Catálisis va muchos más allá de transmitir información sobre el mismo.

Finalmente el uso de ESPC puede favorecer la aportación de los participantes, generando el gusto por el aprender y propiciando una educación activa, dinámica y crítica que contribuye a la formación para la ciudadanía. Además promueven actitudes favorables hacia la química, en especial la relacionada con el desarrollo de habilidades participativa, argumentativas y propositivas aspectos claves en un buen profesional. Por lo que son un elemento a tener en cuenta a la hora de llevar a cabo el proceso de la enseñanza. Sin embargo esto requiere que el docente ponga en juego su creatividad y su ingenio y formule nuevas y variadas situaciones susceptibles de ser abordadas, y/o que genere espacios de discusión donde los estudiantes las construyan y las desarrollen.

A pesar de haber intentado abordar los elementos relacionados con el sentido del aprendizaje y de haber encontrado algunos de ellos se hace necesario profundizar en este, ya que como se vio al encontrar el sentido, el aprendizaje deja de ser un sacrificio y puede llegar a convertirse en un placer, por lo que se dejan algunas preguntas para continuar con una nuevas investigaciones en esta línea.

¿Cómo afecta las nociones del concepto de catálisis que tienen los estudiantes, su actuar como profesionales? ¿Cuál es el origen de las dificultades que se presentan en algunos estudiantes del semillero frente al uso del conocimiento? Además se hace necesario en próximas investigaciones ejecutar la unidad en un grupo particular y evaluarla de manera que permita validarla y enriquecer su estructura.

ANEXOS

ANEXO 1. Relación entre categorías culturales de la categoría selectiva CATÁLISIS EN LA SOCIEDAD.

Códigos	Categorías Culturales	Descripción de primer nivel (conceptuales)	Codificación categorías conceptuales
D1p5 D2p5 D2p7 D2p9 E4P7 E4P9	<p>Importancia de la catálisis en la industria de la cerveza</p> <p>Discusión importancia de las aplicaciones de la catálisis en la industria</p> <p>Importancia de la catálisis en la petroquímica</p> <p>Aplicación en el 90 % de los procesos industriales</p> <p>Importancia de las enzimas en los seres vivos</p>	<p>La catálisis tiene múltiples aplicaciones industriales entre los que se destacan la petroquímica, la industria alimenticia, electrónica, plásticos, fertilizantes, producción de solventes en la industria química, y las aplicaciones de las enzimas, todos estos procesos se llevan a cabo gracias a la intervención de uno o más catalizadores</p>	<p>Reconocimiento de Aplicaciones industriales</p>
D2p13 D2p17 D5p23 D2p19 D8p4 D10p8	<p>Nuevas aplicaciones catalíticas para la industria y amigables con el medio ambiente</p> <p>Beneficios ambientales de la catálisis</p> <p>La catálisis mejora la eficiencia de los procesos industriales</p> <p>La catálisis mejora los procesos industriales ademasmas amigables con el medio ambiente</p> <p>Beneficios económicos del uso de catalizadores en la industria</p> <p>Beneficio económico debido a la selectividad de los catalizadores</p>	<p>El uso de la catálisis en la industria ha traído beneficios ambientales ya que los procesos se hacen con mayor eficiencia, selectividad, con menos subproductos, y a menor costo energético, además el uso de la misma en la remoción, control y/o bioremediación de contaminantes que hay en el ambiente.</p>	<p>Beneficios ambientales y económicos</p>

D10p28	Ventajas de la eletrocatalisis frente a otros métodos catalíticos en la industria		
D5p14	Conocer el funcionamiento del catalizador da ventajas en manejar en proceso industrial Uso de la catálisis en la remoción de contaminantes en aguas Impacto en la economía mundial de los catalizadores		
E4P7	Impacto positivo económico, social y ambiental de la catálisis	La importancia de la catálisis en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas se traduce en primera instancia en la producción de productos útiles para la sociedad, como segunda medida en la descontaminación de productos que afectan a las personas y al ambiente y como tercer aporte en la mejora de procesos naturales como la agricultura y la alimentación humana.	Mejoramiento calidad de vida
GD2p77	Impacto de la catálisis en la sociedad mejora el nivel de vida		
D5p14	Uso de la catálisis en la remoción de contaminantes en aguas		
C1E7p2	Descontaminación de agua a través de la catálisis los seres vivos		
E4P9	Importancia de las enzimas en los seres vivos		
E2P7	La catálisis como proceso que permite que las reacciones se den de manera más limpia y amigable con el medio ambiente	la catálisis se planteo inicialmente como una fuerza, luego durante mucho tiempo ha mantenido su definición limitada a la aceleración de una reacción química, pero hoy en día es considerado como un proceso complejo que involucra muchos elementos	Nociones del concepto
E3P7	La catálisis como ciencia que hace que		
E5P7	las reacciones se den mas rápido		
E6P7	Catálisis como una área de investigación dentro de la química		
E7P7	Catálisis como proceso que aumenta la		

D11p7 D11p11	<p>velocidad de la reacción y mejora la selectividad</p> <p>Dificultad en la construcción del concepto de catálisis</p> <p>Concepto de 1905 continúa en los estudiantes</p>	de los catalizadores	
GD2p33 D5p14 D5p23 D8p4 D8p10 D10p2	<p>producción de conocimiento en catálisis</p> <p>Producción de conocimiento en catálisis en descontaminación</p> <p>La producción de conocimiento en catálisis para mejorar procesos industriales.</p> <p>Producción de conocimiento en catalizadores.</p> <p>Producción de conocimiento en catálisis para la síntesis de materiales biodegradables</p> <p>Producción de conocimiento en catálisis</p>	La catálisis actualmente tiene grandes retos y desafíos para la sociedad, estos son de orden económico, científico, ambiental y energético, lo que se traduce en producción de catalizadores más económicos, más selectivos, además de enfrentar o contrarrestar los problemas ambientales actuales.	Retos y desafíos

ANEXO 2. TABLAS DE CARACTERIZACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL SEMILLERO

Tabla 1. Listado de estudiantes hombres

Código	Genero	Edad	Ciudad de Origen	Programa	Semestre	Tiempo en el Grupo
E:Estudiante H:Hombre # Numero De Estudiante. EH1	M	18	BORDO (C)	QUÍMICA	3	1 año
EH2	M	22	POPAYAN (C)	QUÍMICA	9	1 año
EH3	M	31	SANTANDER DE QUILICHAO (C)	QUÍMICA	9	8 año
EH4	M	16	PITALITO (H)	QUÍMICA	3	1 mes
EH5	M	22	TULUA (V)	QUIMICA	7	3 año
EH6	M	18	PITALITO (H)	QUIMICA	5	1 año
EH7	M	20	ROSAS (C)	QUIMICA	5	1 año
EH8	M	19	BOGOTA (Cun.)	QUIMICA	5	1 año

Tabla 2. Listado de estudiantes mujeres

Código	E:estudiante	M:mujer	# numero de estudiante.	Genero	Edad	Ciudad de Origen	Programa	Semestre	Tiempo en el grupo
EM1				F	20	POPAYAN (C)	QUÍMICA	5	1 año
EM2				F	20	LA PLATA (H)	QUÍMICA	7	1. 5 años
EM3				F	19	SAN JUAN DE PASTO (N)	QUÍMICA	3	1 año
EM4				F	19	PITALITO (H)	QUÍMICA	7	1.3 años
EM5				F	20	SAN AGUSTIN (H)	QUIMICA	7	1.5 años
EM6				F	20	POPAYAN (C)	QUIMICA	7	1.5 años
EM7				F	21	BORDO (C)	INGENIERIA CIVIL	8	1.5 años
EM8				F	21	BALBOA (C)	QUIMICA	6	1.5 años
EM9				F	28	POPAYAN (C)	QUIMICA	9	1 mes
EM10				F	21	GUACA(V)	ING. AMBIENTAL	8	6 meses
EM11				F	24	POPAYAN (C)	QUIMICA	9	1 vez
EM12				F	19	POPAYAN (C)	QUIMICA	5	1.2 años
EM13				F	21	POPAYAN (C)	QUIMICA	7	2 años
EM14				F	20	BOLIVAR (C)	QUIMICA	7	2 años

EM15	F	24	POPAYAN (C)	QUIMICA	9	6 meses
EM16	F	19	NEIVA (H)	QUIMICA	3	1.5 años
EM17	F	22	SEVILLA (V)	QUIMICA	7	1.5 años
EM18	F	19	GIRARDOT (Cund.)	QUIMICA	5	6 meses
EM19	F	22	CALOTO (C)	INGENIERIA AMBIENTAL	7	3 años
EM20	F	20	PUESTO TEJADA (C)	QUIMICA	7	2 años
EM21	F	19	POPAYAN (C)	ANTROPOLOGIA	1	1 año

Tabla 3. Listado de egresados y docentes.

CODIGO	GENERO	CARGO	AREAS DE TRABAJO	ORIGEN
PH1	M	JOVEN INVESTIGADOR	PROYECTO DE INVESTIGACION	POPAYAN (C)
PM1	F	JOVEN INVESTIGADOR	PROYECTO DE INVESTIGACION	EL BORDO (C)
PH2	M	ESTUDIANTE DE MAESTRIA Y PROFESOR CATEDRATICO UNIVERSIDAD DEL CAUCA	AREAS DE QUIMICA EN INGENIERIA AMBIENTAL, BIOLOGIA YA AGROINDUSTRIAL	POPAYAN (C)
PH3	M	ESTUDIANTE DE MAESTRIA Y PROFESOR CATEDRATICO UNIVER	AREAS DE QUIMICA EN INGENIERIA AMBIENTAL,	SALADOBLANCO (H)

		SIDAD DEL CAUCA Y DE COLEGIO	BIOLOGIA YA AGROINDUSTRIAL Y QUIMICA EN EDUCACION MEDIA	
PH4	M	DOCENTE PLANTA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	FISICOQUIMICA, CINETICAQUIMICA Y QUIMICACUANTICA (PREGRADO Y MAESTRIA)	BARRANQUILLA (A)
PH5	M	DOCENTE DE PLANTA DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	QUIMICABASICA E INORGANICA	CALI (V)
PH6	M	DOCENTE DE PLANTA DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	JEFE DEPARTAMENTO DE QUIMICA Y DIRECTOR DEL GRUPO DE CATÁLISIS	CALI (V)

ANEXO 3. Relación entre categorías culturales de la categoría selectiva ACTITUDES HACIA LA CATÁLISIS.

Código	Categorías culturales	Descripción de primer nivel (conceptuales)	Codificación categorías conceptuales
E1E3p1	Aprender sobre la rama de la catálisis	Se manifiesta en los participantes un interés por profundizar en el conocimiento de la catálisis con el fin de aplicarlo en el análisis de reacciones en la labor como químicos	Actitudes hacia la Catálisis como contenido
C1E5p1	Ampliar las aplicaciones de la química		
C1E7p1	Conocer las aplicaciones de la catálisis en otras carreras diferentes la química		
C1E10p1	Relación química e ing ambiental a través de la catálisis		
C1E25p1	Tema interesante para investigar		
C1E29p1	Uso que se le puede dar a la catálisis en la industria		
C1PM1	Adquirir conocimiento de la catálisis enfoque ambiental y social		
C1E2p2	Saber que es la catálisis y campo laboral que tiene		
C1E5p2.	Entender y profundizar en temas relacionados con mi carrera		
C1E10p2			
C1E12p2	Mayor grado de conocimiento en catálisis		
C1E17p2	Conocimientos que ayudan a crecer nivel académico		
C1E21p2			
C1E25p2.	Crecer académicamente		
C1E28p2.	Permite entender los procesos desde lo micro		
C1E28p2.	Conocer y mejorar las reacciones catalizadas		
C1P1 p2	Conocer los tipos de catálisis		
D1p5	Adquirir conocimiento científico para el campo laboral		
E1P7	Interés de los jóvenes por identificar aplicaciones de la catálisis en la industria		
E4P7	La catálisis permite mejorar las reacciones y esto beneficia a la industria		

	Aplicación en mayoría procesos industriales		
C1E8p1	Conocer cómo funciona un grupo de investigación	Interés por la catálisis se fundamenta en conocer las dinámicas de grupos de investigación, y de las actividades que allí se llevan a cabo como presentación de seminario, la interacción con otros pares y la formación no solo científica sino personal y profesional.	Actitud hacia el trabajo en el semillero de Catálisis
C1E28p1	Motiva Las dinámicas del semillero		
C1PH1	Motiva Objetivos de la formación del semillero		
C1PH2	Interés por un espacio de interacción académico		
E6P8	Interés por participar en un grupo de investigación		
D6p10	Adquirir conocimiento científico, formación en el campo laboral y personal		
C1E26p1	Interés por presentar seminario en el grupo para recibir aportes		
C1E29p2	Motiva conocer los objetivos del grupo		
C1E4P1	Aprender de mis compañeros y profesores		
C1E20p1	Interés por lo que hacen en el grupo		
E1E1p1.	Relación de los seminarios con el trabajo de grado final		
E1E2p1	Búsqueda de posibles temas trabajo de grado		
C1E15p1	Relaciones interpersonales		
C1E18p1	Motiva los microseminarios		
C1E22p1	Adquirir destrezas y habilidades de interpretación y exposición		
C1E23p1	Motiva los formación académica y personal que da el grupo		
C1E28p1	Espacio de interactuar con personas mismos interés		
C1PH1	El grupo formación académica y personal		
C1PH2.	Compañerismo en el grupo		
C1E6p2	Espacio para hacer ciencia		
C1E22p2			
C1P2 p2			

C1E12p1	Por estudiar catalizadores por su importancia para el futuro		Actitud hacia los logros de la Catálisis en la sociedad
C1E13p1	Adquirir conocimiento en catálisis por su importancia en la vida y desarrollo de la humanidad		
C1E14p1	Aportes a diferentes campos de la sociedad		
C1E1p2.	Motivación debido a la importancia de la catálisis en la vida		
E4P6	Motivación de los temas desarrollados en el grupo del		
C1E5p2	impacto de la catálisis en el mundo		
D2p1	Búsqueda de campos de aplicación y solución de problemas actuales		
D1p5	Interés por discusión de la importancia de la catálisis en la sociedad en los seminarios		
C1E25p2	Interés de los participantes por identificar aplicaciones de la catálisis en la industria		
	Conocer los procesos industriales catalíticos y mejorarlos		
C1E1p2.	Importancia de catálisis para la vida		
C1E23p2	Conocer las aplicaciones en el ambiente y en la sociedad		
D2p1.	discusión de la importancia de la catálisis en la sociedad en los seminarios		
E4P6	Motivado por la contribución de la catálisis en el desarrollo humano, ambiental y económico		

ANEXO 4. Relación entre categorías culturales de la categoría selectiva APROPIACIÓN SOCIAL DE LA CATÁLISIS.

Códigos	Categorías Culturales	Descripción de primer nivel (conceptuales)	Codificación categorías conceptuales
E2P9 E7P9 E1P8 E5P8	<p>La catálisis como posibilidad de entender mejor la química</p> <p>Catálisis para comprender procesos industriales</p> <p>Conocer la catálisis le hubiera permitido tener mejor desempeño en la carrera como químico</p>	La catálisis como posibilidad para entender mejor la química y para comprender mejor los procesos industriales	Entender mejor la química y los procesos industriales
D7p50 GD1p22 GD1p28 GD1p17 GD2p34 GD2p36 GD2p38 GD2p41 GD2p72	<p>Poca participación de los estudiantes en las discusiones académicas</p> <p>Falta de argumentación para sustentar la posición asumida</p> <p>Desconocimiento frente al impacto de un convertidor catalítico</p> <p>No logran construcción de relación clara entre la catálisis y un aplicación a contrarrestar el calentamiento global</p> <p>No se presenta una aplicación puntual de la contribución de la catálisis</p> <p>Solo hay comentarios generales no hay aplicaciones puntuales de la contribución de la catálisis</p> <p>Sustentación no clara del uso del conocimiento en catálisis</p> <p>Dificultad de construcción relaciones frente a</p>	Se observa una dificultad por parte de los estudiantes a la hora de hacer uso del conocimiento que han adquirido lo que no les permite hacer construcción de relaciones entre este conocimiento y las problemáticas sociales y ambientales o en la comprensión de fenómenos naturales	Dificultad en el uso del conocimiento

GD2p82	catálisis ambiente.		
GD2p87	Aportes globales pero sin ejemplos puntuales		
GD2p48	Percepción del docente frente al bajo nivel de		
GD2p50	argumentación dada por los participantes		
GD2p90	Critica del docente por el tipo de argumentación de los participantes		
E7P8	Docente se cuestiona frente a los aportes de los estudiantes porque cree que deberían tener elementos más claros		
	Dificultad en la comprensión de fenómenos naturales por desconocimiento de la catálisis		
	Dificultad en el uso del conocimiento de catálisis		
	Dificultad de usar el conocimiento en catálisis		
D11p14			
D11p54			
GD1p32	Planteamiento de soluciones a través de la investigación para buscar catalizadores más económicos	Se muestra el uso del conocimiento en catálisis en el planteamiento de posibles soluciones a través de investigación a problemas sociales y ambientales, como energías alternativas, remoción o aprovechamiento de sustancias contaminantes.	Planteamiento de posibles soluciones
GD1p23	Planteamiento de alternativas en la construcción de nuevos convertidores usando el conocimiento en Catálisis		
GD2p33	Uso de la catálisis en la descontaminación		
GD2p35	Producción de conocimiento en catálisis pertinente a la solución de problemas ambientales	además de citar ejemplos	
GD2p66			

GD2p60	Contribución de la catálisis en la disminución de otros gases de invernadero como los flouorcarbonados	donde ya se está llevando a cabo el uso de la catálisis en la solución de problemas como es el caso del convertidor catalítico
GD2p69	Utilización de dióxido de carbono para llegar a producción gas de síntesis que logra general hidrocarburos que podrían ser usados como combustibles	
GD2p7	Captura de dióxido de carbono a través de zeolitas	
GD2p80	Posibilidad de encontrar energía alternativas a través de la catálisis	
GD2p85 GD2p76	Producción de alternativas energéticas con uso de la catálisis como a partir de hidrógeno o celdas combustibles	
GD2p78	Producción de energías alternativas a través de la catálisis	
D5p15	Producción limpia con el uso de catalizadores lo que disminuye la producción de sustancias contaminantes al ambiente	
D8p10	Contribución de la catálisis en la descontaminación de sustancias nocivas del ambiente	
D11p20	Producción de conocimiento en catálisis para la descontaminación medio ambiental	
D11p39	Producción de conocimiento en catálisis para la síntesis de materiales biodegradables	
	Intervención de la catálisis en la solución de problemas ambientales	
	Procesos catalíticos en el aprovechamiento de	

	contaminantes		
GD2p43	Disminución de la energía requerida para llevar a cabo los procesos es un gran aporte de la catálisis	El uso del conocimiento en catálisis mostrando las ventajas del uso de catalizadores en los procesos industriales como menos energía, menos contaminantes, disminución en tiempo de reacción, eficiencia de los procesos, etc., lo que se traduce en beneficios ambientales.	Análisis de las ventajas industriales de los catalizadores
GD2p47	La Catálisis contribuye a minimizar el tiempo en los procesos lo que se traduce en menos energía y menos contaminantes		
GD2p75	La síntesis química con ayuda de catalizadores trae disminución de energía lo que se traduce en menos dióxido de carbono emitido		
GD2p83	Análisis de la situación global del dióxido de carbono y los aportes de la catálisis en la disminución de energía en los procesos con el fin de contribuir a que el planeta pueda equilibrar naturalmente los niveles de CO ₂		
GD2p86	Posibilidad de utilizar la energía de procesos exotérmicas en llevar a cabo procesos endotérmicos con el fin de disminuir la energía necesaria		
E1P7	La catálisis permite mejorar las reacciones y esto beneficia a la industria		
	Eficiencia en los procesos gracias a la catálisis		
D11p32	Disminución en el tiempo de reacción y en los subproductos		
D11p30	Beneficios ambientales		
D11p33	Disminución de subproductos disminución contaminantes		
D11p42			

GD2p61	El uso de convertidores catalíticos para eliminar gases como los óxidos de nitrógeno	El uso del conocimiento mediante la identificación de aplicaciones cotidianas de la catálisis como el uso de convertidores catalíticos de los automóviles, o en la presencia de elementos cotidianos como los fertilizantes, herbicidas, etc.	Identificación de aplicaciones cotidianas
GD2p77	Aplicación de la catálisis en la producción de productos necesarios para la sociedad como herbicidas, fertilizantes, etc		
GD1p26	Se establecen relaciones entre el no uso del convertidor catalítico y las consecuencias económicas que esto tiene.		
GD1p29	Uso del conocimiento en catálisis para explicar un elemento de la cotidianidad y su importancia en los automóviles		
E6P9	Catálisis para entender algunas actividades de la vida cotidiana		
GD1p20	Beneficios ambientales y para la salud, el uso del convertidor catalítico		
GD1p25	Construcción de argumentos sobre los beneficios de los convertidores catalíticos (costos, salud, eficiencia)		
D5p7	Aplicación de la catálisis en un dispositivo cotidiano de los automóviles		
GD2p70	Reto de producción de catalizadores que puedan aprovechar el dióxido de carbono que es el principal problema actualmente	Uso del conocimiento en la identificación de retos de la catálisis que se relacionan con el aprovechamiento de contaminantes, o contrarrestar el calentamiento global además alternativas energéticas	Identificación de retos
GD2p53	Necesidad de descomponer las moléculas causantes del calentamiento global con el uso de catalizadores		
GD1p37	Invitación al grupo de catálisis a producir conocimiento para solucionar los problemas ambientales o mejorar como el convertidor		

GD2p79	catalítico		
GD2p84	Importancia de disminuir los costos de los catalizadores utilizados para hacer uso ampliamente de la catálisis.		
GD2p81	La necesidad de pensar procesos catalíticos para contrarrestar gases de invernadero como el metano y los óxidos de nitrógeno		
GD1p29	Gran impacto y retos que tiene la catálisis como generadora de soluciones		
D9p10	Se muestra una visión más ambiciosa frente a la necesidad de pensar en soluciones más eficaces pero más complejas como lo son las energía alternativas y en las cuales la catálisis juega también un papel importante		
GD1p20	Necesidad de producir conocimiento en catálisis ambiental		
	Necesidad de socializar el conocimiento científico a la comunidad con el fin de que conozcan la importancia del mismo		
E2P7	La catálisis como proceso que permite que las reacciones se den de manera más limpia y amigable con el medio ambiente	Mediante el uso de conocimiento en catálisis se vislumbran las concepciones de concepto de catálisis que tiene los participantes del grupo donde prevalece el concepto como aceleración de una reacción química	Nociones del concepto
E3P7	La catálisis como ciencia que hace que las reacciones se den mas rápido		
E5P7			
E6P7	Catálisis como una área de investigación dentro de la química		
E7P7	Catálisis como proceso que aumenta la velocidad de la reacción y mejora la selectividad		
D11p7	Dificultad en la construcción del concepto de		

D11p11	catálisis Concepto de 1905 continua en los estudiantes		
GD233 D5p14 D5p23 D8p4 D8p10 D10p2	producción de conocimiento en catálisis Producción de conocimiento en catálisis en descontaminación La producción de conocimiento en catálisis para mejorar procesos industriales. Producción de conocimiento en catalizadores. Producción de conocimiento en catálisis para la síntesis de materiales biodegradables Producción de conocimiento en catálisis	Producción de conocimiento en catálisis para mejorar los procesos industriales y/o para contribuir a descontaminar el ambiente.	Producción de conocimiento

ANEXO 4. UNIDAD DIDACTICA



Reacciones que se aceleran, desafíos para la sociedad

<http://www.investigarte.es/portfolio-items/catalisis/>

Imagen 1: fotografía obtenida con un microscopio electrónico de barrido se observa un óxido mixto de lantano, titanio y cobre con estructura tipo perovskita que se ha utilizado como catalizador en procesos de ozonización y fotólisis de aguas contaminadas.

JIMENA SANDOVAL SARRIAS
UNIVERSIDAD DEL CAUCA
MAESTRIA EN EDUCACIÓN

ÍNDICE

	Pág.
PRESENTACIÓN.....	3
CONTENIDOS	4
OBJETIVOS	5
NOTA PARA EL PROFESOR.....	6
NOTA PARA EL ESTUDIANTE.....	7
SITUACIONES PROBLEMÁTICAS CONTEXTUALIZADAS.....	8
<i>EL CERTIFICADO DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN LOS AUTOMÓVILES.....</i>	<i>16</i>
Introducción.....	16
Actividades sugeridas.....	20
EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y LA CATÁLISIS.....	24
Introducción.....	24
actividades sugeridas.....	32
OTRAS SITUACIONES CONTEXTUALIZADAS SUSCEPTIBLES DE SER ABORDADAS.....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

PRESENTACIÓN

La presente unidad didáctica surgió como resultado de una investigación cualitativa desarrollada con el semillero de investigación en Catálisis de la Universidad el Cauca, donde se preguntó por el sentido que tiene el aprendizaje de esta temática para los miembros del grupo y de donde surgieron elementos a tener en cuenta al momento de enseñar, con el fin de lograr una mejor apropiación social del conocimiento.

De esta manera aunque se plantea como una propuesta para abordar este tópico en el espacio educativo de semillero de investigación, por las características de la metodología utilizada el Estudio de Situaciones Problemáticas Contextualizadas (ESPC) con enfoque Ciencia, tecnología y Sociedad (CTS) (Corchuelo, Catabiel y Cucuñame, 2006) puede ser adaptada para la enseñanza en otros niveles de educación formal como la universitaria o incluso la educación media.

La secuencia aquí mostrada no pretende ser una guía para seguir a cabalidad, solo se presenta de esta manera con el fin de ser clara tanto para el docente como para el estudiante, además se dejan contenidos abiertos con el fin de que se propongan nuevas situaciones problemáticas teniendo en cuenta el contexto de los participantes en el proceso de enseñanza.

La unidad está planteada en términos del desarrollo de Situaciones Problemáticas Contextualizadas, de modo que el estudiante y el profesor participen en procesos de investigación orientada hacia la producción de conocimiento escolar, que permitan promover el aprendizaje de la catálisis en el marco de problemáticas reales en esta interviene.

Se desarrollan dos situaciones problemática y se dejan planteadas otras susceptibles de ser desarrolladas según los interés y el contexto de los estudiantes.

CONTENIDOS

Conceptuales

Aspectos generales sobre la catálisis

Origen y evolución histórica del concepto

Aplicaciones de la catálisis

Ventajas del uso de Catalizadores

Procedimentales

Análisis de problemáticas sociales relacionadas con la catálisis

Explicación de posibles soluciones a las problemáticas a partir de la catálisis.

Construcción de diagramas donde se relaciona las etapas de la historia del concepto

Actitudinales

Identificación de actores sociales relacionados con una problemática social del contexto

Toma de posición frente a una problemática del contexto relacionada con la catálisis.

Participación activa en mesas de discusión frente a problemas de interés común.

OBJETIVOS

Conceptuales

Al finalizar la UD el estudiante podrá desarrollar la capacidad de:

- Reconocer que aspectos sociales permitieron el nacimiento del concepto de catálisis y cuáles fueron los elementos más importantes en su evolución hasta convertirse en el área tan importante como lo es hoy.
- Identificar algunas de las aplicaciones más importantes que tiene la catálisis en la sociedad actual.

Procedimentales

Al finalizar la UD, el estudiante podrá desarrollar la capacidad de:

- Comprender como la catálisis se relaciona con elementos de uso cotidiano o está asociada a productos de uso frecuente.
- Utilizar el conocimiento en catálisis para el análisis de situaciones problemáticas contextualizadas.
- Proponer nuevas problemáticas asociadas a catálisis susceptibles de ser estudiadas y de interés para su formación.

Actitudinales

Al finalizar la UD, el estudiante tendría podrá desarrollar la capacidad de:

- Interesarse por ampliar su conocimiento frente a la catálisis con el fin de comprender mejor algunos procesos.
- Concientizarse sobre la importancia de dar solución a problemas medioambientales presentes en su entorno.

NOTA PARA EL DOCENTE

El trabajo alrededor de situaciones problemáticas socialmente relevantes con enfoque CTS requiere que el docente o en lo posible un grupo de docentes, manejen estudios interdisciplinarios, ya que se trata de observar en la cotidianidad y focalizar la atención en una problemática que se relacione con el contenido que se pretende enseñar, pero que además requiere del análisis desde diferentes puntos de vista.

De esta manera es necesario que se reflexione frente a esta y se lleve a cabo una planificación de la misma teniendo en cuenta los elementos disponibles para investigarla. Con el fin de seleccionar cual o cuales actividades se llevaran a cabo para llegar a la comprensión y en consecuencia a la apropiación social de este conocimiento.

En la presente UD se muestran dos ejemplos ya desarrollados, pero se espera que el docente junto con sus estudiantes plantee nuevas problemáticas.

Frente al tiempo de ejecución de la presente unidad, dependerá del grupo con el que se va a trabajar, es decir si el grupo tiene referentes básicos antes mencionados o si es la primera vez que se acerca al estudio de la catálisis dependerá de cual tan extensa se lleve a cabo las actividades planteadas. Además de las problemáticas seleccionadas, para el caso de las aquí mencionadas, se recomienda que se lleven a cabo en cuatro sesiones de dos horas aproximadamente cada una.

Finalmente es conveniente resaltar que la estructura aquí planteada permite llevar a cabo la evaluación en el transcurso de la ejecución de la unidad, al observar el compromiso, la responsabilidad y la participación activa en las diferentes actividades. Además que permite valorar las habilidades participativas, argumentativas y propositivas de los estudiantes.

NOTA PARA EL ESTUDIANTE

Con este material tiene la oportunidad de ser el protagonista de tu propio aprendizaje, en la medida que busca generar una apropiación social de la temática de Catálisis en química, a través del análisis de problemáticas reales del mundo, lo que requiere su participación activa y disposición para el aprendizaje.

Como descubrirá a lo largo del desarrollo de la presente unidad, las actividades propuestas son desafiantes, relevantes e interesantes, por lo que se espera que las aproveche para mejorar su conocimiento y sus habilidades.

El material contiene dos ejemplos del ESPC donde se observan las actividades que se pueden seguir en un grupo, lo interesante, divertido y enriquecedor que puede llegar a ser este tipo de metodología, ya que como estudiantes juega un papel activo en su aprendizaje.

Al finalizar la unidad se encuentra algunas sugerencias de posibles situaciones que se pueden abordar en esta misma línea, sin embargo se espera que sea usted como estudiante que proponga nuevas situaciones que sean de su interés y que respondan al contexto donde se encuentre.

Para efectos de valorar tu proceso de aprendizaje, cada actividad permite establecer los avances en relación con la construcción de relaciones frente a los conceptos aprendidos y de la participación en la organización, ejecución y evaluación de cada una de las actividades.

EL ESTUDIO DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS CONTEXTUALIZADAS

En este apartado se mostrara las características de El ESPC, basado en el trabajo de tesis doctoral del profesor Miguel Hugo Corchuelo (Corchuelo, 2007, cap. 5).

El ESPC se caracteriza como un proceso de enseñanza y de aprendizaje fundamentado en elementos de la Investigación Guiada u Orientada promovida por el grupo integrado por Jaime Carrascosa, Daniel Gil, y Pablo Valdés (Carrascosa et al., 2005); Mariano Martín Gordillo y Juan Carlos González son miembros del grupo Argo y profesores de la cátedra CTS de la OEI y la Universidad de Oviedo. El cual pretende superar la imagen distorsionada y empobrecida de la ciencia, mediante el tratamiento de situaciones problemáticas abiertas que pueden resultar de interés para los estudiantes, a partir de su participación como investigadores.

Una situación problemática contextualizada se caracteriza por unos indicios que inquietan, preocupan y se interponen en el logro de unas aspiraciones, bien sean de una persona o de un grupo. Se encuentra localizada en un espacio real y en un tiempo dado. Las dudas que la acompañan demandan una primera fase de estudio para identificar el problema como tal; esto implica reconocer las variables y los actores involucrados en la situación, así como las relaciones que existen entre ellos.

Como se trata de situaciones reales, del contexto local o regional, por lo general son complejas y la puesta en práctica de la solución no depende sólo del grupo de estudiantes y profesores, sino del concurso de otros actores, como por ejemplo, representantes de otras instituciones, empresas o comunidades. La solución puede comprometer presupuestos o acciones legales que no son competencia de la institución educativa, por tanto no se garantiza que el problema se solucione, no se habla de que la solución de problemas sino del estudio de la situación problemática contextualizada –ESPC- que sí

es factible dentro del ámbito de la formación y promueve la articulación de las instituciones educativas con su entorno.

En cuanto a la selección y organización de los contenidos, se tiene en cuenta las características e intereses de alumnos y docentes, el contexto y la pertinencia de los propios contenidos. Se propone organizar experiencias de aprendizaje con base en métodos y contenidos con los que las ciencias y la tecnología buscan resolver los problemas vitales, individuales y sociales, teniendo en cuenta que el aprendizaje y la enseñanza se justifican y planifican discursiva y progresivamente entre profesores y estudiantes (Klafki, 1986).

No se trata de identificar problemas teóricos de interés exclusivo de los profesores, sino de situaciones cercanas a las vivencias de profesores, estudiantes y/o comunidades, vinculadas con preocupaciones relevantes de la humanidad, factibles de ser estudiadas de acuerdo con el nivel académico de los participantes y que promueven su interés. Un tanto desafiantes, que invitan a establecer relaciones entre los saberes, los conocimientos científico-tecnológicos que se espera que dominen y las problemáticas del contexto.

El espacio factible para el ESPC y que le corresponde identificar a los docentes al plantear la propuesta, está determinado por los conocimientos esperados del nivel académico, los intereses del colectivo dispuesto para el trabajo, y las posibilidades que brinde el contexto.

ESPC se propone una dinámica que implica actividades de: sensibilización; contextualización; exploración de conceptos; análisis de relaciones; diseño, simulación y/o experimentación; análisis de resultados; socialización; valoración y ajuste de las propuestas; y elaboración del nuevo discurso.

Sensibilización: Las actividades de sensibilización como su nombre lo indica tienen como propósito movilizar esa fuerza interior denominada voluntad, sin la cual es difícil que ocurra un aprendizaje comprensivo. Constituyen un primer espacio de encuentro con la situación y de reflexión hacia una nueva forma de trabajo que demanda sentido, sentimiento y sabor. En otras palabras, estas acciones hacen que la propuesta confiera diversos significados a los participantes, los cuales resulta importante identificar y socializar; así mismo despiertan la curiosidad, el gusto y la pasión por asumir el reto y un papel protagónico en su estudio. Estas actividades contribuyen a gestar el deseo por los conocimientos necesarios para comprender y posibilitar la transformación de la situación.

Algunas ideas para la presentación de la situación pueden ser: a través de un video-foro, representaciones que muestre la relevancia de la situación, una noticia, una exposición fotográfica que revele las transformaciones a través del tiempo; también es posible el uso de transparencias, o de simulaciones, entre otras.

Contextualización: Las actividades de contextualización sitúan ahora la problemática y la reflexión en un espacio y tiempo específicos. Como su nombre lo indica, buscan establecer la magnitud de la problemática en un determinado contexto por reconocer. En principio se tienen intuiciones e incertidumbres que proporcionan un ambiente de aventura que invita a la investigación.

Es muy importante revisar la historia de los acontecimientos; para ello se necesita consultar documentos y archivos; las entrevistas y las encuestas son fuentes importantes de datos, junto con las salidas de campo. Así mismo, se necesita observar el entorno en detalle para identificar actores y elementos involucrados en la situación problemática motivo de estudio, así como las relaciones que puedan existir entre ellos, esto es, trazar la cartografía social de la situación. Para estas actividades se necesita de una planeación flexible, de trabajo en equipo y a corto plazo (en virtud de la información

que se recolecte, de la manera como se avance y de los cambios que ocurran). Es una oportunidad para que estudiantes y profesores se ejerciten en la identificación de problemas.

Exploración de Conceptos: Las anteriores actividades permiten identificar temas o conceptos que requieren estudiarse para comprender la situación problemática. La principal dificultad que se evidencia en este momento, es que si el docente trabaja solo, la abundancia de información y el correspondiente análisis pueden conducir a que se desista del trabajo. Al abordar situaciones problemáticas es muy probable que se requiera de temas estudiados por diversas disciplinas y actividades de diferente índole. Por esta razón un factor determinante es la conformación de un equipo de docentes, que además de posibilitar el trabajo, genere escuela de pensamiento y aproveche el potencial de la Interacción Social y de la Interdisciplinariedad. Sin embargo un docente puede desarrollar situaciones sencillas pero de igual importancia, que con la ayuda de sus estudiantes pueda abordar, mas teniendo en cuenta que la información hoy está disponible con herramientas como el internet.

Seleccionado el tema o concepto a estudiar, se desarrolla un proceso que permite visualizar la evolución del concepto a través del tiempo; sus potencialidades, límites y proyecciones. Se sugiere dividir entonces el grupo de estudiantes en seis equipos; dos de ellos, actuando como pares académicos, asumen el compromiso de indagar sobre el origen, los antecedentes del concepto; otros dos se encargan de averiguar sobre la actualidad y los otros dos sobre las posibilidades a futuro. Con representantes de estos equipos se puede organizar un grupo coordinador del trabajo.

Antecedentes: Dos equipos indagan sobre el ayer del concepto. Algunas de las preguntas orientadoras pueden ser: ¿cuándo apareció por primera vez? ¿Quiénes fueron sus autores? ¿Ante qué problemática? ¿Cómo se resolvió en ese entonces?

Actualidad: Otros dos equipos asumen el estudio del momento presente. Les corresponde identificar los desarrollos más recientes, la normatividad o limitaciones, de su aplicación, las preocupaciones y vacíos que a la fecha existen. Para ello es necesario el pensamiento crítico. Pueden recurrir a noticias, revistas especializadas, documentales recientes, memorias de eventos, entre otras, como fuentes de información. También pueden acudir a encuestas y hacer entrevistas.

Perspectivas: Les corresponde realizar proyecciones sobre lo que pueda pasar a futuro. Se hace énfasis en la capacidad creativa y sus hallazgos se pueden presentar a través de textos, representación de dramas futuristas, simulaciones, entre otras.

Es necesario contar con un coordinador responsable de que todo el trabajo diferenciado de los demás equipos tenga coherencia y pueda ser compartido adecuadamente por todos. Una vez definido y transcurrido el tiempo dedicado a la indagación, este grupo decide sobre la forma en que se socializan los resultados. Se puede decir que cada equipo contiene una parte de toda la información que se requiere; al compartirla mutuamente se puede construir en conjunto una visión amplia del concepto explorado. Con la colaboración de los docentes se pueden recurrir a diversas formas para hacer la puesta en común: un panel de expertos, la regilla, dramatizaciones, ferias con carteleras, demostraciones, entre otras.

Análisis de relaciones: Las actividades para el análisis de relaciones conducen a un nuevo esclarecimiento de la complejidad de la situación problemática, gracias a la auto-reflexión compartida entre los participantes. Esta es una forma de identificar las ideas o concepciones alternativas de estudiantes y profesores, a las que recurren para hacer predicciones y que son susceptibles de ser sometidas a prueba. Se trata de hacer un análisis que confiere sentido y que permite: comprender y acotar la situación planteada (en relación con los conocimientos disponibles, la relevancia del problema); observar que lo percibido es el resultado de un proceso a través del tiempo; identificar actores, escenarios y variables; definir las restricciones en materiales, equipos, técnicas de

procedimiento, económicas, jurídicas y sociales, propias del contexto específico de trabajo, así como las potencialidades y ventajas comparativas; y formular preguntas operativas orientadoras para el trabajo y para el reconocimiento de sí mismo y de los demás.

Algunas preguntas orientadoras de la acción son: ¿Cuáles son los aspectos más conflictivos de la situación y en qué contextos o grupos se manifiestan? ¿Qué formas adopta la situación? (discursos, prácticas, organizaciones). ¿Cuáles son los argumentos de discusión y de resistencia al cambio, y qué correlación existe o hace falta entre la teoría y la práctica?

En estas actividades es muy importante aprender a tomar decisiones teniendo en cuenta las condiciones de la situación, la responsabilidad social y la ética profesional, para lo cual el seminario es un importante elemento de apoyo. La información recopilada más la participación de otras instituciones relacionadas con la situación motivo de estudio se pueden convertir en insumos para organizar una controversia, cuyo propósito es el facilitar un espacio para desarrollar actitudes y habilidades relacionadas con la participación social.

Es posible recurrir al juego de roles como una estrategia metodológica para el análisis de relaciones. El grupo se organiza por equipos y a cada uno se le asigna la representación de uno de los actores cuya intervención es importante en una discusión pública. Cada equipo tendrá que indagar, recopilar, organizar y construir argumentos relevantes para asumir el rol que le corresponde y defender su punto de vista, primero exponiendo su visión y competencia dentro de la problemática particular y luego escuchando y contra argumentando, si es el caso, los planteamientos de los otros equipos.

Diseño, simulación y/o experimentación.- Es la oportunidad para que los equipos validen sus hipótesis y formulen propuestas de solución a la problemática, lo cual implica hacer más énfasis en el desarrollo de habilidades del pensamiento relacionadas con la crítica y la creatividad. El ambiente ahora es propicio para la innovación, para el aprendizaje activo a través de la elaboración de diseños; para construir modelos o prototipos, controlar variables, hacer simulaciones, establecer márgenes de

incertidumbre, de acuerdo con la normatividad existente. Se emplean entonces fuentes de información, modelos físico-matemáticos y simulaciones acordes con el problema. Lo que se pueda realizar en este punto dependerá de los recursos con que cuente la institución educativa, sin embargo depende en su mayor parte de la creatividad de estudiantes y docentes.

Análisis de resultados: A través de estas actividades se aspira a establecer en qué medida cada propuesta satisface las expectativas de acuerdo a las condiciones del problema. Es necesario contar con una descripción que dé cuenta de las ventajas y limitaciones tanto frente a otras alternativas que se reporten como al no intervenir la situación. Además de la información que suministren pruebas de campo y simulaciones, se puede recurrir a análisis que identifican debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas.

Socialización: Se trata de actividades orientadas al fortalecimiento de las habilidades comunicativas a través de la Interacción Social. Ocurren en diferentes ámbitos. Como la clase, a la comunidad educativa, o en espacios de los medios masivos de comunicación (radio, prensa, revistas, televisión e Internet). Mediante las actividades de socialización se reconoce el trabajo y se determina el nivel de aceptación de cada propuesta de solución. En cada espacio es muy importante la elaboración de documentos, de informes que se presentan, se sustentan y se asume la responsabilidad intelectual de lo que se dice.

Valoración y ajustes.- Son actividades que permiten identificar tanto los avances de las personas que participan en el estudio, como sus posibilidades de desarrollo, es decir, se tiene en cuenta lo realizado y lo factible de realizar. Es un aspecto sensible de la propuesta, ya que constituye uno de los principales agentes que orientan la atención y acción de los estudiantes y puede ser otra oportunidad para el aprendizaje.

El nuevo discurso: Otras actividades importantes en el ESPC son la sistematización de la experiencia y la elaboración de la memoria. Se recomienda en la medida que sea posible, hacer registros de las diversas actividades. Los diarios de campo, las actas de los seminarios son un instrumento para recolectar información y se puede complementar con un portafolio de actas o protocolos de clase, con el que pueden colaborar los estudiantes.

En el siguiente apartado se muestra a manera de ejemplo dos situaciones problemáticas abordadas en el semillero de Catálisis de la Universidad del Cauca, los cuales se desarrollaron en el marco de una investigación titulada “la Catálisis en la sociedad: una mirada desde la educación (Sandoval, 2014). Estas se definieron teniendo presente el interés del grupo por la aplicación ambiental de la catálisis, manifestado este en los temas a tratar en los seminarios, exposiciones, artículos discutidos, trabajos investigativos en desarrollo; del nivel académico con contaba el grupo y del contexto de la ciudad de Popayán, la cual a pesar de ser una ciudad pequeña tiene altos niveles de gases contaminantes en el aire, además de los derrumbes y avalanchas que han afectado a la ciudad debido a las intensas lluvias, resultado del cambio climático.

Se tuvo como antecedentes además, los temas los trabajos experimentales que los miembros del semillero trabajan a lo largo del semestre tanto en los espacios de los laboratorios como asignaturas, como en los proyectos que desarrollan dentro del grupo de investigación de Catálisis, como “escuela abierta”, convenios con el SENA, trabajos de grado de pregrado y maestría de estudiantes de química e ingeniería ambiental, además de las salidas técnicas a algunas industrias del país donde se haga uso de catalizadores.

CERTIFICADO DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES EN LOS AUTOMÓVILES Y LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Introducción

Esta La Norma Colombiana de Emisión Permisible para vehículos nuevos y usados, en su artículo 8 de la resolución 5 del 9 de enero de 1996 reglamenta que a partir del 1 de enero de 1997, toda fuente móvil con motor a gasolina, durante su funcionamiento en condición de marcha mínima o Ralentí y a temperatura normal de operación, no podrá emitir Monóxido de Carbono (CO) e hidrocarburos (HC) en cantidades superiores a las señaladas en la presente norma.

Este requerimiento a obligado a todos los vehículos tener al día el certificado de emisiones de gases el cual acarrea un costo, además al no presentar este documento ante las autoridades de tránsito será multado aproximadamente por 15 salarios mínimos diarios vigentes, lo que preocupa a los ciudadanos, los cuales recurren a centros no autorizados para obtener este certificado a un menor costo, desconociendo por completo el impacto que esto trae para el ambiente y para la salud humana.

De esta manera se plantea el análisis de esta situación problemática contextualizada, ya que se relaciona directamente con el funcionamiento de un dispositivo llamado convertidor catalítico, de manera que se plantea la siguiente pregunta?

¿Por qué se hace necesario tener el certificado de emisiones de gases contaminantes en los automóviles y qué relación tiene este con el convertidor catalítico?

Los motores de combustión interna han sido causantes de una gran parte de la contaminación ambiental, ya que en su proceso de combustión producen gases nocivos, tales como el monóxido de carbono (CO), los hidrocarburos (HC), los óxidos de nitrógeno (NOx) y el material particulado (PM) y

también el dióxido de carbono (CO₂), gas responsable en gran parte del efecto invernadero. El CO es un gas inodoro, incoloro y muy tóxico. El CO tiene un tiempo de vida en la atmósfera de 1 – 2 meses y el CO₂ tiene un tiempo de vida de 50 – 200 años, pero el CO se oxida a CO₂ prolongando así su permanencia en la atmósfera; algo similar pasa con el metano (Faust, 2009, citado por Cusidó, Cusidó, Lazaro, Cremades y Gonzales, 2001).

En cuanto a los hidrocarburos emitidos, el más común es el metano. No tiene consecuencias negativas sobre la salud humana, pero si contribuye al incremento del efecto invernadero. Pero existen otros hidrocarburos que al estar en grandes concentraciones pueden llegar a afectar la salud humana, en especial las vías cardio-respiratorias y ser cancerígenos. Los NO_x, en presencia de hidrocarburos, contribuyen a la formación de ozono en la troposfera y sirven como catalizador para la formación de la niebla tóxica fotoquímica y la lluvia ácida. El óxido nitroso (NO) es uno de los mayores causantes del calentamiento global con un tiempo de vida medio de 170 años, después le siguen el amoníaco y el ión nitrato (Faust, 2009 citado por Cusidó, et, al.2001).

El material particulado, también conocido como hollín, está formado por partículas de tamaño < 3 µm que se introducen en las vías respiratorias y en el torrente sanguíneo causando grandes problemas en la salud, pudiendo llegar a ser cancerígeno (Cusidó, et, al., 2011. p. 910).

Debido a lo anterior se han reglamentado a nivel internación y nacional, para Colombia la presente norma presenta el siguiente cuadro se muestran los niveles permisibles.

Tabla No. 1 Normas de emisión permisible para fuentes móviles con motor a gasolina en condición de marcha mínima o ralentí (Resolución DAMA No. 556 del 7 de abril de 2003).

Año modelo	% CO* Altura/Nivel del mar (0-1.500)	% CO Altura/Nivel del mar (1.501- 3.000)	ppm HC** Altura/Nivel del mar (0-1.500)	ppm HC Altura/Nivel del mar (1.501- 3.000)
2001 y posterior	1.0	1.0	200	200
2000-1998	2.5	2.5	300	300
1997-1996	3.0	3.5	400	450
1995-1991	3.5	4.5	650	750
1990-1981	4.5	5.5	750	900
1980-1975	5.5	6.5	900	1000
1974 o anteriores	6.5	7.5	1000	1200

* %(Porcentaje por volumen).

** ppm (Partes por millón).

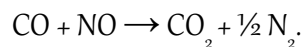
Una de las formas para controlar estas emisiones es mediante la instalación de dispositivos para el tratamiento de las emisiones del motor antes de salir a la atmósfera llamado convertidor catalítico, el cual transforma químicamente las emisiones gaseosas nocivas.

El convertido está constituido en su interior por una estructura o monolito de material cerámico en forma de panel de abeja, para que haya una mayor área de contacto entre los gases y el material catalítico con el cual está recubierto. La formulación incluye una serie de sustancias activas como óxido de aluminio, metales nobles que hacen las veces de catalizadores sólidos: Platino, Rodio, Paladio y promotores (cerio, circonio y alúmina). El platino y paladio que permiten la función de oxidación, y de rodio que interviene en la reducción, acelerando la reacción química. En su parte exterior el catalizador es un recipiente en acero inoxidable y está provisto de una carcasa-pantalla metálica antitérmica,

también en acero inoxidable, que protege los bajos del vehículo de las altas temperaturas alcanzadas (Heck y Farrauto, 2001).

Existen dos tipos de convertidores catalíticos para el tratamiento de emisiones gaseosas de automotores, los convertidores duales o de oxidación, y los convertidores ternarios o de tres vías. El convertidor dual cataliza la oxidación de los hidrocarburos remanentes de la combustión así como del CO, formando CO₂ y H₂O. Un catalizador de actividad dual típicamente utiliza metales del grupo del platino dispersos en un substrato de γ -alúmina, el que, a su vez, ha sido previamente impregnado en un soporte cerámico o metálico. (Gamas, Fuentes y Schiffe, 1998 p. 134)

El convertidor denominado de tres vías es el utilizado en todos los automóviles de manufactura posterior a 1999. El catalizador en este caso promueve de manera simultánea la oxidación de los hidrocarburos remanentes de la combustión, la oxidación del CO y la reducción del NO a N₂ vía la reacción



La optimización de la operación de los convertidores de tres vías utiliza de manera muy inteligente la dependencia entre la concentración de contaminantes en los gases del escape y la relación aire/combustible (Gamas, Fuentes y Schiffe, 1998, p. 134).

Frente a la *eficiencia del convertidor* da prueba el hecho de que los gases expulsados del motor están en contacto con los catalizadores solamente 0,1 – 0,4 segundos, tiempo durante el cual logran una conversión del 95% de CO y C_xH_y, y el 75% de NO y los NO₂ son eliminados. Se estima que la *vida útil* de un catalizador se encuentra entre 90 mil y 100 mil kilómetros (+- 4 años). Los *precios* de estos varían mucho, los precios están entre 750000 y 1900000 pesos.

Cada convertidor tiene cerca de 0.18-0.30 g de rodio, 0,2 g de platino y 0.8 g de paladio, estos metales tienen una características importantes como muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Principales características de los metales nobles usados en los convertidores

METAL	PRODUCCIÓN ANUAL	COSTO POR kg (Pesos)	CARACTERISTICAS
PLATINO	220 Tn	90 millones	Se estima que el 20% de los productos que se fabrican en el mundo contienen platino, al que se le conoce como el metal del ambiente
PALADIO	225 Tn	48 millones	Todos los compuestos del paladio deben ser considerados como altamente tóxicos y carcinógenos
RODIO	150 Tn	0,56 billones	El metal más caro del planeta Los compuestos del rodio manchan la piel fuertemente y son considerados como altamente tóxicos y carcinógenos

Es importante tener en cuenta que la recuperación de estos metales es difícil y costosa puede realizarse.

Actividades sugeridas

Con el fin de abordar esta problemática y tomando algunos de las actividades sugeridas por la metodología del ESPC con enfoque CTS se planten las siguientes actividades:

Sensibilización y presentación de la situación

Se sugiere realizarse a través de una representación donde un ciudadano va por una avenida y es detenido por una agente de tránsito que se encuentra haciendo una revisión del certificado de gases contaminantes y encuentra que el auto de este ciudadano está emitiendo gases por encima de los niveles permitidos y que además tiene un certificado de gases de una empresa no autorizada, por lo cual se genera una discusión por la pregunta que el policía hace ¿señorita cuánto tiempo hace que tiene

ese convertidor catalítico?, para lo cual el ciudadano no tiene ninguna respuesta pues para empezar no sabe que es un convertidor catalítico y realmente no le interesa, solo quiere que no le inmovilicen su auto ni le cobren la multa por esta infracción, así que decide sobornar al policía y luego de que el policía acepta el soborno se va a su casa preguntándose si realmente valdrá la pena cambiar ese aparato llamado convertidor catalítico.

Sin embargo, esta también se podrían realizar a través de un video, o mostrando datos relevantes para ejemplificar la problemática en una exposición, así mismo generando otro tipo de preguntas orientadoras según sea el interés que se busque en el aprendizaje.

Contextualización

Se organizó el grupo por equipos y se usó la técnica de participación de juegos de rol donde cada grupo representa a cada una de los actores cuya intervención es importante en una discusión pública: comunidad, industria, ambientalistas, gobierno y academia, con el objetivo de que los diferentes actores ayuden a contextualizar la situación planteada.

Sin embargo es necesario que este tipo de actividades se lleve a cabo en especial con salidas de campo donde el estudiante pueda acercarse y conocer más afondo la problemática, los actores sociales que intervienen en ella.

Exploración de conceptos

Esta se llevó a cabo en el transcurso de una semana, luego se recopiló un documento con datos sobre el convertidor catalítico, su funcionamiento, su precio, reacciones químicas que ocurren al interior, la legislación colombiana sobre las emisiones de gases, los metales que conforman el convertidor: su

extracción, precio, su recuperación, entre otros; de donde se organizó un documento donde se condensa esta información para que los grupos de discusión armaran sus argumentos. A

Aquí se hizo necesario acudir a diferentes aspectos teóricos para conocer más afondo la problemática, un resumen de estos se muestran en el siguiente diagrama.

Aquí toma relevancia el manejo de conceptos nuevos, los cuales deben consultarse, de allí que sea recomendable contar con un grupo de docentes de diferentes áreas del conocimiento, además esta exploración se convierte en una oportunidad para que el estudiante construya mapas, redes, textos, pinturas, entre otros, con la información recolectada.

Análisis y construcción de relaciones

A partir de allí y después de un tiempo (en una sesión diferente) cada grupo construyó argumentos relevantes para asumir el rol que le correspondió para presentar sus argumentos, primero exponiendo su visión y competencia dentro de la problemática particular y luego escuchando y contra argumentando, si era el caso, los planteamientos de los otros equipos esta fue la actividad de análisis y construcción de relaciones, realizada con el fin de obtener unas conclusiones y reflexiones.

Los paneles de discusión, las exposiciones o los debates son elementos que pueden apoyar este apartado, además en la medida de las posibilidades la realización de actividades experimentales, de prototipos o de simuladores pueden potenciar las relaciones que los estudiantes construyen con el conocimiento que ya tiene y el que están adquiriendo.

Conclusiones y reflexiones

La manera de presentar la problemática y la dinámica, el juego de roles generó un interés y una motivación, cada grupo se apropió del rol que cumple en la sociedad.

Se observa que la comunidad manifestó su desconocimiento frente a que es un convertidor catalítico, lo que podría homologarse al común de la ciudadanía que a pesar de usar un automóvil desconoce que es este elemento y cuál es su función.

También se presentó una reflexión frente a la necesidad de tomar conciencia y de asumir la responsabilidad de tener carro y los efectos que este puede tener al ambiente. Además algunos planteamientos con propuestas de solución desde la Catálisis, es el caso de los representantes del gobierno y de la industria quienes plantean la necesidad de construir convertidores catalíticos más baratos es decir utilizando catalizadores que no sean tan costosos como los que se utilizan actualmente y que además sean más eficientes. Al contrastar estos aportes con el actual sistema general de regalías se observa el apoyo económico que se le está inyectando a la investigación en Colombia por lo que se puede pensar en hacer de esta propuesta una realidad, pues es un campo de acción de buenas oportunidades en la búsqueda de catalizadores que reemplacen los actualmente usados en los convertidores catalíticos de los automóviles.

Por otro lado hubo participantes que no lograron establecer relaciones importantes entre los saberes, los conocimientos científicos que se espera dominen y la problemática planteada, es el caso de los que representan a los ambientalistas los cuales plantean la posición de la necesidad de cambiar el convertidor pero sus argumentos son muy pobres teóricamente. Lo que permite también evidenciar falencias en los estudiantes.

La divulgación de la presente actividad se llevó a cabo en el congreso de Investigación y pedagogía, III nacional y II internacional en octubre del año 2013 (Sandoval y Ramírez, 2013)

La socialización de los reflexiones dadas y las conclusiones es muy importante con el fin de consolidar archivos que sirvan de referentes a próximas actividades o porque no a otros colegas o a la misma comunidad involucrada en la problemática.

Es pertinente aclarar que no se lleva a cabo algunas actividades propias del ESPC como el diseño de simuladores o experimentos debido a que estos ya se habían realizado unos semestres anteriores el laboratorio de catálisis. Frente a la valoración y el ajuste surge como una de las conclusiones en la discusión, algunos de ellos se relaciona con la necesidad de que el grupo genere investigación en lo relacionado con el convertidor catalítico con el fin de que sea más económico y que tenga larga vida útil.

EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y LA CATÁLISIS

Introducción

Hace unos años, los científicos descubrieron que la temperatura de la tierra estaba aumentando más rápido de lo normal, por lo que se llamó a este fenómeno Calentamiento global, según las Naciones Unidas, la principal causa del aumento de la temperatura es el proceso de industrialización que se inició desde mediados del siglo XVIII, y el uso de grandes cantidades de petróleo, gasolina y carbón, al igual que la tala indiscriminada de bosques y algunos métodos de explotación agrícola. El cambio en la temperatura del aire produce alteraciones en otros elementos como la humedad del aire, la presión atmosférica, la cantidad de nubes y las precipitaciones; todo esto se conoce como el Cambio Climático (UNODC, 2007. p. 7).

Es por esto que está generando en la actualidad un interés por las diferentes ciencias entre ellas la química, de construir propuestas que permitan contrarrestar este fenómeno o ayudar a su disminución de sus efectos, para esto se propone como la catálisis podría contribuir en este aspecto.

¿Cómo podría la Catálisis contribuir a contrarrestar el calentamiento global y cumplir el protocolo de Kioto?

Para este punto se plantea el análisis de un documento “contribución de la catálisis al cumplimiento de los objetivos de Kioto” (Romero, 2007) se incluyen algunos apartados de este documento para ejemplificar la problemática.

A lo largo de toda la historia de la Tierra, antes y después de la aparición del hombre, se han producido importantes cambios climáticos que han afectado profundamente a la vida. La flora y la fauna han ido cambiando y adaptándose a estas modificaciones que, lo mismo que otras variaciones del medioambiente, forman parte del funcionamiento de los sistemas naturales. Sin embargo, el suelo, las aguas, las zonas costeras y marinas, las zonas polares, la atmósfera, los bosques o la biodiversidad, han experimentado modificaciones significativas en muy poco tiempo. El tamaño de la población mundial y el modelo de sociedad implantado constituyen una gran dificultad para evitar que la adaptación a estos cambios sea traumática pero la especie humana no debe confiar al destino su capacidad de adaptarse en el futuro. (p. 347).

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) ha ido confirmando en sus Informes de Evaluación que el calentamiento global es inequívoco y que puede atribuirse a las actividades humanas con una certidumbre superior al 90%. El aumento de concentración de CO₂ en la atmósfera ha sido superior al 35% desde la época preindustrial y el aumento de la temperatura global media de la superficie terrestre de 0,74°C (entre 0,55 y 0,92°C) en los últimos cien años. Las proyecciones del Cuarto Informe de Evaluación (aprobado el 2 de febrero de 2007) indican que la temperatura de los últimos 10 años del siglo XXI será superior a la que hubo en las dos últimas décadas del siglo XX entre, dependiendo del escenario, 1,8 y 4,0°C. (p. 347)

Debido a la responsabilidad que tienen los métodos de producción y los hábitos de consumo en el calentamiento observado, la comunidad internacional se enfrenta al reto de mitigar los impactos ambientales y socioeconómicos que pueden derivarse de la futura alteración climática.

En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) de 1992, los 186 países firmantes acordaron que era necesario adoptar medidas destinadas a lograr “la estabilización de las concentraciones de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Este nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten de forma natural al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”. (Naciones Unidas, 1992)

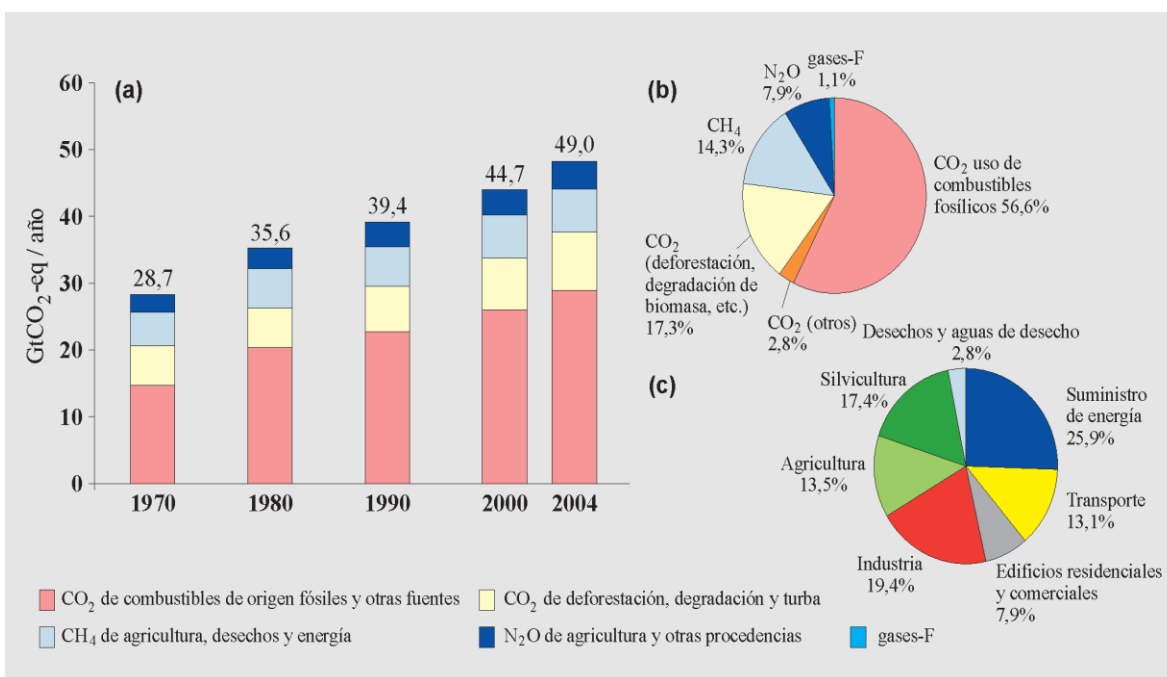
Dentro de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el acuerdo alcanzado en la ciudad japonesa de Kioto el 11 de diciembre de 1997, conocido como Protocolo de Kioto el cual establece limitaciones a las emisiones de seis gases de efecto invernadero. Los países desarrollados y los países en proceso de transición a una economía de mercado, se comprometieron a reducir sus emisiones antropogénicas de los seis gases de efecto invernadero objeto de control, al menos un 5,2% de las emisiones realizadas en el año de referencia, 1990 (o 1995 para los tres gases fluorados), en el período 2008-2012. (p. 348)

Colombia también hace parte de esta preocupación por el cambio climático y ha iniciado una serie de proyectos que aporten a los compromisos del Protocolo de Kioto a través de la implementación de Mecanismos de Desarrollo Limpio.

Los gases de efecto invernadero

Los gases efecto invernadero son aquellas sustancias presentes en la atmósfera que absorben gran parte de la radiación infrarroja que emite la Tierra, impidiendo que la energía pase directamente de la superficie terrestre al espacio. La presencia de estos gases evita que nuestro planeta sea un lugar frío. Como consecuencia de alteraciones en el balance, entre la energía incidente y la energía irradiada, el clima está sometido a variaciones en todas las escalas temporales, desde decenios a miles y millones de años. Los cambios en el clima derivados de la actividad humana son debidos a la intensificación del efecto invernadero natural—aumento de la concentración de los gases radiactivamente activos en la atmósfera— que provoca lo que se conoce como un forzamiento radiactivo. Cerca del 60% de este forzamiento es debido al dióxido de carbono (CO_2), en tanto que el metano (CH_4) contribuye con un 15%, el óxido nitroso (N_2O) con un 5%, mientras que otros gases como el ozono (O_3), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs), el hexafluoruro de azufre (SF_6), etc., junto con las partículas sólidas, contribuyen con el 20%. (p. 349)

Figura 3. Fuentes de gases de efecto invernadero y estrategias para reducir su emisión a la atmósfera



Son imprescindibles los esfuerzos destinados a reducir las emisiones de CO₂, debido a su mayor contribución a las emisiones de GEI, para paliar el calentamiento global. Se puede conseguir este objetivo de reducción mediante procedimientos que permitan:

- Disminuir la cantidad de CO₂ producida.
- Aumentar la capacidad de almacenamiento de los sumideros de CO₂
- Utilizar el CO₂ como fuente de carbono para fabricar productos.

Para lograr resultados significativos es preciso disminuir las emisiones de CO₂ procedentes de la obtención y consumo de energía. Por ello, las opciones más prometedoras se basan en tecnologías que utilicen fuentes energéticas de menor contenido de carbono y en aquellas otras que aumenten la eficiencia de su producción y de su uso (p. 350).

Contribución de la catálisis al cumplimiento de los objetivos de Kioto

Los procesos catalíticos pueden contribuir a limitar las emisiones de gases de efecto invernadero siempre que se disponga de catalizadores apropiados —elevados valores de la actividad, selectividad y vida— para efectuar las reacciones químicas planteadas con este objetivo.

Reducción de las emisiones de dióxido de carbono (p. 353)

Pueden seguirse tres caminos “catalíticos” diferentes para reducir las emisiones netas de este gas de efecto invernadero:

- Aumentar la eficiencia, utilizando catalizadores, de procesos de obtención de energía.
- Emplear catalizadores para facilitar las transformaciones que permiten aprovechar las fuentes de energía renovables.
- Desarrollar procesos catalíticos para utilizar el dióxido de carbono como materia prima de la industria química.

En las celdas de combustible se transforma la energía química del combustible en energía eléctrica.

El interés por este método de obtener energía eléctrica se debe tanto a la elevada eficiencia energética que puede lograrse, se evita una transformación intermedia a energía térmica, como a su empleo para pequeñas potencias y para equipar vehículos de tracción. A diferencia de lo que ocurre en una máquina térmica, sujeta al principio de Carnot, la energía puede, en principio, transformarse completamente en energía eléctrica. (p.352)

La biomasa puede ser una fuente de energía renovable de gran importancia en el futuro ya que, si la velocidad a que se consume es inferior a la velocidad a que se forma, no origina emisiones netas. La madera y otras formas de biomasa han sido objeto de estudios técnicos destinados a analizar y desarrollar procedimientos capaces de sustituir a los combustibles fósiles como fuente de energía y de materias primas. Mediante la pirólisis se obtiene una fase líquida de moderado poder calorífico que puede emplearse directamente como combustible de sustitución en centrales térmicas y en turbinas de gas. La composición del líquido de pirólisis, biocrudo, es una mezcla muy compleja que contiene principalmente compuestos fenólicos, ácidos orgánicos, aldehídos, cetonas, ésteres y agua. El contenido de carbono, hidrógeno y oxígeno es similar en el biocrudo y en la biomasa utilizada como materia prima.(p. 353)

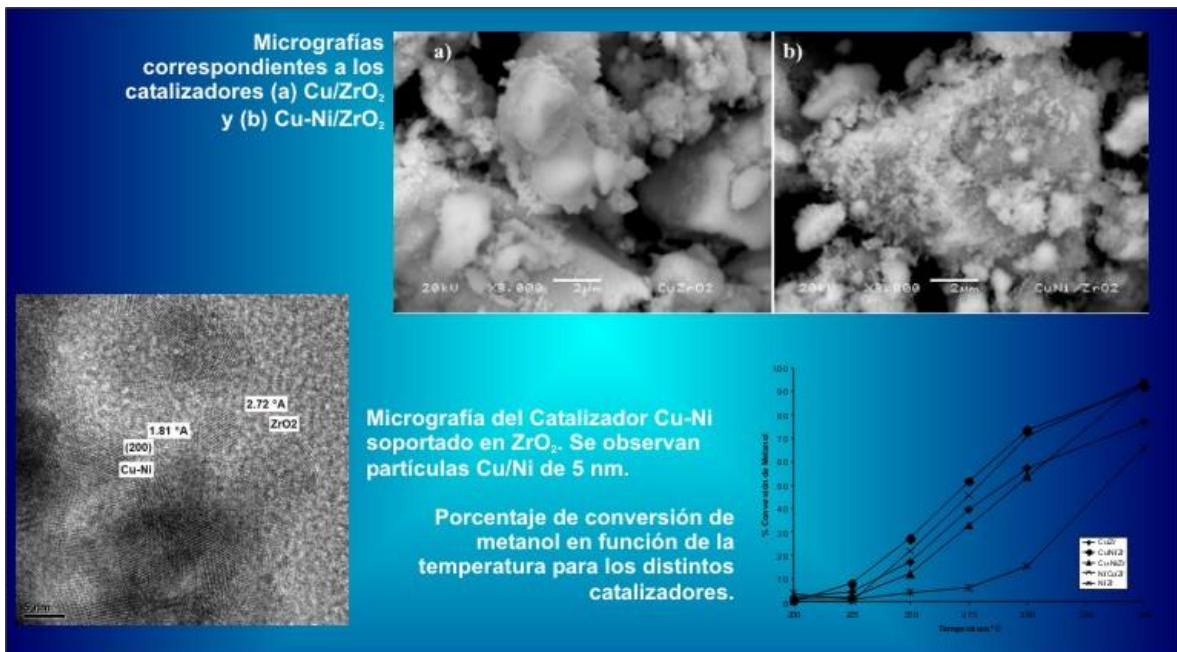


Imagen 7. Ejemplos de catalizadores usados en la producción de metanol base para la producción de biocombustibles

http://www.inin.gob.mx/imgs/img_proyectos/CA-711_2.jpg

El CO₂ es una materia prima que puede aportar un bloque necesario para la construcción de cadenas carbono-carbono o una fuente competitiva de carbono en la industria química. El comportamiento cinético y termodinámico de este tipo de reacciones es un obstáculo que es preciso superar. El dióxido de carbono es una molécula bastante inerte y, además, muchas de las reacciones en la que participa como reactivo están desfavorecidas energéticamente. El desarrollo de catalizadores activos puede resolver el primer inconveniente pero la superación de las limitaciones termodinámicas requiere que los procesos se efectúen a elevadas temperaturas y altas presiones (p. 354).

Reducción de los otros gases de efecto invernadero

La combustión catalítica es un proceso mediante el que se produce la reacción entre el combustible y el oxígeno en la superficie del catalizador hasta su oxidación completa. El proceso catalítico tiene lugar sin llama y a temperatura mucho más baja que la del proceso térmico, siendo sus emisiones de óxidos de nitrógeno son muy pequeñas. Se puede aplicar tanto en plantas de producción de energía, combustores de turbinas de gas, como en la destrucción de contaminantes presentes en corrientes residuales. Un ejemplo de esta tecnología es el convertidor catalítico que se instala en los automóviles para reducir sus emisiones, monóxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, etc. (p.357).

Las dificultades que presenta el tratamiento de gases con bajo contenido de combustible se pueden superar con el empleo de catalizadores. Mientras que el hidrógeno y monóxido de carbono reaccionan con oxígeno a temperaturas ligeramente superiores a la temperatura ambiente con catalizadores de metales preciosos, como platino o paladio, la oxidación de metano necesita temperaturas bastante

mayores debido a su baja reactividad. El óxido de paladio, considerado como el catalizador más activo para la oxidación de metano, necesita temperaturas del orden de 200°C . Una vez que la reacción ha comenzado, la temperatura del flujo de gases aumenta rápidamente debido al elevado calor de reacción (un 1% de metano en aire produce un aumento de temperatura de unos 275°C). Una alternativa diferente para las emisiones de bajo poder calorífico es la aplicación de la tecnología de membranas. Esta tecnología permite aumentar la concentración de metano mediante su separación selectiva del resto de gases presentes en la corriente a tratar. (p.357).

El óxido nitroso, N_2O , conocido como gas de la risa, se ha considerado una especie de poco peligro ambiental hasta que se ha identificado su contribución al efecto invernadero y su intervención en la destrucción del ozono estratosférico. A pesar de que sus emisiones son relativamente reducidas (comparadas con otros gases invernadero) su elevado Potencial de Calentamiento Global hace que su contribución equivalga al 12 % de las emisiones de CO_2 y, en consecuencia, su reducción es un objetivo de gran interés para cumplir los objetivos de Kioto. La catálisis ofrece una alternativa para disminuir las emisiones de N_2O mejorando la selectividad de los catalizadores en los que se forma este compuesto o desarrollando catalizadores capaces de transformarla en productos inocuos. (p. 357).

La catálisis heterogénea ha sido la principal herramienta para sintetizar los productos que han sustituido a los compuestos clorofluorocarbonados —habían sido limitados por el Protocolo de Montreal de 1987 debido a su capacidad para destruir el ozono estratosférico— de sus aplicaciones. Los nuevos productos, hidrofluorocarbonados y perfluorocarbonados, tienen el inconveniente de su potente efecto invernadero. Para evitar su emisión a la atmósfera es necesario recuperarlos de los circuitos de refrigeración, de los sistemas de protección contra incendios o de los equipos de conmutación de alta tensión para reciclarlos, regenerarlos o destruirlos. En los próximos años se prohibirá la utilización del hexafluoruro de azufre para el moldeado a presión de magnesio y para cargar los neumáticos de los automóviles. La destrucción de los compuestos fluorados por combustión catalítica tiene la dificultad

de encontrar catalizadores activos y que, a la vez, mantengan su actividad en presencia de un producto de reacción tan reactivo como el flúor. (p. 359).

Los innumerables procesos catalíticos que se han incorporado a la actividad industrial en poco más de cien años constituyen un aliciente para contribuir con esta tecnología a resolver el problema que plantea la emisión de gases de efecto invernadero. Este reto para la innovación en el campo de la catálisis puede orientarse hacia el desarrollo de tecnologías nuevas y hacia la introducción de cambios y mejoras en las ya existentes. Cuanto más oscura es la relación entre las variables y el comportamiento del catalizador más complejo, amplio y laborioso es el programa de trabajo que conduce a su aplicación pero es, en estas situaciones, donde se encuentran las mejores oportunidades para evitar la degradación del planeta.(p.459).

Actividades sugeridas

Sensibilización y presentación de la situación

la presentación de la situación es realizada por algunos miembros del grupo, los cuales realizan un socio-drama donde mostraron una situación en la cual una familia campesina se ve afectada por la lluvias que no correspondían a la época con la cual siempre se han tradicionalmente guiado, ayudada por el empleo del Almanaque Bristol, para sembrar sus productos, y que esta situación desencadena un escasez y alza en los precios de algunos productos de la canasta familiar en la cual los ciudadanos de la zona urbana también se ven afectados.

Se sugieren otro tipo de actividades para este apartado como el uso de video-foro frente a que es el calentamiento global y sus efectos locales.

Contextualización

La contextualización en el marco de una presentación de imágenes del efecto en nuestro país del calentamiento global en los últimos años y luego se aclaran algunos puntos frente a conceptos como efecto invernadero, calentamiento global, cambio climático, protocolo de Kioto, entre otros, y finalmente se lanza una pregunta detonadora:

¿Cómo podría la Catálisis contribuir a contrarrestar el calentamiento global y al cumplimiento del protocolo de Kioto?

Pueden surgir otro tipo de preguntas orientadoras teniendo en cuenta el objetivo y la población con quien se trabaje, para el caso del semillero son un grupo que trabaja en esta área de conocimiento desde hace un tiempo y se requiere ponerle el reto de que use el conocimiento en el planteamiento de posibles soluciones para contrarrestar el calentamiento global. Pero si la unidad es trabajada para otros niveles se pueden plantear otro tipo de preguntas más sencillas pero con igual valor pedagógico.

Exploración de conceptos

Para este punto se plantea el análisis de un documento “contribución de la Catálisis al cumplimiento de los objetivos de Kioto” (Romero, 2007). Debido a que el presente documento es de tipo científico y recopila de manera muy completa los aportes de la esta área a contrarrestar el calentamiento global a través de su utilización en el cumplimiento del protocolo de Kioto.

Sin embargo en este punto es necesario no someterse a un solo documento, sino por el contrario ir a diferentes fuentes con el fin de obtener datos verídicos y además desarrollar en el estudiante la capacidad de análisis de documentos en especial científicos.

Análisis y construcción de relaciones

Se genera a través un panel de participación donde realiza un análisis de la situación y se construyen relaciones entre el conocimiento en Catálisis y la problemática planteada. De donde surgen elementos y reflexiones que se discutirán a continuación.

Otras estrategias que se pueden utilizar en este espacio es el panel con expertos donde se puede recurrir a profesionales del área y que los estudiantes construyan preguntas relacionadas y de interés común.

Conclusiones y reflexiones

En primera instancia la manera de presentar la situación generó en los participantes un espacio de relajación y de diversión que permitió abrir de una manera un poco diferente el espacio del seminario. Sin embargo los aportes puntuales de la Catálisis para contrarrestar el calentamiento global, vinieron principalmente de los docentes quienes hablaron de elementos como captura de dióxido de carbono con carbón activado, generación de gas de síntesis a partir de dióxido de carbono, energías alternativas utilizando celdas de combustible mejoradas con catalizadores, la obtención de energía a partir de hidrógeno, descontaminación de aguas utilizando la electrocatalisis, la disminución de solventes que contaminan sintetizando sustancias químicas con catalizadores más eficientes entre otras, en contraste con la mayoría de los estudiantes que dieron aportes generales como la necesidad de generar nuevos catalizadores para reducir el gasto energético o para generar combustibles alternativos. Sin embargo un joven investigador habló del convertidor catalítico y su aporte en la disminución de algunos de los gases de invernadero y un estudiante de maestría habló sobre el uso de zeolitas para capturar CO₂.

Al final hubo una reflexión planteada por uno de los docentes quien manifestó que quedaba preocupado por que las respuestas parecen más políticas que académicas, y que al parecer la Catálisis se está convirtiendo para ellos como el concepto de paz, todos opinan de este pero nadie da soluciones.

OTRAS SITUACIONES CONTEXTUALIZADAS SUSCEPTIBLES DE SER ABORDADAS

La presente unidad no pretende ser una estructura rígida para la enseñanza que se deba seguir al pie de la letra, si no por el contrario quiere incentivar a la construcción de nuevas situaciones problemáticas que estén acorde con los intereses de los estudiantes a quienes se intenta enseñar un determinado concepto, además se quiere resaltar la importancia de conocer a fondo los conceptos que se pretenden enseñar, de esta manera se dejan enunciados algunos temas susceptibles de ser convertidas en situaciones problemáticas:

Los plásticos y el consumismo: los avances en la catálisis en el siglo XX permitieron el desarrollo de materiales tan importantes para la sociedad como lo son los polímeros a granel derivados de etileno y propileno, estos se preparan a través del catalizador Ziegler-Natta. Estos catalizadores representan uno de los más elegantes ejemplos en la Catálisis, tanto desde el punto de vista de su versatilidad, y diseño como de su muy difundida aplicación industrial en los procesos de polimerización de olefinas. Fueron descubiertos a principio de la década de los cincuenta en el laboratorio de Karl Ziegler en Alemania y desarrollados (aplicación industrial) en el laboratorio de Giulio Natta en Italia. Por el impacto industrial de estos catalizadores a la industria del plástico, a estos investigadores le fue otorgado el premio nobel en química en 1963 (Muñoz, 2004, p. 13). Es importante resaltar que precisamente las grandes propiedades que tienen los polímeros, los han convertido en la actualidad en un problema serio para el ambiente debido a los largos periodos de descomposición que tiene ya que se hace imposible que la naturaleza los degrade a la misma velocidad con se consumen en la actualidad. Es por esto que este es un campo de acción de la química actual y donde la Catálisis tiene retos para enfrentar.

Las enzimas y la alimentación : Los catalizadores que operan en los seres vivos se denominan biocatalizadores y son imprescindibles para que se produzcan las reacciones bioquímicas adecuadamente, debido a que en los seres vivos los reactivos no pueden ser calentados a temperaturas

elevadas, ni se pueden someter a fuertes descargas eléctricas ya que eso destruiría a las propias células. y además la gran cantidad de reacciones químicas que se lleva a cabo en el organismo, lo que haría necesario una enorme cantidad de energía, para que se pudieran llevar a cabo.

El amoníaco y el uso masivo de fertilizantes: Lo que realmente cambió la marcha del mundo en el siglo XX fue el Amoníaco. Es lo que defienden algunos científicos, un compuesto de tres átomos de hidrógeno y uno de nitrógeno, que en condiciones de temperatura y presión ambiente es un gas incoloro, sofocante, de olor irritante y altamente irritante; su olor es familiar al público en general debido a que se emplea en productos de limpieza en forma de soluciones acuosas. Como fertilizante, el amoníaco ha sostenido la alimentación de miles de millones de personas pero, como explosivo, éste ha estado implicado en la muerte de otro tanto. Su aparición provocó un aumento dramático de la productividad agraria mundial. Se estiman que el número de humanos soportados por cada hectárea de tierra productiva ha pasado de 1,9 en 1908 a 4,3 un siglo después. Los fertilizantes nitrogenados son los responsables de la alimentación del 48% de la población mundial actual (Criado, 2008)

La catálisis y los combustibles: al finalizar la primera guerra mundial cuando la demanda de explosivos disminuyó y la producción industrial se desplazó hacia procesos innovadores como la fabricación de combustibles siendo el petróleo su principal fuente ,esto como respuesta a una necesidad social de la proliferación de automóviles cuando Henry Ford lanzó en 1922 su famoso modelo "T". Ese año había 18 millones de automóviles; para 1938 el número subió a 40 millones, en 1956 a 100 millones, y a más de 170 millones para 1964(Chow, 1997, cap. I).

Sin embargo para que el petróleo se convierta en un preciado combustible requiere que separe en fracciones por destilación y para esto se somete a un proceso llamado pirolisis (ruptura) catalítica (*cracking*) en una refinería. La cual requirió probar muchos tipos de catalizadores durante un tiempo, sin embargo estos esfuerzos fueron compensados cuando en 1936EugèneHoudry (1892-1962) desarrollo el craqueo catalítico de petróleo, Houdry originalmente desarrolló el proceso para la *Sun Oil Company*.

El proceso se hizo muy relevante durante la Segunda Guerra Mundial (1939-1945), cuando se desarrolló una repentina demanda de gasolina de aviación.

De manera que estas condiciones sociales fueron el motor para lograr este avance tan importante para la sociedad, lograr convertir el petróleo en productos útiles, tanto que hoy la industria química depende en parte de los insumos derivados del petróleo, materias primas, que se logran a partir de utilizar procesos catalíticos, útiles en la fabricación de fibras sintéticas, plásticos, resinas, fertilizantes, insecticidas, herbicidas, aditivos para alimentos, fármacos, órganos artificiales, prótesis dentales, llantas, alcohol para vinos, complementos alimenticios para ganado, hule sintético, inhibidores de corrosión, tintas para imprenta, adhesivos, lacas, perfumes, saborizantes, películas fotográficas, jabones y detergentes, aditivos y aceites, polímeros, etc. (Gil, 1999. p. 27)

Historia y epistemología del concepto de catálisis: Hacia principios del siglo XIX se desarrolló un gran avance en los fenómenos químicos, que generaron la búsqueda de una explicación y un concepto que los logrará definir científicamente y a los cuales Berzelius tuvo acceso en su función como secretario de la Real Academia Sueca de las Ciencias durante cuarenta años, desde 1808 hasta 1848, por lo que debía leer prácticamente todos los artículos de Química publicados en Europa, lo que probablemente le permitió proponer no solo el concepto de Catálisis sino otros de gran importancia como proteína, halógeno, radical orgánico, isómero, polímero, alótropo (Caseres, 2009, p. 3) (Martin y Villamil, 2005, p. 50)

En 1843 Berzelius, propuso y explicó la fuerza catalítica en el marco de su teoría dualista⁴: *"actúa principalmente en la polaridad de los átomos, aumentándola o disminuyéndola. En otras palabras, la fuerza catalítica se manifiesta por la excitación de las relaciones eléctrica que hasta ahora han eludido nuestras investigaciones"* (Kilani, Batis y Chastrette, 2001 citados por Wisniak, 2010, p. 66), por esto Berzelius es reconocido en cualquier documento que se refiera al origen del concepto, de manera que es

⁴La teoría dualista, según la cual todo compuesto estaba formado por una parte positiva y otra negativa, fue fecunda en la comprensión de los fenómenos electrolíticos, explicaba la naturaleza de las fuerzas de afinidad que mantenían unidas las sales y otros compuestos, y era posible entender a partir de ella, las reacciones de neutralización, y de intercambio.

interesante pensar como sin haber sido un realizado una larga investigación alrededor del fenómeno llamado catálisis, logro con el análisis de la información a la cual tuvo acceso, proporcionar un concepto tan importante para la química y para la sociedad. Lo anterior no indica que no Berzelius no haya tenido aportes importantes en la química práctica.

Sin embargo surgieron inconformidades, como es natural en la ciencia, frente a los planteamientos de Berzelius, una de ellas es planteada por Wilhelm Ostwald (1853-1932) él cree que un catalizador no induce una reacción sino que la acelera, sin la formación de un compuesto intermedio. En otras palabras, que un catalizador era un cuerpo que modifica la velocidad de una reacción sin tomar parte en ella, Ostwald decidió exponer su teoría de la Catálisis en el curso de un resumen, que preparaba en contra de un artículo publicado por Karl Friedrich Adolph Stohmann (1832-1897) él no estaba de acuerdo con la definición de Stohmann que decía que *“la Catálisis es una condición de movimiento de los átomos en una molécula de un cuerpo frágil el cual permite la entrada de la energía emitida por otro cuerpo, y conduce a la formación de cuerpos más estables con menos energía”* (Ostwald, 1894 citado por Wisniak, 2010, p. 67).

La definición propuesta por Ostwald es tan importante que prevalece hasta nuestros días y sigue apareciendo en los muchos de los libros de texto de química actuales. Un ejemplo textual tomado de un texto común en química general es la siguiente: *un catalizador es una sustancia que aumenta la velocidad de una reacción química sin consumirse en ella.* (Chang, 1999, p. 539). Llama la atención la persistencia de este.

Sin embargo fue Paul Sabatier (1854-1941) quien, identifico anomalías en la teoría física que explicaba funcionamiento de los catalizadores, la cual fue planteada principalmente por Michael Faraday (1791-1867) desde el punto de la electrolisis, mostrando un ejemplo de uno de los grandes problemas epistemológicos de la química como lo llama Villaveces (2000) “fiscalismo” donde al parecer cuando la

química va a trascender su instrumentalismo y necesita encontrar respuestas a nuevas cuestiones, debe acudir a la física (p.12).

Pero Sabatier logro trascender y formuló su teoría química la cual postulaba la formación de intermediarios inestables. Su trabajo tanto en la ciencia como en la industria constituye la base de las teorías moderna sobre la Catálisis así como muchos de los procesos utilizados en la actualidad en la industria petroquímica. Junto con Jean-Baptiste Senderens (1856-1937) descubrieron la hidrogenación catalítica, un hallazgo que dio a Sabatier el 1912 Premio Nobel de Química: los catalizadores de metales de hidrogenación (y particularmente níquel) permiten, por su sola presencia, fijar hidrógeno en las moléculas más diversas. (Wisniak, 2010, p. 63)

Estos acuerdos y desacuerdos nos permiten observar como para la definición de nuevos términos se requiere el establecimiento de nuevos sistemas conceptuales, lo que es común en lo largo de la ciencias, es decir para comprender los procesos catalíticos se hizo necesario una nueva área del conocimiento, la Catálisis, la cual continua evolucionando, y hoy en día se puede definir como proceso mediante el cual un catalizador – que puede ser una substancia, elemento o compuesto o una combinación de elementos o de compuestos- sin ser químicamente alterado ni aparecer en los productos de la reacción, influye en una reacción química produciendo cualquiera de los siguientes resultados: efecto acelerador, alterando la velocidad de reacción o efecto orientador, determinando la dirección que tomará el sistema,⁵lo que indica que tanto Berzelius como Ostwald tenían razón en que un catalizador puede acelerar u orientar una reacción química, pero no tienen fallaron en otros aspectos como por ejemplo el catalizador si toma parte en la reacción química como afirmo Sabatier formando intermediarios, y que no aparece en los productos de la reacción química, de manera que se puede recuperar, lo que no quiere decir que no se desgaste, se pierda o disminuya su actividad.

⁵Definición construida a partir de las discusiones en el semillero de Catálisis

Estos aportes permitieron vislumbrar como la Catálisis podía ser aplicables a la mayoría procesos químicos y que el uso de un catalizador apropiado en un proceso industrial podría dejar significativas ganancias financieras. Esta nueva percepción de la Catálisis fue formulada precisamente por Ostwald, quien una vez escribió que “probablemente no hay reacción química que no pueda ser afectada catalíticamente” (Lindström, y Pettersson, 2003, p.130) lo que muestra una de los motores que posibilita a ciencia en la sociedad, el beneficio económico, de esta manera a partir del siglo XX se inicia un crecimiento exponencial del estudio de los catalizadores y de la aplicación de los mismos, esto unido al aumento de la población y de las necesidad de productos y servicio que mejoren la calidad de vida de las personas.

A manera de conclusión

Se espera que esta unidad haya despertado el interés tanto de profesores como de estudiantes por el conocimiento de la catálisis y logren construir muchas y variadas situaciones problemáticas alrededor de esta, todo con el fin de construir un aprendizaje que permita ir a mas allá de la trasmisión de contenidos, sino que trascienda a la búsqueda de sentido de lo que se aprende, es decir a la utilidad de este a la identificación de problemas y a la toma de decisiones respecto a posibles soluciones que se puedan implementar.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrascosa, J., Gil, D. y Valdés, P. (2005). ¿Cómo Promover el Interés por la Cultura Científica? OREALC/UNESCO. Santiago, Chile. pp. 135-137.
- Corchuelo, M., Catabiel, V. y Cucuñame, N. (2006). *Las Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente en la Educación Media*. Editorial Universidad del Cauca. Popayán. pp. 43-48, 69.
- Corchuelo, M. (2007). *Un giro en la educación en ingeniería*, tesis doctoral, Rudecolombia Universidad del Cauca, Popayán.
- Criado, M. A. (2008). *Amoniaco, la sustancia que cambió el mundo*. Madrid. Extraído de <http://www.publico.es/163779/amoniaco-la-sustancia-que-cambio-el-mundo>.
- Chang, R. (1999). *Química general*, (6ª ed.). México. McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.
- Chow, S. (1997). *Petroquímica y sociedad*. Fondo de cultura económico. México. Disponible en http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/39/html/sec_8.html.
- Cusidó, J., Lázaro, J.A., Cremades, V. González M. (2011). Nueva tecnología cerámica para la catálisis y la disminución de la emisión de gases y partículas contaminantes a la atmósfera z. *Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Huesca*, 6-8 de julio. 910-921.

- Gamas E.D., Fuentes G.A y Schifter, I. (1998). Estudios de la influencia del azufre sobre la actividad de convertidores de tres vías México. 133-138
www.icp.csic.es/cyted/Monografias/Monografias1998/A4-133.pdf.
- Gil, J. L. (1999). Estructuración de una Comunidad Científica: El Caso de la Catálisis, Universidad Autónoma Metropolitana, Mexico.
- Heck, R.M., y Farrauto, R.J. (2001). Automobile exhaust catalysts. *Applied Catalysis A: General*, 221 (1), 443-457.
- Klafki, W. (1986). Los fundamentos de una didáctica crítico-constructiva. *Revista de Educación*, 280, (mayo-agosto). 37-79.
- Lindström, B. y Pettersson, L. (2003). A brief history of catalysis. *Feature*, 7, (4). 130-138.
- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (2013) el amoniaco, guía 5, Colombia. 97-112.
extraído de www.minambiente.gov.co/documentos/Guia5.pdf.
- Muñoz, F (2004). Catalizadores Ziegler-Natta, propiedades y aplicaciones, Universidad de Los Andes Facultad de Ciencias Departamento de Química, Venezuela.
- Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. 1992. www.tecnociencia.es/especiales/cambioclim.
- Romero, A. (2007) contribución de la catálisis al cumplimiento de los objetivos de Kioto Rev.R. Acad. Cienc. Exact. Fís.Nat. 101, (2). 347-360.

- Sandoval, J. y Ramírez, A. (2013). Un ejemplo de estrategias metodológicas basadas en las propuestas CTS y ESPC para la enseñanza de la Catálisis. Memoria del congreso de investigación y pedagogía. 2, Octubre. Tunja, 1220-1229.
- Sandoval, J. (2014). La Catálisis en la educación. Una mirada desde la educación. Trabajo de grado de maestría en educación. Universidad del Cauca.
- UNODC Colombia, (2007). Controlando el cambio climático y protegiendo el medio ambiente. Material de difusión y socialización sobre cambio climático, protocolo de Kyoto y mecanismos de desarrollo limpio N 1.
- Villaveces, J.L. (2000). Química y epistemología, una relación esquivada. *Revista Colombiana de Filosofía de las Ciencias*. 2 (2-3), 9-26.
- Wisniak, J. (2010). The History of Catalysis. From the Beginning to Nobel Prizes. *Educación química*. 21 (1), 60-69, Universidad Nacional Autónoma de México.