

**LAS SUSTANCIAS INORGÁNICAS, ORGÁNICAS, BIOQUÍMICAS Y SU  
EXPERIMENTACIÓN: UNA PROPUESTA HACIA LA EDUCACIÓN  
FENOMENOLÓGICA EN CIENCIAS.**

**KAREN LORENA ALFONSO LÓPEZ**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
LICENCIATURA EN QUÍMICA  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
BOGOTÁ, 2018**

**LAS SUSTANCIAS INORGÁNICAS, ORGÁNICAS, BIOQUÍMICAS Y SU  
EXPERIMENTACIÓN: UNA PROPUESTA HACIA LA EDUCACIÓN  
FENOMENOLÓGICA EN CIENCIAS.**

**KAREN LORENA ALFONSO LÓPEZ  
2011215003**

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

**DIRIGIDO POR:  
SANDRA SANDOVAL OSORIO**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
LICENCIATURA EN QUÍMICA  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
BOGOTÁ, 2018**

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXO 10</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 1 de 3</b>	

## RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACION RAE

1. Información General	
<b>Tipo de documento</b>	Trabajo de grado
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	Las sustancias inorgánicas, orgánicas, bioquímicas y su experimentación: Una propuesta hacia la educación fenomenológica en ciencias.
<b>Autor(es)</b>	Alfonso López, Karen Lorena
<b>Director</b>	Sandoval Osorio, Sandra
<b>Publicación</b>	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2018. p. 74
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	RELACIONES DE ANÁLISIS; FORMACIÓN DE CONCEPTOS; NIVELES DE PERCEPCIÓN; QUÍMICA INORGÁNICA; QUÍMICA ORGÁNICA; BIOQUÍMICA; REACTIVIDAD; POLARIDAD; ESTABILIDAD.

2. Descripción
<p>La autora da a conocer una propuesta de enseñanza basada en la experimentación y análisis de fenómenos químicos pertenecientes a las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas. Utilizando la educación fenomenológica y la formación de conceptos en ciencias se presenta una prueba piloto compuesta por cuatro instrumentos, cada uno de ellos diseñado y construido para que los estudiantes reestructuren y acomoden sus propios conceptos con los aprendidos a través de la observación y experimentación con fenómenos asociados a los conceptos de reactividad, polaridad y estabilidad química. Este diseño de actividad se presenta como una herramienta que permita facilitar la enseñanza de la química, se espera que al ser aplicada los alumnos logren una estructura mental basada en las generalidades y comportamientos característicos de las sustancias químicas.</p>

3. Fuentes
<p>Arcà, M., Guidoni, P., &amp; Mazzoli, P. (1990). <i>Enseñar ciencia</i>. Buenos Aires: Paidós. Recuperado el 12 de Abril de 2017.</p> <p>Chaler, M. C. (2015). Los fenómenos y su definición. Recuperado de Ciencia fácil : <a href="http://www.wikiciencia.org/ciencia-facil/fenomenos/">http://www.wikiciencia.org/ciencia-facil/fenomenos/</a>.</p> <p>Del Río, O. (2011). El proceso de investigación: etapas y planificación de la investigación. Recuperado de <i>Researchgate</i>. <a href="http://www.researchgate.net/publication/254862769_El_proceso_de_investigacion_etapas_y_planificacion_de_la_investigacion">www.researchgate.net/publication/254862769_El_proceso_de_investigacion_etapas_y_planificacion_de_la_investigacion</a>.</p> <p>Flores, J., Caballero, M., &amp; Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. <i>Revista de Investigación</i>. p. 75-111. Recuperado el 21 de Mayo de 2017.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<b>FORMATO</b>	
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>	
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>	
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 2 de 3</b>	

Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación en química*. p.305.

Gibbs, W. (1906). The scientific papers. Longmans, Green & Co. p. 80-120.

Huheey, J., Keiter, E., & Keiter, R. (2003). *Química inorgánica principios de estructura y reactividad* (Cuarta ed.). México D.F: Oxford University. Recuperado el 23 de Mayo de 2017.

Koponen I. T., Mäntylä, T., 2000, Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. University of Helsinki. p. 1-16.

Koponen, I., Kurki-Suonio, K., Jauhiainen, J., & Lavonen, J. (2014). THE ROLE OF EXPERIMENTALITY IN CONCEPT FORMATION IN PHYSICS: QUANTIFYING EXPERIMENTS AND. (U. Helsinki, Ed.) *Physics Helsinki*. p. 1-6. Recuperado el 2 de Mayo de 2017.

Loyola, M. (2001). *Química Inorgánica*. México D.F: Editorial Progreso.

Recuperado de

[https://books.google.com.co/books?id=BRYwZ0DXj0MC&pg=PT96&lpg=PT96&dq=energia+libre+de+gibbs+como+caracterizador+de+sustancias&source=bl&ots=MXrmHwgJsr&sig=x8O8Jpd6FPpvbvLn0taSBe8rlyl&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=energia%20libre%20de%20gibbs%20c](https://books.google.com.co/books?id=BRYwZ0DXj0MC&pg=PT96&lpg=PT96&dq=energia+libre+de+gibbs+como+caracterizador+de+sustancias&source=bl&ots=MXrmHwgJsr&sig=x8O8Jpd6FPpvbvLn0taSBe8rlyl&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=energia%20libre%20de%20gibbs%20c).

Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). La actividad experimental: Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Scielo*. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-46882013000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-46882013000100006).

Ombita, F. (2016). Estudio histórico de la ionización y la polaridad para la enseñanza del concepto de enlace químico. *Universidad Pedagógica Nacional*. p. 36-97. Recuperado de: [https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/personal/dqu\\_kalfonso474\\_pedagogica\\_edu\\_co/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fdqu\\_kalfonso474\\_pedagogica\\_edu\\_co%2FDocuments%2FLA%20MEJOR%20TESIS%2FESTUDIO%20HIST%20C3%93RICO%20DE%20LA%20IONIZACION%20C3%93N%20Y%20L](https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/personal/dqu_kalfonso474_pedagogica_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fdqu_kalfonso474_pedagogica_edu_co%2FDocuments%2FLA%20MEJOR%20TESIS%2FESTUDIO%20HIST%20C3%93RICO%20DE%20LA%20IONIZACION%20C3%93N%20Y%20L).

Ostergaard, E., Hugo, A., & Dahlin, B. (2007). From phenomenon to concept: Designing phenomenological science education. *Proceedings of the 6th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe*. p. 123-129. Recuperado de [http://www.umb.no/statisk/larerutdanning/from\\_phenomenon\\_to\\_concept.pdf](http://www.umb.no/statisk/larerutdanning/from_phenomenon_to_concept.pdf).

Romero, A. (2002). *La matematización de los fenómenos físicos: el caso de los fenómenos mecánicos y térmicos. Análisis conceptuales y elementos para propuestas didácticas*. Universidad de Antioquia, Facultad de educación, Medellín.

Vidal, J. (1953). *Química orgánica*. Buenos aires: Stella. p.12-365.

Wendell, L., & Worth, H. R. (1920). POLARITY AND IONIZATION FROM THE STANDPOINT OF THE LEWIS THEORY OF VALENCE. *Journal of the American Chemical Society*. p. 1420-1433.

#### 4. Contenidos

El documento fue escrito en tres capítulos comprendidos en:

Los antecedentes, estos reúnen la introducción, la justificación, el problema, los objetivos y los marcos teóricos didáctico y disciplinar.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>ANEXO 10</small>	<b>FORMATO</b>		
	<b>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</b>		
<b>Código: FOR020GIB</b>	<b>Versión: 01</b>		
<b>Fecha de Aprobación: 10-10-2012</b>	<b>Página 3 de 3</b>		

La planeación, ejecución, y análisis de resultados; en la planeación se dan a conocer las pautas bajo las cuales se pensaron las actividades; la ejecución por otra parte muestra el diseño de las actividades y de los instrumentos propuestos y finalmente los análisis de los resultados obtenidos son realizados a partir de categorías de análisis las cuales pretenden facilitar las relaciones entre los valores esperados y los arrojados por esta prueba piloto. Finalmente, se muestran algunas consideraciones finales, las cuales tienen como objetivo resaltar aquellas fortalezas y debilidades de la implementación de esta propuesta de enseñanza.

### 5. Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de este trabajo pertenece a las características del paradigma cualitativo de las ciencias pues se busca analizar la realidad de los estudiantes al trasladar sus experiencias propias y relacionarlas con los fenómenos químicos. De esta manera se ha intentado interpretar los aspectos fundamentales que influyen en la formación de conceptos y en la educación fenomenológica en ciencias. Teniendo en cuenta lo anterior, la investigación se adelanta en cuatro etapas o fases las cuales comprenden una inicial de revisión histórica y bibliográfica de aquellos conceptos y conocimientos ligados a la educación fenomenológica y a la química, la segunda de planeación y diseño de las actividades experimentales como resultado del análisis realizado en la etapa anterior, una tercera fase de ejecución y análisis donde se realiza la parte de experimentación y validación para determinar la viabilidad de los instrumentos propuestos. Finalmente, la etapa de mejoramiento, la cual resalta las fortalezas y debilidades de esta implementación.

### 6. Conclusiones

Después de desarrollar y culminar esta investigación y con base en los logros alcanzados es posible afirmar que la educación fenomenológica en ciencias y la formación de conceptos puede aportar elementos enriquecedores que favorecen el proceso de enseñanza-aprendizaje en cuanto a la caracterización de las sustancias químicas. Estas conclusiones son determinadas luego de ver la importancia de la observación y la experimentación con fenómenos químicos para el desarrollo y enriquecimiento conceptual, al comprender de mejor manera la forma en la que se construye el conocimiento y la actividad experimental. Otro aspecto a determinar es que la experimentación se convierte en un factor que puede enriquecer el trabajo en el aula, puesto que a partir del análisis de percepciones y cuantificaciones se logró diseñar cuatro actividades que pueden favorecer de manera sustancial el trabajo experimental en el aula, permitiendo un espacio que contribuya a resignificar el papel del experimento, los fenómenos y su relación con la teoría para la formación de conceptos correctos en ciencias. Con respecto a las actividades diseñadas se observó que son diferentes a las habitualmente trabajadas para abordar los conceptos de reactividad, polaridad y estabilidad química. Además abordan de manera experimental comportamientos como el potencial químico, la energía libre de Gibbs, la solubilidad y la conductividad, los cuales resultan ser diferentes a las trabajadas de manera frecuente en los casos que se realiza la vinculación de la teoría-experimento al estudio de los fenómenos.

<b>Elaborado por:</b>	Alfonso López , Karen Lorena
<b>Revisado por:</b>	Sandoval Osorio , Sandra

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	27	08	2018
--	----	----	------



UNIVERSIDAD PEDAGOGICA  
NACIONAL

— Educación de Calidad —

**FORMATO**

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

**Código: FOR020GIB**

**Versión: 01**

**Fecha de Aprobación: 10-10-2012**

**Página 4 de 3**

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. OBJETIVOS.....	10
<b>1.1 Objetivo general:</b> .....	10
<b>1.2 Objetivos específicos:</b> .....	10
3. PROBLEMA.....	11
<b>¿La observación y la experimentación le darán al estudiante herramientas para construir criterios de análisis comunes a los campos de la química inorgánica, orgánica y bioquímica?</b> .....	11
4. PREGUNTA PROBLEMA.....	12
5.1 MARCO TEORICO DIDÁCTICO.....	14
<b>La experiencia como base para el desarrollo lenguaje y conocimiento científico:</b> .....	15
<b>La experiencia en el aula como una oportunidad para la construcción de fenomenologías y el desarrollo de los procesos de formalización y conceptualización:</b> .....	20
<b>El papel de la experimentación en la clase de ciencias:</b> .....	24
□ <i>Aplicación de las matemáticas en el análisis de los fenómenos:</i> .....	27
5.2 MARCO TEORICO DISCIPLINAR.....	32
<b>¿Por qué buscar las relaciones que existen entre la química inorgánica, orgánica y bioquímica? ¿Acaso son diferentes?:</b> .....	32
<b>Reactividad</b> .....	33
<i>En la química inorgánica:</i> .....	33
<i>En la química orgánica:</i> .....	34
<i>En la bioquímica:</i> .....	34
<b>Polaridad</b> .....	34
<i>En la química inorgánica:</i> .....	35
<i>En la química orgánica:</i> .....	35
<i>En la bioquímica:</i> .....	36
<b>Estabilidad:</b> .....	36
<i>En la química inorgánica:</i> .....	36
<i>En la química orgánica:</i> .....	36
<i>En la bioquímica:</i> .....	36

6. METODOLOGÍA.....	52
7. PLANEACIÓN.....	55
8. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS .....	58
<i>¿La observación y la experimentación le darán al alumno herramientas para construir criterios de análisis comunes a los campos de la química inorgánica, orgánica y bioquímica?</i> .....	58
9. RUBRICA DE ANÁLISIS.....	60
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	71
CONSIDERACIONES FINALES .....	80
BIBLIOGRAFÍA .....	82

# CAPÍTULO I

## RESUMEN

Este trabajo fue pensado, diseñado y propuesto a partir de las indagaciones realizadas durante la práctica pedagógica y didáctica, y la formación en química (en el Instituto Pedagógico Nacional y Universidad Pedagógica Nacional respectivamente), donde se observó que existen problemas para introducir y comprender la química orgánica después de que se han aprendido conceptos de química inorgánica. Además, existe una gran dificultad para entender la bioquímica después que las bases han sido tratadas desde la enseñanza de la química inorgánica y orgánica por separado.

Este proyecto planea en un inicio determinar si la enseñanza de la química puede facilitarse usando asociaciones, relaciones, diferenciaciones y caracterizaciones entre los campos de estudio correspondientes a la química inorgánica, orgánica y bioquímica. De tal modo se consideran tres comportamientos generales de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas: la reactividad, la polaridad y la estabilidad química. El estudio de estos tres comportamientos mediante la experimentación de aquellos fenómenos observables y cuantificables como lo son el potencial químico y la energía libre de Gibbs para la reactividad; la solubilidad y conductividad para la polaridad. Gracias a estos resultados se espera que la estabilidad química pueda predecirse. Finalmente, la agrupación de estos fenómenos con aquellos comportamientos permitirá que el alumno logre establecer las relaciones, asociaciones, diferenciaciones y caracterizaciones que se usarán como apoyo para la construcción de una estructura general. Autores como Koponen proponen un estudio de los comportamientos y la formación de conceptos a través de niveles de percepción, cuantificación y estructuración. Este trabajo expone además de lo propuesto por Koponen y otros (S.F), la relación y diferenciación de comportamientos que pueden ser percibidos a través de la observación intencionada de quien estudia un problema, con el fin de poder inferir cualidades, clasificaciones u ordenaciones según los fenómenos que estos produzcan cuando sean sometidos a diferentes alteraciones.

De este modo, se espera que este tipo de generalidad favorezca la enseñanza de las ciencias y en especial la química pues logra acercar al alumno a los conceptos ya aprendidos a través de la experimentación, relacionados, diferenciándolos y asociándolos. Así mismo pretende ahorrar herramientas para la explicación de temas y conceptos que se enlacen o no entre sí.

## SUMMARY

This work was thought, designed and proposed based on the research carried out during the pedagogical and didactic practice, and the training in chemistry (at the National Pedagogical Institute and National Pedagogical University respectively), where it was observed that there are problems to introduce and understand the organic chemistry after concepts of inorganic chemistry have been learned. There is also a great difficulty to understand biochemistry after the bases have been treated from the teaching of inorganic and organic chemistry separately.

This project initially plans to determine if the teaching of chemistry can be facilitated by using associations, relationships, differentiations and characterizations between the fields of study corresponding to inorganic, organic and biochemical chemistry. In this way, three general behaviors of inorganic, organic and biochemical substances are considered: reactivity, polarity and chemical stability. The study of these three behaviors through the experimentation of those observable and quantifiable phenomena such as the chemical potential and Gibbs free energy for reactivity; the solubility and conductivity for the polarity. Thanks to these results, it is expected that chemical stability can be predicted. Finally, the grouping of these phenomena with those behaviors will allow the student to establish the relationships, associations, differentiations and characterizations that will be used as support for the construction of a general structure. Authors such as Koponen propose a study of behaviors and the formation of concepts through levels of perception, quantification and structuring. This work exposes in addition to the proposal by Koponen and others (SF), the relationship and differentiation of behaviors that can be perceived through the intentional observation of those who study a problem, in order to infer qualities, classifications or arrangements according to the phenomena that these produce when they are submitted to different alterations.

In this way, it is expected that this type of generality favors the teaching of science and especially chemistry because it brings the student closer to the concepts already learned through experimentation, related, differentiating and associating them. It also aims to save tools for the explanation of topics and concepts that link or not to each other.

# Contextualización del problema

## 1. INTRODUCCIÓN

En el contexto del aprendizaje y enseñanza de la química, se observó que existen problemas para la introducción y comprensión de la química orgánica después de que se han aprendido conceptos de química inorgánica, pero además existe una gran dificultad para comprender la bioquímica después que las bases han sido tratadas desde la enseñanza de la química inorgánica y orgánica por separado.

Dichas dificultades son evidentes por ejemplo en la comprensión del comportamiento particular del átomo de carbono y de cómo éste forma enlaces con átomos como el oxígeno, hidrógeno, nitrógeno encontrados en sustancias de origen orgánico, pero juntamente con átomos como el azufre, fósforo y algunos metales como el platino en compuestos organometálicos de origen inorgánico.

Asimismo, es difícil para el alumno entender la bioquímica, por ejemplo, en las reacciones que ocurren en el ciclo de Krebs, de Calvin, entre otros, debido a que no le es posible relacionar los conceptos previos aprendidos en la química inorgánica y la orgánica con la bioquímica. La construcción de esta relación entre la química orgánica e inorgánica le ayudaría al alumno a crear una mejor comprensión de los procesos involucrados en la bioquímica. Además de empezar a reconocer y diferenciar los nombres, cambios químicos, características, estructuras y geometrías de las que ya eran conocidas.

Otra gran evidencia de esta dificultad se observa en la transformación de las ecuaciones inorgánicas a orgánicas y posteriormente a bioquímicas, ya que todas ellas muestran ser tan distintas y sobre todo se hacen más enredadas y difíciles de entender, dando como resultado poca afinidad hacia el aprendizaje de la química, en específico hacia la bioquímica debido al avance de sus niveles de complejidad y se hace más difícil de apreciar a nivel macroscópico.

## 2. OBJETIVOS

### **1.1 Objetivo general:**

- ✓ Plantear una estructura que relacione los conceptos entre campos de estudio de las ciencias (química inorgánica, química orgánica y bioquímica), para facilitar la experimentación y el análisis de los fenómenos.

### **1.2 Objetivos específicos:**

- ✓ Establecer, desarrollar y fortalecer las relaciones y/o conexiones entre la química inorgánica, orgánica y bioquímica a través del desarrollo de actividades experimentales en el contexto de la enseñanza de la química para profesores en formación de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional.
- ✓ Delimitar los conceptos de reactividad, polaridad y estabilidad como elementos conceptuales comunes para desarrollar habilidades experimentales.
- ✓ Determinar los aportes de la estructura planteada en el proceso de enseñanza de la química en general.

### 3. PROBLEMA

De acuerdo con todo lo anterior y luego de varias lecturas se lograron establecer algunas preguntas con respecto a esta cuestión. Por ejemplo, ¿Existe o no una relación entre los campos de estudio: Inorgánica, orgánica y bioquímica? ¿Cada uno de ellos tiene un objeto de estudio diferente? ¿Pueden construirse relaciones entre estos tres campos para facilitar la enseñanza de la química? ¿Por medio de las relaciones que puedan establecerse, es posible el desarrollo de la experimentación en el aula? ¿El alumno logrará desarrollar y avanzar en los niveles de complejidad desde los cuales se plantea sus propias relaciones analíticas? ¿Es posible, después de la construcción de las relaciones entre estos tres campos, desarrollar una estructura más compleja que pueda ser relacionada con otro campo?

**¿La observación y la experimentación le darán al estudiante herramientas para construir criterios de análisis comunes a los campos de la química inorgánica, orgánica y bioquímica?**

Un objetivo principal en las comunidades científicas es estudiar un fenómeno, a partir de esto formular hipótesis y en consecuencia discutir y replantear sus hipótesis como falsas o verdaderas. Del mismo modo se le da a conocer al alumno las disciplinas experimentales y del cómo debe aplicarse el método científico. Pero cabe pensar en las observaciones particulares de los alumnos, observaciones detalladas o muy generales pero que sirven como base para fomentar la experimentación en la escuela, además de usar dichas observaciones como antecedentes de nuevos experimentos y así comenzar a construir relaciones que permitan el análisis entre lo que se observa y entre lo que se aprende. Aumentando los niveles de complejidad el alumno logrará establecer diferencias, semejanzas y relaciones entre sus observaciones y experiencias.

Se espera que tanto la observación como la experimentación le brinden al alumno habilidades y/o herramientas propias de un conocimiento científico, pero sobre todo le dé una idea más aproximada del comportamiento de las sustancias y de cómo las observaciones y las experiencias pueden ser moldeadas y trasladadas a otros campos para dar solución a diversos problemas.

Finalmente, la observación y la experimentación en el aula posibilitan desarrollar tres aspectos que están íntimamente ligados. En primer lugar, el experimento permite la organización de la experiencia y los procesos vinculados a la construcción de magnitudes y formas de medida.

En segundo lugar, el experimento permite proponer problemas conceptuales en torno a la organización de los fenómenos. Por último, la actividad experimental propicia la construcción o ampliación de una base fenomenológica o entramado de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta organización conceptual. Este planteamiento, a su vez, tiene como base las reflexiones y caracterización de los

procesos de formalización desarrolladas en proyectos anteriores, los cuales se consideran centrales en la comprensión de los fenómenos científicos.<sup>1</sup>

#### 4. PREGUNTA PROBLEMA

*¿La enseñanza de la química se verá facilitada al construir relaciones para el análisis entre la química inorgánica, orgánica y bioquímica?*

- De acuerdo con las observaciones se encontró que la reactividad, la polaridad y la estabilidad química son comportamientos comunes presentes en las reacciones químicas abordadas desde estos tres campos (inorgánica, orgánica y bioquímica); el estudio e investigación de estos tres comportamientos pueden ser la base para la construcción de una estructura común que puede ser relacionada o aplicada a otros campos.

En otras palabras, se ha pensado una estructura basada en tres comportamientos muy generales pero comunes a las sustancias químicas (reactividad, polaridad y estabilidad); con ayuda de estos tres comportamientos se espera que el alumno comience a establecer relaciones entre la QI, QO, BQ, relaciones como por ejemplo la naturaleza de los enlaces presentes en diferentes sustancias. A pesar de que existen muchos tipos de enlaces todos ellos cuentan con características pertenecientes al enlace covalente, un enlace estudiado en la química inorgánica únicamente, sin resaltar que átomos como el carbono, estudiado por la química orgánica, cuentan con la capacidad para formar enlaces covalentes, sin ser afectados por la capacidad de hibridación y tetra valencia del mismo; otro ejemplo puede ser el enlace glucosídico presente en los carbohidratos, uniones entre átomos de carbono e hidrógeno, uniones de carácter covalente.

La idea es producir una generalidad que permita el abordaje de la química inorgánica, orgánica y bioquímica a través de las relaciones de estos campos, donde las observaciones estudiadas y las generalizaciones tengan un rango de aplicación para los campos estudiados así pueden extrapolarse a otros campos de estudio diferentes, dando como resultado este tipo de generalidad que favorecerá la enseñanza de las ciencias y en especial la química por tanto consigue ahorrar herramientas para la explicación de temas y conceptos que se enlacen o no entre sí. Además, pretende fomentar la experimentación en el aula pues a través de esta se busca que los alumnos logren corregir, construir y complementar sus conocimientos en química.

A través de la construcción de fenomenologías que tiene en cuenta la habilidad para desarrollar criterios de análisis, se intentará con ayuda de la experimentación mostrarle al alumno cómo es posible entender el porqué de las propiedades, características, enlaces, formación, degradación de las sustancias e incluso concebir su aplicación en la vida cotidiana, partiendo desde un nivel general y

---

<sup>1</sup> Las principales conclusiones se encuentran en Ayala et ál. (2008). Esta publicación es producto de los resultados de investigación en el proyecto UDEA-UPN 2004-2007: Los procesos de formalización y el papel de la experiencia en la construcción del conocimiento sobre los fenómenos físicos: el caso de los fenómenos mecánicos.

posteriormente llevarlo a algo más en particular; se espera lograr que el alumno aplique a la teoría lo observado y al mismo tiempo desarrolle habilidades para expresarlo a nivel matemático.

El uso y estudio de la polaridad, la reactividad y la estabilidad química son propuestos porque estos tres comportamientos son comunes y generales para las sustancias químicas sin importar su naturaleza y al campo de estudio que pertenezcan. Estos comportamientos pueden ser explorados a través de la experimentación en el aula al usar las analogías que existen frente a la composición y origen de las sustancias. Por ejemplo, al usar NaCl como una sustancia inorgánica, el etanol como sustancia orgánica y finalmente la sacarosa como un carbohidrato, una sustancia orgánica que participa en diversas funciones biológicas importantes y relevantes propias de la bioquímica; cada uno de ellos servirá como una muestra de análisis pues es posible medir sus comportamientos a través de la inducción de corriente eléctrica, por lo que es posible establecer su polaridad.

A partir de los datos arrojados se pueden obtener valores diferentes que consiguen ser clasificados y analizados junto con otras sustancias para dar un camino hacia la relación que existe entre la composición de una sustancia y su comportamiento.

Teniendo en cuenta este pequeño ejemplo se espera finalmente que el alumno construya estructuras macroscópicas que puedan ser aplicadas a otros campos y así se facilite su comprensión. Después de que sean entendidos primeramente estos comportamientos, el alumno podrá construir esquemas mentales que le permitan crear relaciones de asociación, diferenciación entre las clases de sustancias.

## **5. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 MARCO TEORICO DIDÁCTICO**

De acuerdo con lo planteado en el problema y la justificación de este trabajo, se decidió construir un marco teórico integral que involucre temáticas disciplinares propias de la inorgánica, la orgánica y la bioquímica, pero además se tendrán en cuenta tópicos propios de la pedagogía como aquellos que comprenden la importancia de una enseñanza de las ciencias desde el lenguaje y la experiencia.

De acuerdo con esto el lenguaje y la experiencia serán instruidos en el aula por medio del uso de las fenomenologías, con esto se pretende promover la experimentación y finalmente la creación de conceptos a través de cada una de las experiencias observables de los alumnos. Estas experiencias les permitirán a los alumnos adquirir la capacidad de abstraer lo más importante para que posteriormente logren aplicarlo, diferenciarlo y relacionarlo con los otros conceptos nuevos y los ya aprendidos.

Ampliando esta idea se usarán aquellas teorías en la enseñanza de las ciencias que comprendan la experimentación. Se considera por tanto que la experimentación permite lograr una abstracción de conceptos relevantes propios de las sustancias químicas como lo son la energía libre de Gibbs, el potencial químico, la reactividad, la polaridad y la estabilidad química. En un principio estos conceptos podrán ser caracterizados y diferenciados para que posteriormente sean relacionados por medio de la presentación de diversos fenómenos ocurridos en la química inorgánica, orgánica y bioquímica. Haciendo uso de los anteriores conceptos y de los campos en los que se va a desarrollar este trabajo se pretendió abordarlos para la construcción respectiva del marco teórico, el cual resaltaré la importancia de la experiencia y de cómo fomenta actitudes positivas para la ciencia.

## **La experiencia como base para el desarrollo lenguaje y conocimiento científico:**

Comenzando desde el hombre y su evolución, además de su constante proceso de aprendizaje por ensayo y error se dio paso para el desarrollo de la experiencia: el conocimiento o la habilidad para algo que se ha realizado, vivido o sentido muchas veces y por ende nos aporta a la experiencia para saber qué errores se han cometido y qué logros se han alcanzado.

La experiencia en la enseñanza y en el aprendizaje se hace fundamental para la construcción de saberes y conocimientos propios de la ciencia, ya que ésta permite ser abordada desde distintas perspectivas, pero además brinda a través de la experimentación extrapolar fenómenos observables que pueden ser analizados, caracterizados y diferenciados de otros fenómenos.

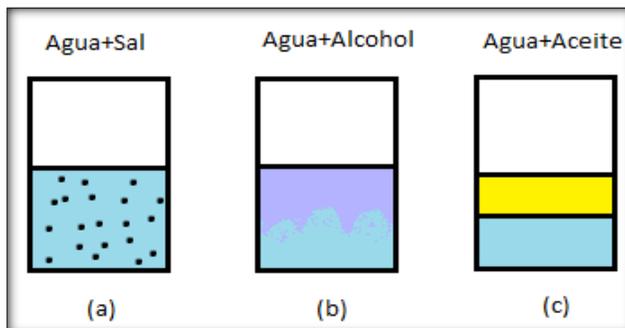
Un ejemplo de ello es el cambio de color en algunas reacciones químicas, este cambio de color es percibido y le indica al estudiante que existe una transformación de la materia. De este modo intentará dar respuesta a dicho cambio a través la comparación con otras experiencias similares o la repetición de la misma experiencia, los resultados obtenidos se expresan en términos de lenguaje y se fundamentan en un conocimiento científico.

El conocimiento científico es construido a partir de diversas experiencias que se transforman en un lenguaje, un lenguaje técnico y a veces exclusivo de las academias. De este modo el conocimiento científico se aleja de las experiencias y del lenguaje. El producto final, el conocimiento científico se desliga de los hechos que éste describe y de las palabras con las que se describe; el conocimiento científico debe basarse en hechos verificables y sustentado a través de diversas teorías, debe ser sencillo y entendible además debe ser aplicable a varios campos y experiencias.

Sin embargo, el conocimiento científico no suele ser interesante para algunos alumnos puesto que consideran que es un conocimiento propio de científicos superdotados y se aleja de su realidad. El papel de la enseñanza de las ciencias en el aula es crear un interés o una duda sobre las cuáles se puedan plantear preguntas y dar posibles respuestas al mismo, teniendo en cuenta la experiencia para poder lograrlo.

Con respecto a lo anterior y teniendo en cuenta lo planteado acerca del entendimiento del conocimiento por medio de la experiencia y el lenguaje se retoma la siguiente idea “La experiencia es aquello que se vive en la interacción directa con la realidad, conocimiento es aquello que viene como desprendido de la realidad misma y viene reconstruido, a través del lenguaje, de manera autónoma” (Arcá, Guidoni, & Mazzoli 1990, p.28).

Retomando un ejemplo de este mismo autor y con respecto a su planteamiento imaginemos tres envases con diferentes sustancias, cada una de esas sustancias con características inorgánicas, orgánicas y bioquímicas.



*Ilustración 1. Tres envases con diferentes sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas. En Enseñar ciencia (p.25), Arcà, Guidoni, & Mazzoli (1990), Buenos Aires: Paidós. Ejemplo adaptado [2017] Alfonso, K.*

En un lenguaje técnico más específicamente químico, es posible reconocer estas sustancias ya que la experiencia académica y de laboratorio permiten caracterizarlas de esta manera. Por ejemplo (a) se compone de  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  cloruro de sodio diluido en agua, una solución acuosa electrolítica capaz de conducir la electricidad, por otro lado esta (b) una solución líquida entre un solvente orgánico (Alcohol) y un disolvente inorgánico el (agua), es una solución homogénea pues no se distinguen fases entre ellas; finalmente tenemos a (c) que tiene aceite un ácido carboxílico de cadena larga y agua, una solución inmiscible puesto la polaridad del agua no permite que el aceite sea disuelto en ella.

Estas afirmaciones pueden establecerse al abordar la experiencia siendo así posible expresar el conocimiento que se tiene de estas soluciones, pero además se reconoce la importancia del lenguaje químico usado para que alguien con los mismos conocimientos científicos pueda entenderlo, pero ¿Qué sucede cuando alguien sin la misma experiencia intenta explicar o entender la composición de estas sustancias? Posiblemente su experiencia de acercamiento con estas sustancias no ha sido la misma, pero sin embargo puede observar los fenómenos que ocurren como por ejemplo en (c), la no miscibilidad del agua y el aceite, su explicación a esto será totalmente dependiente de su conocimiento previo acerca de las soluciones además de las experiencias que ha tenido con esta solución y podrá explicar en un lenguaje que ha sido construido individualmente a partir de sus experiencias y ensayos con la misma.

A propósito de lo anterior se considera la experiencia como una excelente oportunidad para el desarrollo del conocimiento científico, incluir la experiencia en

el aula a través de prácticas de laboratorio sencillas que permiten por medio de la observación, la asociación y la diferenciación de los fenómenos ocurridos, abordando las temáticas desde un lenguaje sencillo e ir tecnificando el mismo con el avance de la complejidad en las temáticas abordadas. En resumen: la experiencia, el conocimiento y el lenguaje.

Sin embargo, la experiencia, el conocimiento y el lenguaje no hacen parte de pasos puntuales y rígidos que deban ser llevados en dicho orden para obtener un conocimiento científico sólido, muy por el contrario, no necesitan un orden pues estas tres fases del desarrollo cognitivo para el conocimiento científico pueden ser reordenadas, comparadas, y relacionadas entre sí.

Lograr un acercamiento a las ciencias desde la experiencia debe ser un gran paso en la enseñanza puesto que no se trata sobre algo que deba impartirse o imponerse. Se trata de incluir en el aula de experiencias que le permitan al alumno repasar los conocimientos previos, organizarlos junto con los nuevos y finalmente lograr relacionarlos y diferenciarlos para poder alcanzar una mejor comprensión del mundo que lo rodea y de cómo funciona el mismo.

Resaltando la importancia de la actividad experimental en el aula y la notable relación de ésta con la construcción de fenomenologías y procesos de formalización, se abordan dichas relaciones teniendo en cuenta las diferencias entre los conceptos: fenómeno, fenomenología, experiencia, experimento y experimentación (Malagón, Sandoval, & Ayala, 2013).

Para comenzar se estudiarán que son los fenómenos y de cómo algunos de estos fenómenos ocurren en la química inorgánica, orgánica y bioquímica. Además de cómo algunos de estos fenómenos sirven como una herramienta para caracterizar comportamientos como la energía libre de Gibbs, la reactividad, la polaridad y la estabilidad química.

Inicialmente cuando se modifican algunas condiciones o situaciones a lo largo de una experiencia sucede como consecuencia un fenómeno. Las ciencias se encargan de estudiar los distintos fenómenos de la naturaleza e inclusive los que son provocados por el hombre, investigando sus causas y consecuencias (Chaler, 2015).

Los fenómenos que repasaremos incluyen a la química; los fenómenos químicos encierran la transformación de la materia. Algunos fenómenos como el de combustión ocurren de forma espontánea y son percibidos inmediatamente. Un ejemplo es el caso de la combustión de la madera. Para dar paso al fuego es necesaria la presencia de combustible (Madera), comburente (Oxígeno) y chispa, las reacciones de combustión comprenden la reorganización de los átomos y enlaces dentro de una molécula, de esta manera las reacciones químicas espontáneas presentan un valor negativo para la energía libre de Gibbs ( $G = -$ ), es decir, una medida que indica que las reacciones químicas espontáneas no necesitan un suministro de energía para llevarse a cabo y que por el contrario

pueden liberar energía en forma de luz o calor bajo condiciones de presión y temperatura constante; otra medida de las propiedades de las reacciones químicas espontáneas y sus valores para la energía libre de Gibbs están directamente asociados a la entalpía (H), a la temperatura en la que es llevada a cabo la reacción, y a los cambios de entropía mayores a cero del sistema. Así mismo, las reacciones químicas pueden suceder de forma no espontánea y por lo tanto necesitar un suministro de energía en forma de luz o calor para llevarse a cabo bajo condiciones normales de presión y temperatura ; las reacciones químicas no espontáneas presentan un valor positivo para la energía libre; ( $G = +$ ), las reacciones químicas no espontáneas al igual que las espontáneas pueden ser exotérmicas o endotérmicas, absorben o liberan energía en forma de calor o luz .Un ejemplo de reacción química no espontánea muy interesante es el fenómeno de la electrólisis en una celda electrolítica, la cual necesita de un suministro de corriente eléctrica para llevar a cabo la descomposición del agua en hidrógeno y oxígeno mostrando cambios en la temperatura y en la entropía menores a cero. De este modo la espontaneidad se convierte para este trabajo en un fenómeno de estudio y provecho, pues al ser un fenómeno observable y medible por medio de instrumentos que perciben aquellos cambios de temperatura y corriente propios de cada tipo de reacción.

En resumen, los fenómenos químicos son procesos termodinámicos en los que las sustancias sufren transformaciones por efecto de algún factor energético, cambian su estructura molecular, enlaces. En pocas palabras los fenómenos químicos son reacciones químicas que pueden o no ocurrir, esta dependencia de espontaneidad o no de la reacción se debe a la energía libre de Gibbs, este concepto será abordado más ampliamente en el próximo capítulo.

En este orden seguiremos con el repaso de la observación de fenómenos y la relación de estos con algunos fundamentos teóricos, las fenomenologías. Las fenomenologías se usan para describir un cuerpo de conocimiento que relaciona las observaciones del fenómeno con teorías que lo respalden. Es un punto medio entre el experimento y la teoría. Es más abstracto e incluye pasos más lógicos que el experimento, las fenomenologías se relacionan más directamente con el experimento que con la teoría, debido a que la observación de fenómenos es parte crucial en la abstracción de conceptos. Sin embargo, las fronteras existentes entre teoría y fenomenología y entre fenomenología y experimento son algo difusas y hasta un cierto punto dependen del entendimiento e intuición del científico que las describe (Flores, Caballero, & Moreira, 2009).

De este modo el experimento consiste en reproducir un fenómeno a condiciones constantes o variables, estudiando como el cambio de variables afecta las propiedades o características de dicho fenómeno, esto se hace para verificar hipótesis o un principio científico.

Pero por qué ver al experimento como un resultado de la teoría y no verlo desde la perspectiva de que el experimento es la prueba real de lo que establece una teoría.

Un ejemplo que apoya esta cuestión lo define Malagón, Sandoval, & Ayala (2013) como:

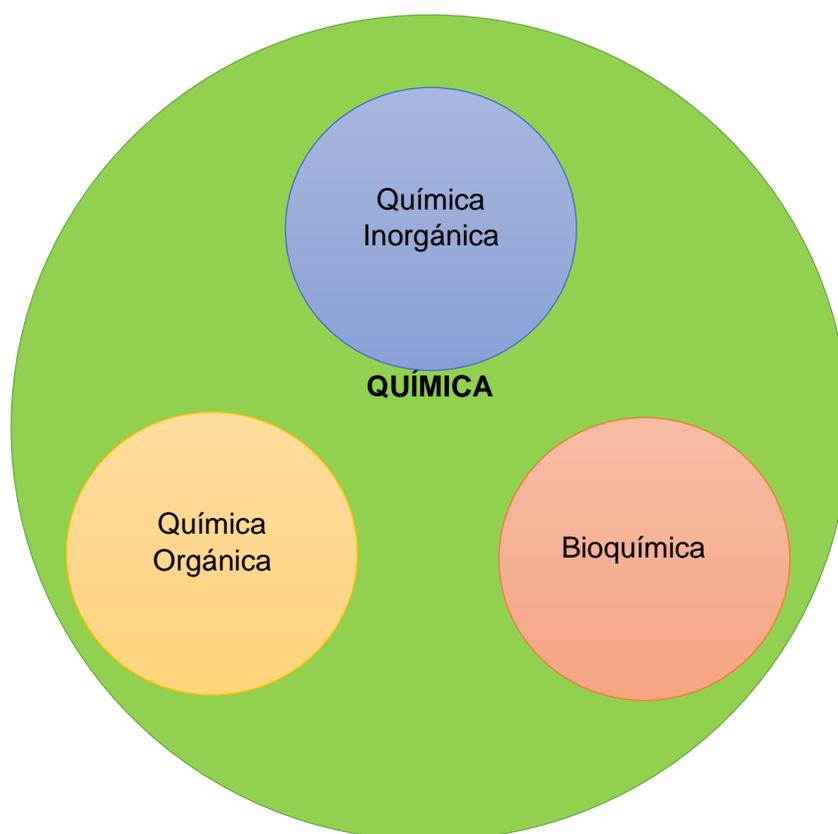
Ver al experimento desde esta perspectiva, la teoría resulta siendo el camino que permite saber en qué consiste, qué efectos produce, qué se debe observar y qué se debe medir, lo que conlleva a ver cómo funciona el mundo físico desde una organización de leyes y la estructuración de estas teorías. En este sentido la teoría es vista como el resultado del experimento, generando así, una relación entre teoría experimento (p.26).

Cabe resaltar la importancia y el papel que desempeña de lo propuesto anteriormente en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, pues si se considera al experimento como base para dar explicación a fenómenos y por ende se usa como una base para la enseñanza de conceptos, el aprendizaje de las ciencias y su afinidad hacia ellas serán mayores.

**La experiencia en el aula como una oportunidad para la construcción de fenomenologías y el desarrollo de los procesos de formalización y conceptualización:**

Las experiencias en el aula y en el laboratorio son recursos didácticos muy valiosos porque sirven como intermediarios para el desarrollo y enriquecimiento del alumno facilitando los procesos de enseñanza. El profesorado debe aprovechar y explotar estos recursos para lograr un mayor interés hacia las ciencias por parte del estudiantado, la observación y la explicación de los fenómenos que ocurren específicamente en la química posibilitan de este modo aportes al pensamiento crítico y científico del estudiantado.

En este orden de ideas se parte de la enseñanza de las ciencias como un proceso investigativo, explícito y desarrollado a partir de las estructuras de pensamiento ya existentes en el estudiantado. Un ejemplo es esta estructura presente en algunos alumnos en los que la química inorgánica, la química orgánica y la bioquímica son campos de estudio totalmente distintos el uno del otro, con objetos de estudio diferentes y sin relación entre ellos.



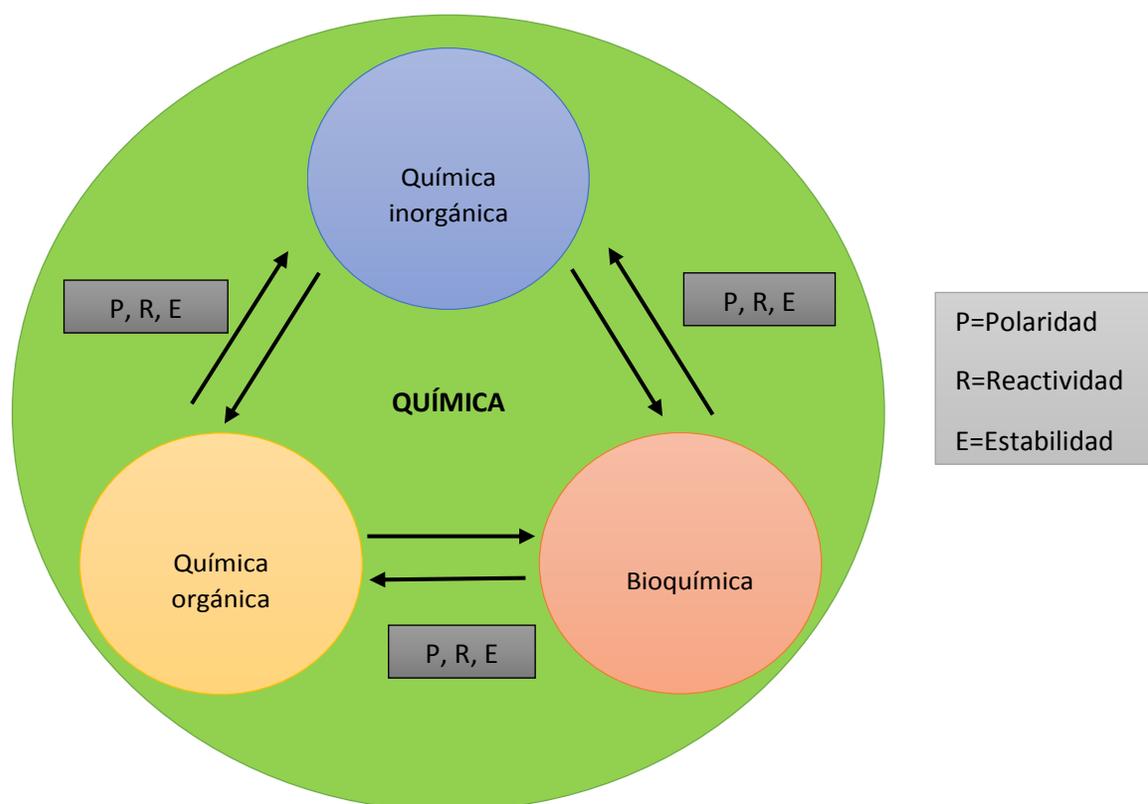
*Ilustración 2. Representación del autor de la estructura mental observada en los estudiantes (2017), Bogotá D.C. Derechos de autor [2017] Alfonso, K.*

La anterior imagen muestra como para algunos estudiantes la química inorgánica, la química orgánica y la bioquímica no se relacionan entre sí, además hacen parte de una rama más grande llamada química, de este modo se dificulta la asociación de conceptos y la generalización de conceptos ya que están previamente clasificados para la química inorgánica, orgánica y bioquímica.

Cuando se evidencia esta estructura de pensamiento en los alumnos se ha logrado dar un gran paso, pues con ayuda de la experiencia, el lenguaje, el conocimiento y de su relación entre éstos, se conseguirá desarrollar y fortalecer relaciones entre los campos que estamos estudiando facilitando la comprensión de la química y por ende haciendo uso de las ideas previas de los alumnos.

Adicionalmente, el papel del maestro es crucial, luego de que se han identificado las estructuras de los alumnos el maestro deberá crear nuevas experiencias que le permitan al alumno la búsqueda de explicaciones a fenómenos a través del uso de las estructuras ya existentes y aprovechándolas bien sea para modificarlas, corregirlas, ampliarlas, guiarlas, unificarlas, enlazarlas; desarrollando diversos conocimientos por medio de nuevas experiencias y estructuras conceptuales.

Volviendo al contexto acerca de lo que pretende y busca este trabajo además de



*Ilustración 3. Representación del autor de las relaciones de Reactividad, Polaridad y Estabilidad en la estructura mental (2017), Bogotá D.C. Derechos de autor [2017] Alfonso, K.*

tener en cuenta lo mencionado anteriormente, se pensó que las experiencias en las que pueden usarse la polaridad, la estabilidad y la reactividad de las sustancias químicas de diferentes orígenes (inorgánicos, orgánicos y bioquímicos) son una oportunidad para utilizar las estructuras de los alumnos y enlazarlas a través de prácticas de laboratorio que posibiliten una conexión entre estos tres campos.

La ilustración 3 muestra como pueden ser relacionados los campos de estudio de la química inorgánica, orgánica y bioquímica con comportamientos presentes en las moléculas: la polaridad, la reactividad y la estabilidad química.

Diseñar y aplicar prácticas de laboratorio que comprendan el origen de las sustancias y el comportamiento de estas sirve como herramienta para comenzar una clasificación de estas, posteriormente una asociación y diferenciación.

Según Arcà, Guidoni, & Mazzoli (1990) afirma que:

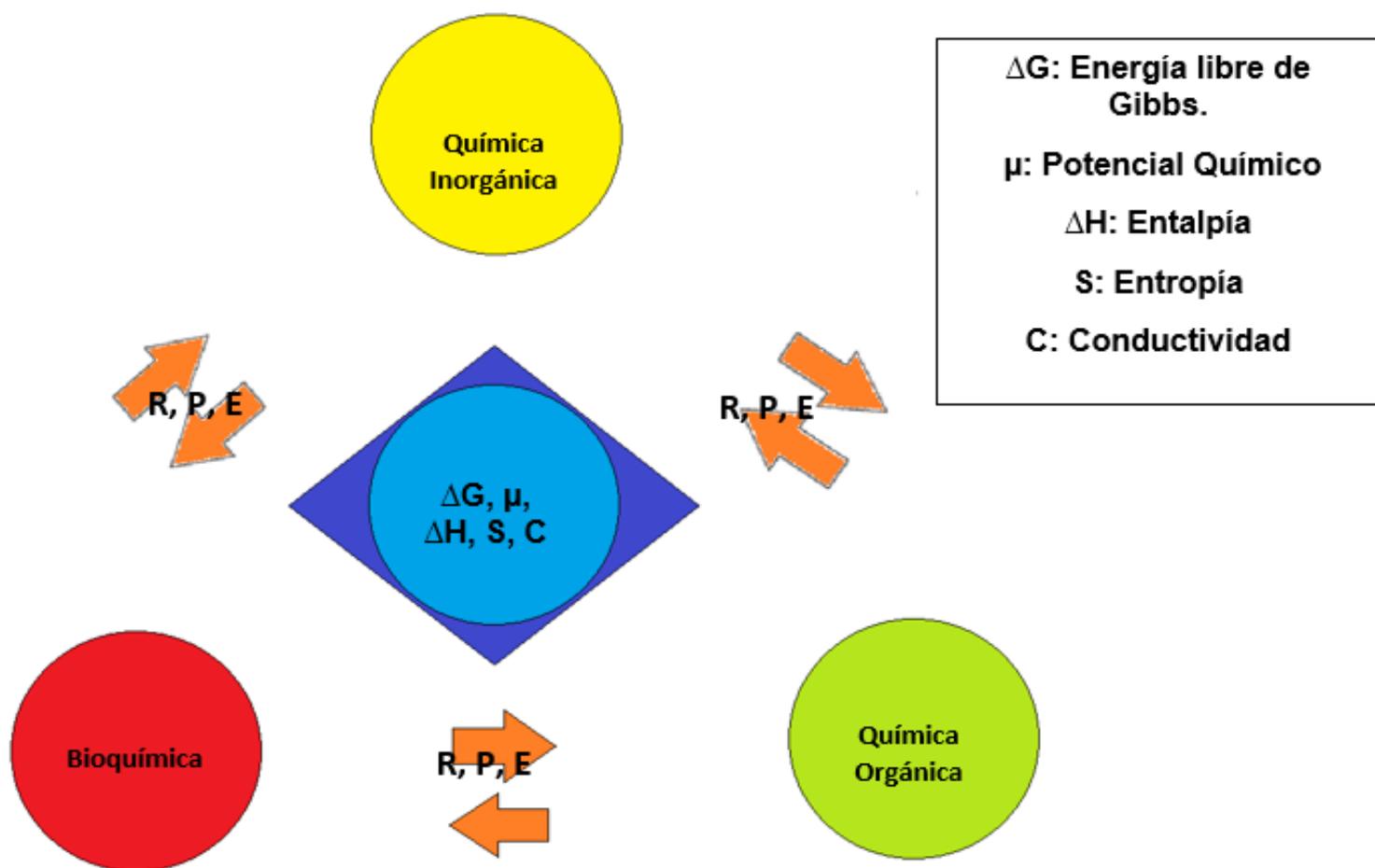
La clase de ciencias es el espacio académico en el que los alumnos pueden construir y repensar sus propios esquemas mentales, pero en algunas ocasiones existe poca participación y reflexión sobre dichos esquemas ya que los alumnos no siempre cuentan con las herramientas para relacionar las cosas que saben con las cosas que se le enseñan, y mucho menos logra relacionar lo que sabe y lo que se le enseña con las experiencias de laboratorio (p.40-44).

Entonces, la conexión que puede brindar (P, R, E) entre estos tres campos le darán al alumno herramientas para poder reflexionar, indagar, y repensarse su propia estructura logrando modificarla y ampliarla a través de la complejidad de las experiencias. Del mismo modo el profesorado debe tener presente la importancia de las cosas que se enseñan en el aula y su relación con los esquemas mentales que presenten sus alumnos, dejando de lado por un momento la transmisión de conocimientos y el uso de instrumentos que el alumno no logra concebir debido a su falta de experiencia y de su poca conexión para aquello que concibe en su estructura mental.

De modo que para evitar esto, el maestro debe tener presente la conexión de lo enseñado en el aula con la experiencia del alumno recordando siempre las experiencias previas y relacionarlas con nuevas experiencias para lograr una mejor asociación de los conceptos que se quieren enseñar en el aula, como lo propone Arcà, Guidoni, & Mazzoli (1990):

Es importante para los alumnos darse cuenta de cómo cada nuevo conocimiento se construye sobre conocimientos precedentes, correspondientes a hechos susceptibles de ser de vez en cuando reinterpretados; y de cómo puede ser expresado de forma reconocida y legitimada por toda la clase, vista como un verdadero <<sujeto>> social (p.45).

Dicho esto, una forma de representar la estructura mental que se espera logren los alumnos luego de formar cada uno de los nuevos conocimientos es por medio de una conexión y asociación entre los conocimientos preliminares y los conocimientos nuevos estudiados y observados. La parte del medio simboliza a los fenómenos observados en el laboratorio: Energía libre de Gibbs, Potencial Químico, Entalpía, Solubilidad y Conductividad; los cuales por medio de la experimentación y análisis sirvieron para dirigir este estudio hacia la comprensión y formación de los conceptos relevantes propios de las sustancias: reactividad, polaridad y estabilidad química, simbolizado en las flechas que relacionan a las sustancias químicas: inorgánica, orgánica y bioquímica y sus propiedades, ilustradas por círculos.



*Ilustración 4. Representación final del autor de la estructura mental observada en los estudiantes (2017), Bogotá D.C. Derechos de autor [2018] Alfonso, K.*

## **El papel de la experimentación en la clase de ciencias como una forma de adquirir nuevas experiencias:**

La clase de ciencias debería ser la clase en la que se puedan adquirir habilidades para la comprensión del mundo y para la explicación de fenómenos, una explicación orientada a partir de la dependencia directa que existe entre la teoría y la experimentación, es decir, que el alumno brinde explicaciones a sus observaciones a partir de teorías o que concrete las teorías a partir de la experimentación. Sin embargo, la clase de ciencias ha ido perdiendo interés por parte de los alumnos pues para ellos, aunque sea clara la teoría “si no puede verse, no existe”, esto se debe a que la clase de ciencias se ha ido enseñando de manera tradicionalista y no se ha vinculado a la realidad y cotidianidad del mundo moderno.

Para el alumno es importante ver todo aquello que aprende, pues le facilita asociar los conceptos aprendidos con los fenómenos que ocurren durante una experiencia. Por un lado, las experiencias deben ser sencillas, aplicables a varios campos y sobre todo muy ricas en conocimiento, pero por otro lado la teoría debe ser clara de tal modo que el alumno pueda usarla como base para solucionar problemas de distinta índole. Lo anterior puede ser una posible ruta de solución a los problemas de aprendizaje que presentan los alumnos en la química. Si esta ruta se lleva a cabo de manera adecuada aportará a este trabajo un sinnúmero de información que determinará o no si la experimentación y la teoría deben ser dependientes una de la otra a la hora de enseñar un tema en química.

El seguir implantando teorías sobre estructuras mentales preexistentes hace que el conocimiento sea aprendido memorísticamente. Del mismo modo sucede con la experimentación, si esta no es fundamentada por teorías pierde su validez y por ende su credibilidad. Por tal motivo cabe pensarse sobre la relación y dependencia que tiene la teoría con la experimentación y viceversa, para ello se consideran a Malagón, Sandoval, & Ayala (2013) y sus reflexiones sobre dichas relaciones las cuales sustentan que:

La experimentación en el ámbito de la enseñanza, además de su papel como verificador de hipótesis teóricas, desempeñaría dos papeles principales: uno sería el uso del experimento en el planteamiento de problemas conceptuales de la física; y el otro, el uso de las experiencias para construir una base fenomenológica o de hechos de observación que serían estructurados a partir de una cierta teoría (p.102-103).

De esta forma, la teoría y la experimentación serán enteramente desarrolladas y aplicadas a lo largo de este trabajo. Se pretende que el estudiante reconozca la importancia de ambos, y que a lo largo de la implementación de este adquiera habilidades que le permitan enlazarlo y aplicarlo a su cotidianidad.

Con respecto a lo anterior y entendiendo la importancia del papel de la experimentación en la clase de ciencias, se toma en cuenta el trabajo realizado

por Koponen y otros (2000) donde habla del rol de la experimentación en el proceso de formación de conceptos en física. Teniendo en cuenta esto, se adaptó y retomó dicho trabajo para el proceso de formación de conceptos en química que permitan establecer a través de experimentos de cuantificación las relaciones existentes entre la química inorgánica, orgánica y bioquímica.

Según lo propuesto por Koponen y otros (2000) la física es una ciencia experimental, experimental porque posibilita la verificación y cuantificación de un fenómeno determinado, el cual es sometido a situaciones específicas que pueden ser alteradas y reproducibles tantas veces se necesite para identificar y encontrar características particulares. Esto mismo se puede afirmar de la química.

Es así como la química necesita verificar sus teorías con experimentos, pero a diferencia de la física, la química es una ciencia que estudia el comportamiento, la estructura y las propiedades de las sustancias. El estudio de la estructura de la materia crea una visión microscópica de lo que hasta ahora se conoce.

Si nos acercamos desde la mirada de un alumno cuando le enseñamos por ejemplo un pedazo de plástico y le hablamos acerca de su composición a base de polímeros, los cuales se componen por monómeros y que estos a su vez por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, y otros átomos como el azufre o el nitrógeno. Hasta el momento la experiencia del alumno estaba delimitada lo que podía observar de ese trozo de plástico, su color, su dureza, su elasticidad.

El enseñarle al estudiante algo que no puede ver como los polímeros o los átomos dificulta sus perspectivas y modifica la experiencia que hasta el momento había adquirido con aquel trozo de plástico. Entonces cómo puedo enseñarle a un alumno que existen moléculas, macromoléculas, átomos y reacciones químicas cuando en el tablero lo único que puede observar son letras, números y flechas.

Koponen describe un proceso en el cual los experimentos comienzan a tener peso facilitando la comprensión de la teoría. El proceso comienza desde la percepción luego pasa por la cuantificación y por último se estructuran los conceptos. Para que el proceso sea satisfactorio debe empezarse desde la percepción cualitativa y terminar con los aspectos cuantitativos que son aquellos procesos en los que el alumno tiene más dificultades.

- ✓ *La percepción, la observación y los conceptos adquieren significado por experimentos controlados y mediciones.*

La información cualitativa de la percepción es reconocida y enriquecida por medio de la experimentación y la observación de fenómenos; finalmente pueden establecerse relaciones entre estos. En este proceso de la percepción, el concepto debe ser presentado al alumno desde la experimentación en forma de experiencias sensoriales y asociadas a su cotidianidad. De este modo el alumno logrará crear lazos entre lo que le enseñan, observa y experimenta, fomentando el interés y la curiosidad por el aprendizaje de las ciencias. Además, de utilizar esa

formación de conceptos de manera continua y aprovechándolos en nuevas experiencias para formar un concepto más integral que pueda ser desarrollado y explicado por el alumno desde varias perspectivas, además de aprovecharlos como base para la diferenciación y clasificación con otros conceptos.

La estructuración de un concepto está dada a través de las percepciones cualitativas, es decir por las observaciones descriptivas y las explicaciones que el sujeto le da a lo que observa. De esta manera se construye un concepto sólido que se desarrolla y complementa a lo largo del tiempo, a esta matriz se le denomina “sistema de significación”. El sistema de significación es la representación en el cual se dirige el proceso de formación de conceptos desde los fenómenos y las teorías que los explican, la formación de conceptos es continua y cada vez se hace más concreta pues a través de la experimentación y de las experiencias que se crean desde la representación de diversas situaciones, se brinda una interpretación apoyada por otros conceptos desde sus relaciones y diferencias. (Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, & Lavonen, 2014, p.2).

En este orden de ideas cabe preguntarse qué es lo que se entiende por representación e interpretación y de cómo son de ayuda para el desarrollo de este trabajo.

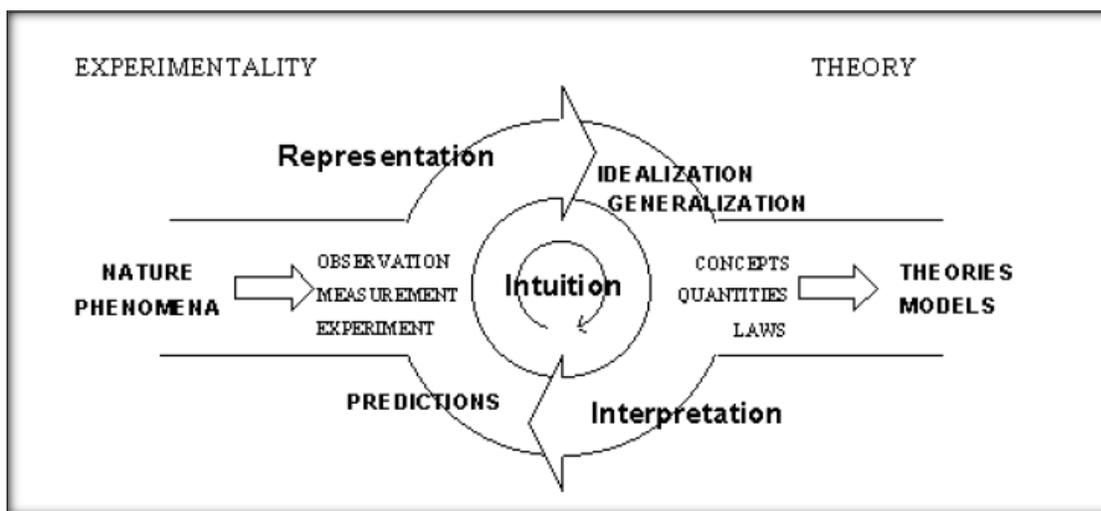
La representación es entendida como el transcurso natural que tiene la teoría guiado por la búsqueda de estructuras a través de generalizaciones, las cuales usan el razonamiento inductivo para ser justificadas.

La interpretación por su parte pretende entender la realidad existente a partir de los principios a nivel de los conceptos y de la teoría.

La representación y la interpretación hacen parte de un ciclo para la formación de conceptos, las predicciones sobre situaciones específicas se deducen de los principios generales partiendo del razonamiento hipotético-deductivo.

## CICLO PARA LA FORMACIÓN DE CONCEPTOS

*Proceso dirigido de los fenómenos a la teoría*



*Ilustración 1. Ciclo del proceso de formación de conceptos, Tomado de: (Koponen, Kurki-Suonio, Jauhainen, & Lavonen, 2014, p. 2)*

El ciclo del proceso de formación de conceptos es, específicamente un ciclo que sugiere que cada concepto físico está íntimamente ligado con la experimentación y la teoría. Para dar paso a la formación de esta relación se sugiere que la intuición es como una chispa que inicia el ciclo, pues a partir de la observación es posible generar representaciones e interpretaciones expresadas en ideas generales, ejemplos, predicciones de lo que puede suceder cuando un fenómeno es alterado bajo condiciones normales. Las alteraciones son observadas y hacen parte del proceso experimental, el cual pretende arrojar datos cuantitativos capaces de ser ordenados, relacionados y fundamentados por otros conceptos y leyes para dar una descripción explicación. Logrando así una conexión entre la naturaleza de un fenómeno y de cómo su comportamiento entendido a través de diversas teorías científicas.

De este modo el proceso de formalización de conceptos se hace productivo y aplicable a este trabajo, pues se usará como referencia para la formación de conceptos que permitan relacionar la química inorgánica, orgánica y bioquímica.

✓ *Aplicación de las matemáticas en el análisis de los fenómenos:*

Como se planteó en una parte del problema de investigación de este trabajo donde se encontró que los alumnos presentan complicaciones a la hora de transformar las ecuaciones inorgánicas a orgánicas y posteriormente a bioquímicas.

Esta dificultad podría no deberse al hecho de un conocimiento general como la estequiometría y las reacciones químicas propias del campo, si no por el contrario

hacen parte de las dificultades que tienen los alumnos para entender las matemáticas y de cómo estas son aplicadas a la química. De modo que la cuantificación de los conceptos es una circunstancia apropiada para introducir las matemáticas en la química de manera creativa, como lo sugiere:

“Si la instrucción sigue este curso natural de desarrollo, tendrá una ventaja pues aproxima al alumno a un conocimiento científico más completo” (Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, & Lavonen, 2014, p. 3,4).

La instrucción debe comenzar desde el nivel cualitativo (percepción), luego avanzar a través de los niveles cuantitativos de cantidades y leyes (cuantificación), finalmente ingresando al nivel de teoría estructurada y explicando modelos (estructuración). Esta serie de procesos en la enseñanza son denominados percepción y cuantificación.

Por un lado, la percepción es creada en un principio a partir de la experimentación en forma de experiencias sensoriales, observaciones y experimentos cualitativos. De este modo se forman esquemas con significado que incluyen no sólo entidades (objetos), si no también fenómenos y sus propiedades (cualidades).

Por otro lado, la cuantificación es creada a partir de una cantidad de una propiedad (calidad), es la esencia de la física, y puede ser vista como un proceso en la creación de conocimientos en física. La cuantificación se basa en experimentos que verifican la ley que define la cantidad y del mismo modo como dicha cantidad puede medirse.

El abstraer lo más importante de las medidas y unidades es una herramienta fundamental en la formación de conceptos. (Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, & Lavonen, 2014, p. 4,5).

Finalmente, se espera que las percepciones y cuantificaciones que puedan hacer los alumnos sea de gran ayuda para desarrollar habilidades matemáticas que le permitan dan una mejor interpretación a las teorías y leyes que se aprenden a diario en clase.

## El aprendizaje por fenomenologías para la creación de conceptos en ciencias:

La educación en ciencias se ha planteado como un reto importante relacionar los conceptos científicos y las experiencias del *"lifeworld"*<sup>2</sup> de los estudiantes, quiénes lo experimentan y lo reordenan a diario.

La educación fenomenológica en ciencias abarca la construcción de dicha relación, pues crea un espacio entre las experiencias del *"lifeworld"* de los estudiantes y los conceptos científicos que se asocian a ellos desde el estudio de los fenómenos de la naturaleza. Cuando es investigado un fenómeno de la naturaleza y al mismo tiempo se evidencia el fenómeno en las experiencias del *"lifeworld"* de los estudiantes, el maestro puede introducir conceptos científicos que profundicen la comprensión de dichos fenómenos y la importancia de estos en el mundo vivo.

La educación fenomenológica en ciencias critica a la educación corriente en ciencias, ya que en ésta el estudiante se enfrenta cara a cara con lo abstracto y cognitivo del *"lifeworld"* que a diario experimenta, una experiencia en la que al estudiante no le es posible participar con sus ojos, oídos, manos. Dos importantes dificultades de la enseñanza corriente de las ciencias radican en: primero, los estudiantes presentan inhabilidad para lograr conceptos correctos de los conceptos científicos (Carré,1993); segundo, el crecimiento del desinterés hacia las asignaturas de ciencias (Hannover & Kesse,2004). Debido a que el estudiante no logra relacionar el *"lifeworld"* y los conocimientos científicos aprendidos en el aula con las experiencias diarias.

Una posible solución a ello es planteada por la educación fenomenológica en ciencias, desarrollada y aplicada en países como Noruega y Finlandia desde el año 2006. En su nuevo currículo en ciencias plantean la formulación explícita de objetivos de aprendizaje tales como relacionar el joven científico y el estudiante, de tal modo que se logre el desarrollo de mentes curiosas y métodos de investigación.

Para ello se plantea primero, la transformación gradual de la experiencia fenomenológica cotidiana por una comprensión del mismo fenómeno estructurado por conceptos científicos y segundo, las competencias que requiere el docente para dicha transformación.

Como se plantea en un inicio la educación fenomenológica en ciencias pretende realizar la conexión entre el *"lifeworld"* de los estudiantes y los conceptos científicos se siguen cuatro pasos, los cuales son:

1. Desarrollar una imagen rica del fenómeno observado.

---

<sup>2</sup> Lifeworld: Mundo vivo, es la realidad que día a día se experimenta.

El profesor debe seleccionar un fenómeno del cual los estudiantes puedan abstraer información y crear hipótesis a través de sus sentidos, de este modo el estudiante podrá regresar y reconstruir sus propias apreciaciones.

2. Elegir algunos de los conceptos, apreciaciones o hipótesis de la imagen rica planteada por los alumnos como punto de entrada para avanzar hacia los conceptos científicos y su comprensión.

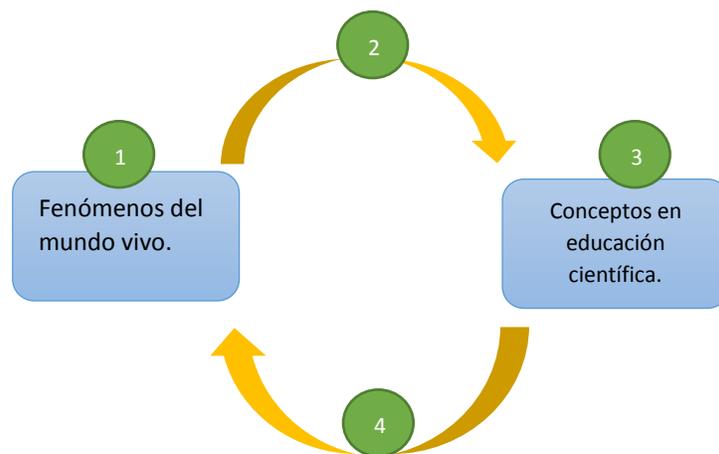
Los conceptos planteados por los estudiantes relacionan las apreciaciones del fenómeno observado, pero al mismo tiempo tienen el potencial para enlazar la ciencia basada en el conocimiento.

3. Introducir los conceptos y/o modelos científicos.

Frecuentemente las experiencias cotidianas de los alumnos frente a los conceptos y/o modelos científicos es abstracta. La introducción de los conceptos y/o modelos debe ser continua y no debe contradecir las apreciaciones de los estudiantes, si no que por el contrario éstas deben ser reconstruidas y enriquecidas.

4. Usando los conceptos científicos introducidos para una comprensión más profunda del fenómeno investigado.

Regresando al fenómeno observado, los conceptos y/o modelos científicos se proponen en un desarrollo del contexto significativo propio de los estudiantes.



*Ilustración 2: Pasos usados para la transformación gradual de la experiencia del alumno para la comprensión de un fenómeno observado. En From phenomenon to concept (p.127), por Ostergaard, Hugo, & Dahlin, 2007, Helensisky: 6th IOSTE. Derechos de autor [2017] Alfonso,K. Adaptación autorizada.*

El anterior modelo puede ser considerado como un paso a paso que promueve el acercamiento hacia la comprensión de la dependencia que existe en el entendimiento de los fenómenos que se encuentran en el “lifeworld”. En este orden de ideas, el modelo de la educación fenomenológica en ciencias plantea tres objetivos principales, los cuales son:

1. Mejoramiento del fenómeno investigado utilizando o referenciando conceptos científicos.
2. Mejoramiento de esos conceptos científicos y de su interrelación con otros conceptos.
3. Desarrollar la capacidad de aquellos conceptos científicos para dar sentido a las experiencias del mundo vivo.

El ciclo de aprendizaje que se define por medio de la ilustración # 5 representa a los fenómenos dentro de un ciclo, con un punto inicial y final con respecto al “lifeworld” en el cual se encuentra el fenómeno observado. Obviamente, un importante primer paso es la intencionalidad con la que se elige y reconoce el fenómeno adecuado para el aprendizaje. Los principales desafíos en este ciclo parecen ser los de observar el fenómeno a fondo y de tratar las experiencias de los estudiantes de forma fenomenológica estrictamente. Varios trabajos sugieren la importancia de la enseñanza de los sentidos (Hugo,2006; Ostergard et al.,2007). Sin embargo, la comprensión de un fenómeno no surge únicamente en el sentido de las experiencias, las experiencias necesitan ser transformadas en conceptos que sean sencillos, fáciles de explicar y describir por medio de teorías, leyes, paradigmas que los sustenten y apoyen.

Teniendo en cuenta cada uno de los aspectos planteados en el marco teórico didáctico se resaltan los relacionados a la educación fenomenológica y la formación de conceptos en ciencias, estos dos últimos serán los pilares bajo los cuales este trabajo sustentara sus pretensiones y alcances pedagógicos.

En razón a esto se sugiere que el siguiente marco teórico disciplinar puede relacionarse con este marco teórico para llevar a cabo de manera fundamentada cada uno de los objetivos de esta propuesta de enseñanza.

## 4.2 MARCO TEORICO DISCIPLINAR

En este orden de ideas abordaremos el marco teórico disciplinar teniendo en cuenta la estructura presente en algunos alumnos observados a lo largo de la práctica pedagógica y de la formación propia. Esta idea es aproximada a las subdivisiones de la química general en inorgánica, orgánica, bioquímica; de cómo para los estudiantes todos estos campos son distintos y no tienen relaciones unos con los otros. De acuerdo con dicho planteamiento es necesario aclarar si estos campos realmente son distintos y no presentan relaciones entre ellos, para dar respuesta a esto se utilizaron referentes presentes en este marco teórico que contemplan el área disciplinar de la química y de las ciencias en general, de aquí en adelante este trabajo intentará sustentar sus intenciones a partir de estos fundamentos.

### **¿Por qué buscar las relaciones que existen entre la química inorgánica, orgánica y bioquímica? ¿Acaso son diferentes?:**

Iniciando por los fundamentos y las leyes que gobernaron a la química teórica y a las demás ramas presentes como: la cuántica, matemática, mecánica molecular, entre otras y sus respectivos aportes a la química teórica brindándole útiles herramientas, conceptos que le permiten apoyar los principios sobre los cuales se han desarrollado los diversos campos que la química presenta.

A continuación, se estudiarán los objetos de estudio de los campos que la química inorgánica, orgánica y bioquímica y de cómo estos se relacionan directamente con los comportamientos que utilizaremos de base para la construcción de rutas de análisis, polaridad, reactividad y estabilidad química.

Los campos de estudio que comprenden a la química inorgánica tienen como objeto de estudio a todos los elementos químicos de la tabla periódica exceptuando el carbono, que es el objeto de estudio de la química orgánica. La química inorgánica abarca el estudio de las estructuras, la reactividad, los catalizadores, estabilidad termodinámica, simetría, técnicas experimentales, fases gaseosas, soluciones, además comprende la química del estado sólido de todos los átomos exceptuando el carbono.

Este campo integra todas las anteriores ramas y además éstas fueron modeladas a partir de tres teorías: la electronegatividad, la teoría de enlace de valencia y la teoría de orbital molecular; juntas completan los fundamentos sobre los cuales se establece el enlace covalente.

Partiendo del enlace covalente como la unión entre dos o más átomos y de cómo una reacción química es la modificación de dichos enlaces, se centrará en el repaso de la reactividad química en las sustancias inorgánicas, pues esta teoría será utilizada como un concepto clave para aproximar las relaciones existentes entre la inorgánica, la orgánica y la bioquímica (Huheey, Keiter, & Keiter, 2003, p. 215-251).

La química orgánica por otro lado tiene como objeto de estudio a los compuestos naturales y artificiales del carbono. La química orgánica es el estudio de la estructura, propiedades, composición, reacciones y preparación de compuestos que contienen carbono, que incluyen no sólo hidrocarburos sino también compuestos con cualquier número de otros elementos, incluyendo hidrógeno (la mayoría de los compuestos contienen al menos un enlace de carbono-hidrógeno), nitrógeno, oxígeno, halógenos, fósforo, silicio y azufre.

Esta rama de la química se limitó originalmente a los compuestos producidos por los organismos vivos, pero se ha ampliado para incluir las sustancias de origen industrial como los plásticos. El rango de aplicación de compuestos orgánicos es enorme y también incluye, pero no se limita a, productos farmacéuticos, petroquímicos, alimentos, explosivos, pinturas y cosméticos (Vidal, 1953, p. 35-37).

La bioquímica finalmente es la ciencia que estudia los componentes químicos de los seres vivos, especialmente las proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos nucleicos, además de otras pequeñas moléculas presentes en las células. La bioquímica se basa en el concepto de que todo ser vivo contiene carbono y en general las moléculas biológicas están compuestas principalmente de carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo y azufre. Es la ciencia que estudia la mismísima base de la vida: las moléculas que componen las células y los tejidos, que catalizan las reacciones químicas de la digestión, la fotosíntesis y la inmunidad, entre otras (Campbell, Mary K., 2005, p. 28).

Ahora bien, ya repasamos los objetos de estudio de la química inorgánica, orgánica y bioquímica, y de la importancia de reconocer los objetos de estudio de cada uno de estos campos, pues sus diferencias y semejanzas serán gran ayuda a la hora de aplicar la polaridad, la estabilidad y la reactividad química como aquellos comportamientos comunes entre las sustancias químicas.

### **Reactividad**

La reactividad química es la capacidad que tiene una sustancia para reaccionar en presencia de otras, específicamente depende de la especie del átomo y del número de electrones que éste tenga en su última capa. Cada capa contiene electrones con determinados niveles de energía. La última capa o capa de valencia tiene un alojamiento para ocho electrones, dichos electrones son los que intervienen en las reacciones químicas y/o para establecer enlaces con otros elementos.

*En la química inorgánica:*

La reactividad en la química inorgánica está relacionada con el estudio y la investigación de la cinética química y la electroquímica, ya que las reacciones químicas inorgánicas difieren en reactividad en relación con sus velocidades de reacción. (Huheey, Keiter, & Keiter, 2003, p. 215-251).

#### *En la química orgánica:*

La reactividad en la química orgánica está ligada con las interacciones y/o reacciones entre átomos caracterizados como nucleófilos y electrófilos, átomos con la capacidad de donar o recibir electrones respectivamente, la ganancia o recibimiento de electrones da como resultado formación de enlaces covalentes entre C-C, C-H, C-O, además de su capacidad de auto saturarse. Esta capacidad les brinda a las reacciones orgánicas la cualidad de ser más lentas en términos de tiempo y rendimiento, a diferencia de las reacciones en compuestos iónicos y/o inorgánicos que sufren reacciones más rápidas e incluso violentas, sin desmeritar el gran poder de las moléculas orgánicas para formar compuestos explosivos como el TNT (Vidal, 1953, p.35-37).

#### *En la bioquímica:*

Las reacciones bioquímicas son las reacciones que ocurren en los organismos vivos, y son distintas de las del mundo de la química (inanimada). Estas ocurren a temperaturas y presiones controladas y constantes, los reactantes del mundo de la bioquímica son, en general, exclusivos, como proteínas, ácidos grasos, glúcidos (glucosa), nucleótidos, denominadas biomoléculas. Las moléculas de la bioquímica son de gran peso molecular, por lo que se denominan macromoléculas, lo que también la diferencia de las moléculas de la química. Las reacciones bioquímicas ocurren a alta velocidad, condición para una compatibilidad con la vida. Esto es posible gracias a las enzimas. Las reacciones bioquímicas son reguladas y regulables de acuerdo con ciertas circunstancias. Se puede regular, por ejemplo, la cantidad y velocidad de producción de insulina de acuerdo con la cantidad de glucosa presente en la sangre.

Toda reacción bioquímica implica un cambio. Al organismo llegan una serie de sustancias (nutrición), como sales, agua, glúcidos, etc.; y salen de él (excreción) otras distintas: urea, CO<sub>2</sub>, ácido úrico. Además, contempla la combinación de grupos funcionales y los tipos de reacciones en cadena (Campbell, Mary K., 2005, p. 28-30).

### **Polaridad**

La polaridad es un comportamiento que tienen las moléculas. La polaridad es el resultado de la diferencia de electronegatividad que poseen los átomos que conforman dicha molécula, este comportamiento se debe a la distribución desigual de los electrones debido a que el átomo más electronegativo tiene mayor atracción al par electrónico que se está compartiendo; la no polaridad de las moléculas se debe a que los átomos que se encuentran unidos entre sí poseen una

electronegatividad semejante, por lo tanto, la atracción hacia el par electrónico es la misma.

La polaridad es representada mediante la separación de las cargas eléctricas que coexisten en la misma molécula. En una unión química (enlace químico) los electrones tienden a ubicarse cerca al átomo con mayor carga efectiva y menor radio, esto le da la posibilidad de inferir que existen enlaces químicos con características diferentes, por ejemplo el enlace covalente: cuando se tiene una molécula ésta presenta una nube electrónica polarizada o no, es decir, es polarizada cuando átomos con electronegatividad diferente se unen en dicha molécula; no polarizada cuando átomos con electronegatividad similar se encuentran unidos, estas uniones son conocidas como enlace covalente polar, o enlace covalente no polar, respectivamente.

Por otro lado, los enlaces iónicos que presentan casi todas las sustancias inorgánicas son el resultado de la gran diferencia de electronegatividad entre los átomos cargados (iones) de carga opuesta, esta atracción electrostática provoca una unión de dar y recibir electrones constantemente, dicha unión forma compuestos simples entre un metal y un no metal, cabe resaltar que no existen enlaces puramente iónicos, siempre existirá una compartición de electrones en el mismo enlace. La electronegatividad es el parámetro que da cuenta de la capacidad de un átomo para atraer electrones cuando está formando un enlace. La polaridad del enlace está dada por la diferencia de electronegatividad entre los átomos participantes. Además, se encuentra estrechamente ligada a la reactividad, solubilidad, puntos de fusión y ebullición (Wendell & Worth, 1920).

#### *En la química inorgánica:*

La polaridad en los compuestos inorgánicos se caracteriza debido a sus altos puntos de fusión, prevalece el enlace iónico. Los compuestos inorgánicos son solubles al agua debido a su elevada polaridad.

#### *En la química orgánica:*

La polaridad en la química orgánica se debe a la cualidad polar electropositiva o electronegativa que tiene el átomo de carbono, (Vidal, 1953,p. 436) puede relacionarse con la reactividad debido a que el átomo de carbono posee cualidades polares únicas, más específicamente en la polaridad de los enlaces covalentes, resultado de las uniones entre C-C, C-H, etc. Por ejemplo, los hidrocarburos saturados como el metano, etano, entre otros son muy poco reactivos, esta baja reactividad se atribuye casi a la nula polaridad de los enlaces C-H, ya que ambos elementos poseen una electronegatividad muy similar, motivo por el cual los electrones no se direccionan a quien tenga mayor carga efectiva si no que por el contrario permanecen casi estables dentro de la nube electrónica.

*En la bioquímica:*

La polaridad en la bioquímica tiene en cuenta la geometría molecular y por ende la asimetría de sus enlaces, ya que se tratan de macromoléculas con gran peso molecular y diversas funciones que las hacen tan particulares, además la polaridad de las moléculas bioquímicas está asociada a las interacciones con el agua y por ende a su solubilidad.

### **Estabilidad:**

La estabilidad química es la capacidad que tiene un átomo para permanecer inalterado cuando interactúa con otros átomos diferentes. La estabilidad depende estrechamente de la reactividad de una sustancia química, puede describirse como el comportamiento de dicha sustancia al reaccionar o no cuando se enfrenta a una variedad de sistemas químicos y/o con otras sustancias.

*En la química inorgánica:*

Los compuestos inorgánicos son estables a las condiciones de temperaturas altas. Los compuestos cuando se encuentran en solución son buenos conductores del calor y la electricidad.

*En la química orgánica:*

Teniendo en cuenta que el eje central de la química orgánica es el estudio del átomo de carbono, la estabilidad de éste al igual que sus propiedades viene dada por su última capa de valencia, donde a diferencia de tener capacidad para recibir ocho electrones, el carbono aloja a seis electrones. De modo que las interacciones del átomo de carbono vendrán ligadas al carbocatión (C<sup>+</sup>) y de cómo éste forma enlaces bien sea como radicales alquil, aril y/o hidrógenos.

Cuando un carbono se encuentra enlazado a radicales de tipo alquil o aril la molécula gana reactividad, pero pierde estabilidad, muy por el contrario, sucede cuando el carbono se encuentra unido a átomos de hidrógeno, así que ganará estabilidad, pero perderá reactividad, ya que la unión entre C-H es mucho más fuerte, disminuyendo así la probabilidad que el carbono libere al hidrógeno para que éste reaccione con otras sustancias.

*En la bioquímica:*

La estabilidad en los compuestos bioquímicos se encuentra ligada a los altos pesos moleculares, y gran variedad de funciones que presenta una sola biomolécula. Además, de su importancia en la vida lo que las hace tener un tiempo de vida media con condiciones controladas, por tal motivo las moléculas

bioquímicas son estables, pero a condiciones específicas de presión y temperatura.

De acuerdo con lo anterior, se proponen algunos fenómenos, los cuales pueden ser cuantificables y son propios de estos conceptos: el potencial químico, la solubilidad y la conductividad. Estos tres fenómenos serán considerados como propios de la reactividad y la polaridad respectivamente, dichos conceptos hacen parte de una propiedad termodinámica muy importante que servirá como un límite para que el alumno logre relacionar, diferenciar, caracterizar aquellos comportamientos observados sin desviarse de lo que pretende este trabajo, dicha propiedad es la energía libre de Gibbs.

A continuación, se repasará la energía libre de Gibbs como aquella función de estado capaz de delimitar la formación de sustancias bajo condiciones normales de temperatura y presión. Del mismo modo se mostrará la correspondencia que existe entre el potencial químico y la reactividad química.

### **La energía de Gibbs como una función de estado que define la formación de sustancias:**

La energía libre fue propuesta por Josiah Willard Gibbs (1839-1903), esta propiedad termodinámica define la formación de sustancias a temperatura y presión constantes.

Definida como una función de estado que determina la espontaneidad o no de una reacción, es decir, sí para que una reacción se dé es necesario suministrar o no energía al sistema. Por ejemplo, en una reacción química para la producción de una sustancia de diferente origen, bien sea inorgánico, orgánico o bioquímico, es necesario que dicha sustancia absorba o libere energía.

En términos de expresión, la energía de Gibbs está definida como  $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ , donde G representa la energía libre de Gibbs,  $\Delta H$  es la entalpía, T es la temperatura,  $\Delta S$  en la entropía. La variación de energía de Gibbs cuando un sistema pasa de un estado a otro se define como  $\Delta G$ , que es igual al trabajo intercambiado del sistema con el medio exterior. La energía de Gibbs tiene como finalidad determinar si una sustancia se forma a temperatura y presión constantes de manera espontánea o si por el contrario no es espontánea y necesita de energía para llevarse a cabo.

En resumen, un trabajo real producido en un proceso ( $\Delta G$ ) es igual al trabajo producido por el sistema ( $\Delta H$ ) a una (T), menos el trabajo ejercido sobre el sistema ( $\Delta S$ ). Ese trabajo real producido en el proceso (G) puede tener un signo negativo (-) cuando se trata de un proceso espontáneo y un signo (+) cuando se trata de un proceso no espontáneo que necesita de energía para llevarse a cabo, finalmente cuando G tiene un valor de cero (0) el sistema se encuentra en equilibrio. (Loyola, 2001).

La energía de Gibbs puede definirse por cada mol de sustancia, a esta energía libre de Gibbs molar se le conoce como potencial químico. Al abordar la energía de Gibbs en este trabajo como un límite para caracterizar las sustancias se pretende que el alumno comprenda que tan factible es que una reacción se lleve a cabo y como una sustancia puede alcanzar un estado de energía en el cual se transforme y libere energía o absorba la misma en forma de calor o trabajo y de este modo comprenda como las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas se formaron y tuvieron un valor en la energía de Gibbs característico que permita ser cuantificado y asociado.

### **El potencial químico como una propiedad intensiva de las sustancias:**

El potencial químico es una propiedad intensiva característica de las sustancias, es intensiva porque no depende de la cantidad de masa o del tamaño del cuerpo, su valor permanece inalterable al dividir el sistema en varios subsistemas, por lo tanto, indica el desplazamiento espontáneo de la materia. Por ejemplo, si se decide utilizar inicialmente el potencial químico como una cualidad de las sustancias y consecutivamente al potencial químico como una propiedad de los fenómenos que ocurren dentro de una reacción establecida para la formación de sustancias, el potencial químico adquiere sentido. Considerando a Romero (2002) y sus apreciaciones acerca de las propiedades de las sustancias y particularmente de como una propiedad es única en cada sustancia, de esta forma se facilitan la formación de relaciones y procedimientos, suministrando las herramientas necesarias para la representación y cuantificación de este.

Para introducir el concepto de potencial químico en la enseñanza es necesario recurrir a los procesos de cuantificación de conceptos, de este modo el alumno entenderá el potencial químico como un concepto cuantificable y característicos de las sustancias, además de usarlo como un limitante en la construcción de sus procesos de formalización de conceptos.

En este sentido se considerará al potencial químico ( $\mu$ ), relacionado como  $\mu_1$  y  $\mu_2$ , representando así (1) y (2) a masas homogéneas con características propias y únicas. Para que (1) y (2) representen masas homogéneas es necesario estudiarlas en función de su entropía  $\Delta S$ , del volumen y de la cantidad de sustancia que compone el sistema. En otras palabras, el potencial químico es la derivada parcial de la energía de Gibbs sobre mol de sustancia homogénea.

$$\mu = \frac{d\Delta G}{n}$$

Un ejemplo planteado en *The scientific papers* por J.W,Gibbs (1906, p. 93-97) consiste en una solución obtenida a partir de agua y sal común; dicha sal contiene en su propia estructura agua de cristalización, la cual no reacciona, pero interviene en los procesos de solubilidad. Para este sistema se tienen en cuenta algunas variables tales como:

Con respecto al agua:

mS: masa del agua de cristalización

mW: masa del agua

Con respecto a la sal:

ms: masa de la sal anhidra

mw: masa del agua

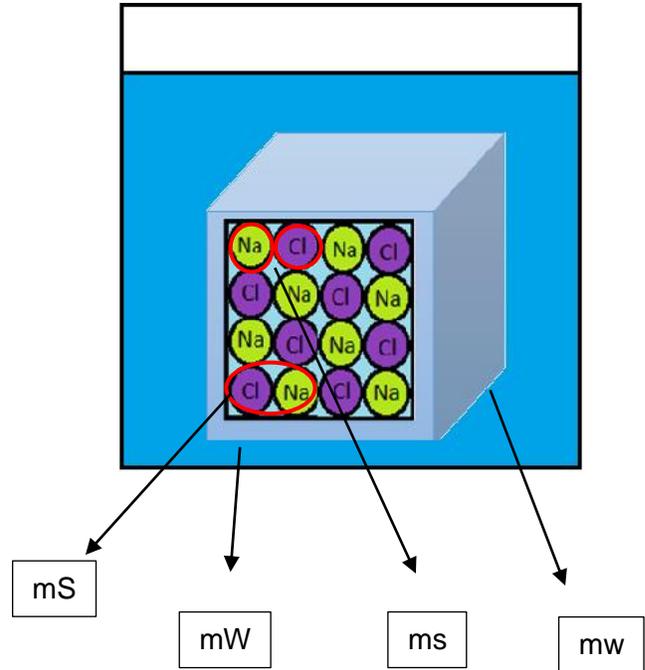


Ilustración 3. Representación de la disolución de sal en agua (2017), Bogotá D.C. Derechos de autor [2017]Alfonso, K. Adaptación autorizada

De este modo es posible deducir que mS es diferente de ms al igual que mW difiere de mw, por lo que, a la hora de establecer el potencial químico en el líquido, es decir, en la sal hidratada más el agua se sugiere:

$$\left(\frac{d\Delta G}{dmW}\right)_{S,V,mS}$$

Permaneciendo constantes de este modo, la entropía, el volumen y la masa del agua de cristalización, por otro lado, también puede establecerse el potencial químico del agua en el líquido con respecto a la sal anhidra y del agua, representado así:

$$\left(\frac{d\Delta G}{dmw}\right)_{S,V,ms}$$

Igualmente, aquí permanecen constantes los valores para entropía, volumen y masa de la sal anhidra.

$$\left(\frac{d\Delta G}{dmW}\right)_{S,V,mS} = \left(\frac{d\Delta G}{dmw}\right)_{S,V,ms}$$

Igualando ambas expresiones, se considera el aumento de energía que existe cuando se agrega cierta cantidad de  $dmW$  y  $dmw$ , sin alterar la entropía y el volumen del líquido.

Para un sistema termodinámico cuya energía interna ( $U$ ) contiene ( $i$ ) especies constitutivas y aumenta o disminuye según  $dmW$  y  $dmw$  su energía total interna se postula como una función de la entropía ( $\Delta S$ ), el volumen ( $V$ ), y la cantidad de sustancia de cada especie ( $n_1, n_2, n_3 \dots n_j$ ).

$$U = U(S, V, n_1, n_2, n_3 \dots n_j)$$

Se denota  $U$  como la energía interna, resaltando que las contribuciones de energía son de las interacciones dentro del sistema y las que hagan los objetos externos están excluidas, por ejemplo la energía potencial gravitacional del sistema con la Tierra no hace parte de la energía interna.

El potencial químico de la especie  $i$  del sistema,  $\mu_i$  se define como la derivada parcial de la energía interna de un sistema sobre una mol de la especie  $i$ .

$$\mu_i = \left( \frac{\partial U}{\partial n_i} \right)_{S, V, n_j \neq n_i}$$

Los subíndices indican que esas condiciones termodinámicas deben permanecer constantes.

La importancia de abordar el potencial químico como una propiedad intensiva difiere en las propiedades intensivas características y generales de las sustancias.

Las propiedades intensivas características de las sustancias son aquellas que permiten identificar las sustancias con un valor determinado, ejemplo: punto de ebullición, calor específico.

Las propiedades intensivas generales de las sustancias son aquellas que son comunes para las sustancias como por ejemplo su estado de agregación: sólido, líquido, gas.

El reconocimiento de las propiedades intensivas características y generales es importante en el aprendizaje de las ciencias debido a que es una manera en la que el alumno puede caracterizar las sustancias y reconocer la importancia de las mismas.

El utilizar el potencial químico como una medida cuantitativa para caracterizar las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas contribuiría de modo que las sustancias dejarían de ser clasificadas por los estudiantes según las propiedades que pueden percibir a través de los sentidos, se les daría una idea más aproximada de como el potencial químico es una medida de la energía libre de Gibbs sobre mol de sustancia que pertenece a un comportamiento único de cada

sustancia y que depende de la energía necesaria que tiene la sustancia para mantener su homogeneidad cuando se le realizan alteraciones en su composición.

De este modo se vence la dificultad de entender a las sustancias por sus propiedades físicas y se comienzan a tomar en cuenta las propiedades químicas de las sustancias como un conjunto entre los conceptos iniciales del alumno y los nuevos conceptos que se introducen para formar una estructura que permita la descripción y explicación de los diferentes orígenes y cualidades de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas; como lo plantea Furió & Furió (2000)

“El error metodológico estaría en extraer conclusiones a partir de la conservación de una única propiedad cualitativa no muy específica como, por ejemplo, el sabor, el color o el aspecto” (p.305).

Dichas conclusiones son las que dificultan el entendimiento de las propiedades generales y características, por lo tanto el potencial químico es un factor importante que se relacionará con la reactividad química para establecer como el comportamiento característico de las sustancias sirve para extraer conclusiones cuando se observan distintas propiedades de los fenómenos, correspondientes a un comportamiento único que es explicado desde de un concepto científico estructurado por observaciones, mediciones y explicaciones basadas en teorías y leyes.

## **La energía libre de Gibbs, un factor determinante en la espontaneidad de las reacciones químicas como formadoras de sustancias:**

La energía libre de Gibbs es un criterio fundamental para determinar la espontaneidad de una reacción química, pues esta depende del sistema en el que está inmerso y no de los alrededores especialmente.

Una reacción se considera espontánea cuando no es necesario suministrarle energía para que se produzca, cabe aclarar que la espontaneidad de una reacción no tiene que ver con su velocidad, pues en un proceso espontáneo las velocidades pueden llegar a ser rápidas o lentas. Por un lado, los procesos espontáneos pueden liberar energía en forma de calor ( $\Delta H$ ) o trabajo eléctrico ( $\Delta V$ ).

Por otro lado, al igual que las reacciones químicas espontáneas, las reacciones no espontáneas pueden determinarse a partir de sus cambios de entalpía y voltaje, resaltando que éstas presentarán valores positivos. Estos valores indican que las reacciones no espontáneas necesitan absorber energía del sistema o de una fuente externa para poder completarse. Estos comportamientos de absorción o liberación de energía pueden ser determinados por instrumentos con la capacidad para cuantificar las propiedades de los fenómenos como el de la espontaneidad. Una forma de cuantificar el fenómeno de espontaneidad es por medio del cálculo la energía libre de Gibbs a partir de los cambios de entalpía producidos por la reacción y a los cambios de entropía sufridos por el sistema. La entalpía es calculada luego de determinar los calores absorbidos o liberados durante la reacción, los calores de las reacciones químicas son característicos por lo que es necesario determinarlos con instrumentos sensibles que arrojen resultados más precisos, por lo tanto para determinar los calores de reacción se utiliza un medio aislado y un termómetro. Del mismo modo, un multímetro capaz de determinar bajo condiciones normales las diferencias de potencial eléctrico dentro de una reacción.

Como se mencionó anteriormente, un proceso es además espontáneo cuando la entropía del universo se ve afectada, siendo mayor a cero en las reacciones espontáneas exotérmicas o endotérmicas, y menores a cero en reacciones no espontáneas exo o endotérmicas. La energía libre de Gibbs también permite medir los cambios de entropía ( $\Delta S$ ) durante un proceso en el cual se establecen los estados iniciales y finales de una reacción bajo condiciones estándar de presión y temperatura.

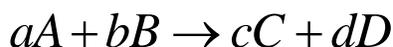
La espontaneidad entonces se considera un concepto que debe estudiarse a fondo para lograr caracterizar las sustancias, es necesario saber si éstas son formadas de manera espontánea o no. De modo que la energía libre de Gibbs es usada como criterio de espontaneidad, también será un factor clave a la hora de comenzar con la caracterización de las sustancias por sus propiedades intensivas, pues son propiedades que se confunden con los comportamientos de las sustancias como la reactividad.



### El potencial químico y su relación con la reactividad química:

La relación que existe entre el potencial químico y la reactividad química se encuentra relacionado con el cambio en la energía libre a lo largo del tiempo en el que ocurre una reacción química cualquiera (J.W, Gibbs, 1906, p. 93-112).

Considere la siguiente reacción:



$$dG = \mu_C dn_C + \mu_D dn_D + \mu_A dn_A + \mu_B dn_B$$

En esta consideración debe tenerse en cuenta que esta reacción ocurre en un sistema cerrado en el que las moles de A, B, C y D no varían de forma independiente si no que por el contrario la producción de C y D se da por el gasto o consumo de A y B, de modo que cuantitativamente se expresa como:

$$-\frac{dn_a}{a} = -\frac{dn_b}{b} = \frac{dn_c}{c} = \frac{dn_d}{d} = d\alpha$$

Analizando la anterior ecuación se puede deducir que la velocidad en la que desaparece un componente de la reacción química depende de la estequiometría, es decir de las moles a, b, c, d. Del mismo modo ( $d\alpha$ ) permanece constante si la velocidad es normalizada.

$$\begin{aligned} dG &= \mu_C dn_C + \mu_D dn_D + \mu_A dn_A + \mu_B dn_B \\ &= -[(a\mu_A + b\mu_B) - (c\mu_C + d\mu_D)]d\alpha \end{aligned}$$

De modo que la reacción ocurrirá espontáneamente a temperatura y presión constantes si el valor para  $dG$  es negativo, es decir, si la suma de los potenciales químicos de los reactivos y los productos estequiométricamente pesados son positivos.

Del mismo modo, una reacción química que no ocurra espontáneamente en condiciones normales de temperatura y presión tendrá un valor positivo para  $dG$ , donde la suma de los potenciales químicos de reactivos y productos estequiométricamente pesados serán negativos. Finalmente, cuando la suma de los potenciales químicos para reactivos y productos es cero, la reacción química se encontrará en el punto de equilibrio termodinámico, en el cual los cambios de potencial son mantienen constantes a condiciones de temperatura y presión constantes.

De acuerdo con esto se considera que el potencial químico en este trabajo como aquel fenómeno o comportamiento característico de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas que por medio de la experimentación arroja resultados cuantificables de los cuales es posible extraer conclusiones cuando se observan las distintas propiedades de las sustancias cuando son alteradas en un reacción, por ejemplo, de tal modo son correspondientes a un comportamiento único que es explicado desde de un concepto científico como lo es la reactividad, este concepto es estructurado y enriquecido al utilizar las observaciones, mediciones y explicaciones basadas en teorías y leyes para poder definirlos y explicarlos.

### **La Solubilidad como un fenómeno observable de la Polaridad:**

La solubilidad es una propiedad física que se relaciona directamente con la polaridad de las moléculas. En general, la relación entre la solubilidad y la polaridad es la siguiente:

*“Un soluto polar se disuelve en un solvente polar; un soluto apolar se disuelve en un solvente apolar”<sup>3</sup>*

De esta forma es posible observar en el laboratorio diversas reacciones químicas que pueden o no presentar el fenómeno de solubilidad, para ello se espera que el alumno determine si una molécula es polar o no polar (apolar) luego de que tenga una experiencia directa con sustancias de diferente origen, inorgánico, orgánico y bioquímico. Así, el concepto de polaridad será evidenciado como una propiedad de las moléculas que puede manifestarse al alterar una sustancia durante una reacción química. La solubilidad es un fenómeno que revela de forma visible a la polaridad, siendo esta la separación de las cargas eléctricas dentro de la molécula, según el número y tipo de enlaces que posea.

Para obtener una comprensión más profunda de esto, es necesario revisar a Wendell & Worth (1920) y sus apreciaciones acerca de la polaridad y su relación con la solubilidad como la máxima cantidad posible de un soluto que puede ser disuelto en cierta cantidad de solvente a una determinada temperatura (p. 1420-1422).

Esta cantidad máxima que se puede disolver es también conocida por el coeficiente de solubilidad o el grado de solubilidad. Pero la solubilidad de cualquier sustancia depende, entre otras cosas, del tipo de disolvente en el cual el soluto está disperso.

Un ejemplo de ello puede evidenciarse en el NaCl (cloruro de sodio - sal de cocina) el cual es bien soluble en agua, siendo que en 1 L de agua a 20°C, conseguimos solubilizar hasta 360 gramos de esta sal.

---

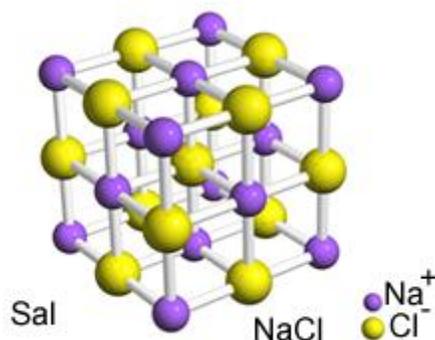
<sup>3</sup> FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Relação entre polaridade e solubilidade das substâncias"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/relacao-entre-polaridade-solubilidade-das-substancias.htm>>. Acesso em 28 de julho de 2018.

Pero cuando el disolvente cambia a gasolina, bajo las mismas condiciones de volumen, temperatura y presión, la sal no logra disolverse, esto puede ser explicado cuando se plantea la siguiente cuestión:

*¿Por qué la solubilidad de una sustancia varía tanto de un solvente a otro?*

Una respuesta a esta cuestión comprende dos factores, uno de ellos es la polaridad de los compuestos involucrados.

En el ejemplo citado, tenemos que el cloruro de sodio (NaCl) es polar, el agua (H<sub>2</sub>O) también es polar y la gasolina es apolar. La sal está formada por átomos de sodio (Na) y cloro (Cl) que se unen por medio de enlaces iónicos, en los que el sodio dona definitivamente un electrón al cloro, formando los iones (Na<sup>+</sup>) y (Cl<sup>-</sup>). Como estos iones poseen cargas opuestas, ellos se atraen y se mantienen unidos (Na<sup>+</sup>Cl<sup>-</sup>).



*Ilustración 4. Forma cristalina del NaCl,*

Tomado de: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/relacao-entre-polaridade-solubilidade-das-substancias.htm>.

Justamente de esta forma se reconoce que la sal es realmente polar, toda conexión iónica es polar, pues existe la diferencia de carga eléctrica en el compuesto. Por lo tanto, es posible crear una generalidad para aquellos compuestos que presentan enlaces iónicos, como las sustancias inorgánicas.

En el caso del agua, la unión existente es covalente, en la cual dos átomos de hidrógeno comparten electrones con un átomo de oxígeno. La molécula de agua posee dos dipolos, con el oxígeno teniendo la carga parcialmente negativa y el hidrógeno con la carga parcialmente positiva ( $\delta^-$  O — H  $\delta^+$ ). Pero, estos dipolos no se anulan, pues la molécula del agua se encuentra en un ángulo de 104, 5°, mostrando que la distribución y carga a lo largo de la molécula no es uniforme. Hay una mayor densidad de carga negativa sobre el átomo de oxígeno de la molécula. Esto nos muestra que la molécula de agua es realmente polar.

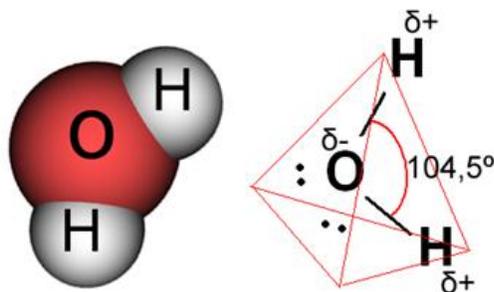


Ilustración 5. Molécula del agua.

Tomado de: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/relacao-entre-polaridade-solubilidade-das-substancias.htm>

Así, cuando realizamos la experiencia de mezclar la sal en el agua, la parte positiva de la sal, que son los cationes ( $\text{Na}^+$ ), es atraída por la parte negativa del agua, que es el oxígeno, y la parte negativa de la sal aniones ( $\text{Cl}^-$ ) es atraída por la parte positiva del agua ( $\text{H}^+$ ). En consecuencia, la unión ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ) es deshecha, y por lo tanto se disuelve o solubiliza la sal en el agua.



Ilustración 6. Solubilización del NaCl en agua.

Tomado de: <https://brasilecola.uol.com.br/quimica/relacao-entre-polaridade-solubilidade-das-substancias.htm>

Siguiendo con el ejemplo citado, encontramos que la gasolina está formada por una mezcla de diferentes hidrocarburos, siendo apolares, es decir, la distribución de la carga eléctrica de la gasolina es uniforme. Así, no hay interacción de los iones de la sal con la gasolina y no se disuelve.

El factor numero dos considera a la regla de solubilidad en relación con la polaridad; sin embargo, esta no puede ser considerada una regla general, pues existen muchos casos de solutos apolares que se disuelven bien en solventes polares y viceversa. De este modo, para entender por qué esto ocurre, tenemos que considerar otro factor: el tipo de fuerza intermolecular del solvente y del soluto. Del cual se pueden plantear algunos ejemplos en los cuales la relación de solubilidad no depende de la polaridad como en el caso de la sal y el agua; si no que, por el contrario, dependen de las fuerzas intermoleculares presentes en las sustancias a reaccionar.

Por ejemplo, el azúcar se disuelve en el agua, pero el aceite no. Es verdad que las moléculas de agua y de azúcar son polares, mientras que las del aceite son apolares, sin embargo, son los tipos de fuerzas intermoleculares entre las moléculas de esas sustancias aisladas y entre sí que nos proporcionan la explicación para ese hecho.



*Ilustración 7. Agua y azúcar mezclados.*

Tomado de: <http://www.visualavi.com/disolucion-de-azucar-en-agua/>

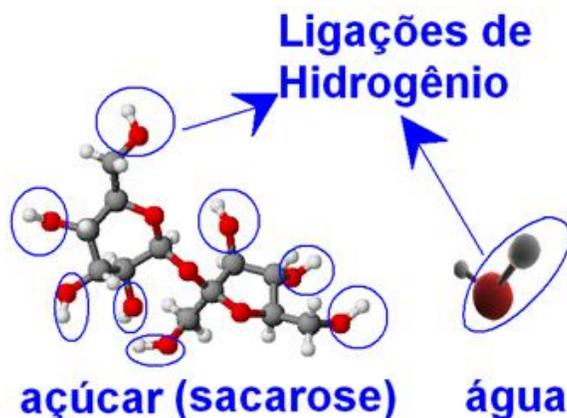


*Ilustración 11. Agua y aceite mezclado.*

Tomado de: <http://www.elgranporque.com/por-que-no-se-puede-mezclar-aceite-y-agua/>

Antes de realizar una revisión acerca de cuáles son esas fuerzas, recuerde que, en cuestión de intensidad, la más fuerte es la unión de hidrógeno, que es seguida de la fuerza de dipolo permanente y la más débil es la fuerza de dipolo inducido.

Tanto las moléculas de agua como las del azúcar (sacarosa -  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), presentan los átomos de hidrógeno, formando grupos — O — H. Esto significa que entre las moléculas de agua y entre las moléculas de azúcar puede haber las interacciones intermoleculares de enlaces de hidrógeno.



*Ilustración 12. Conexiones de hidrógeno en moléculas de azúcar y de agua.*

*Tomado de:*

*<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/relacao-entre-forca-intermolecular-solubilidade-das-substancias.htm>*

Por tal motivo es que las moléculas de agua consiguen envolver las moléculas de azúcar que estaban ligadas fuertemente en forma de cristales y separarlas, impidiendo que vuelvan a unirse. De este modo, el azúcar presenta gran solubilidad en agua, pudiendo disolver hasta 33 g de él en 100 g de agua a 20°C.

Ahora, el aceite y el agua son inmiscibles. Esto no significa que el aceite no es atraído por el agua, ya que el hecho de que se extienda sobre la superficie del agua, en lugar de quedar en el formato esférico, nos revela que busca un formato en el que una mayor cantidad de moléculas del aceite estén en contacto con las moléculas de agua.

Sin embargo, la atracción entre las moléculas de agua es mucho mayor (enlace de hidrógeno) que la atracción entre las moléculas de aceite y agua. Por eso, las moléculas de aceite no logran romper el enlace entre dos moléculas de agua vecinas.

De acuerdo con las afirmaciones aquí explicadas en cuanto a los dos factores: polaridad y fuerzas intermoleculares para el fenómeno de solubilidad, es posible llegar a la siguiente conclusión:

Si la fuerza intermolecular que ya existe es más intensa que la posible nueva interacción, entonces el soluto no solubilizará, permaneciendo así la unión original. Pero si la nueva interacción es más fuerte, el soluto se solubilizará, rompiendo las conexiones intermoleculares de las sustancias.

En este de orden de ideas se consideró oportuno evidenciar aquellas fuerzas intermoleculares presentes en las sustancias por medio de la conductividad que estas presenten cuando son sometidas a una fuente de corriente eléctrica que permitirá evidenciar y relacionar este fenómeno con el concepto que se pretende formar, la polaridad.

### **La conductividad como un fenómeno que permite predecir la polaridad de las sustancias químicas:**

Tomando como referencia los estudios realizados en la tesis de *Ombita, F.(2016). Estudio histórico de la ionización y la polaridad para la enseñanza del concepto de enlace químico* (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C, se retoma una actividad en particular que aporta a la construcción de este trabajo cuando propone una práctica de laboratorio la cual consiste en medir la conductividad de algunas sustancias caseras y soluciones de las mismas, se elabora un montaje el cual se conecta a la corriente eléctrica directamente; es una prueba de carácter cualitativo, este tipo de diseño permite observar mejor las cualidades de conducción de las sustancias en términos de bajo, medio o alta. Los resultados arrojados por estas mediciones y algunas observaciones de esta actividad conllevan a que los estudiantes inicien a establecer ciertos patrones de comparación como por ejemplo porque el agua sola no conduce, pero si se disuelve en ella sal si conduce y por qué al disolver una sustancia como el azúcar se pierde esa conductividad que se había ganado al disolver la sal.

La actividad anterior fue escogida porque resume de algún modo una parte importante de lo que pretende este trabajo, pues al observar y experimentar con un fenómeno como la conductividad se logran formar conceptos propios de la polaridad y de las fuerzas intermoleculares presentes en diferentes sustancias. Esto se sustenta desde los artículos analizados por dicho trabajo, de los cuales se pueden resaltar diversos documentos; el primero planteado por Arrhenius, aborda de manera detallada el fenómeno de la disociación de sustancias iónicas lo cual permite la comprensión de conocimientos relacionados con la solubilidad y el comportamiento de los iones frente a una fuerza eléctrica. En este mismo sentido el artículo de Lewis parte de la comparación de las propiedades de las sustancias conocidas hasta el momento como orgánicas e inorgánicas, asimismo profundiza en cuanto a los conceptos de compuestos polares y no polares, explicando de manera detallada cómo se presenta dicha polaridad y la relaciona con el resultado de las fuerzas intra e intermoleculares, originadas por las propiedades específicas de los núcleos de los átomos, llamados así por Kernel. Además, el comprender los conceptos planteados en cuanto a la interacción de dichas fuerzas lleva a comprender el por qué el autor plantea el hecho que no haya dos extremos de las moléculas, sino que menciona un proceso de degradación, esto resulta de gran importancia en la comprensión del concepto de polaridad y cómo dicha polaridad se relaciona con el tipo de enlace que se presenta entre los átomos de una sustancia.

Para finalizar, Latimery Rodebush reúnen de manera significativa conceptos abordados desde los artículos de Arrhenius y Lewis, en donde introduce el concepto de electroafinidad, donde se mantiene la idea que no es correcto hablar en términos de polar y no polar como extremos opuestos, asimismo abordan comparaciones entre sustancias fundidas y solubilizadas, lo anterior para mirar el impacto de la presencia de las moléculas de un solvente frente a una sustancia.

En este sentido se introduce la definición de ionización como el libre movimiento de los iones de una sustancia frente a la presencia de un campo eléctrico. Igualmente se relaciona dicho concepto de ionización con el poder ionizante de un solvente, este último el cual en su perspectiva está dado por la constante dieléctrica de una sustancia.

Al fin y al cabo, de todas estas apreciaciones, las propuestas en el marco teórico didáctico como las del marco teórico disciplinar unifican y comprenden cada uno de los aspectos necesarios para construir y diseñar una propuesta de prueba piloto que los reúna. La reactividad entonces será un concepto estudiado desde la experimentación de reacciones químicas con sustancias de distinta naturaleza; además, de utilizar la energía desprendida o absorbida en dichas reacciones como una forma de cuantificar y ordenar valores y unidades correspondientes a la energía libre de Gibbs y a el potencial químico.

Continuamente, la polaridad será un concepto repasado por medio de dichas reacciones químicas de las cuales será posible observar y determinar el fenómeno de solubilidad y la conductividad hallada al observar la luminiscencia del instrumento diseñado. Por último, la estabilidad química será reconocida como un fenómeno presente en las sustancias que es dependiente de la reactividad y la polaridad.

Se espera que al diseñar prácticas de laboratorio para cada uno de estos conceptos el alumno pueda formar una estructura del pensamiento que le permita caracterizar, relacionar, diferenciar y asociar las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas.

# CAPÍTULO II

## 6. METODOLOGÍA

Atendiendo al problema de investigación y a sus pretensiones, se propone a Del Rio, O (2011) y sus contemplaciones acerca de la investigación por fases; las etapas y planificación de la investigación, un paso a paso que inicia en la revisión bibliográfica y posteriormente se dirige hacia la construcción de una metodología que es sustentada desde los marcos disciplinares y pedagógicos para este trabajo.



*Ilustración 8. Metodología general para el desarrollo del Proyecto de investigación.*

Conforme al esquema propuesto para la metodología general, se propone que para un desarrollo efectivo se tomarán en cuenta aspectos relevantes e importantes en cada fase, de modo que:

### **Fase 1- Revisión bibliográfica:**

Para iniciar en la construcción de este trabajo, se consideró importante por un lado, realizar una exhaustiva revisión de los contenidos disciplinares, tales como la química inorgánica, orgánica y bioquímica; además de los conceptos comunes que se intentan relacionar, como lo son: la reactividad, la polaridad y la estabilidad química y de aquellos fenómenos que serán estudiados en el laboratorio desde la observación, como lo son la energía libre de Gibbs, el potencial químico, la solubilidad y la conductividad.

Por otro lado, se consideró que la revisión de contenidos didácticos es de gran aporte, ya que presentan una herramienta que permite establecer los conocimientos teóricos, los conceptos científicos y la actividad experimental a través de modelos de enseñanza y aprendizaje que en este caso contemplan aquellos modelos que involucran la experiencia y el lenguaje para formar conceptos científicos correctos en profesores de formación inicial.

A lo largo del desarrollo de la Fase I se construyó una matriz de antecedentes que contemplan los contenidos disciplinares y didácticos antes expuestos que permitieron presentar un anteproyecto de investigación fundamentado desde lo disciplinar por medio de la experimentación de algunas propiedades químicas de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas; y lo didáctico que involucra la forma en la que se crean los conceptos pertenecientes a dichas propiedades químicas por medio de la experimentación y observación de fenómenos.

### **Fase II- Planeación:**

Seguidamente de la revisión bibliográfica se pensó que construir prácticas de laboratorio que involucren la observación y experimentación con fenómenos cuantificables sería de contribución para abordar el ciclo para la formación de conceptos para dichos fenómenos. Esta idea fue validada de manera experimental cuando se utilizó a el potencial químico como un fenómeno cuantificable de la reactividad; la solubilidad y la conductividad como fenómenos cuantificables de la polaridad y por último de como la reactividad y la polaridad contribuyen a construir el concepto de estabilidad. En conclusión se espera que estos conceptos sean de referencia para que el alumno logre caracterizar, relacionar y diferenciar las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas.

### **Fase III- Ejecución y análisis:**

En esta parte de la metodología se consideró que una prueba piloto cumplía con las características necesarias para llevar a cabo la metodología de este proyecto de investigación. La prueba piloto consiste en cinco ítems, los cuales son:

1. Instrumento 0: Caracterización de ideas previas de los alumnos con respecto a algunas intuiciones y conceptos.
2. Instrumento 1: Reactividad vs Potencial químico.
3. Instrumento 2: Polaridad vs Solubilidad y conductividad.
4. Instrumento 3: Estabilidad química

#### 5. Aplicación de la prueba piloto y recolección de resultados.

Se consideró que esta prueba piloto unifica la experimentación y los conceptos a trabajar, esta se realiza por primera vez con el objetivo de comprobar ciertas cuestiones en un curso de la Universidad Pedagógica Nacional correspondiente a la clase de sistemas fisicoquímicos II. Se trata de un ensayo experimental, cuyas conclusiones pueden resultar interesantes para avanzar hacia el mejoramiento y continuo desarrollo.

#### **Fase IV- Corrección y mejoramiento:**

Finalmente, para concluir este trabajo se consideró oportuno tener en cuenta las ventajas y desventajas de la aplicación de esta prueba piloto, y de cómo estas son de gran importancia para el avance eficaz de este trabajo hacia el cumplimiento de su objetivo general en el cual se evalúa si esta prueba piloto contribuyó o no a la formación de una estructura que permita relacionar las propiedades químicas de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas para caracterizarlas y diferenciarlas.

De acuerdo con ello, se propondrán algunas modificaciones a la prueba piloto las cuales tienen en cuenta las ventajas, desventajas y el cumplimiento o no del objetivo general.

## 7. PLANEACIÓN

A fin de propuesta se reflexionó que una prueba piloto cumple con los criterios y cualidades para abordar la experimentación y el ciclo para la formación de conceptos. Se piensa de tal modo que existan 4 tiempos de implementación de cada uno de los instrumentos en un curso de la Universidad Pedagógica Nacional correspondiente a la clase de sistemas fisicoquímicos II.

Se trata de un ensayo experimental, bajo el cual se pueden obtener algunas conclusiones, las cuales pueden resultar interesantes para avanzar hacia el mejoramiento y continuo desarrollo de este trabajo a fin de cumplir su objetivo general.

La prueba piloto se dividió en los siguientes tiempos, teniendo en cuenta la disponibilidad de espacios académicos del curso:

Tiempos	Actividad	Duración
0	Instrumento 0, caracterización de ideas previas.	30-45 min
1	Instrumento #1, Reactividad vs Potencial químico	60-90 min
2	Instrumento #2, Polaridad vs Solubilidad, Conductividad	60-90 min
3	Instrumento #3 Estabilidad química	30-45 min

Todas estas actividades componen la prueba piloto, cada una de ellas cumple un papel único e importante, pues éstas fueron diseñadas de tal modo que cumplen con el ciclo para la formación de concepto de modo que:

- Instrumento 0: Conocimientos preliminares

Este instrumento tiene como principal objetivo encender la chispa hacia el ciclo de formación de conceptos (intuición), se pretenden resaltar y rescatar aquellos conocimientos preliminares sobre algunos conceptos como por ejemplo: fenómeno, concepto, sustancia inorgánica, orgánica y bioquímica, reactividad, polaridad y estabilidad; y algunas intuiciones de los alumnos de Licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional en el curso de sistemas fisicoquímicos II , a los cuales tienen se les presentan diversas situaciones simuladas, se pretende que el alumno logre realizar una breve es decir a la predicción de lo que puede ocurrir cuando altero una sustancia al enfrentarla con otro tipo de sustancias, un ejemplo de ello ( Ver Anexo 1.3)

- Instrumento # 1: REACTIVIDAD vs POTENCIAL QUÍMICO

Este instrumento busca relacionar la reactividad y el potencial químico con el potencial eléctrico y el calor de reacción desprendidos por la reacción de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas con agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

A lo largo del diseño de la práctica de laboratorio se referencio el ciclo para la formación de conceptos, de tal modo que mientras se avanzaba en el desarrollo de esta también lo hacían los conceptos de los estudiantes, es decir, estas prácticas de laboratorio siguieron el hilo de la intuición, dirigiéndose hacia la percepción, cuantificación y finalmente la estructuración de los conceptos involucrados. (Ver Anexo 1.4)

- Instrumento # 2: POLARIDAD vs SOLUBILIDAD Y CONDUCTIVIDAD

Este segundo instrumento pretende aprovechar el fenómeno de solubilidad, conductividad y sus propiedades a fin de formar conceptos científicos correctos sobre la polaridad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas. Igual que la anterior práctica este segundo instrumento se diseñó utilizando el ciclo para la formación de conceptos, de modo que se cumpliera cuando:

Se analice el principio de solubilidad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas cuando son enfrentadas a patrones como agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio usando los conceptos de polaridad, ionización, entre otros.

Se tomará como referencia de manera cualitativa la conducción de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas cuando son enfrentadas a patrones como agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio utilizando un montaje casero que indica diferentes intensidades de luz a fin de indicar la conductividad o no de estas reacciones químicas.

Finalmente, los resultados obtenidos en las pruebas de solubilidad y conductividad eléctrica servirán como referencia para explicar el concepto de polaridad y su relación con el comportamiento característico de las sustancias. (Ver Anexo 1.5)

- Instrumento #3: ESTABILIDAD QUÍMICA

La intencionalidad de este tercer instrumento es ofrecer una lectura que le sirva al estudiante como una herramienta para relacionar la estabilidad química con sus ideas iniciales (intuiciones) obtenidas en la parte inicial y sus observaciones (percepciones) y cuantificaciones obtenidas en la aplicación de las prácticas de

laboratorio Reactividad vs Potencial Químico y Polaridad vs Solubilidad y Conductividad en la segunda parte.

Finalmente, este y el resto de los instrumentos servirán como base de datos para conocer si existió en esta prueba piloto alguna ventaja o dificultad hacia formar o no una estructura a partir del ciclo para la formación de conceptos que permita relacionar los comportamientos de las sustancias con su origen y naturaleza.(Ver Anexo 1.6).

## CAPÍTULO III

### 8. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

De acuerdo con (Cerdeña,1988) se retoman algunos aspectos importantes a la hora de recolectar, organizar, sistematizar, y analizar la información. Sin embargo, es común la alusión en los textos al término variable, con el cual se designa un atributo que puede asumir diferentes valores. Debido a la connotación cuantitativa del uso de este término, de modo que se preferirá hablar de “categoría”, como una denominación genérica amplia que abarca tanto las fases operativas como teóricas de la investigación. Las categorías de análisis representan en investigación un elemento tanto teórico como operativo. Responden a la necesidad de crear unos parámetros conceptuales que faciliten el proceso de recoger, analizar e interpretar la información.

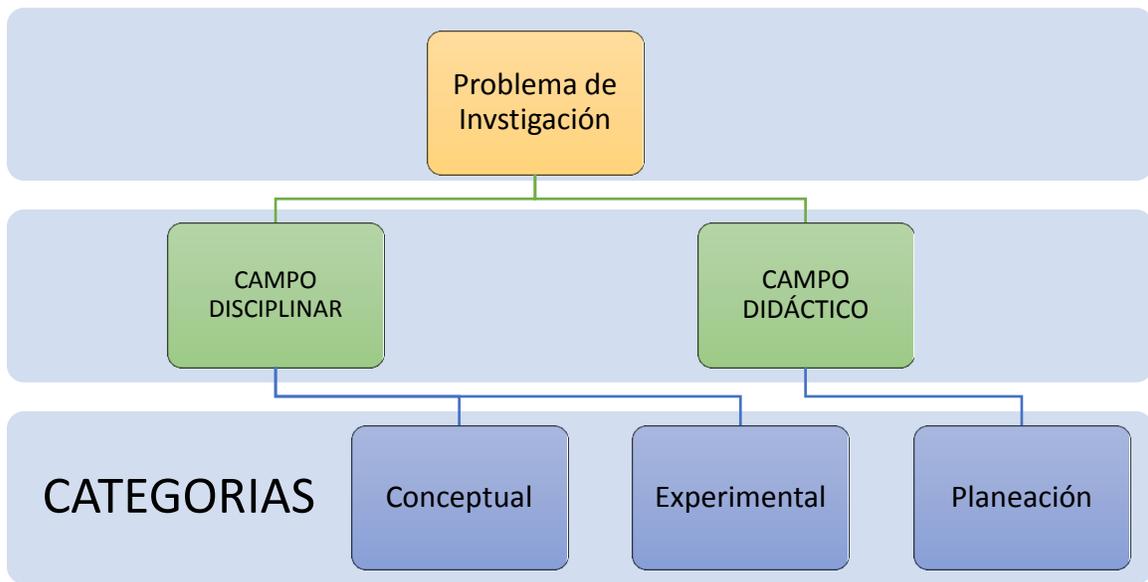
En efecto, las categorías se establecen desde la formulación del problema ya que las principales categorías que definen el objeto propio de estudio están contenidas en el problema. Alimentan de manera directa lo que constituirán los principales ejes teóricos del marco teórico, y orientan y estructuran tanto el diseño de instrumentos como el análisis e interpretación de la información.

A propósito de lo anterior se considera apropiado establecer tres categorías de análisis con respecto al problema de investigación, el cual sugiere que:

*¿La observación y la experimentación le darán al alumno herramientas para construir criterios de análisis comunes a los campos de la química inorgánica, orgánica y bioquímica?*

Las categorías pueden ser definidas como divisiones del problema general en partes, elementos o dimensiones. Aunque como sucede con muchos otros componentes de la investigación, las categorías se modifican y afinan a lo largo del proceso; no obstante, es necesario desde el planteamiento del problema, comenzar a definir algunas categorías tentativas. En general, las categorías principales presentes en la pregunta de investigación son el insumo para generar nuevas categorías, en un proceso que algunos autores (Bonilla & Rodríguez, 1997) llaman deductivo. Estas categorías orientan la recolección y el análisis de la información. No obstante, las categorías que surgen de la información recolectada son también llamadas categorías inductivas (por oposición a las deductivas que surgen del problema y de la teoría y se plantean antes de organizar y analizar la información).

En concordancia con esto, se consideran establecer tres categorías de análisis, las cuales comprenden categorías inductivas relevantes al problema de investigación y categorías deductivas relevantes a la información recogida en esta prueba piloto.



*Ilustración 9. Esquema de las categorías de análisis para el análisis de resultados*

Las categorías aquí representadas de forma ordenada sugieren una rúbrica de análisis que permita facilitar el examen y el estudio de los resultados obtenidos.

## 9. RUBRICA DE ANÁLISIS

Para realizar el respectivo análisis de cada uno de los instrumentos usados en esta prueba piloto se diseñó una rúbrica de análisis, la cual consta de cuatro columnas; la primera, relacionada al instrumento; la segunda, relacionada con la descripción de las actividades de cada instrumento; en la tercera, se registra el objetivo que no es otra cosa más que el objetivo pedagógico de cada actividad; la cuarta comprende las categorías de análisis bajo las cuales se ordenarán y revisarán cada uno de los instrumentos, en esta columna se incluyen la categoría conceptual, experimental y de planeación según corresponda. Para la categoría conceptual se proponen dos subcategorías las cuales tienen como labor facilitar en análisis de las respuestas que indican las preguntas y las respuestas más relevantes; para la categoría experimental se sugieren aquellos pasos seguidos por el estudiante del ciclo para la formación de conceptos, se muestran las fotos de las experiencias realizadas en el laboratorio; finalmente para la categoría de planeación se muestran aquellas fortalezas y debilidades de la implementación de los instrumentos en general y de la prueba piloto en específico.

I N S T R U M E N T O	ACTIVIDAD	OBJETIVO	CATEGORÍAS		EXPERIMENTAL	PLANEACIÓN	
			CONCEPTUAL				
			Para esta categoría se propone analizar las respuestas obtenidas frente a dos aspectos: el primero relacionado con la interpretación y el segundo con la representación de los conceptos y situaciones presentadas a los largo de estas actividades. Ver ( Anexo 1.3)				
0	Caracterización de los conocimientos preliminares acerca de los conceptos a trabajar.	Iniciar el ciclo para la formación de conceptos con ayuda de las intuiciones y conocimientos preliminares de los estudiantes.	CONCEPTOS	DEFINICIÓN		En esta categoría se sugiere analizar los resultados de las prácticas de laboratorio frente a los aspectos formulados en el ciclo para la formación de conceptos: percepción, cuantificación y estructuración, cada uno de ellos evidenciados en la observación, medición y análisis de estos	Se muestran aquellas fortalezas y debilidades de la implementación de los instrumentos en general y de la prueba piloto en específico.
			Las concepciones alternativas de los estudiantes sirven como una base para determinar el nivel conceptual en el que se encuentran sus conceptos, dichos conceptos pueden ser reestructurados y modificados a lo largo de la experiencia y el lenguaje (Arcà, Guidoni, & Mazzoli, 1990), es por eso que a continuación se le presentaran una serie de conceptos que se espera usted pueda definir y relacionar.	<p><b>DESCRIBE</b></p> <p>A) Se observó que los resultados obtenidos para el concepto de fenómeno en gran medida partían de las propias experiencias de cada uno de los alumnos. Las descripciones brindadas comprendían : percepciones sensoriales, comportamientos característicos y algunos sucesos naturales de interés que conllevaban al estudio de los fenómenos.</p> <p>B) Para la definición de concepto se halló que los alumnos argumentan que esta explica por medio de teorías y leyes un fenómeno que puede ser demostrado o reproducido bajo distintas condiciones.</p> <p>C) Frente a esta definición se puede decir que las descripciones partían de sinónimos y ejemplos de la acción que sucede cuando un fenómeno es alterado y afecta por</p>	<p><b>EXPLICA</b></p> <p>A) De la misma manera para el concepto de fenómeno se encontró que algunas definiciones eran explicadas por medio de ejemplos y analogías como por ejemplo a las evidenciadas de forma cualitativa y sensorial en las reacciones químicas.</p> <p>B) En cuanto a la explicación para la definición de concepto se evidenció que los alumnos sustentan y exponen su explicación usando la información que brinda la definición y su relación con otras definiciones.</p> <p>C) Al igual que las descripciones, las explicaciones para este concepto se basaron en ejemplos y similitudes de este concepto con otros.</p> <p>D) La explicación de la definición para sustancia inorgánica es establecida mayormente por la ausencia del carbono.</p>		

- A) Fenómeno
- B) Concepto
- C) Comportamiento
- D) Sustancia inorgánica
- E) Sustancia orgánica
- F) Sustancia bioquímica
- G) Reactividad
- H) Polaridad
- I) Estabilidad

ende se ve afectado su comportamiento.

D) La definición de sustancia inorgánica comprende las descripciones de sus componentes: metales y la unión de dichos metales con algunos halógenos para formar sales, óxidos, etc.; los métodos por los cuales son obtenidos, además de ser reconocidas como sustancias sintetizadas y de bajo carácter biológico.

E) La descripción de sustancia orgánica fue dada principalmente por la presencia de carbono en su estructura, su tipo de enlace, algunos ejemplos de sustancias y su gran presencia en la naturaleza.

F) Las descripciones de sustancia bioquímica comprenden las reacciones químicas ocurridas en el cuerpo humano, las moléculas presentes las sustancias biológicas, además se encontró que las descripciones eran basadas en las ramas que comprenden y estudian estas sustancias como la química y la biología por separado.

G) Para la reactividad se encontró que los alumnos la describen en cuanto a la capacidad que tienen las sustancias para reaccionar y formar otros compuestos alterar su comportamiento.

H) Al definir la polaridad por medio de descripciones se encontró que los alumnos registran diversas definiciones. Una de ellas comprende a la polaridad como la capacidad de formar fuerzas intermoleculares; otra, propone que la polaridad puede evidenciarse en los fenómenos a nivel energético, como por ejemplo la conductividad y la capacidad de una sustancia para tener dos polos (+ y -).

I) La estabilidad química se describió al usarse otros conceptos como: Una sustancia estable es aquella que está en equilibrio, de modo que se usaron otros conceptos para construir dicha definición. Otras definiciones sugieren que la estabilidad es la capacidad que tiene una sustancia para permanecer inalterada cuando es afectado el medio en el que se encuentra.

E) Una explicación frecuentemente encontrada para la definición de sustancia orgánica radica en la tetravalencia del átomo de carbono y de su capacidad para formar dobles y triples enlaces.

F) Las sustancias bioquímicas tienen su explicación en cuanto a la importancia que tienen para el cuerpo humano y para los seres vivos.

G) La reactividad fue explicada al usar ejemplos de reacciones químicas y el comportamiento que puede observarse cuando son alteradas.

H) Se le dio explicación a esta definición al usar ejemplos como los evidenciados en la solubilidad de algunas sustancias polares y apolares; además se explicó la función de las cargas puntuales en la estructura de una molécula.

I) La estabilidad se explicó usando comparaciones y ejemplos de sustancias estables y menos estables, además de utilizar como referencia algunas teorías como la de electronegatividad y TOV.

0	Intuir los comportamientos que sufren las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas cuando son enfrentadas a patrones como el agua, el ácido sulfúrico y el hidróxido de sodio	<b>SITUACIÓN</b>			De acuerdo con la categoría de planeación se encontró que para esta primera parte fue esencial la presencia de un guía que aclare las dudas con respecto a la realización del instrumento # 0, se observó que la actividad conlleva más tiempo del sugerido en la planeación, además de observar la dificultad que tienen algunos alumnos para relacionar los conceptos ya aprendidos con las situaciones simuladas y los otros conceptos propuestos, ya que en algunos instrumentos los alumnos no respondieron a las cuestiones porque no contaban con los conocimientos previos o simplemente no encontraban dicha relación.
		A continuación se le presentarán algunas situaciones para las cuales tendrá que predecir su comportamiento en cuanto a su capacidad para reaccionar, sus medidas de temperatura y electricidad.			
		<p>A) Una celda electrolítica puede arrojar mediciones:</p> <p>B) Cuando una sustancia inorgánica es alterada con agua se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>C) Cuando una sustancia inorgánica es alterada con un ácido fuerte se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>D) Cuando una sustancia inorgánica es alterada con una base fuerte se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>E) Cuando una sustancia orgánica es alterada con agua se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>F) Cuando una sustancia orgánica es alterada con un ácido fuerte se puede predecir que su</p>	<p>A) Para las predicciones de esta situación se tuvieron en cuenta las descripciones de los componentes de una celda electrolítica y de cómo estos funcionan para arrojar mediciones.</p> <p>B) Se encontró que para describir las predicciones de este caso se tuvo en cuenta los fenómenos de disociación y solubilidad, además de describir por medio de ejemplos los mismos.</p> <p>C) Esta situación fue descrita teniendo en cuenta mayormente la naturaleza del solvente y su concentración.</p> <p>D) Para esta predicción se tuvo en cuenta que las sustancias inorgánicas son capaces de disociarse, de tal modo que generan nuevas sustancias y compuestos como los complejos.</p> <p>E) Una predicción encontrada frecuentemente en los alumnos es un ejemplo que relaciona la polaridad de las sustancias</p>	<p>A) Para explicar por qué las celdas electrolíticas arrojan mediciones se utilizaron otros conceptos como: potencial eléctrico, diferencia de potencial. Algunos ejemplos también fueron brindados por los alumnos cuando plantearon otros conceptos relacionados a la capacidad eléctrica y otros datos que puede brindar una celda electrolítica, como lo es la disociación, el pH y la conductividad.</p> <p>B) La explicación de esta situación radica en la naturaleza del disolvente, el agua, puesto que es una sustancia polar capaz de solubilizar solutos polares como lo son los inorgánicos.</p> <p>C) La situación fue explicada por medio de las teorías que comprenden a los ácidos fuertes, además de evidenciar la presencia de algunos conceptos preliminares que reúnen las reacciones violentas y espontáneas que sufren algunos ácidos cuando son enfrentados a sustancias de otra naturaleza.</p> <p>D) Una explicación de esta</p>	

<p>comportamiento será...</p> <p>G) Cuando una sustancia orgánica es alterada con una base fuerte se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>H) Cuando una sustancia bioquímica es alterada con agua se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>I) Cuando una sustancia bioquímica es alterada con un ácido fuerte se puede predecir que su comportamiento será...</p> <p>J) Cuando una sustancia bioquímica es alterada con una base fuerte se puede predecir que su comportamiento será...</p>	<p>orgánicas con la polaridad del agua, de tal modo que describen aquellas reacciones químicas que las evidencian como por ejemplo la baja solubilidad de la gasolina en el agua.</p> <p>F) Las descripciones de esta predicción sugieren algunos tipos de reacciones orgánicas que son evidenciadas a lo largo de la preparación profesional , se usan algunos ejemplos de composición y catálisis.</p> <p>G) Algunas descripciones para esta predicción fueron el uso de ejemplos referentes a la oxidación de los alcoholes por presencia de bases fuertes, o sales inorgánicas como el <math>KMnO_4</math>; otra descripción sugiere reacciones que necesitan calor para darse.</p> <p>H) Para la descripción de esta predicción se utilizó el concepto de solubilidad el cual sugieren los alumnos que es para las sustancias bioquímicas con respecto al agua insoluble, describiendo en ambos casos su polaridad; por otro lado, se encontraron respuestas que indican que las sustancias bioquímicas en presencia de agua son capaces de absorber ésta e hidratarse describiendo la importancia del agua en las</p>	<p>situación encontrada frecuentemente en los resultados sugiere una reacción de sustancias inorgánicas con bases fuertes libera energía en forma de calor , se solubiliza parcial o totalmente en el solvente.</p> <p>E) Las explicaciones de los alumnos para esta predicción sugiere la utilización de otros conceptos relacionados como lo son la solubilidad y la polaridad.</p> <p>F) Las explicaciones para esta predicción frecuentan respuestas que indican el papel que desenvuelven los ácidos fuertes e inorgánicos en las reacciones orgánicas como la catálisis, la descomposición o la combustión.</p> <p>G) Para dar explicación a esta predicción se retoman algunas experiencias vividas por los alumnos a lo largo de su preparación, estas explicaciones son sustentadas por el uso de ejemplos y algunas otras suposiciones, como por ejemplo: la presencia de calor para que dicha reacción se lleve a cabo. La explicación es dada por medio de análogas y comparaciones de sustancias específicas como el éter, la acetona, etc.</p> <p>H) de acuerdo a las descripciones brindadas, se dio explicación a estas predicciones al usar ejemplos de hidratación en las proteínas y carbohidratos; además se</p>	
--	---	--	--

		<p>reacciones biológicas.</p> <p>I) Las descripciones para esta predicción fueron basadas en algunas reacciones que sufren las sustancias bioquímicas cuando son enfrentadas con ácidos, como por ejemplo: la desnaturalización y la degradación de las mismas; además se describe por qué una acidificación imposibilita la función de las sustancias bioquímicas.</p> <p>J) Una predicción encontrada para esta situación sugiere la descripción de los procesos biológicos en los cuales no existe presencia de bases fuertes, se utilizan descripciones referentes a los cambios en las propiedades termodinámicas.</p>	<p>explicó la insolubilidad de los lípidos en agua debido a su asociación con la polaridad y las fuerzas intermoleculares de ambos.</p> <p>I) Las explicaciones para dichas descripciones cuentan con la utilización de comportamientos evidenciados como el cambio en el pH, el aumento de temperatura y la formación de nuevas sustancias con características diferentes.</p> <p>J) Para las descripciones se propusieron algunas explicaciones que relacionan cuales son las propiedades termodinámicas que son alteradas al agregar a una sustancia bioquímica una base fuerte, estas comprenden: <math>\Delta G</math>, <math>\Delta H</math>, <math>\Delta S</math>, <math>\mu</math>.</p>	
--	--	---	--	--

1	<p><b>REACTIVIDAD VS POTENCIAL QUÍMICO</b> Ver (Anexo 1.4)</p> <p>Esta actividad propone reacciones químicas que suceden cuando distintos tipos de sustancias: inorgánicas, orgánicas y bioquímicas se ven enfrentadas a tres patrones: agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.: cambios de color, precipitación, dilución, espontaneidad (<math>\Delta G</math>).</p>	<p>Relacionar la reactividad y el potencial químico con el potencial eléctrico y el calor de reacción desprendidos por la reacción de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas con agua (1), ácido sulfúrico (2) e hidróxido de sodio (3).</p>	<p><b>SUSTANCIAS Y PATRONES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sustancias Inorgánicas con patrones 1,2,3</li> <li>2. Sustancias Orgánicas con patrones 1,2,3</li> <li>3. Sustancias Inorgánicas con patrones 1,2,3</li> </ol> <p>De acuerdo con la categoría conceptual se proponen dos aspectos bajo los cuales se analizará este instrumento, La representación y la interpretación hacen parte del ciclo para la formación de conceptos, las predicciones sobre situaciones específicas se deducen de los principios generales partiendo del razonamiento hipotético-deductivo.</p>	<p><b>REPRESENTAR</b></p> <p>Se entiende como el transcurso natural que tiene la teoría guiado por la búsqueda de estructuras a través de generalizaciones, las cuales usan el razonamiento inductivo para ser justificadas.</p> <p>Para las sustancias inorgánicas se encontró que los alumnos tienen facilidad para comprender cuando sucede o no una reacción química, de modo que se reconoció en gran medida la capacidad que tiene el patrón #1 (agua) para disolver estas sustancias sin generar una reacción química; por otro lado, evidenciaron que estas disoluciones no tenían ningún aumento de Temperatura.</p> <p>Para el caso del patrón #2 (ácido sulfúrico) se encontró que los alumnos lograron evidenciar reacciones de sustitución para los metales de las sales inorgánicas y para los hidrógenos del ácido sulfúrico.</p>	<p><b>INTERPRETAR</b></p> <p>Pretende entender la realidad existente a partir de los principios a nivel de los conceptos y de la teoría.</p>	<p><b>PLANEACIÓN</b></p> <p>En cuanto a la planeación (1) y ejecución (2 y 3) de esta práctica de laboratorio se encontraron aspectos como:</p>
---	--	---	---	--	--	---

<p>Se propone el uso de instrumentos como el termómetro para medir los cambios de Temperatura con respecto a tiempo, calores absorbidos o ganados (<math>\Delta H</math>, <math>\Delta Q</math>) y el multímetro para calcular la diferencia de potencial eléctrico (<math>\Delta V</math>), valores que serán ordenados en tablas.</p>		<p>Finalmente, para el patrón #3 (NaOH) se encontró que los alumnos consideraron a la solubilidad como un factor que representa dichas observaciones. Se evidenciaron cambios en el voltaje.</p> <p>2. Para las sustancias orgánicas se encontraron algunas particularidades: primero, se observó la reactividad de los patrones 1, 2 y 3 con las sustancias orgánicas; pero, la baja reactividad que ocurre con el patrón 1. especialmente para las sustancias orgánicas se realizaron representaciones correspondientes a aquellas reacciones químicas que las comprenden. Por otro lado, se evidenció en esta parte que los cambios de voltaje son bajos.</p> <p>3. Para las sustancias bioquímicas se observó que los alumnos lograron evidenciar aquellas reacciones comunes que sufren algunos carbohidratos como el azúcar cuando se enfrenta a el patrón 2, cambiando los valores en la temperatura y en el voltaje. Por otra parte, para las sustancias como el aceite y la gelatina se observó la poca reactividad y los pocos cambios en la temperatura y el voltaje frente a los patrones 2 y 3.</p> <p>El patrón 1 se comportó como un solvente para el azúcar, pero no para el aceite; y para la gelatina solo resultó ser solvente al ser calentado.</p>	<p>De acuerdo con los valores arrojados por los instrumentos usados, registrados en las tablas (Anexo 1.4) se pudo deducir que los alumnos reconocen a los instrumentos y sus propiedades para arrojar valores cuantificables capaces de ser ordenados y relacionados para caracterizar la reactividad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas. La interpretación en este punto fue relacionada con la intención de evidenciar aquellos conceptos y teorías que utilizan los alumnos para dar una descripción y explicación a sus propias observaciones, y a los resultados obtenidos.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Disposición de materiales y equipos.</li> <li>2. Manejo de equipos y materiales.</li> <li>3. Buenas prácticas de laboratorio y manejo adecuado de residuos.</li> </ol>
---	--	---	---	--

2	<p><b>POLARIDAD VS SOLUBILIDAD Y CONDUCTIVIDAD</b> Ver (Anexo 1.5)</p> <p>La solubilidad en las sustancias es un fenómeno que depende de la capacidad de éstas para disolverse o no en presencia de otras, por tal motivo a continuación se le presentaran situaciones en las que podrá observar o no dicho fenómeno cuando enfrente sustancias de origen inorgánico, orgánico y bioquímico (sustancias caseras). Las percepciones que usted logre serán de ayuda para ingresar a la formación del concepto de polaridad.</p>	<p>Aprovechar el fenómeno de solubilidad, conductividad y sus propiedades a fin de formar conceptos científicos correctos sobre la polaridad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas.</p>	<p><b>SUSTANCIAS Y PATRONES</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sustancias Inorgánicas con patrones 1,2,3.</li> <li>2. Sustancias Orgánicas con patrones 1,2,3.</li> <li>3. Sustancias Inorgánicas con patrones 1,2,3.</li> </ol>	<p><b>SOLUBILIDAD</b></p> <p>De acuerdo con cada una de las experiencias vividas por los alumnos se consideró que las siguientes constituyen representaciones de sus propias observaciones, en esta parte se evidenció que los alumnos reconocen utilizan a la polaridad como un criterio general que les permite clasificar y ordenar las sustancias químicas de acuerdo con su comportamiento al ser enfrentado a un patrón.</p> <p>Además de ello se evidenciaron algunas comparaciones como, por ejemplo: si una sustancia es polar, no es apolar; o si es apolar no es polar.</p>	<p><b>SOLUBILIDAD</b></p> <p>Esta parte de la práctica de laboratorio fue considerada como esencial, pues permite a partir de las observaciones representar por medio de ideas generales lo que sucede cuando un fenómeno es alterado. Las alteraciones de dicho fenómeno son observadas y hacen parte del proceso experimental, son fundamentadas por otros conceptos y leyes.</p> <p>Logrando una conexión entre la naturaleza de un fenómeno de solubilidad y de cómo su comportamiento es explicado a través de diversas teorías que comprenden el concepto de polaridad.</p>
---	---	--	---	--	---

<p>Además de utilizar la solubilidad como un criterio para formar el concepto de polaridad, se utiliza la conductividad eléctrica de esta mezcla de sustancias con patrones como una forma observable de la conducción usando un montaje casero que permite para evaluar de manera cualitativa esta propiedad.</p> <p>Finalmente, los resultados obtenidos en estas observaciones (solubilidad y conductividad) serán anotados en tablas de resultados para ingresar hacia la cuantificación.</p>		<p>Al igual que la práctica anterior, se considera que esta práctica será evaluada teniendo como subcategorías la representación e interpretación de las situaciones planteadas en el laboratorio.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CONDUCTIVIDAD</b></p> <p>Para esta parte se utilizó un instrumento que permite la conducción eléctrica que por medio de dos electrodos separados conducen energía para encender un bombillo de 120V. La intensidad de la luz alta, media, baja, nula sirvió como una forma de representar y de referencia para clasificar de forma cualitativa esta propiedad presentada por las distintas reacciones o disoluciones que suceden al enfrentar los distintos tipos de sustancias con cada patrón.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CONDUCTIVIDAD</b></p> <p>Esta parte logró evidenciar la importancia de la utilización de instrumentos que permitan medir las propiedades de los fenómenos a estudiar, la interpretación de los datos arrojados por el conductor eléctrico sugirieron para los alumnos otras subcategorías con respecto a la continuidad e intermitencia de la luz, una interpretación encontrada en varios de los equipos pues una idea de la intensidad de la luz daba idea de su conducción y solubilidad.</p>
---	--	--	--	--

3	<p><b>ESTABILIDAD QUÍMICA</b> Ver (Anexo 1.6)</p> <p>Para iniciar, deberá completar la siguiente tabla con la información más importante que logro abstraer de cada una de las etapas de esta prueba piloto.</p> <p>Al finalizar la tabla encontrará una sección acerca de las conclusiones que puede dar de sus afirmaciones en la tabla de resultados.</p>	<p>Relacionar los conceptos de reactividad y polaridad como una forma de determinar la estabilidad química de las reacciones ocurridas.</p>	<p>Para esta parte se tendrán en cuenta las representaciones e interpretaciones dadas por los alumnos en las dos prácticas de laboratorio anteriores, las categorías bajo la cual se analizará será la conceptual y experimental, de este modo se unifican para dar paso a la formación de conceptos estructurados.</p> <p>Percepción: Utilización de los fenómenos cuantificables como potencial químico, energía libre de Gibbs, conductividad como una manera de predecir la estabilidad de las sustancias involucradas en la práctica.</p> <p>Estructuración: Reconstrucción y comprensión del concepto de Estabilidad formado a través de las relaciones existentes entre ésta con la reactividad y la polaridad.</p> <p>Cuantificación:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejoramiento del fenómeno investigado utilizando o referenciando conceptos científicos.</li> <li>2. Mejoramiento de esos conceptos científicos y de su interrelación con otros conceptos.</li> <li>3. Desarrollar la capacidad de aquellos conceptos científicos para dar sentido a las experiencias del mundo vivo.</li> </ol>	<p>A propósito de las categorías sugeridas para este instrumento se reconocen las dos prácticas anteriores como claves a la hora de iniciar esta parte de la estructuración que fue precedida por la percepción en el instrumento # 0 y de las cuantificaciones en los instrumentos # 1 y 2 , es por eso que se eligió este modelo de instrumento, pues es posible evidenciar aquellos parámetros propios de la estructuración como lo son el uso de otros conceptos de apoyo para dar explicación a las representaciones e interpretaciones, además propias de la cuantificación como lo son:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejoramiento del fenómeno investigado utilizando o referenciando conceptos científicos.</li> <li>2. Mejoramiento de esos conceptos científicos y de su interrelación con otros conceptos.</li> <li>3. Desarrollar la capacidad de aquellos conceptos científicos para dar sentido a las experiencias del mundo vivo.</li> </ol>	<p>Para la categoría de planeación se consideró que los tiempos dedicados a la reflexión y llenado del instrumento son esenciales. Sin embargo, cabe resaltar la importancia del diseño y orden bajo el cual se propusieron todas las actividades.</p>
---	--	---	---	--	--

## 10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de revisar cada uno de los instrumentos ejecutados en esta prueba piloto y de compararlos con los antecedentes propuestos en el marco teórico, se lograron establecer algunas relaciones y diferencias con respecto a lo esperado. Los resultados obtenidos fueron ordenados de modo que las categorías de análisis propuestas (conceptual, experimental y planeación) ayudarán a encontrar aquellas fortalezas de la implementación de esta prueba piloto y algunas mejoras necesarias para que se cumpla efectivamente el objetivo general de este trabajo que es finalmente plantear una estructura que permita relacionar los conceptos comunes y los fenómenos observados para las sustancias químicas logrando así facilitar la experimentación y el análisis de fenómenos.

Los instrumentos aportaron información llena de contenido propio de la química y de las ciencias, de algún modo estos responden y aportan al objetivo, sin embargo, también se encontraron mejoras precisas y necesarias para perfeccionar aquellas dificultades que se evidenciaron en cada uno de los instrumentos, es por eso que de aquí en adelante se darán a conocer aquellos aspectos que facilitaron la formación de conceptos al recurrir a la educación fenomenológica en ciencias cuando se aplica una prueba piloto que los comprende y unifica.

Es importante resaltar que la categoría experimental fue incluida en la rúbrica de análisis en la categoría de planeación, sin embargo esta categoría fue analizada al momento de realizar las actividades experimentales propuestas ( Ver Anexo 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, y las Fotografías) , en las que se determinó en el laboratorio si los estudiantes contaban con aquellas actitudes propias del trabajo científico como la observación, la creación de hipótesis, la toma de muestras y resultados, el manejo de instrumentos, la buena disposición de materiales y reactivos. Estas apreciaciones fueron logradas en cada una de las prácticas de Reactividad vs Potencial Químico y Polaridad vs Solubilidad y Conductividad al realizar el procedimiento de forma correcta ya que este se encuentra diseñado de tal forma que la experiencia permita seguir el ciclo hacia la percepción de los fenómenos observados; la cuantificación, recolección de datos por medio de mediciones y unidades que no son otra cosa más que los resultados cuantitativos relacionados a las propiedades de los fenómenos. Finalmente, se espera que la estructuración del concepto estudiado sea lograda con ayuda de la percepción, la cuantificación de los fenómenos y su experimentación.

A continuación, se presenta a forma de tabla un análisis resumido de cada uno de los instrumentos, este análisis se realizó teniendo en cuenta el cumplimiento o no de los objetivos de cada instrumento y un porcentaje de logro el cual intenta dar una idea de los alcances y de las contribuciones obtenidas para dirigir el ciclo hacia la formación de conceptos propios de las sustancias químicas y a la implementación de la educación fenomenológica como una forma de abordar los fenómenos y las experiencias en el aula.

INSTRUMENTO	CATEGORÍAS			ANÁLISIS			ASPECTOS RELEVANTES	MODIFICACIONES NECESARIAS	
	CONCEPTUAL	EXPERIMENTAL	PLANEACIÓN	SE LOGRÓ LA ESTRUCTURACIÓN...	SI	NO	Porcentaje de Logro (%)		
	Describe y Explica	Representa e Interpreta							
0	<p>La descripción y la explicación para este instrumento se evidenció de gran manera cuando los alumnos incluyeron generalidades, ejemplos y comportamientos característicos para tratar de dar definición y explicación a conceptos y a sus predicciones sobre situaciones simuladas, todos los equipos y sus integrantes usaron su experiencia y las percepciones sensoriales de las mismas para sustentar sus ideas y conocimientos preliminares.</p>	<p>La representación y la interpretación fueron encontradas en este instrumento, pues los alumnos desarrollaron la intuición y promovieron la percepción para iniciar en el ciclo para la formación de conceptos, esta fue dada por la experiencia con observaciones preliminares e instrumentos que contemplaban cada uno de los conceptos y situaciones.</p>	<p>De acuerdo con la categoría de planeación se encontró que para esta primera parte fue esencial la presencia de un guía que aclare las dudas con respecto a la realización del instrumento # 0, se observó que la actividad conlleva más tiempo del sugerido en la planeación, además de observar la dificultad que tienen algunos alumnos para relacionar los conceptos ya aprendidos con las situaciones simuladas y los otros conceptos propuestos, ya que en algunos instrumentos los alumnos no respondieron a las cuestiones porque no contaban con los conocimientos previos o simplemente no encontraban dicha relación.</p>	<p>En esta primera parte de la prueba piloto los alumnos iniciaron en el ciclo para la formación de conceptos al estimular la intuición y la percepción con algunos conceptos, definiciones y situaciones simuladas para las cuales se debían predecir los algunos comportamientos de las sustancias químicas. Entonces, con el objetivo de iniciar el ciclo para la formación de conceptos se observó que algunos conceptos al ser recordados y repasados fueron estructurados como lo plantea Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, &amp; Lavonen (2014), pág 2. Por lo tanto fue posible asignar un valor numérico en porcentaje correspondiente a el logro y los alcances o no de esta primera parte en la que los alumnos lograron describir y explicar dichos conceptos y repensarlos o reestructurarlos; además, este porcentaje se asignó teniendo en cuenta la importancia de iniciar el ciclo para lograr dirigirlo hacia la segunda parte en la experimentación, representación e interpretación.</p>			10	<p>Para el instrumento # 0 se resaltan aspectos relevantes como el porcentaje de logro de un 10% que alcanzaron los alumnos en el ciclo para la formación de conceptos, en esta parte la percepción cumplió con su papel de dirigir el ciclo hacia la estructuración de algunos conceptos como el de solubilidad, espontaneidad, y las propiedades termodinámicas de las sustancias, por lo tanto para el #0 sus aportes fueron positivos y ayudaron al posterior desarrollo de la siguiente parte.</p>	<p>Como modificación se sugiere brindar más apoyo dirigido y más tiempo de los propuesto en la planeación. Además se considera que proponer en este instrumento el uso de representaciones como dibujos que faciliten la interpretación de cada uno de los alumnos y así facilitar en análisis y la comprensión de los mismos.</p>



1	<p>Para esta segunda parte de la prueba piloto se encontró que la práctica de laboratorio Reactividad vs Potencial Químico describe y explica de forma experimental las percepciones inicialmente planteadas en el instrumento # 0, en esta parte se evaluaron aquellas percepciones frente a los resultados obtenidos en el laboratorio y de esta forma como los alumnos lograron brindar una respuesta más cercana a los conceptos y conocimientos preliminares planteados en el anterior instrumento.</p>	<p>El instrumento #1 brindo información relacionada con la representación e interpretación de los resultados obtenidos por algunos instrumentos y cálculos, la experimentación con fenómenos permitió identificar si los alumnos comprenden y usan los instrumentos y las cuantificaciones de estos como una forma de expresar las propiedades de potencial eléctrico y de cómo estos se relacionan con algunas teorías y leyes que las fundamentan.</p>	<p>En cuanto a la planeación (1) y ejecución (2 y 3) de esta práctica de laboratorio se encontraron aspectos como:</p> <p>Manejo de materiales y residuos.</p> <p>Buenas prácticas de laboratorio.</p>	<p>El instrumento #1 fue evaluado teniendo en cuenta la representación e interpretación de los comportamientos particulares de los fenómenos y sus propiedades. Luego de la percepción (#0) se esperaba que al tener que relacionar un concepto con observaciones y con la experimentación de un fenómeno como el potencial químico el alumno sería capaz interpretar los valores arrojados por los instrumentos como mediciones cuantificables de sus propiedades, Koponen &amp; otros (2014). Se encontró que si se estructuraron conceptos como: potencial químico, energía libre de Gibbs y entalpía ya que los alumnos avanzaron en el nivel de complejidad de sus descripciones y explicaciones; así mismo interpretaron los valores arrojados y los relacionaron con teorías que comprenden a el concepto de Reactividad química y de cómo esta es particular para cada tipo de sustancia.</p>	X		25	<p>Un aspecto sobre el cual se sugiere un cambio es en la planeación de las actividades en cuanto a la disposición de los calorímetros y al manejo de los instrumentos de medición. Otro aspecto importante a mejorar se relaciona con aquellos alumnos que presentaron dificultades para comprender la finalidad de esta práctica, pues algunos de ellos no alcanzaron el nivel de cuantificación porque tenían dificultades para el manejo de los instrumentos y por ende para la interpretación de los resultados.</p>
---	--	--	--	---	---	--	----	---

<p>2 La tercera parte de esta prueba piloto arrojó resultados pertenecientes a descripciones y explicaciones de los fenómenos observados y de sus propiedades.</p>	<p>La representación y la interpretación en este instrumento fue mayormente observada y evidenciada, pues en la práctica de Polaridad vs Solubilidad y Conductividad se encontró que los alumnos lograban relacionar las observaciones y los experimentos con aquellas propiedades de solubilidad, conducción que tienen las sustancias químicas al ser sometidas a reacciones, diluciones y corrientes eléctricas.</p>	<p>Para la categoría de planeación se consideró que los tiempos y la disposición de materiales intervinieron en el adecuado desarrollo de la práctica pues algunos alumnos presentaron dificultades a la hora de realizar los montajes y las lecturas con los instrumentos.</p>	<p>El instrumento #2 fue de gran ayuda para dar un análisis más detallado de los alcances que tuvo esta prueba piloto, pues los alumnos lograron seguir en el ciclo de la formación de conceptos hacia la estructuración cuando se observó en específico la solubilidad y la conductividad de las sustancias químicas al ser enfrentadas con patrones de distinta naturaleza, ya que fue posible que los alumnos observaran como los cambios de solubilidad y conductividad pueden cuantificarse y hacen parte de las propiedades de las sustancias ya que son propias de cada una de ellas en cuanto a su origen y naturaleza ; además, se recolectó información de los conceptos existentes y de los conocimientos preliminares de los alumnos con respecto a la polaridad. De este modo fue posible encontrar esas generalidades bajo las cuales los alumnos relacionan el concepto de polaridad con el fenómeno de solubilidad y conductividad en el laboratorio.</p>	<p>X</p>	<p>50</p>	<p>Un aspecto valioso que aportó este instrumento fue la estructuración de esa relación de representación e interpretación de los experimentos, mediciones y observaciones que comprenden al concepto de polaridad con el fenómeno de solubilidad y conductividad para lograr caracterizar las sustancias químicas según su origen. Pues los alumnos identificaron la solubilidad y la conductividad alta para las sustancias inorgánicas como las sales inorgánicas en general; en segundo lugar para las sustancias orgánicas definieron la solubilidad como media y baja y la conductividad como intermitente y nula; finalmente para las sustancias orgánicas se encontró una solubilidad y conductividad baja y nula. De este modo los alumnos lograron abstraer lo más relevante de sus observaciones y relacionarlo con aquellas mediciones cualitativas que proveen información de los procesos químicos sufridos por las sustancias al enfrentarlas a un patrón y a una corriente eléctrica.</p>	<p>El tiempo brindado para esta parte siguió siendo un desafío, pues se encontró que los alumnos tienen dificultades para ordenarse en el laboratorio y para el manejo de algunos equipos, además de observar la dificultad de estos para interpretar los datos arrojados por dichos equipos.</p>
--	---	---	---	----------	-----------	---	---

<p>3 La descripción y la explicación para este instrumento surgió de los anteriores instrumentos y de aquellas abstracciones importantes de los fenómenos observados y experimentados. Dichas abstracciones indican que las descripciones y las explicaciones son fundamentales para sustentar las ideas de los alumnos tienen frente a la estabilidad química</p>	<p>La representación e interpretación se encontraron en este instrumento cuando fueron abordadas para dar descripción y explicación a los fenómenos que se observaron. De este modo se consiguió que los alumnos crearan ideas a partir de estas generalizaciones, relaciones, asociaciones, y diferencias para la estabilidad química de diferentes sustancias cuando es alterada durante una reacción química bajo diferentes condiciones.</p>	<p>Para la categoría de planeación se consideró que los tiempos dedicados a la reflexión y llenado del instrumento son esenciales. Sin embargo, cabe resaltar la importancia del diseño y orden bajo el cual se propusieron todas las actividades.</p>	<p>Finalmente, los alumnos lograron estructurar el concepto de estabilidad al relacionarlo con los conceptos de reactividad y polaridad en las conclusiones brindadas por la tabla de resultados del instrumento #3. De este modo se consiguió crear aquella estructura del pensamiento usando la observación y la experimentación con fenómenos como una forma de comprender los conceptos de: reactividad, polaridad y estabilidad química para la caracterización y diferenciación de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas.</p>	<p>X</p>	<p>75</p>	<p>Los aspectos más relevantes de este instrumento son aquellos que comprenden la formación de aquella estructura del pensamiento que se plantea en el objetivo general de este trabajo; sin embargo, esta no fue alcanzada por todos los alumnos por lo que se decidió darle un valor de 75% a los alcances de esta prueba piloto resaltando al mismo tiempo que la formación y la estructuración de los conceptos de reactividad, polaridad y estabilidad química son propios del sujeto y pueden modificarse y reestructurarse cuando se realicen las respectivas correcciones y mejoras a fin de alcanzar el objetivo general con un porcentaje de logro mayor.</p>	<p>Debe considerarse la importancia del tiempo y la planeación de cada una de las actividades, ya que sin estas la ejecución se hace complicada y por lo tanto las reflexiones y consideraciones que se esperan sean desarrolladas sufren las consecuencias de la falta de tiempo y planeación.</p>
--	--	--	---	----------	-----------	---	---

La anterior tabla fue diseñada para resumir los análisis de los resultados obtenidos que se lograron determinar para cada uno de los instrumentos, pues estos constituyen y complementan la prueba piloto debido a la importancia de los aportes encontrados y de aquellas mejoras a proponer.

Inicialmente el instrumento # 0 mostró ser una herramienta útil a la hora de recolectar los conocimientos preliminares de los alumnos e iniciar el ciclo para la formación de conceptos. Las definiciones planteadas para la primera actividad mostraron ser descritas y explicadas al usar las percepciones sensoriales y las experiencias previas con algunos conceptos; para las definiciones se encontró que los alumnos brindan información por medio de ejemplos, sinónimos e ideas afines. En seguida la actividad 2 buscaba encender el ciclo para la formación de conceptos al presentar diferentes situaciones simuladas para las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas de las cuales se esperaba que los alumnos lograran predecir aquellos comportamientos característicos y generales de las sustancias químicas.

Entonces, el instrumento # 0 mostró valores positivos para la categoría conceptual; del mismo modo la categoría experimental fue revisada a partir de las representaciones e interpretaciones de los conceptos y situaciones presentadas para las que frecuentemente se usaron analogías, otros conceptos y algunas teorías para ambas actividades. La categoría de planeación permitió determinar que durante la ejecución de este instrumento se presentaron fallas en algunas instrucciones planteadas en las actividades y en la planeación de los tiempos para estas; sin embargo, este instrumento cumplió en un 10% su objetivo de iniciar el ciclo de formación de conceptos y de dirigirlo hacia la segunda parte de esta prueba piloto.

Seguidamente, el instrumento # 1 compuesto por una práctica de laboratorio permitió determinar bajo las categorías de análisis que se cumplió en un 25% sus pretensiones.

La categoría conceptual pudo ser determinada cuando los estudiantes utilizaron descripciones y explicaciones para dar respuesta a sus propias observaciones y percepciones de los fenómenos ocurridos durante la práctica. Por otro lado, la categoría experimental se evidenció cuando los alumnos comenzaron a representar las reacciones químicas sufridas por los distintos tipos de sustancias al reaccionar con los patrones 1, 2, 3. Además se determinó que la subcategoría de interpretar fue encontrada cuando los alumnos demostraron sus habilidades para utilizar los instrumentos de medición, al recolectar y calcular adecuadamente las mediciones y unidades y al asociar dichos resultados cualitativos y cuantitativos a sus interpretaciones por medio de la descripción y explicación del concepto de reactividad química. Sin embargo, existieron dificultades que evidenciaron que algunos alumnos tienen dificultad para relacionar sus observaciones con los valores y las abstracciones obtenidas por los instrumentos; además de encontrar la dificultad que tienen para relacionar el potencial químico, la energía libre de Gibbs, la entalpía con la reactividad química y su dependencia con el origen particular de las sustancias.

El instrumento # 2, Polaridad vs Solubilidad y Conductividad también presentó las categorías conceptual y experimental bajo las mismas subcategorías: Describir- Explicar y Representar e Interpretar respectivamente, las cuales fueron definidas a partir de los resultados cualitativos y cuantitativos para los fenómenos de solubilidad y conductividad. Estos fenómenos fueron de gran importancia para este trabajo pues presentaron comportamientos

definidos para cada tipo de sustancias, fueron fácilmente perceptibles y medibles, y alcanzaron a grosso modo encajar en la generalidad de formar el concepto de Polaridad al asociarlo con comportamientos como la solubilidad y la conductividad para diferentes tipos de sustancias.

En este orden de ideas se observó que en las prácticas de laboratorio los alumnos lograron mejorar sus conceptos y conocimientos de Reactividad y Polaridad luego de la aplicación al brindar información descriptiva de sus experiencias y percepciones referenciando otros conceptos, ideas afines, situaciones similares, ejemplos, leyes y teorías para conseguir abstraer lo más relevante y usarlo como fundamento para dar explicación. Por lo tanto en este punto se determinó que los alcances fueron de un 50% y que para estos comportamientos de solubilidad y conductividad no se presentaron mayores dificultades de comprensión y de relación con el concepto de polaridad.

Por último, el instrumento # 3 fue el que más información brindó acerca de la formación o no de la estructura mental en los alumnos luego de la ejecución; los instrumentos # 0, 1, 2, sirvieron como parte del proceso de formación de conceptos ( # 0 = Intuición, # 1 y 2 = Percepción y cuantificación) al dirigir este ciclo hacia la estructuración del concepto de Estabilidad química para el cual los alumnos usaron como referentes las observaciones, resultados y abstracciones de los conceptos de Reactividad y Polaridad para deducirla como un comportamiento inmerso capaz de ser medible y predecible en las sustancias químicas siendo entonces su porcentaje de alcance para la prueba piloto de un 75%.

De forma general se perciben dos aspectos importantes para resaltar en los análisis de resultados; el primero comprende la estructuración de los conceptos cuando se utiliza el ciclo para la formación de conceptos y la educación fenomenológica en ciencias, de la cual se puede decir que fue favorable con respecto a lo planteado por el problema de investigación y el objetivo general de este trabajo porque se encontraron dos aspectos característicos relevantes; el primero, propio de la estructuración cuando un concepto adquiere significado por medio de las abstracciones más importantes y de su explicación por medio de teorías como lo sugiere (Koponen y otros, 2014, p.3). Sin embargo, para evaluar esto desde la educación fenomenológica se utilizan los planteamientos de (Ostergaard, Hugo, & Dahlin, 2007) los cuales sugieren que un concepto adquiere significado y estructura cuando se observa:

- ✓ Mejoramiento del fenómeno investigado utilizando o referenciando conceptos científicos.
- ✓ Mejoramiento de esos conceptos científicos y de su interrelación con otros conceptos.
- ✓ Desarrollar la capacidad de aquellos conceptos científicos para dar sentido a las experiencias del mundo vivo.

Por tanto, para la estructuración de los conceptos de reactividad, polaridad y estabilidad se determinó que cumplían con lo expuesto por ambos autores y de este modo al evaluar se encontró que los alumnos lograron dar conclusiones referenciando y relacionando éstos con otros conceptos científicos y con los fenómenos que los comprenden alcanzando en un 75% las pretensiones del objetivo general, de la problemática y de la prueba piloto en general. Los alumnos se apoyaron en la necesidad de dar sentido y explicación a las experiencias y

percepciones que tienen los alumnos con el mundo vivo y con aquellas situaciones simuladas que pueden ser reconstruidas una y otra vez hasta alcanzar una comprensión más acertada de cada uno de los conceptos.

En segundo lugar, encontramos que las modificaciones a sugerir contemplan un aspecto importante para el análisis y mejoramiento. La disponibilidad de tiempo, materiales y equipos fueron una desventaja para la implementación eficaz de esta prueba piloto. De forma que cabe rescatar la importancia de realizar la validación del tiempo y de la planificación para cada una de las actividades antes de presentárselas a los estudiantes como una estrategia para ampliar la efectividad de su aplicación y evitar cualquier tipo de contratiempo que se pueda presentar.

## CAPÍTULO IV

### CONSIDERACIONES FINALES

Las conclusiones de este trabajo contemplan el cumplimiento del objetivo general que busca plantear una estructura mental que permita relacionar conceptos comunes entre campos de estudio de la química usando la experimentación y el análisis de fenómenos como herramienta principal. Aplicando como fundamento la educación fenomenológica y la formación de conceptos se propusieron cuatro instrumentos incluidos en una prueba piloto, cada uno de estos instrumentos brindó información importante y relevante que permite continuar con el desarrollo y mejoramiento de esta temática pues se evidenciaron mejoras importantes que dan paso a una nueva investigación como los son la verificación de los experimentos, la disponibilidad de los materiales y reactivos; y la importancia de buscar una estrategia que permita abarcar más detalladamente el concepto de Reactividad Química puesto que fue el concepto con más dificultades de estructurar debido a su estrecha relación con los cálculos, las ecuaciones y las mediciones necesarias para comprenderla.

De esta forma el objetivo general para esta investigación se cumple en un 75%, este valor se determina cuando los conceptos formados lograron estructurarse al ser abordados en explicaciones y descripciones a través de generalidades, comportamientos característicos, ejemplos, entre otros. Así mismo, los fenómenos estudiados abrieron paso a la representación e interpretación de sus propiedades por medio de observaciones, mediciones y experimentos, siendo en definitiva el uso de otros conceptos, cantidades, leyes, teorías y modelos los que determinan si se formó o no esta relación entre los conceptos formados y los fenómenos estudiados. Para lograr determinar si los conceptos aportan a la determinación del favorecimiento o no de la estructura mental pensada para mejorar la enseñanza de la química se partió de la lógica y de su papel como verificador de ideas e hipótesis; cuanto más es elevado el nivel de abstracción de información relevante e importante del proceso, la lógica se hace cada vez más central y necesaria en los procesos de conceptualización de la química y en el proceso de aprendizaje de las ciencias pues promueven el conocimiento científico hacia un nivel de teoría estructurada en continuo cambio e investigación que al ser desarrollada posibilita la capacidad de los fenómenos para dar explicación al mundo vivo por medio de su relación con conceptos científicos correctos y de su importancia en las experiencias de los alumnos para construir una base fenomenológica o de hechos de observación que puedan ser sustentados bajo alguna o varias teorías.

Dicho esto, es necesario llevar a cabo las modificaciones aconsejadas, además de tener en cuenta las aproximaciones de los autores del documento original a los planteamientos aquí expuestos. Por lo que se sugiere que para que esta estructura pueda ser adaptada de forma correcta se deben realizar las mejoras aconsejadas para cada uno de los instrumentos en específico y de la prueba piloto en general.

Para terminar, fue posible concluir que las predicciones, observaciones y conocimientos preliminares de los alumnos constan la base de este trabajo y sin ellas no sería posible la

implementación y ejecución de la prueba piloto. De la misma forma es importante resaltar las posibilidades novedosas para formar conceptos y estudiar los fenómenos que pueden resultar ser más significativas para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en general y de la química en especial.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arcà, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia*. Buenos Aires: Paidós. Recuperado el 12 de Abril de 2017.
- Chaler, M. C. (2015). Los fenómenos y su definición. Recuperado de Ciencia fácil : <http://www.wikiciencia.org/ciencia-facil/fenomenos/>.
- Del Río, O. (2011). El proceso de investigación: etapas y planificación de la investigación. Recuperado de *Researchgate*. [www.researchgate.net/publication/254862769\\_El\\_proceso\\_de\\_investigacion\\_etapas\\_y\\_planificacion\\_de\\_la\\_investigacion](http://www.researchgate.net/publication/254862769_El_proceso_de_investigacion_etapas_y_planificacion_de_la_investigacion).
- Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*. p. 75-111. Recuperado el 21 de Mayo de 2017.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos . *Educación en química*. p.305.
- Gibbs, W. (1906). *The scientific papers*. Longmans, Green & Co. p. 80-120.
- Huheey, J., Keiter, E., & Keiter, R. (2003). *Química inorgánica principios de estructura y reactividad* (Cuarta ed.). México D.F: Oxford University. Recuperado el 23 de Mayo de 2017.
- Koponen I. T., Mäntylä, T., 2000, Generative Role of Experiments in Physics and in Teaching Physics: A Suggestion for Epistemological Reconstruction. University of Helsinki. p. 1-16.
- Koponen, I., Kurki-Suonio, K., Jauhiainen, J., & Lavonen, J. (2014). THE ROLE OF EXPERIMENTALITY IN CONCEPT FORMATION IN PHYSICS: QUANTIFYING EXPERIMENTS AND. (U. Helsinki, Ed.) *Physics Helsinki*. p. 1-6. Recuperado el 2 de Mayo de 2017.
- Loyola, M. (2001). *Química Inorgánica*. México D.F: Editorial Progreso. Recuperado de [https://books.google.com.co/books?id=BRYwZ0DXj0MC&pg=PT96&lpg=PT96&dq=energia+libre+de+gibbs+como+caracterizador+de+sustancias&source=bl&ots=MXrmHw gJsr&sig=x8O8Jpd6FPpvbvLn0taSBe8rlyl&hl=es-419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=energia%20libre%20de%20gibbs%20c](https://books.google.com.co/books?id=BRYwZ0DXj0MC&pg=PT96&lpg=PT96&dq=energia+libre+de+gibbs+como+caracterizador+de+sustancias&source=bl&ots=MXrmHw gJsr&sig=x8O8Jpd6FPpvbvLn0taSBe8rlyl&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=energia%20libre%20de%20gibbs%20c).

- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M. (2013). La actividad experimental: Construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Scielo*. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-46882013000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-46882013000100006).
- Ombita, F. (2016). Estudio histórico de la ionización y la polaridad para la enseñanza del concepto de enlace químico. *Universidad Pedagógica Nacional*. p. 36-97. Recuperado de: [https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/personal/dqu\\_kalfonso474\\_pedagogica\\_edu\\_co/\\_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fdqu\\_kalfonso474\\_pedagogica\\_edu\\_co%2FDocuments%2FLA%20MEJOR%20TESIS%2FESTUDIO%20HIST%C3%93RICO%20DE%20LA%20IONIZACI%C3%93N%20Y%20L](https://pedagogicaedu-my.sharepoint.com/personal/dqu_kalfonso474_pedagogica_edu_co/_layouts/15/onedrive.aspx?id=%2Fpersonal%2Fdqu_kalfonso474_pedagogica_edu_co%2FDocuments%2FLA%20MEJOR%20TESIS%2FESTUDIO%20HIST%C3%93RICO%20DE%20LA%20IONIZACI%C3%93N%20Y%20L).
- Ostergaard, E., Hugo, A., & Dahlin, B. (2007). From phenomenon to concept: Designing phenomenological science education. *Proceedings of the 6th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe* . p. 123-129 . Recuperado de [http://www.umb.no/statisk/larerutdanning/from\\_phenomenon\\_to\\_concept.pdf](http://www.umb.no/statisk/larerutdanning/from_phenomenon_to_concept.pdf).
- Romero, A. (2002). *La matematización de los fenómenos físicos: el caso de los fenómenos mecánicos y térmicos. Análisis conceptuales y elementos para propuestas didácticas*. Universidad de Antioquia, Facultad de educación , Medellín .
- Vidal, J. (1953). *Química orgánica*. Buenos aires: Stella. p.12-365.
- Wendell, L., & Worth, H. R. (1920). POLARITY AND IONIZATION FROM THE STANDPOINT OF THE LEWIS THEORY OF VALENCE. *Journal of the American Chemical Society*. p. 1420-1433.

## ANEXOS

Como anexos se presentan los cuatro instrumentos aplicados en la prueba piloto, al igual que sus respectivas introducciones y relaciones con este trabajo.

### TABLA DE ANEXOS

#### 1. Prácticas de Laboratorio:

- 1.1 Introducción a las prácticas de laboratorio y a los instrumentos
- 1.2 Construcción y calibración del calorímetro
- 1.3 Instrumento # 0, Conocimiento preliminares
- 1.4 Instrumento #1 - Práctica #1 Reactividad vs Potencial Químico
- 1.5 Instrumento # 2- Práctica #2 Polaridad vs Solubilidad y Conductividad
- 1.6 Instrumento # 3 – Estabilidad Química
- 1.7 Fotografías

## ANEXO 1.1

### INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo planteado en el marco teórico se consideró oportuno involucrar prácticas de laboratorio que usen las fenomenologías: el lenguaje y las experiencias con fenómenos como una estrategia para abordar el conocimiento científico en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias; usando como herramienta la experimentación y la teoría se abre paso a la formación de conceptos científicos correctos, en este caso conceptos científicos propios del comportamiento de las sustancias químicas.

Para lograr ello, se referencia el esquema de significados el cual presenta la relación que existe entre el concepto y su significado. El significado, se crea primero por medio de la experimentación en forma de experiencias sensoriales como la observación y los experimentos cualitativos. Posteriormente se forma el esquema de significados el cual incluye entidades, fenómenos, (objetos) y sus propiedades (cualidades), éste es construido a partir de la relación con otros esquemas de significado y es captado por medio de la intuición, se encuentra abierto al desarrollo y lleva consigo los cambios y mejoras que se le realicen, entre más se desarrolle más preciso se hace convirtiéndose finalmente en un concepto (algo ya comprendido). La formación del concepto comienza desde la información cualitativa por percepción, y se construyen esquemas y esquemas de significado básico por reconocimiento, clasificación, diferenciación del fenómeno y de las relaciones de éste con otros fenómenos. A lo anterior se le denomina contextualizarse, el concepto se presenta como un equivalente de su significado. En resumen el esquema de significados dirige el ciclo para la formación de conceptos que propone Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, & Lavonen, (2014) en su texto *“THE ROLE OF EXPERIMENTALITY IN CONCEPT FORMATION IN PHYSICS”*. El cual sugiere que cada concepto científico está íntimamente ligado con la experimentación y la teoría, en resumen la formación del concepto y la definición de su cantidad es regida por los siguientes ítems y niveles:

- 1) Percepción: nivel cualitativo (Describir y explicar)
- 2) Cuantificación: nivel cuantitativo ( Leyes y cantidades)
- 3) Estructuración: nivel de la teoría ya estructurada

Se espera que, al introducir fenómenos en el ciclo para la formación de conceptos por medio de la observación y la experimentación, el fenómeno adquiera significado. La intuición es una chispa necesaria para iniciar el ciclo hacia la representación e interpretación. La representación tiene como objetivo la búsqueda de estructuras a través de generalizaciones utilizando el razonamiento inductivo como una forma de justificarlo. La interpretación por otra parte busca comprender la realidad existente a partir de los principios y las leyes a nivel conceptual en el nivel de la teoría. Los conceptos adquieren un significado más definido mediante experimentos y mediciones controladas, a esto se le denomina cuantificar el esquema de significados: crear una cantidad a partir de una propiedad, es la esencia de la física y de las ciencias en general; es un proceso central en la creación de conocimiento científico. En este trabajo se le dará un papel central a la cuantificación de las propiedades de los fenómenos, ya que se pretende utilizar la experimentación como una forma de verificar las leyes asociadas al comportamiento y estudio de los fenómenos, y también se pretende

indicar cómo es posible medir una cantidad. La cuantificación, conduce a la formación de cantidades que son representaciones cuantitativas de las propiedades, en este punto dichas representaciones cuantitativas adquieren valores numéricos y unidades.

Finalmente, cabe aclarar que la forma en la que se crea un concepto es cíclica, lo que significa que cada concepto físico está íntimamente asociado con un proceso, donde se unen la actividad experimental y la teoría, juntos. Los conceptos están inseparablemente conectados al proceso científico, lo que crea su significado. En acorde a ello se usaran como referencia aquellos fenómenos observables y cuantificables que son capaces de alterar o no estos comportamientos: Potencial químico, solubilidad respectivamente; posteriormente la estabilidad de las sustancias será inferida teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la reactividad y la polaridad.

Los resultados obtenidos serán utilizados como una herramienta que permita describir, explicar, caracterizar, relacionar y asociar las sustancias de acuerdo a su origen.

Para dar una conclusión a lo mencionado anteriormente y para relacionarlo con lo que pretende este trabajo y específicamente estas prácticas de laboratorio, se realizó un diseño de modo que se cumpla con el ciclo para la formación de conceptos que explique la polaridad, la reactividad y la estabilidad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas por medio de la observación de fenómenos cuantificables tales como el potencial químico y la polaridad. Todo esto con el fin de dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿La enseñanza de la química se verá facilitada al construir relaciones entre la química inorgánica, orgánica y bioquímica?

Por otro lado, este trabajo pretende abordar las competencias docentes que deben ser adquiridas para llevar a cabo el ciclo para la formación de conceptos en el aula, usando como referencia lo propuesto por Ostergaard, Hugo, & Dahlin, (2007) en su texto "FROM PHENOMENON TO CONCEPT: DESIGNING PHENOMENOLOGICAL SCIENCE EDUCATION" el cual sugiere que el principal actor en esta transformación del fenómeno al concepto es el docente, quien debe contar con las cualidades específicas para usar el aprendizaje por fenomenologías como una estrategia didáctica para la enseñanza de las ciencias.

La ciencia y el aprendizaje pueden verse como diferentes niveles o fases del mismo proceso, que son procesos similares o al menos paralelos para crear conocimiento. Por lo tanto, el tema central también en la enseñanza de las ciencias es el proceso de la formación del concepto y el papel de la actividad experimental.

## **OBJETIVOS**

### **1. OBJETIVO GENERAL DISCIPLINAR**

Aprovechar los fenómenos y sus propiedades a fin de formar conceptos científicos correctos sobre el potencial químico, la polaridad, la reactividad y la estabilidad.

#### **1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1.1.1 Relacionar la reactividad y el potencial químico por medio de la observación y cuantificación del potencial eléctrico y el calor de reacción.

1.1.2 Asociar los resultados obtenidos en la reactividad con la estabilidad de los diferentes tipos de sustancias.

1.1.3 Integrar los comportamientos de reactividad y polaridad para inferir la estabilidad química en sustancias inorgánicas, orgánicas, bioquímicas.

### **2. OBJETIVO GENERAL DIDÁCTICO**

Explicar el ciclo para la formación de conceptos de modo que genere una utilidad en la enseñanza y aprendizaje de la química.

#### **2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

2.1.1 Transformar la experiencia con fenómenos de modo que se genere un entendimiento del mismo pero estructurado por conceptos científicos.

2.1.2 Aportar las competencias docentes requeridas para dicha transformación.

2.1.3 Desarrollar los conceptos científicos: reactividad, polaridad y estabilidad por medio del ciclo para la formación de conceptos.

# **POTENCIAL QUÍMICO Y REACTIVIDAD**

## **Introducción**

Se hace referencia al comportamiento que tienen las sustancias cuando interactúan con otras en presencia de un cuantificador de la energía liberada o absorbida en dicho proceso. A propósito, se propone la observación y experimentación con sustancias de diferente origen: inorgánico, orgánico y bioquímico. Se tomarán muestras de cada tipo de sustancias como, por ejemplo: sales, metales y complejos para sustancias de origen inorgánico; alcoholes, aldehídos, cetonas para las de origen orgánico y finalmente para las de origen bioquímico, carbohidratos, proteínas y lípidos.

Cada una de estas muestras será enfrentada en una reacción con patrones específicos, tales como: agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio. A estas reacciones se les medirá su potencial eléctrico y su calor de reacción con el fin de inferir su potencial químico el cual será usado para calcular la energía libre de Gibbs. Los resultados allí obtenidos serán ordenados de modo que cumplan un rango específico, el cual no solo permitirá diferenciar las distintas reacciones de acuerdo a su origen, sino que además servirá como una herramienta que permita describir y explicar el comportamiento de un fenómeno cuando es alterado durante una reacción química.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

- Relacionar la reactividad y el potencial químico con el potencial eléctrico y el calor de reacción desprendidos por la reacción de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas con agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Determinar el potencial eléctrico de distintas reacciones en una celda de electroquímica.
- ✓ Medir el calor desprendido o absorbido por estas reacciones y enlazarlo con los resultados obtenidos en el potencial eléctrico para definir la reactividad y el potencial químico de dichas sustancias.
- ✓ Asociar la espontaneidad de las reacciones con la reactividad de las sustancias involucradas.

## PROCEDIMIENTO

A continuación, se plantea un montaje de laboratorio para realizar la siguiente práctica:

### *Descripción:*

El siguiente montaje corresponde a una celda electroquímica a la cual se le han realizado varias modificaciones. Primero una de las semi-celdas será inerte, no existirá reacción química; segundo, ambos electrodos son de grafito (inertes); tercero, para el puente salino se utilizó agar que también es inerte. Esto se hace con la intención de medir el potencial eléctrico de una reacción química que ocurre entre sustancias de distintos orígenes y tres patrones.

El montaje se encuentra diseñado a partir de dos beakers de 250mL o 500mL A y B. En el beaker A, se depositará la sustancia a estudiar sin ningún tipo de alteración más que el electrodo de grafito que medirá su diferencia de potencial con respecto a el beaker B, dicho electrodo se encuentra conectado a un polo del voltímetro. El beaker B será un calorímetro en el cual se depositarán las sustancias a estudiar: inorgánicas, orgánicas y bioquímicas, al mismo tiempo se encuentra situada respectivamente una bureta la cual se encuentra cargada con los distintos patrones de modo que la reacción ocurra dentro del beaker B ubicado al interior del calorímetro; además de ello dentro del calorímetro se encuentra situado un termómetro, un agitador y el otro electrodo de grafito respectivamente conectado a el otro polo del voltímetro, el objetivo de este montaje es medir la diferencia de potencial entre las dos celdas, A y B.

Considérese una carga de prueba positiva  $q_0$ , (sustancia inorgánica, orgánica o bioquímica) en presencia de un campo eléctrico y que se traslada desde el beaker A al beaker B conservándose siempre en equilibrio. Si se mide el trabajo que debe hacer el agente que mueve la carga, la diferencia de potencial eléctrico se define como:

$$V_B - V_A = \frac{W_{AB}}{q_0}$$

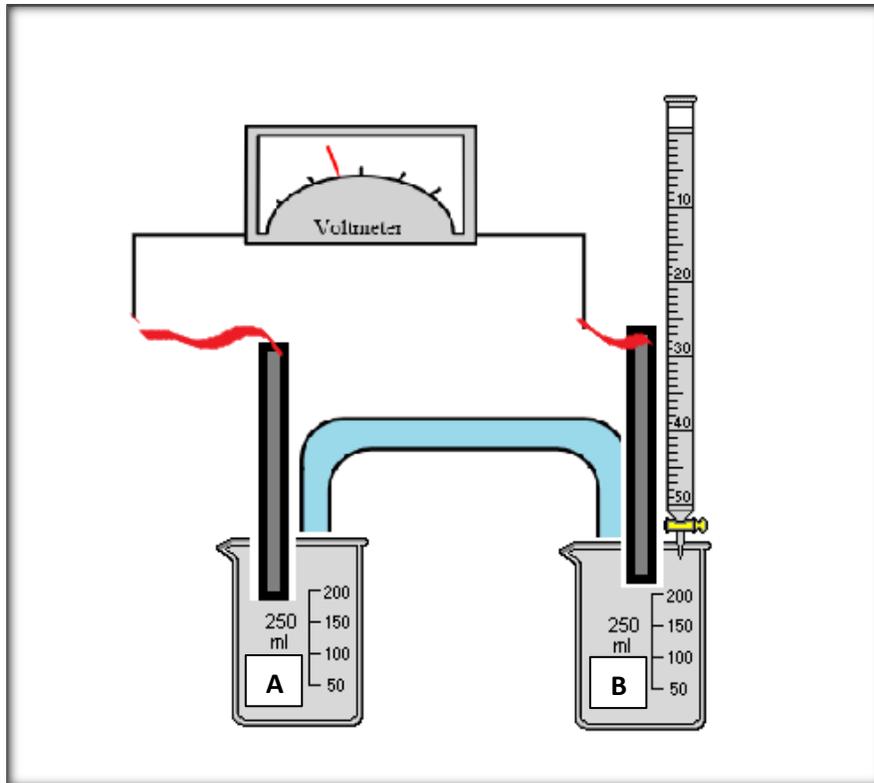
El trabajo puede ser positivo, negativo o nulo. En estos casos el potencial eléctrico en B será respectivamente mayor, menor o igual que el potencial eléctrico en A motivo por el cual se eligió un electrolito inerte. La unidad en el SI para la diferencia de potencial que se deduce de la ecuación anterior es Joule/Coulomb y se representa mediante una nueva unidad, el voltio, esto es: 1 voltio = 1 joule/coulomb.

a diferencia de potencial que se desarrolla en los electrodos de la celda es una medida de la tendencia de la reacción a llevarse a cabo desde un estado de no equilibrio hasta la condición de equilibrio. El potencial de la celda ( $E_{celda}$ ) se relaciona con la energía libre de Gibbs ( $\Delta G$ ), mediante:

$$\Delta G = -nFE_{\text{Celda}}$$

Los valores arrojados por la energía libre de Gibbs serán de guía para calcular los valores correspondientes al potencial químico para las distintas muestras; los valores allí obtenidos serán utilizados como referencia para ingresar en el campo del ciclo para la formación de conceptos mediante las siguientes fases:

1. Percepción
2. Cuantificación
3. Estructuración



*Ilustración 10. Representación y adaptación de una celda electroquímica (2018) Bogotá D.C. Derechos de autor [2018] Alfonso, K.*

Como se explicó anteriormente estas prácticas de laboratorio seguirán un orden correspondiente para la formación de conceptos: percepción, cuantificación y estructuración. Inicialmente la percepción se abordará a través de la observación del montaje y de las ideas iniciales de los estudiantes; el paso siguiente es realizar las medidas y los posteriores cálculos pertenecientes a la energía libre de Gibbs y a el potencial químico, en esta parte se habrá ingresado a la cuantificación del concepto es decir a la formación de un concepto a través de una propiedad medible por medio de instrumentos. Finalmente, se espera que los alumnos ingresen en la estructuración de los conceptos pertenecientes a la reactividad a través de los fenómenos cuantificables como la energía libre de Gibbs y el potencial químico; la polaridad como un fenómeno observable por medio de la solubilidad y por último la

formación del concepto de estabilidad vinculando la reactividad y la polaridad como una forma de predecirla. En este nivel los estudiantes se encuentran en el proceso que conduce al nivel más alto de la estructura conceptual de las ciencias, se denomina estructuración lógica, esta se encuentra presente en el nivel cualitativo de conocimiento, como lo afirma Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, & Lavonen (2014):

Una teoría, aunque siempre abierta al desarrollo, es hasta cierto punto una estructura lógica adecuadamente completa, que se compone de paradigmas estructurales y leyes generales, las cuáles son las reglas de la teoría. La teoría siempre está en un estado de desarrollo posterior y continuo, porque actúa como una base de explicación y es a través de ella que constantemente se evalúan las observaciones. Cualquier inconsistencia conduce rápidamente a modificaciones y cambios en la estructura de la teoría o en el significado de los conceptos. Esta apertura de estructuras se asocia fácilmente con capacidad de desarrollo, cambio y autocorrección de las ciencias.

Es decir, cuando el alumno es capaz de caracterizar, explicar, relacionar y diferenciar un concepto de otros conceptos con ayuda de las teorías, leyes, mediciones, cálculos y representaciones se llegará a la estructuración, pero además de ello lo más importante de este nivel del conocimiento es que el alumno logre construir, reconstruir sus propios conceptos a través de los fenómenos que percibe en su experiencia cotidiana.

- Pasos a seguir para la formación de conceptos: Reactividad

✓ *Construcción del calorímetro y realización del montaje:*

1. Construcción del calorímetro
2. Calibración y determinación de la constante calorimétrica
3. Construcción del montaje
4. Ensayos y pruebas iniciales.

✓ Percepción

Acercamiento a la naturaleza de las sustancias

Experiencia con el montaje

Experiencia con el experimento

✓ Cuantificación

Medidas de  $\Delta Q$  y  $\Delta V$  en distintas reacciones químicas entre sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas con patrones como: agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio para determinar  $\Delta G$  y  $\mu$ .

✓ Estructuración

Explicación del fenómeno observable (potencial químico) a través de teorías, leyes utilizando las observaciones, los cálculos y las representaciones del experimento, además de relacionar lo anterior con el concepto de reactividad.

Reconstrucción y comprensión del concepto reactividad formado a través de la observación de fenómeno potencial químico y energía libre de Gibbs.

- Pasos a seguir para la formación de conceptos: Polaridad

- ✓ Percepción

Acercamiento a la naturaleza de las sustancia

Montaje (conductividad)

Observación de las sustancias solubles, insolubles y poco solubles.

- ✓ Cuantificación

Medición de la conductividad en los distintos tipos de sustancias

Asociación de las medidas de conductividad de las sustancias con el concepto de polaridad a través de la observación del fenómeno solubilidad.

- ✓ Estructuración

Explicación del fenómeno observable (Solubilidad) a través de teorías, leyes utilizando las observaciones, los cálculos y las representaciones del experimento, además de relacionar lo anterior con el concepto de polaridad.

Reconstrucción y comprensión del concepto de polaridad formado a través de la observación del fenómeno de solubilidad y de la cuantificación de la conductividad.

- Pasos a seguir para la formación de conceptos: Estabilidad

- ✓ Percepción

Utilización de los fenómenos cuantificables como potencial químico, energía libre de Gibbs, conductividad como una manera de predecir la estabilidad de las sustancias involucradas en la práctica.

- ✓ Estructuración

Reconstrucción y comprensión del concepto de Estabilidad formado a través de las relaciones existentes entre ésta con la reactividad y la polaridad.

- ✓ Cuantificación

1. Mejoramiento del fenómeno investigado utilizando o referenciando conceptos científicos.
2. Mejoramiento de esos conceptos científicos y de su interrelación con otros conceptos.

3. Desarrollar la capacidad de aquellos conceptos científicos para dar sentido a las experiencias del mundo vivo.

## ANEXO 1.2

### CONSTRUCCIÓN Y CALIBRACIÓN DEL CALORÍMETRO

Para el desarrollo efectivo de esta práctica de laboratorio correspondiente a el potencial químico y a la reactividad se propuso la construcción y respectiva calibración de un calorímetro casero. A continuación se presentan los resultados de su respectiva elaboración y calibración.

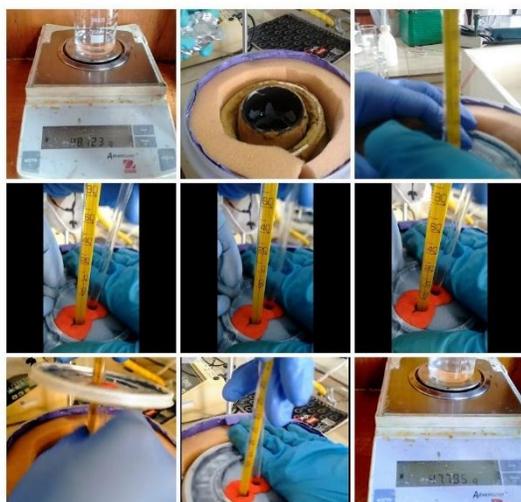
#### Construcción

Este calorímetro casero fue construido a partir de materiales aislantes tales como: plastilina, arcilla, arena, espuma y periódico. Cada uno se utilizó alrededor de un frasco de vidrio de alrededor de unos 250 mililitros y un frasco de icopor de 1000 mililitros con el fin de encerrar el calor producido por las reacciones químicas ocurridas al interior del recipiente cuando se agregan cada uno de los patrones. Además, cuenta con su respectiva tapa la cual cuenta con tres orificios, el primero para el agitador de vidrio; el segundo, para el termómetro y el tercero para la caída del patrón desde la bureta hasta el recipiente dentro del calorímetro. Cada orificio se encuentra protegido al igual que el resto de la tapa por plastilina.



Fotografía 1. Construcción de un calorímetro (2018).  
Derechos de autor [2018] Alfonso , K.

#### Calibración



Fotografía 2 . Calibración de un calorímetro (2018).  
Derechos de autor [2018] Alfonso , K.

Para la calibración de este calorímetro se utilizó como referencia el calor absorbido y liberado por la mezcla de agua caliente y fría. Se tomaron masas similares de agua a temperatura ambiente y caliente, se mezclaron al interior del calorímetro y se midió la temperatura máxima que alcanza la mezcla. Se realizaron los respectivos cálculos con el fin de determinar la constante calorimétrica por medio de la ley cero de la termodinámica. Para este calorímetro en específico, se presentan a continuación los cálculos respectivos.

## DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE CALORIMÉTRICA

-qc = qg		
	Ensayo # 1	Ensayo # 2
Masa inicial agua fría	48,123 g	48,742 g
Temperatura inicial agua fría	22°C	21°C
Masa inicial agua caliente	47,785 g	49,241 g
Temperatura inicial agua caliente	74°C	76°C
Temperatura máxima de la mezcla	44° C	45° C
Calor cedido (qc)	5898,0069 J	6489,7668 J
Calor ganado (qg)	4530,2992 J	4792,5084 J
Constante del calorímetro	60,788 J/°C	75,474 J/°C
Valor Promedio de la constante del calorímetro	68,161 J/°C	

Resultados obtenidos en ambos ensayos

$$-qc = qg$$

Ensayo # 1:

$$\begin{aligned}
 & -47,785g * 4,184 \frac{J}{g * K} * (44.5^{\circ}C - 74^{\circ}C) \\
 & = 48,123g * 4,184 \frac{J}{g * K} (44.5^{\circ}C - 22^{\circ}C) + Kcal * (44,5^{\circ}C - 22^{\circ}C) \\
 & 5898,0069 J = 4530,2992 J + Kcal * 22.5^{\circ}C \\
 & Kcal = \frac{5898,0069 J - 4530,2992 J}{22.5^{\circ}C} \\
 & = 60,787 \frac{J}{K}
 \end{aligned}$$

Ensayo # 2

$$\begin{aligned}
 & -49,241 g * 4,184 \frac{J}{g * K} * (44.5^{\circ}C - 76^{\circ}C) \\
 & = 48,742 g * 4,184 \frac{J}{g * K} (44.5^{\circ}C - 21^{\circ}C) + Kcal * (44,5^{\circ}C - 21^{\circ}C)
 \end{aligned}$$

$$6489,7668 J = 4792,5084 J + Kcal * 22.5^{\circ}C$$

$$Kcal = \frac{6489,7668 J - 4792,5084 J}{22.5^{\circ}C}$$
$$= 75,474 \frac{J}{K}$$

Valor promedio de la constante del calorímetro:

$$= \frac{60,787 \frac{J}{K} - 75,474 \frac{J}{K}}{2}$$
$$= 68,161 J/K$$

## ANEXO 1.3

### INSTRUMENTO # 0 CONOCIMIENTOS PRELIMINARES

Fecha:  
Nombre:  
Semestre:

Querido profesor en formación:

El presente instrumento tiene como objetivo iniciar en el ciclo para la formación de conceptos propuesto por (Koponen, Kurki-Suonio, Jauhiainen, & Lavonen, 2014).

Usando como base su propia experiencia y los conceptos previamente formados a lo largo de su preparación profesional se le pide contestar con la mayor sinceridad posible las preguntas aquí propuestas, esto se hace con el fin de encender la chispa (intuición) para posteriormente comenzar hacia el ciclo de formación de conceptos dividido en percepción, cuantificación y estructuración.

A continuación, se presentan tres conceptos, dichos conceptos están relacionados con el comportamiento de las sustancias cuando sufren algún tipo de alteración. Las alteraciones que sufren las sustancias pueden ser observables por medio de los fenómenos que allí ocurren (percepción), dichos fenómenos son cuantificables por medio de algunos instrumentos y finalmente dichos fenómenos y conceptos pueden caracterizarse, relacionarse para ser estructurados y permitir finalmente una diferenciación entre los tipos de sustancias: inorgánicas, orgánicas y bioquímicas que serán involucradas a lo largo de la aplicación de prácticas de laboratorio:

1. Reactividad vs Potencial químico
2. Polaridad vs Solubilidad
3. Estabilidad química

### INTUICIÓN

Las concepciones alternativas de los estudiantes sirven como una base para determinar el nivel conceptual en el que se encuentran sus conceptos, dichos conceptos pueden ser reestructurados y modificados a lo largo de la experiencia y el lenguaje (Arcà, Guidoni, & Mazzoli, 1990), es por eso que a continuación se le presentaran una serie de conceptos que se espera usted pueda definir y relacionar.

A) Fenómeno:

B) Concepto:

C) Comportamiento:

D) Sustancia inorgánica:

E) Sustancia orgánica:

F) Sustancia bioquímica:

G) Reactividad:

H) Polaridad:

I) Estabilidad:

Luego de definir los anteriores conceptos y revisar sus conocimientos preliminares con respecto a estos, se prosigue con el inicio del ciclo para la formación de conceptos, el cual inicia o se enciende al usar la intuición, es decir la predicción de lo que puede ocurrir cuando altero una sustancia al enfrentarla con otro tipo de sustancias. Además de ello, se considera que los conceptos que ha construido a lo largo de su profesión sirven para definir esta ruta, es por ello que a continuación se le presentaran algunas situaciones para las cuales tendrá que predecir su comportamiento en cuanto a su capacidad para reaccionar, sus medidas de temperatura y electricidad.

- A) Una celda electrolítica puede arrojar mediciones:
- B) Cuando una sustancia inorgánica es alterada con agua se puede predecir que su comportamiento será:
- C) Cuando una sustancia inorgánica es alterada con un ácido fuerte se puede predecir que su comportamiento será:
- D) Cuando una sustancia inorgánica es alterada con una base fuerte se puede predecir que su comportamiento será:
- E) Cuando una sustancia orgánica es alterada con agua se puede predecir que su comportamiento será:
- F) Cuando una sustancia orgánica es alterada con un ácido fuerte se puede predecir que su comportamiento será:
- G) Cuando una sustancia orgánica es alterada con una base fuerte se puede predecir que su comportamiento será:
- H) Cuando una sustancia bioquímica es alterada con agua se puede predecir que su comportamiento será:
- I) Cuando una sustancia bioquímica es alterada con un ácido fuerte se puede predecir que su comportamiento será:
- J) Cuando una sustancia bioquímica es alterada con una base fuerte se puede predecir que su comportamiento será:

Finalmente, se pretende que usted pueda relacionar los conceptos y las definiciones con algunos fenómenos ocurridos en su vida cotidiana. Por favor utilice sus propias definiciones y si es necesario agregue otros conceptos que pueda definir y relacionar para caracterizar las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas con respecto a su comportamiento.

Gracias por su colaboración.

**ANEXO 1.4**  
**PRÁCTICA DE LABORATORIO # 1**  
**REACTIVIDAD Y POTENCIAL QUÍMICO**

**OBJETIVOS**

*OBJETIVO GENERAL*

- ✓ Relacionar la reactividad y el potencial químico con el potencial eléctrico y el calor de reacción desprendidos por la reacción de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas con agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

*OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- ✓ Determinar el potencial eléctrico para distintas reacciones en una celda electroquímica.
- ✓ Medir el calor desprendido o absorbido por estas reacciones y enlazarlo con los resultados obtenidos en el potencial eléctrico para definir la reactividad y el potencial químico de dichas sustancias.
- ✓ Asociar la espontaneidad de las reacciones con la reactividad de las sustancias involucradas.

**INTRODUCCIÓN**

La siguiente práctica de laboratorio pretende relacionar la reactividad química y el potencial químico como una forma de caracterizar las sustancias con respecto a los valores cualitativos y cuantitativos que pueden obtenerse en una celda electroquímica modificada.

Las observaciones cualitativas (percepción) serán guiadas por la experiencia directa con las reacciones ocurridas que presentan: cambios de color, precipitación, dilución, espontaneidad ( $\Delta G$ ). Estas servirán como una puerta para abordar las observaciones cuantitativas (cuantificación), las medidas a través de instrumentos como el termómetro para medir los cambios de Temperatura con respecto a tiempo, calores absorbidos o ganados ( $\Delta H, \Delta Q$ ) y el multímetro para calcular la diferencia de potencial eléctrico ( $\Delta V$ ) de cada una de las reacciones que ocurren cuando distintos tipos de sustancias: inorgánicas, orgánicas y bioquímicas se ven enfrentadas a tres patrones: agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

Los resultados obtenidos a lo largo de la percepción y la cuantificación serán utilizados como una forma de dirigir el ciclo para la formación de conceptos hacia la (estructuración) de los conceptos pertenecientes a la energía libre de Gibbs relacionada aquí con la espontaneidad de las reacciones; el potencial químico como una forma de caracterizar la energía que tiene una sustancia para conservar su homogeneidad cuando es mezclada, para ello se utilizan los valores cuantificados de Temperatura,  $\Delta H$ ,  $\Delta V$ . Se pretende que para estructurar el concepto de Reactividad se utilicen los resultados obtenidos en el potencial eléctrico, calor, potencial

químico, energía libre de Gibbs, además comprender e involucrar las teorías, leyes, procedimientos, relaciones y magnitudes que permitan caracterizar, representar, relacionar y diferenciar los comportamientos de las sustancias.

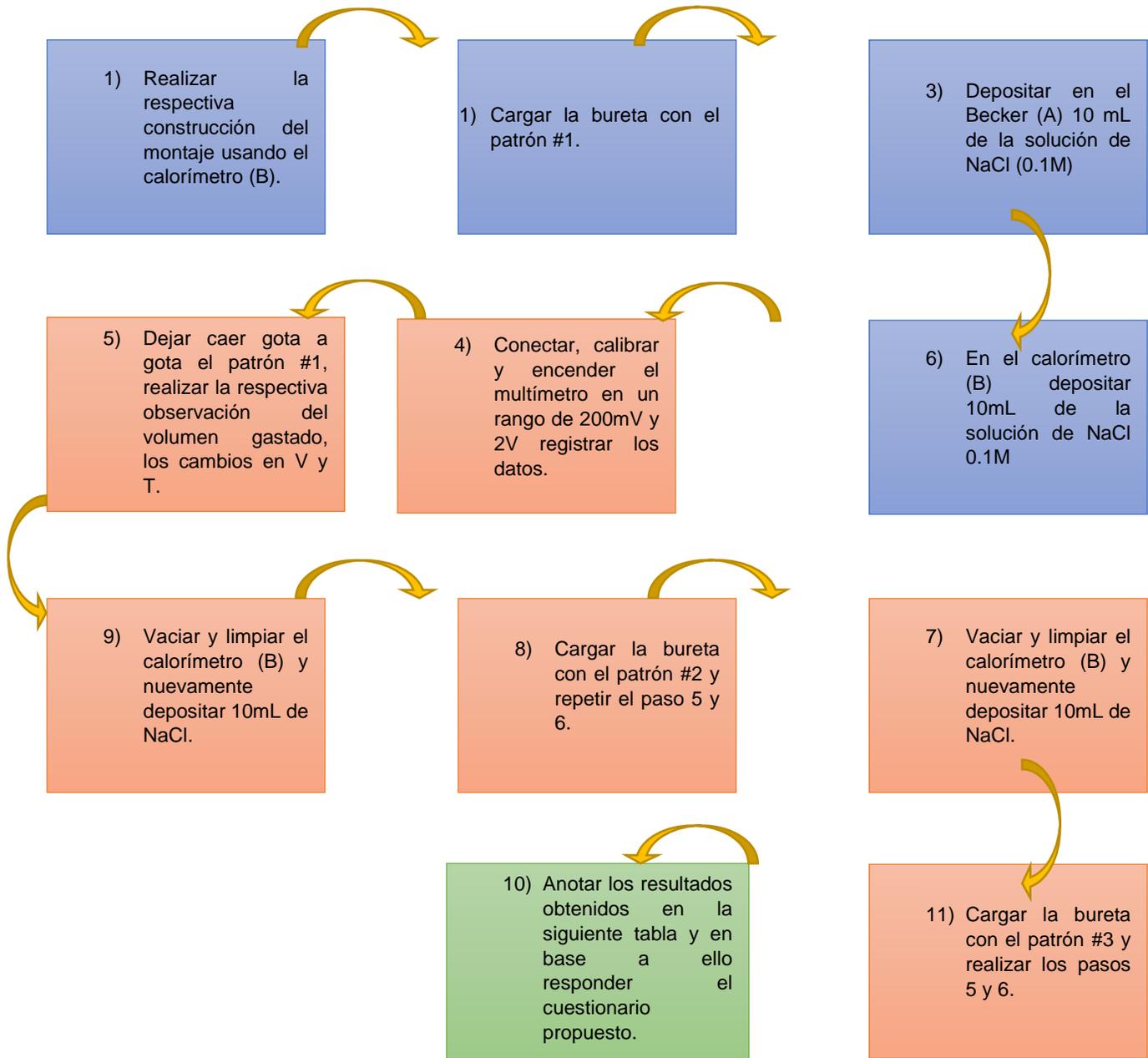
Finalmente al formarse el concepto de Reactividad se abre paso a la siguiente práctica de laboratorio la cual comprende la formación del concepto de polaridad cuando se observa un fenómeno como la solubilidad y la conductividad.

### Materiales y reactivos

CAN TIDA D	MATERIAL		REACTIVOS
2	Becker de 250 o 500mL	Inorgánicos	NaCl
1	Puente Salino		CaCO <sub>3</sub>
1	Multímetro		CuSO <sub>4</sub> anhidro
2	Electrodos de grafito		
2	Cables caimán-caimán	Orgánicos	Etanol
1	Bureta de 25mL		Acetona
1	Termómetro		Gasolina
1	Calorímetro		
1	Agitador de vidrio	Bioquímicas	Azúcar
1	Vidrio de reloj		Aceite
3	Balones aforados de 100mL		Gelatina sin sabor
1	Pipeta graduada		
1	Frasco lavador	Patrones	# 1 = Agua
1	Espátula		#2= Ácido sulfúrico
			#3= Hidróxido de sodio
		Conductor	

## PROCEDIMIENTO

Percepción (azul)  
Cuantificación (naranja)  
Estructuración (verde)



SUSTANCIAS	PATRONES	REACCIÓN		Temperatura (°C)	$\Delta H^{\circ}Rx$ $\Delta H^{\circ}Rx = \sum \Delta H^{\circ}Prod - \sum \Delta H^{\circ}Reac$	$\Delta V = \Delta E^{\circ}$ (mV ó V)	$\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}$ Ver final de la tabla	$\mu$ (Potencial Químico)		OBSERVACIONES
		SI	NO					$\Delta G^{\circ}/n$	$\Delta G^{\circ}/n$ (n=moles)	
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									
	1									
	2									
	3									

EQUACIONES NECESARIAS:  $\Delta G^{\circ} = -nFE^{\circ}$  (n= Electrones ganados o cedidos durante la reacción),  $F=96458$   $E^{\circ} = E^{\circ} (-RT/nF) \ln[Productos]/[Reactivos]$

**ANEXO 1.5**  
**PRÁCTICA DE LABORATORIO # 2**  
**POLARIDAD VS SOLUBILIDAD Y CONDUCTIVIDAD**

**OBJETIVOS**

*OBJETIVO GENERAL*

Aprovechar el fenómeno de solubilidad, conductividad y sus propiedades a fin de formar conceptos científicos correctos sobre la polaridad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas.

*OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

Analizar el principio de solubilidad de las sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas cuando son enfrentadas a patrones como agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio usando los conceptos de polaridad, ionización, entre otros.

Medir de manera cualitativa la conducción de sustancias inorgánicas, orgánicas y bioquímicas cuando son enfrentadas a patrones como agua, ácido sulfúrico e hidróxido de sodio.

Vincular los resultados obtenidos en las pruebas de solubilidad y conductividad eléctrica para explicar el concepto de polaridad y su relación con el comportamiento característico de las sustancias.

**INTRODUCCIÓN**

Constantemente nos vemos enfrentados en el laboratorio a distintos fenómenos que nos generan gran curiosidad pero que desconocemos completamente, estos fenómenos hacen parte esencial de la estructuración de un concepto, ya que a través de las percepciones cualitativas, es decir por las observaciones descriptivas y las explicaciones que el sujeto le da a lo que observe se construye un concepto sólido que se desarrolla y complementa a lo largo del tiempo, a esta matriz se le denomina "sistema de significación". El sistema de significación es la representación en el cual se dirige el proceso de formación de conceptos desde los fenómenos y las teorías que los explican, la formación de conceptos es continua y cada vez se hace más concreta a través de las experiencias que se crean desde la representación de diversas situaciones y de una interpretación apoyada por mediciones y experimentos controlados hace posible que los conceptos adquieran relaciones y diferencias.

"Es importante para los alumnos darse cuenta de cómo cada nuevo conocimiento se construye sobre conocimientos precedentes, correspondientes a hechos susceptibles de ser de vez en cuando reinterpretados; y de cómo puede ser expresado de forma reconocida y legitimada por toda la clase, vista como un verdadero <<sujeto>> social." (Arcà, Guidoni, & Mazzoli, 1990, pág. 45).

De acuerdo con ello a continuación se le presenta una práctica de laboratorio que tiene como finalidad relacionar los fenómenos de solubilidad y conductividad con el concepto de polaridad.

La solubilidad en las sustancias es un fenómeno que depende de la capacidad de éstas para disolverse o no en presencia de otras, por tal motivo a continuación se le presentaran situaciones en las que podrá observar o no dicho fenómeno cuando enfrente sustancias de origen inorgánico, orgánico y bioquímico ( sustancias caseras). Las percepciones que usted logre serán de ayuda para ingresar a la formación del concepto de polaridad.

Además de utilizar la solubilidad como un criterio para formar el concepto de polaridad, se utiliza la conductividad eléctrica de esta mezcla de sustancias con patrones como una forma observable de la conducción usando un montaje casero que permite para evaluar de manera cualitativa esta propiedad.

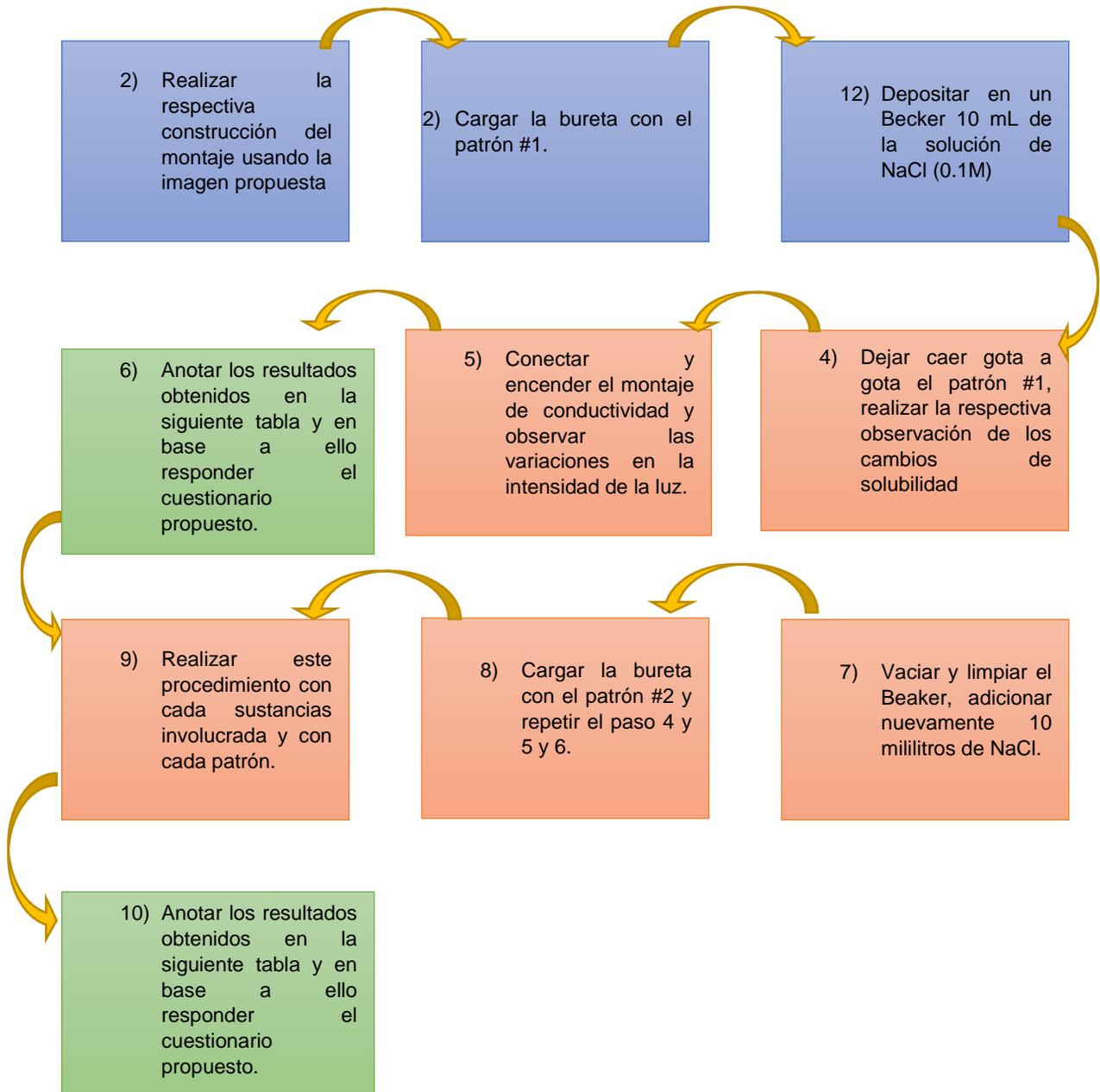
Finalmente, los resultados obtenidos en estas observaciones ( solubilidad y conductividad) serán anotados en tablas de resultados para ingresar hacia la cuantificación. También se espera que los resultados obtenidos en el instrumento de ideas previas sea comparado con estos resultados para que el alumno logre una estructuración de los conceptos propuestos.

### MATERIALES Y REACTIVOS

CAN TIDA D	MATERIAL		REACTIVOS
2	Becker de 250 o 500mL	Inorgánicos	NaCl
1	Puente Salino		CaCO <sub>3</sub>
1	Multímetro		CuSO <sub>4</sub> anhidro
2	Electrodos de grafito		
2	Cables caimán-caimán	Orgánicos	Etanol
1	Bureta de 25mL		Acetona
1	Termómetro		Gasolina
1	Calorímetro		
1	Agitador de vidrio	Bioquímicas	Azúcar
1	Vidrio de reloj		Aceite
3	Balones aforados de 100mL		Gelatina sin sabor
1	Pipeta graduada		
1	Frasco lavador	Patrones	# 1 = Agua
1	Espátula		#2= Ácido sulfúrico
			#3= Hidróxido de sodio
		Conductor	

## PROCEDIMIENTO

Percepción (azul)  
Cuantificación (naranja)  
Estructuración (verde)





**ANEXO 1.6**  
**INSTRUMENTO # 3**

**ESTABILIDAD QUÍMICA**

**OBJETIVOS**

*OBJETIVO GENERAL*

Relacionar los conceptos de reactividad y polaridad como una forma de determinar la estabilidad química de las reacciones ocurridas.

*OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

Utilizar de los fenómenos cuantificables como potencial químico, energía libre de Gibbs, conductividad como una manera de predecir la estabilidad de las sustancias involucradas en la práctica.

Comprender del concepto de Estabilidad formado a través de las relaciones existentes entre ésta con la reactividad, la polaridad y la conductividad.

Querido profesor en formación:

A continuación encontrará una pequeña lectura acerca de la estabilidad química en sustancias de distinto origen: inorgánico, orgánico y bioquímico; esta lectura pretende ingresarle a la última parte que compone el ciclo para la formación de conceptos, la estructuración. De acuerdo a ello, esta lectura le servirá como una herramienta para relacionar la estabilidad química con sus ideas iniciales (intuiciones) obtenidas en la parte inicial y sus observaciones (percepciones) y cuantificaciones obtenidas en la aplicación de las prácticas de laboratorio Reactividad vs Potencial Químico y Polaridad vs Solubilidad y Conductividad en la segunda parte.

Finalmente, este y el resto de los instrumentos servirán como base de datos para conocer si existió en esta prueba piloto alguna ventaja o dificultad para formar o no una estructura a partir del ciclo para la formación de conceptos que permita relacionar los comportamientos de las sustancias con su origen y naturaleza.

**INTRODUCCIÓN**

Como lo argumenta (Huheey, Keiter, & Keiter, 2003), la estabilidad química es la capacidad que tiene un átomo para permanecer inalterado cuando interactúa con otros átomos diferentes. La estabilidad depende estrechamente de la reactividad de una sustancia química, puede describirse como el comportamiento de dicha sustancia al reaccionar o no cuando se enfrenta a una variedad de sistemas

químicos y/o con otras sustancias. A continuación se consideró que la estabilidad química depende del origen químico de la sustancia, es decir que:

*En la química inorgánica:*

Los compuestos inorgánicos son estables a las condiciones de temperaturas altas. Los compuestos cuando se encuentran en solución son buenos conductores del calor y la electricidad.

*En la química orgánica:*

Teniendo en cuenta que el eje central de la química orgánica es el estudio del átomo de carbono, la estabilidad de éste al igual que sus propiedades viene dada por su última capa de valencia, donde a diferencia de tener capacidad para recibir ocho electrones, el carbono aloja a seis electrones. De modo que las interacciones del átomo de carbono vendrán ligadas al carbocación (C+) y de cómo éste forma enlaces bien sea como radicales alquil, aril y/o hidrógenos.

Cuando un carbono se encuentra enlazado a radicales de tipo alquil o aril la molécula gana reactividad pero pierde estabilidad, muy por el contrario sucede cuando el carbono se encuentra unido a átomos de hidrógeno, así que ganará estabilidad pero perderá reactividad, ya que la unión entre C-H es mucho más fuerte, disminuyendo así la probabilidad que el carbono libere al hidrógeno para que éste reaccione con otras sustancias.

*En la bioquímica:*

La estabilidad en los compuestos bioquímicos se encuentra ligada a los altos pesos moleculares, y gran variedad de funciones que presenta una sola biomolécula. Además, de su importancia en la vida lo que las hace tener un tiempo de vida media con condiciones controladas, por tal motivo las moléculas bioquímicas son estables pero a condiciones específicas de presión y temperatura.

## **ACTIVIDAD**

Para iniciar, deberá completar la siguiente tabla con la información más importante que logro abstraer de cada una de las etapas de esta prueba piloto. Al finalizar la tabla encontrará una sección acerca de las conclusiones que puede dar de sus afirmaciones en la tabla de resultados



**ANEXO 1.7**  
**FOTOGRAFÍAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO**  
**INSTRUMENTO # 2 Y 3**





Figura 16. Equipo rojo, Práctica Reactividad vs Potencial Químico 10/05/2018



Figura 18. Equipo azul, Práctica Reactividad vs Potencial Químico 10/05/2018



Figura 17. Curso de Sistemas Fisicoquímicos II, Práctica Reactividad vs Potencial Químico 10/05/2018



Figura 19. Equipo Verde, Polaridad vs Solubilidad y Conductividad, NaCl + Agua. 10/05/2018



Figura 20. Equipo Verde, Polaridad vs Solubilidad y Conductividad, Etanol + Agua. 10/05/2018



Figura 21. Equipo Azul, Polaridad vs Solubilidad y Conductividad, Gasolina + Ácido Sulfúrico. 10/05/2018



Figura 22. Equipo Fucsia, Polaridad vs Solubilidad y Conductividad, Aceite + NaOH. 10/05/2018