

**SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL ENLACE
QUÍMICO EN ESTUDIANTES DE GRADO 10 DE LA I.E.T.I. ESPAÑA DEL
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ-VALLE**

OSCAR MARINO MICOLTA SILVA



**UNIVERSIDAD ICESI
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

2017

**SECUENCIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL ENLACE
QUÍMICO EN ESTUDIANTES DE GRADO 10 DE LA I.E.T.I. ESPAÑA DEL
MUNICIPIO DE JAMUNDÍ-VALLE**

OSCAR MARINO MICOLTA SILVA

Director:

Dr. José Darío Sáenz

Asesora trabajo de grado

Dra. María Isabel Rivas Marín



**UNIVERSIDAD ICESI
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

2017

CONTENIDO

Resumen.....	1
Introducción	3
Capítulo 1. Planteamiento de la investigación.....	5
1.1 Formulación del problema	5
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación	6
Capítulo 2. Marcos de referencia	8
2.1 Marco Teórico.....	8
2.1.1 Estado del arte.....	8
2.2 Marco Conceptual.....	11
2.2.1 Paradigmas sobre el aprendizaje.....	11
2.2.2 Concepto de didáctica.....	15
2.2.3 Didácticas de las ciencias.....	16
2.2.4 Didáctica de la química.....	19
2.2.5 Secuencias didácticas de aprendizaje.....	20
2.2.6 Movilización de saberes.....	23
2.2.7 Explicación de fenómenos	24
2.2.8 Los modelos en la enseñanza de las ciencias.....	25
2.2.9 Estrategia POE (predecir, observar, explicar e indagar).....	26
2.2.10 Conceptos fundamentales	28
Capítulo 3. Planteamiento de la secuencia.....	37
Capítulo 4. Metodología	43
4.1 Enfoque de la investigación	43
4.2 Diseño de la investigación	44
4.3 Población y contexto.....	44
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información.....	45

4.5	Análisis de la información:	45
Capítulo 5.	Análisis e interpretación de la información	48
5.1	Descripción y análisis de actividades	48
5.2	Análisis de resultados de la evaluación antes y después de aplicar la secuencia	53
Capítulo 6.	Conclusiones y recomendaciones	67
Referencias bibliográficas.....		69
Anexos		75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la secuencia didáctica	38
Tabla 2 Fases de una investigación cualitativa	44
Tabla 3 Resultados actividad experimental	49
Tabla 4¿Cuáles son los denominados electrones de valencia?	54
Tabla 5¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos?	55
Tabla 6¿Qué entiendes por enlace químico?	56
Tabla 7¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? ¿Por qué?	58
Tabla 8¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? ¿Por qué?	59
Tabla 9¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos?	61
Tabla 10¿Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelven?.....	63
Tabla 11¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida?	64
Tabla 12¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso?	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Tabla de valores de electronegatividad	29
Figura 2 Electrones de valencia	29
Figura 3 Estructuras de Lewis de algunos elementos	30
Figura 4 Regla del Octeto	31
Figura 5 Modelo de enlace iónico.....	32
Figura 6 Modelo de enlace covalente	33
Figura 7 Modelo de enlace metálico.....	34
Figura 8 Modelo de fuerzas dipolo - dipolo.....	35
Figura 9 Modelo de fuerzas de dispersión	36
Figura 10 Puentes de hidrogeno.....	36

Agradecimientos

Al Ministerio de Educación Nacional por el programa becas para la excelencia docente.

A la Universidad Icesi, y en especial a los profesores de la Maestría en Educación, por el excelente nivel que nos brindaron.

A la Doctora María Isabel Rivas, por su compromiso en las asesorías, y sus aportes para el mejoramiento de la secuencia didáctica.

Al profesor Ernesto Peláez, por su asesoría en el análisis estadístico.

Al profesor Jimmy Fabián Pineda, quien tuvo la gentileza de hacerme recomendaciones para ajustar y mejorar las actividades de la secuencia didáctica.

A los directivos y cuerpo docente de la Institución Educativa Técnica Industrial España por su apoyo, y a los estudiantes del grado 10-3 del año lectivo 2016 con quienes se aplicó la secuencia.

A Constanza y demás familiares por su apoyo incondicional.

Resumen

Los nuevos enfoques educativos centran los sistemas de enseñanza y aprendizaje en el alumno. Esto lleva actualmente a un profesor a variar sus prácticas de aula utilizando diversas estrategias de enseñanza que promuevan en los estudiantes aprendizajes significativos. En ese sentido, las secuencias didácticas, como conjunto articulado de actividades, se convierten en alternativa metodológica importante para el desarrollo de sus competencias.

Dada la importancia que tiene el enlace químico como concepto fundamental para el aprendizaje de la química, este trabajo muestra el diseño y aplicación de una secuencia didáctica, donde se realizaron diferentes actividades a través del trabajo grupal, que contribuyen a su comprensión por parte del estudiante.

Para el estudio, las respuestas fueron clasificadas en exactas, inexactas y no responde y los resultados analizados a través de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p. Los datos obtenidos arrojaron que en todas las preguntas hubo incrementos. Y aunque la primera pregunta no mostró un aumento significativo de acuerdo con esta prueba, las demás sí lo mostraron.

Esto llevó a concluir que el diseño e implementación de la secuencia didáctica, llevando a cabo actividades prácticas relacionadas con los tipos de enlaces químicos y las fuerzas intermoleculares, ayudó a la movilización de saberes y a la explicación de fenómenos relacionados con este concepto. Esto se observa en la apropiación conceptual reflejada por los alumnos en las discusiones grupales y que a la postre se ve al comparar las diferencias significativas que hay entre las respuestas dadas a las distintas preguntas, antes y después de la intervención, las cuales se analizaron a través de la prueba de hipótesis.

Palabras claves: enlace químico, secuencia didáctica, movilización de saberes, explicación de fenómenos.

Abstract

The new educational approaches focus the teaching and learning systems in the student. This currently leads a teacher to vary their classroom practices using various teaching strategies that promote meaningful student learning. In that sense, didactic sequences, as an articulated set of activities, become an important methodological alternative for the development of their competences.

Given the importance of chemical bond as a fundamental concept for the learning of chemistry, this work shows the design and application of a didactic sequence, where different activities were carried out through group work, which contribute to its understanding by the student.

For the study, the responses were classified as accurate, inaccurate and nonresponsive and the results analyzed using the hypothesis test with a p-value approach. The data obtained show that in all the questions there were increases. And although the first question did not present a significant increase according to this test, the others showed it.

This led to the conclusion that the design and implementation of the didactic sequence, carrying out practical activities related to the types of chemical bonds and the intermolecular forces, helped the mobilization of knowledge and the explanation of phenomena related to this concept. This is observed in the conceptual appropriation reflected by the students in the group discussions and that in the end is seen when comparing the significant differences that exist between the answers given to the different questions, before and after the intervention, which were analyzed to through the hypothesis test.

Keywords: chemical bond, didactic sequence, mobilization of knowledge, explanation of phenomena.

Introducción

El enlace químico es uno de los conceptos pilares para la comprensión de la química. Pues permite, no solo entender por qué los átomos se unen para crear moléculas, percatarse de la estructura geométrica de estas y de la formación de compuestos, sino que facilita también la explicación de diferentes fenómenos acaecidos en la vida cotidiana. No obstante, por el hecho de ser intangible y suceder a nivel microscópico, lo convierte en abstracto, dificultando la asimilación por parte de los estudiantes.

Es por ello, que este trabajo tiene como finalidad promover el aprendizaje de este concepto a través del diseño e implementación de una secuencia didáctica que permita la movilización de saberes. Pues como plantea Ángel Díaz Barriga (2013), esta metodología propicia la organización de actividades para los estudiantes y con los estudiantes con el propósito de originar situaciones que les ayuden en el desarrollo de aprendizajes significativos.

Dado lo anterior, para esta secuencia, que sigue un enfoque de investigación cualitativo, se utilizó como técnica de recolección de datos, un cuestionario organizado con base en la planificación seguida por Sánchez y Valcárcel (1993) y el estudio del enlace químico realizado por García y Garritz (2006); y cuyo diseño estructural se planeó con base en el modelo empleado por el centro de desarrollo en educación, para la construcción del módulo “Cambios de estado” de INSIGHTS.

Las nueve preguntas elaboradas se organizaron en tres grupos así: las tres primeras, tenían como propósito indagar sobre los saberes de los estudiantes con relación al concepto de enlace químico y la estabilidad de los átomos. Las tres siguientes, averiguar acerca de las concepciones de los estudiantes en relación con la conductividad eléctrica de algunas sustancias. Y las tres últimas, examinar sobre ideas relacionadas con fenómenos como la solubilidad, la flotabilidad del hielo en agua y los estados de agregación.

Por último, para considerar los cambios ocurridos al aplicar la secuencia, los resultados obtenidos con la evaluación diagnóstica, se confrontan con los conseguidos en la evaluación final y se analizan por medio de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p , para saber qué tan significativa fue la intervención.

Capítulo 1. Planteamiento de la investigación

En este capítulo se describe la dificultad que presentan los estudiantes para comprender el enlace químico, para ello se toma como base algunos datos de investigaciones al respecto. Igualmente se plantea una manera de abordarlo a través de las secuencias didácticas.

1.1 Formulación del problema

El enlace químico es uno de los conceptos más importantes para la química, pues a través de este se explican la polaridad de las moléculas, su geometría y por ende sus propiedades físicas y químicas. Todo lo anterior conlleva a entender los comportamientos microscópico y macroscópico de las distintas sustancias químicas (Chan, 2002). No obstante, este concepto se torna complejo para la comprensión por parte de los estudiantes debido a que es abstracto y no se puede verificar de manera directa.

Entre los obstáculos más frecuentes que se encuentran en el aula está la diferenciación entre el enlace covalente y el enlace metálico. Esto se debe a que el estudiante tiende a utilizar la resta de electronegatividad como criterio para argumentar este último. Igualmente, se presentan dificultades para establecer la polaridad de las moléculas a través de su geometría. Esto coincide con lo planteado por investigadores como Lucas dos Santos y Ángela Fernández (2014), quienes citando a Özmen (2004), Coll y Taylor (2001), Nicoll (2001) y Fernández et al. (2010), exponen, además de los inconvenientes anteriores, sobre el uso indiscriminado de la regla del octeto para explicar la formación del enlace químico, las dificultades para establecer la formación de los enlaces y la incapacidad para relacionar estos conceptos con los tres niveles de conocimiento químico, representacional, macroscópico y microscópico.

Dada la importancia de este concepto, se desea que los estudiantes lo aprendan de forma significativa. Es por eso que se recurrirá a la implementación de las secuencias didácticas como método para promover su aprendizaje en el aula.

De lo anterior surge la pregunta:

¿Las secuencias didácticas para la enseñanza del enlace químico, promueven el aprendizaje y movilizan la explicación de fenómenos en los estudiantes del grado 10 de la institución educativas España del municipio de Jamundí?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general.

Promover el aprendizaje del concepto de enlace químico a través de una secuencia didáctica que movilice la explicación de fenómenos en estudiantes del grado décimo de la institución educativa España del municipio de Jamundí.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las dificultades que presentan los estudiantes del grado décimo para explicar el enlace químico y su relación con las propiedades de la materia.
- Diseñar una secuencia didáctica que permita a los estudiantes explicar las clases de enlace químico y su relación con las propiedades de la materia.
- Implementar una secuencia didáctica que posibilite aprender el enlace químico y explicar su relación con las propiedades de la materia.
- Evaluar el aporte de las secuencias didácticas en el aprendizaje del enlace químico y su relación con las propiedades de la materia.

1.3 Justificación

Usualmente las asignaturas científicas se han enseñado desde un punto de vista tradicional, es decir, el conocimiento ya “acabado” que aparece en los libros se deposita en los estudiantes quienes suelen ser sujetos pasivos. En ese sentido, la escasa participación que tienen ellos en la

construcción de su conocimiento, genera apatía hacia este. Desde luego, esto conlleva a la desmotivación del alumno y en muchas ocasiones a problemas de indisciplina al interior del aula y en el peor de los casos a la deserción escolar.

Sin embargo, es posible llevar al aula formas de enseñanza más participativas que permitan al estudiante intervenir en la construcción de su aprendizaje. Tal como manifiesta Ausubel (1979), enseñar teniendo como base la estructura cognitiva del alumno, de manera que se garantice la asimilación y la retención del conocimiento que la escuela ofrece al alumnado, de modo que adquiera significado para el mismo. Esto implica pensar incluso, en el material que se va a utilizar en el aula y con el cual estudiante va a interactuar durante su proceso de aprendizaje (Rodríguez Palmero & all, 2010).

Para darle sentido práctico a lo anterior y que el aprendizaje tenga significancia para los alumnos, se van utilizar en este trabajo las secuencias didácticas de aprendizaje, que según Tobón, Pimienta y García (2010) son “conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos”. Para el caso que nos compete, en la elaboración de la secuencia se pretende, además de usar materiales cotidianos, hacer uso de las TIC como otra forma de relación en el aula.

Capítulo 2. Marcos de referencia

En este capítulo se presentan las indagaciones que sobre este tema han realizado algunos investigadores, además sus metodologías y los resultados obtenidos. Igualmente, se presentan los conceptos teóricos que dan soporte al trabajo que se pretende realizar.

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Estado del arte

Las diferentes investigaciones concuerdan que, en química, uno de los temas más complejos de tratar es el enlace químico. Todo por la forma intangible en que se debe abordar. Esto lleva a buscar diferentes estrategias que permitan una oportuna enseñanza por parte del docente para producir un adecuado aprendizaje de los alumnos. Por eso, en algunos estudios se ha recurrido a prácticas experimentales complementadas con el uso de las TIC con el ánimo de producir aprendizajes más significativos.

José María De Posada (1999), indagando a estudiantes de bachillerato entre 15 y 18 años para conocer su concepción sobre el enlace químico, encuentra que no asumen con facilidad la idea de ion, no comprenden la naturaleza del enlace covalente, tienen poca interiorización de las fuerzas intermoleculares comparadas con los enlaces covalentes y, por lo tanto, casi no las usan en sus explicaciones. Propone entonces incluir sistemas de dibujos en las unidades didácticas en las que aparezcan diferentes clases de sustancias para facilitar la comprensión de la discontinuidad de la materia y los tipos de agregados.

Por otro lado, García y Garritz (2006) desarrollaron una unidad didáctica para estudiantes de bachillerato con edades entre 15 y 16 años, siguiendo el modelo propuesto por Sánchez y Valcárcel (1993) y planificando la secuencia constructivista según Driver & Scott (1996). Indicaron en sus resultados modificaciones que hacen pensar en la eficacia del trabajo realizado,

al pasar de conocimientos declarativos a conocimientos que explican causas; aunque al final no se obtienen cambios radicales en las concepciones que tienen los alumnos sobre el enlace químico.

Usando el mismo modelo de Sánchez y Valcárcel (1993), Rentería (2013), tomando como base investigaciones sobre las dificultades para el aprendizaje de las ciencias, relacionadas con la estructura lógica de los contenidos conceptuales e influenciadas por las ideas previas de los alumnos y sus métodos de razonamiento, propone un estudio del concepto de enlace químico utilizando moléculas de interés ambiental con estudiantes de grado décimo. Finalmente indica que estas unidades permiten a los estudiantes reflexionar sobre el pensamiento científico, y además les enseña a aprender a aprender, aprender a hacer y a mejorar como seres, teniendo en cuenta que las actividades se hacen compartiendo con los demás compañeros.

En ese sentido, Shulman (1987) citado por García y Garritz (2006) manifiesta que una unidad didáctica “es un instrumento para desarrollar las formas más útiles de representación de analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otra.”

Sánchez, Gallego y Flórez (2015) por su parte, aplican en bachillerato una secuencia didáctica en la que quieren observar cómo influye la multi representacionalidad, la colaboración y el empleo de tecnologías de la información y comunicación en la enseñanza de temas científicos específicamente, el enlace químico. Para ello trabajan con 68 estudiantes entre 13 y 15 años, 35 alumnos conforman el grupo de control y 33 el grupo experimental. Mientras el grupo experimental lleva a cabo sus actividades en laboratorios tradicionales, el experimental utiliza, además, recursos digitales, simuladores, videos, formas de representación gráfica y procesos de comunicación paralelos al desarrollo de las actividades.

La investigación concluye que los resultados son mejores con el grupo experimental que con el de control. Infieren entonces que se debe al diseño de la secuencia, en cuya elaboración se tuvo en cuenta que, para el aprendizaje de los conocimientos científicos se necesitan cambios de las representaciones previas, apoyadas en variadas formas de representaciones externas

estructuradas y organizadas a partir de tres niveles conceptual: macroscópico, nanoscópico y simbólico.

Lo anterior concuerda con lo expuesto por Maya (2013), quien argumenta que la diversidad de herramientas empleadas durante el desarrollo de la unidad, permite a los alumnos demostrar su capacidad para relacionar la estructura de la sustancia y la clase de enlace que la conforman y conlleva a que haya un mayor porcentaje de estudiantes que logran reconocer las características de los distintos enlaces y relacionarlos con las propiedades de la materia.

En otro espacio dos Santos y Fernández (2014), emplean una situación problema para evaluar la efectividad de estrategias didácticas para enseñar el enlace químico a estudiantes de primer ciclo de universidad. Para su implementación utilizan hipermedias, videos, simulaciones y trabajos manuales. Después de evaluar explican que, aunque la mayor parte de las respuestas de los alumnos fueron parcialmente apropiadas, consideran que en términos generales la intervención fue satisfactoria pues fueron capaces de indicar la naturaleza electrostática de los enlaces químicos, fueron precisos al clasificar la clase de enlace y representaron bien las sustancias iónicas y metálicas. Sin embargo, se dieron otras concepciones como el asociar un enlace fuerte a compuestos iónicos en comparación con el metálico.

Es bueno indicar, que, aunque los trabajos consultados se realizan en entornos diferentes, se suele destacar la importancia de las ideas previas de los estudiantes y su socialización para estimular la participación activa de ellos durante el proceso de aprendizaje (Córdoba 2012). Igualmente se señala la importancia del trabajo colaborativo para fomentar el aprendizaje de los conceptos y estimular la creatividad de los alumnos (Vergara 2014).

También en la mayor parte de ellos utilizan las Tecnologías de Información y la Comunicación (TIC) y recomiendan su uso para crear nuevos ambientes de aprendizaje (Vergara 2014). Así, las simulaciones interactivas de laboratorios y demás programas didácticos, aunque tienen limitaciones, promueven el auto aprendizaje ayudando a fomentar el pensamiento crítico de los alumnos, pues complementan las prácticas experimentales y las explicaciones magistrales del

profesor (Cataldi Zulma, 2010). Y asimismo conducen a experiencias más significativas que facilitan la apropiación de nuevos conocimientos y el desarrollo de nuevas competencias.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Paradigmas sobre el aprendizaje

Toda persona requiere conocimientos para poder interactuar socialmente de manera eficaz. Igualmente, necesita que alguien se los enseñe. Es así, como los primeros aprendizajes los recibimos de las personas más cercanas a nosotros -familiares, amigos de infancia, vecinos, etc.- y posteriormente en la escuela. Esta última, como pieza fundamental en el desarrollo económico y político de una sociedad, ha tenido que desarrollar maneras cada vez más eficientes de transmitir los saberes.

Es en ese aspecto, que la relación enseñanza y aprendizaje, ha llamado la atención de los investigadores en diferentes épocas. Psicólogos como Skinner (Ortiz Torres, 2006), por ejemplo, en su teoría conocida como condicionamiento operante, refiere a que es en la propia acción u operación donde se produce el aprendizaje, entendiendo este como la apropiación de conductas, es decir, todo lo que se realiza para cambiar el mundo exterior. Destaca también la precisión del proceso de enseñanza en cuanto a su contenido y al sistema de reacciones conductuales que deben producirse en el educando con la determinación de las habilidades específicas con sus correspondientes acciones y operaciones.

Sin embargo, esta teoría limita el aprendizaje a conductas externas y observables, los objetivos de aprendizaje son trazados en función de lo que el estudiante sabe hacer, es decir, sus acciones, sin tener en cuenta otras variables generadoras de aprendizaje como son las relaciones interpersonales. Lo que le ha valido crítica.

Pero siendo el aprendizaje un acto mental complejo, que involucra los estímulos que nos brindan los sentidos, la memoria que ayuda a guardar información para luego utilizarla, el lenguaje, además de las experiencias, ha llevado a que diferentes psicólogos den otras explicaciones a este proceso.

Es así como Piaget (1970), de acuerdo con Ortiz (2006), hace referencia al aprendizaje como el cambio de estado de conocimientos mínimos a estados más complejos, lo cual implica cambios en los esquemas mentales que tienen lugar en las diferentes etapas de un individuo.

Según Ortiz (2006 p:14), para Piaget (1970) el aprendizaje tiene como base:

- “La existencia de sistemas operativos de la cognición integrados por operaciones y esquemas lógicos que se organizan de manera peculiar en el sujeto, propiciando la aparición de complejas estructuras cognitivas”.
- “Posición activa del sujeto que aprende, el cual elabora su propio conocimiento, por lo que el aprendizaje es un proceso constructivo peculiar de organización y reestructuración cognitiva”. La actividad del alumno es fundamental, desde aquellas que poseen un carácter sensoriomotriz hasta las complejas operaciones formales de acuerdo con los criterios de S. Gimeno y A. Pérez (1992).
- “Los procesos de asimilación y acomodación permiten que el sujeto aprenda de manera dinámica y contradictoria, los conflictos cognitivos constituyen fuente de aprendizaje en el aula”.
- “El profesor como facilitador del aprendizaje debe posibilitar el desarrollo intelectual de los alumnos a partir de la creación de situaciones motivantes y estimuladoras para que ellos participen y actúen consecuentemente como protagonistas (pedagogía operatoria)”.
- “El aprendizaje posibilita el desarrollo de la inteligencia como instrumento general del conocimiento”.
- “La interiorización de las acciones prácticas ocurre en el continuo intercambio del sujeto con los objetos del conocimiento”.

- “Destaca el papel de la maduración biológica, la experiencia con los objetos del medio, la transmisión social (la educación) y la equilibración como factores importantes del desarrollo intelectual”.
- “El desarrollo cognitivo se produce como resultado de la interacción del proceso de maduración de y el medio social y natural”.
- “Su propuesta de estadios del desarrollo intelectual permite conocer cómo evolucionan los procesos lógicos del niño a través de la ontogenia”.
- S. Gimeno y A. Pérez (1992) consideran como significativo en esta concepción el espacio central que juega el lenguaje, la significación de la cooperación para el desarrollo de estructuras cognitivas del intercambio de opiniones y diferentes puntos de vista, así como la distinción y vinculación entre el desarrollo y el aprendizaje, sin pretender identificarlos ni concebir que cualquier aprendizaje provoca desarrollo y la estrecha vinculación de las dimensiones estructural y afectiva de la conducta.

En cambio, Carrera y Mazzarella (2001) indican que Vigotsky (1979) considera el aprendizaje como una serie de procesos mentales que se activan y surgen por la interacción con otras personas en diferentes contextos, interacción que siempre está mediada por el lenguaje. Estima, además, que esos procesos en cierta medida sociales, son internalizados hasta convertirse en formas de autorregulación.

Para L.S. Vigotsky (1979 p:43) el aprendizaje tiene las siguientes características:

- “Su formulación principal se refiere a que los procesos psicológicos superiores se originan en la vida social, es decir, en la participación del sujeto en actividades compartidas con otros”.
- “Señala que todo el aprendizaje en la escuela tiene una historia previa, lo que implica que todo niño antes de ingresar a la escuela ya ha tenido experiencias, por tanto, el aprendizaje y el desarrollo están interrelacionados desde los primeros días de la vida de este. Además, considera que el desarrollo tiene una trayectoria de afuera hacia adentro por medio de la internalización de procesos interpsicológicos, por eso, destaca que el aprendizaje impulsa

los procesos de desarrollo psicológico y en ese sentido, considera que la escuela cumple un papel fundamental”.

- “Hace referencia a dos niveles evolutivo a saber: el nivel de desarrollo real, que comprende el nivel de desarrollo de las funciones mentales de un niño, el cual corresponde a aquellas actividades que el niño es capaz de hacer por si solo y que indican sus capacidades mentales. Y el nivel de desarrollo potencial, que corresponde a aquellas actividades que el niño puede realizar con ayuda de otros, bien sea cuando se le brinda la ayuda o se le muestra cómo solucionarlo, es decir, no es capaz de solucionarlo independientemente. La brecha entre la capacidad para resolver un problema solo –nivel de desarrollo real- y la capacidad para resolver un problema con la colaboración de un adulto o de un compañero –nivel de desarrollo potencial- es denominada zona de desarrollo próximo. Esta zona define aquellas funciones que no han madurado, pero se encuentran en proceso de maduración”.

Por otro lado, Ausubel (2005) habla del aprendizaje significativo, el cual se alcanza cuando el estudiante es capaz de relacionar los conocimientos nuevos, no de un modo arbitrario y sustancial, con los que ya conoce, así estos últimos no sean del todo correctos, los cuales se encuentran previamente organizados en estructuras cognoscitivas y a su vez, si este adopta la actitud de aprendizaje correspondiente para hacerlo así. Igualmente, destaca como esencial la motivación para que haya aprendizaje significativo y lanza duras críticas a la enseñanza tradicional puesto que, para él, resulta poco eficaz una enseñanza basada solo en la repetición mecánica de elementos que el sujeto no ha logrado estructurar.

Moreira (1997a) citado por Luz Marina Rodríguez (2008) indica que, el aprendizaje significativo es el proceso mediante el cual se relaciona un conocimiento nuevo o una información nueva con la estructura cognitiva de la persona que aprende de forma no arbitraria y sustancial. Así, dicha interacción con la estructura cognitiva se produce solo con aspectos relevantes presentes en la misma y que reciben el nombre de ideas de anclaje o subsumidores. Estas ideas previas en el alumno, en la medida en que estén claras y disponibles en su mente, van a servir de base para la incorporación y fijación de nuevos conocimientos y ayudarán a que este adquiera significancia. En contraposición al aprendizaje significativo Ausubel (1976, 2002) plantea el aprendizaje mecánico que, aunque no se produce en el vacío cognitivo, no supone interacción entre el nuevo

conocimiento y la estructura cognitiva o que la supone arbitraria y literal, dada la inexistencia de elementos de anclaje claros y relevantes en ella, dando como resultado un aprendizaje repetitivo y carente de significado.

Se debe resaltar que, en las últimas décadas, el aprendizaje escolar ha ocupado un papel fundamental en las políticas educativas mundiales y Colombia no ha sido ajena a estas. Es por eso, que las pruebas estatales de evaluación educativa han variado y en los últimos años, se diseñan atendiendo las competencias (ser, saber y saber hacer). En ese orden, la didáctica ha jugado un papel preponderante a través de la teoría de las situaciones didácticas y de las secuencias didácticas para fortalecer el aprendizaje escolar.

2.2.2 Concepto de didáctica

González (1990), Expresa que la interacción del hombre con el medio lo ha hecho razonar frente a aquello que lo rodea, lo que ha llevado a que asocie y almacene conocimientos que, de alguna manera, son jerarquizados en su mente. Y ha sido la didáctica la encargada de regular y propiciar el ritmo de apropiación del conocimiento debido a sus incentivos oportunos. Por eso ha sido el conocimiento en cualquiera de sus formas, el que ha permitido el ejercicio de la didáctica a lo largo del acontecer histórico. Pues ella debe buscar el cuándo, dónde y cómo debe ser dispuesto el conocimiento para entregárselo al aprendiz y que este lo haga suyo a través de modos adecuados de interacción.

En ese sentido menciona, que hay quienes comparan la didáctica con el arte” denominándola “arte de enseñar” (p:245). Pues “el arte es creativo y no es solamente un mero percibir sensible, sino que su percepción es con la inteligencia, o sea, es una comprensión profunda como uso de la razón”. Cita igualmente que “el arte siempre estará determinado por aquello que alguna vez fue, pero que solo adquiere legitimidad por aquello que ha llegado a ser o aún más, por lo que quiere y quizá pueda llegar a ser” (p:246). Es así como, manifiesta en su descripción, que la didáctica será un arte, pues el maestro como didacta, en su actuar es un creativo, pues el hacer didáctico en sí, es una creación permanente para que llegue a ser eficaz.

Asimismo, manifiesta que en la búsqueda de su significado ella ha pasado por muchos procesos. Históricamente desde la antigua Grecia se tienen reportes de técnicas didácticas, tanto en los diálogos socráticos de Platón como en escritos Sofista. Es así como en su epistemología entre los términos que hacen referencia a ella aparece διδάσκω que significa enseñar algo a alguien, pero también aprender, suponiendo en ellos una mediación para el aprendizaje (p:248).

No obstante, otros consideran que ella alcanza su consolidación en el siglo XVII cuando Comenio publica su Didáctica Magna (Pruzzo, 2006), quien la define como un artificio universal para enseñar todo a todos los hombres; por eso desde su concepción metafísica le otorga a la enseñanza el estatus fundamental de hacer del hombre un Hombre.

Por otro lado, Zambrano (2002) considera su nacimiento en Francia, en la década de los años setenta, cuando alcanza un discurso propio al producirse una serie de cambios en la enseñanza sucedidos en las escuelas de primaria y bachillerato. Para él, ella es una disciplina científica cuyo objeto es el estudio de la génesis, circulación y apropiación del saber y sus condiciones de enseñanza-aprendizaje y la manera como este se aborda.

Carlos Vasco por su parte, la concibe como una reflexión sistemática disciplinada acerca del problema de cómo enseñar. Una reconstrucción del problema de la comunicación entre alumnos y maestros, a partir de los fracasos del aprender y enseñar (Sierra Fajardo, 2008). En ese orden la didáctica se manifiesta fundamentalmente como la actitud reflexiva de índole epistemológica, ocupándose de los fundamentos y métodos que preceden a toda acción en el proceso de enseñanza aprendizaje (González, 1990).

2.2.3 Didácticas de las ciencias

López (2008) sostiene que las ciencias naturales no han tenido el mismo desarrollo. Es así como la influencia que los aportes filosóficos de Bacon, sobre Newton, Boyle y Hooke, hizo que estos tuvieran el mismo paradigma epistemológico de la naturaleza corpuscular del universo. Mientras que la experimentación de Lavoisier en el siglo XVIII y ante todo la construcción de una

nueva teorización sobre el desarrollo de la química, son los inicios que marca las distinciones entre la física y la química como ciencias.

De acuerdo con López (2008), es debido al progreso histórico tan diferente de las ciencias naturales y el predominio de la investigación en el desarrollo de la física, lo que influyó para que los más destacados epistemólogos del siglo XX (Popper, Lakatos y Kuhn) adoptaran como forma de representar la naturaleza o dialogar con ella, la categoría de teorías científicas a través de la investigación científica.

Sin embargo, para Adúriz-Bravo y Mercè Izquierdo (2002), la Didáctica de las Ciencias Naturales es una disciplina que, en las últimas décadas, ha consolidado un cuerpo teórico y una comunidad académica que la ha separado de la didáctica general. “Ella se centra ante todo en los contenidos de las Ciencias desde la mirada de la enseñanza y aprendizaje, basada fundamentalmente en lo epistemológico, y complementada por disciplinas ocupadas de la cognición y el aprendizaje como la psicología y las del área de la ciencia cognitiva”. En ese sentido Adriana Gallego (2007) considera que la didáctica de las ciencias, es una ciencia, y que los didactas tienen el compromiso de producir conocimiento en su disciplina.

En cambio, Davini (1998), citado por Silvina Cordero Et al. (2012), analiza la Didáctica de la Ciencias Naturales como un espacio complejo debido a su interdisciplinaridad, pues en ella conviven especialistas de las ciencias sociales y naturales. Asimismo, refiere cuestionamientos al campo, los cuales remiten a la reducción de la complejidad del proceso de enseñanza a una tarea formativa en las distintas disciplinas y a solo dos niveles de análisis: el contenido y sus reglas y el sujeto de aprendizaje. Además, menciona que, en la pretensión de autonomización entre las didácticas especiales, se generan conflictos de poder entre las diferentes comunidades científicas.

Adúriz-Bravo e Izquierdo (2002), revisando la evolución histórica de la didáctica de las ciencias destacan cinco etapas a saber:

- 1) Etapa adisciplinar: desde fines del siglo XIX hasta mediados de la década de los 50's del siglo XX, donde las producciones en el campo de lo que hoy se denomina didáctica de las ciencias

son escasas y heterogéneas. Hay disparidad en las producciones y no hay conexión entre los autores lo que no permite suponer la existencia de una didáctica de las ciencias como campo de investigación.

- 2) Etapa tecnológica: se inicia en la voluntad de cambio curricular en ciencias durante los años 50's y 60's del siglo XX. Estas reformas curriculares se apoyan en reconocidos científicos como Jerome Bruner, Robert Gagné Y Robert Karplus. La didáctica de las ciencias eficientista de este periodo se apoya en el conocimiento científico aportado por disciplinas externas. Y se denomina tecnológica por la voluntad de intervenir en el aula sin atender el desarrollo del conocimiento.
- 3) Etapa protodisciplinar: Empieza a mediados de la década de los 70's donde los investigadores en didáctica de las ciencias comienzan a considerarse miembros de una misma comunidad y a formular problemas propios y distintos. Es allí cuando empieza a ganar reconocimiento en el ámbito universitario.
- 4) Disciplina emergente: En la década de los 80's, los didactas de las ciencias empiezan a preocuparse por un cuerpo de conocimientos acumulado que sea coherente: Se reconoce la existencia de conjuntos de personas guiadas por la misma problemática y consideran mayor rigurosidad en los marcos conceptuales y metodológicos que lleven a la exploración sistematizada de esta problemática.
- 5) Didáctica consolidada: Corresponde a estos últimos años donde existe una opinión casi generalizada acerca de la consolidación de la didáctica de las ciencias como un cuerpo teórico y como una comunidad académica. Se considera que la disciplina ha madurado lo suficiente para poder ser enseñada. Y es precisamente la enseñabilidad el argumento central para sostener que la didáctica como disciplina, tiene como condición necesaria la existencia de una estructura propia y coherencia que es transponible y difundible.

Por último, para Caballero y Recio (2007), la didáctica de las Ciencias Naturales constituye una didáctica especial, cuyo objeto es estudiar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los contenidos relacionados con los sistemas y los cambios físicos, químicos y biológicos, que tienen lugar en el universo teniendo en consideración el lugar del hombre en la naturaleza.

Para ellos, la didáctica de las Ciencias Naturales encuentra su soporte en el modelo constructivista. Este paradigma agrupa gran parte de los aportes de la psicología cognitiva y a la

vez introduce una nueva revisión de los conceptos de aprendizaje. En el caso de las Ciencias Naturales, con relación al aprendizaje por descubrimientos centrado en la enseñanza de procedimientos para descubrir, y en los pasos simplificados del método científico, el constructivismo aporta una visión más compleja que redime el valor de los contenidos científicos y no solo de los procedimientos, estrategias o métodos usados para descubrirlos.

2.2.4 Didáctica de la química

Se entiende que, en el aula de secundaria, no todos los estudiantes tienen habilidades para las ciencias naturales o tienen poco interés en continuar estudios superiores en disciplinas afines a ellas. En por eso que el rol actual del docente, debe ser el de estimular y potenciar el interés de los estudiantes, transformándose en un orientador capaz fortalecerlos para que ellos posteriormente, continúen aprendiendo por sí mismos. De esta manera, la Química como ciencia que es, no ha sido ajena al debate académico por parte de algunos investigadores en didáctica, quienes consideran que su enseñanza se debe reevaluar.

De acuerdo con lo anterior, Sandoval et al (2013), consideran que la Química, siendo una ciencia teórico experimental, debe movilizar de manera creativa la actividad cognitiva de los alumnos. Y, contribuir igualmente, a la alfabetización científica de los estudiantes, puesto que, comprendiéndola, se pueden explicar fenómenos absolutamente cotidianos, acercando al estudiante a la disciplina.

Por otro lado, Obaya-Valdivia (2005), quien plantea que la enseñanza experimental de la Química debe inculcar habilidades y valores que fomenten la representación de la propia experiencia y el conocimiento, tanto en la escuela como en las demás vivencias del estudiante, también expresa que las prácticas de laboratorio deben convertirse en un ambiente de reflexión y dejar de ser una mera receta entregada por el profesor para que el alumno simplemente la replique.

En ese sentido, Nakamatsu (2012) explica que, en la enseñanza de la química es necesaria la demostración, pues esta genera múltiples efectos positivos, captando la atención del alumno al producir intriga y curiosidad, además de motivarlo a observar, notar detalles y descubrir cambios.

Asimismo, ayuda a que los alumnos establezcan lazos más duraderos entre la teoría aprendida y la vida real.

Explica también que, dependiendo del tema, puede invertirse la secuencia demostración– explicación. Por ejemplo, para temas muy abstractos, considera que primero debe darse la explicación teórica y luego la demostración para que la refuerce. En cambio, para temas más sencillos y directos, primero se pueden hacer las demostraciones y dejar que los alumnos saquen sus propias interpretaciones y deducciones las cuales servirán como punto de partida para introducir la teoría.

De igual modo resalta, la importancia de estar atento a los cambios a nuevas ideas, pues en el sistema de enseñanza-aprendizaje no solamente aprende el alumno, el profesor también aprende. Pues el solo hecho de explicar y atender problemas e inquietudes de los aprendices, conlleva a profundizar y ampliar la comprensión que se tiene sobre la materia y amplía la memoria a largo plazo.

Cataldi, Donnamaría y Lage (2009), añaden que el uso de las computadoras e internet han aportado a la química nuevas formas enseñanza. Las TIC han facilitado la enseñanza de la química al poner recursos didácticos a disposición de profesores y alumnos, a través de entornos virtuales que permiten hacerla más cercana y accesible. Dos recursos disponibles que resaltan son los laboratorios virtuales y los simuladores que permiten un entorno de enseñanza que ofrece riesgos de exposición mínimos, además son prácticas a bajo costo y se pueden reproducir varias veces hasta apropiarse de los conceptos en juego.

2.2.5 Secuencias didácticas de aprendizaje

En este momento, para algunos autores, a nivel educativo nos encontramos frente a un nuevo paradigma, el de las competencias. Modelo que para Tobón, García y Pimienta (2010), aunque se fundamenta en los planteamientos teóricos y metodológicos de los enfoques tradicionales (conductismo, cognoscitivismo, constructivismo y demás), surge como alternativa

para enfrentar las debilidades de estos, pasando de la lógica de los contenidos a la lógica de la acción.

Bajo este nuevo enfoque la manera como un docente planifica su clase exige cambios, pues debe dejar de preparar para instruir, a plantear situaciones significativas, vistas como un proceso académico que conlleven a ciertas metas y donde el estudiante cumpla un papel activo al interior del mismo al empoderarse de los contenidos para alcanzar sus competencias, y donde el profesor solo hace las veces de intermediario. Es a la luz de este paradigma que surgen, entre otras, las secuencias didácticas como una manera de ejecutar en el aula este proceso.

Para Tobón, Pimenta y García (2010 p:20), ellas corresponden a “conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos”. Plantean también que, esta es una metodología importante para intervenir los procesos de aprendizaje, donde el estudiante no aprenda contenidos, sino que desarrolle competencias; tomando los principales componentes de ellas como son: situaciones didácticas, actividades pertinentes y la evaluación formativa.

Desde otra perspectiva, Ángel Díaz-Barriga (2013), asume que la construcción de secuencias didácticas desde una perspectiva de competencias, significan un reencuentro entre estas últimas, vistas como un proceso, y lo didáctico. De esta manera reformulando la noción de secuencia didáctica enunciada por Hilda Taba (1974), argumenta que estas “constituyen una organización de las actividades de aprendizaje que se realizarán con los alumnos y para los alumnos con la finalidad de crear situaciones que les permitan desarrollar un aprendizaje significativo” (p:1).

Propone además como punto de inicio, la selección de un contenido y la intención de aprendizaje del mismo enunciada en forma de objetivos, finalidades o propósitos según la visión pedagógico-didáctica de cada docente. También establece que una secuencia está integrada por tres clases de actividades: apertura, desarrollo y cierre. Y que en la conformación de sus actividades simultáneamente subyace la evaluación formativa, que a la vez ayuda a retroalimentar

los avances, retos o dificultades de los estudiantes durante el proceso, como evaluación sumativa, permitiendo evidencias de aprendizaje.

Por otro lado, Astudillo et al. (2014), consideran la elaboración de secuencias didácticas como oportunidades valiosas que posibilitan la deliberación teoría-práctica, ayudando a impulsar de manera compleja y progresiva el conocimiento práctico del docente, desde el acompañamiento en procesos reflexivos y recursivos de diseño y planificación didáctica. Contrario al modelo clásico de formación en donde la teoría precede a la acción.

Asimismo, piensan que, con las secuencias didácticas, hay una gran oportunidad para promover la dialéctica teórico-práctica desde una perspectiva que se invierte el modelo clásico de formación en el que la teoría antecede a la acción; y en su lugar, se impulsa una progresiva complejidad del conocimiento práctico, acompañados de procesos reflexivos y recursivos de diseño y planificación didáctica. Esto conlleva a incorporar en dispositivos de formación como relatos, diarios de trabajo y grupos de discusión, las reflexiones conscientes y progresivas de aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje, tales como, el conocimiento científico y la ciencia escolar, saberes experimentales y teóricos relevantes, entre otros.

En el mismo orden de ideas, Obaya y Ponce (2007), creen que las secuencias didácticas favorecen la organización de los contenidos escolares y las actividades relativas al proceso de enseñanza- aprendizaje en el área químico biológicas, porque ayudan, de forma interdisciplinar, a integrar los contenidos a través del trabajo en equipo; y emplean la investigación como principio didáctico adecuado con un enfoque en Ciencias, Tecnología y Sociedad (CTS), que permite la construcción de conceptos, procedimientos y actitudes.

Por otra parte, Sánchez y Valcárcel (1993), diseñaron una unidad didáctica en el área de las ciencias experimentales, donde consideran cinco acciones a realizar: análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación. Los dos primeros pasos, dicen, deben anteceder la definición de los objetivos y la planeación de la enseñanza porque en ellos se contemplan las concepciones alternativas que, sobre el tema en estudio, tienen los estudiantes.

2.2.6 Movilización de saberes

La enseñanza tradicional ha llevado a la transmisión de conocimientos que originan aprendizajes memorísticos, mecánicos y poco conscientes por parte de los individuos. Pero cuando estos son colocados en situaciones donde deben hacer uso de lo aprendido, es poco lo que resuelven y habitualmente se bloquean, es decir, no movilizan los saberes adquiridos, pues no poseen los saberes y habilidades necesarios para hacerlo. Esto se deriva de un proceso de enseñanza-aprendizaje pasivo en el aula.

Dado lo anterior, hoy se propone trabajar por competencias. Entendidas estas, como la capacidad de un individuo para utilizar el conocimiento adquirido en contextos diferentes a aquel donde los aprendió. Para lo cual requieren saber ser, saber conocer y saber hacer. Sin embargo, para que una persona sea competente, no basta con mostrar el conocimiento necesario, habilidad, comprensión, actitud y disposición adecuada, pues una persona puede tenerlos y no ser competente para una actividad. Para serlo deberá movilizarlos, es decir, relacionarlos y organizarlos en función de un desempeño flexible, eficaz y con sentido (Mineducación, 2006).

Por otro lado, Sergio Tobón (2013), plantea que la compleja concepción de las competencias y el proceso de actuación idóneo, requieren de la integración del saber ser con el saber conocer y el saber hacer, en el que cada uno de estos saberes articulan procesos, instrumentos y estrategias que deben asumirse como una red al igual que los mismos saberes. Por dicha razón, se requiere de un proceso de enseñanza activo, en el que se planteen diferentes experiencias por parte del profesor. De esta forma, el estudiante actuará eficientemente y con conciencia frente a una situación, teniendo capacidad de plantearse una estrategia de solución, aplicarla o cambiarla de ser necesario y ejerciendo control sobre ella, o sea, movilizándolo sus saberes, demostrar así, que es competente.

Perrenoud (2000) por su parte, sugiere que una experiencia activa que ayuda a movilizar saberes en el aula es el aprendizaje por proyectos. Considera que estos no corresponden a ejercicios escolares, sino a problemas por resolver y obstáculos que el grupo debe encarar para llegar a su meta. En ellos, dice, el estudiante tiene la capacidad de movilizar recursos cognitivos, no de

manera separada sino en situación, llevándolos a concientizarse de sus capacidades. Pues esto requiere cooperación, perseverancia, método, competencia y saberes, dándole mayor sentido a las nociones, métodos y conocimientos aprendidos en clase, facilitando su apropiación porque los objetos escolares se convierten en herramientas al servicio de la práctica.

2.2.7 Explicación de fenómenos

El ICFES (2007) en los fundamentos teóricos para el área de ciencias, explica que el lenguaje permite la comunicación y la creación de relaciones con los demás para vivir en sociedad. Por eso, es necesario a lo largo de la etapa escolar, aprender a interpretar, argumentar y proponer; competencias cuyo desarrollo es posible gracias a la educación. No obstante, expresa, cada área del conocimiento comprende los fenómenos ocurridos de forma particular. Esto permite que las disciplinas desarrollen lenguajes propios, permitiendo que las competencias adquieran formas específicas.

En el mismo documento informa que, para ciencias naturales en particular, se han definido siete competencias específicas a saber: Identificar, Indagar, Explicar, Comunicar, Trabajar en equipo, Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y la Disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento. Las tres primeras son evaluadas y las últimas cuatro deben desarrollarse en el salón de clase, aunque aún su evaluación no es posible.

Explicar, en particular, es entendida como la capacidad para construir y comprender argumentos, representaciones o modelos que den razón de fenómenos. Es una competencia inherente a la naturaleza humana y consiste en dar razones sobre el porqué de un suceso, sus posibles causas y los vínculos que guarda con otros. En ciencias, dice, las explicaciones se erigen a partir de conceptos, principios, teorías, leyes y convenciones, aceptadas por la comunidad científica. Sin embargo, cuando los marcos conceptuales cambian, las explicaciones también lo hacen.

A nivel escolar, comunica, se pretende que el alumno de acuerdo a su nivel, vaya cambiando las explicaciones basadas en la experiencia cotidiana (ideas previas) a escalas más cercanas a las científicas (conocimiento científico). Con esto se busca una actitud crítica y analítica por parte del alumno que le permita, frente a una afirmación o argumento, establecer su validez o coherencia que:

- a) De acuerdo con la analogía pueden ser mentales, materiales o matemáticos.
- b) De acuerdo a su contexto pueden ser científicos o didácticos.
- c) De acuerdo a la porción del mundo que se modela puede ser una idea, un objeto, un fenómeno o un sistema integrante del mismo.

2.2.8 Los modelos en la enseñanza de las ciencias

Aunque es una palabra polisémica, el punto de vista más aceptado según Gilbert, Boulter y Elmer (2000), citados por Justi (2006), es que, “un modelo corresponde a la representación concreta de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un propósito específico”. Chamizo (2010), en la clasificación que brinda de acuerdo a la analogía, menciona los modelos mentales y expresa que corresponden a representaciones elaboradas para dar cuenta de (dilucidar, explicar, predecir) una situación. Son los precedentes de las “ideas previas” o concepciones alternativas y en ocasiones pueden ser equivalentes. Por lo regular, indica, son inestables, al generarse en un momento y descartarse cuando ya no se necesitan. Por eso cognitivamente son modelos desechables. Cuando a nivel de expertos ellos se concretan para comunicar (mapas, modelos experimentales, modelos moleculares, etc.) son llamados modelos materiales o matemáticos.

Bello (2004) se refiere a las ideas previas o concepciones alternativas como construcciones que los sujetos elaboran para responder a la necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para dar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y ofrecen resistencia al cambio; muchas veces persisten a pesar de muchos años de instrucción escolarizada. Para Carrascosa (2005), el origen y la persistencia de algunas de ellas, se explica en parte por el papel determinante de las experiencias

físicas cotidianas, el lenguaje de la calle, el de los diferentes medios de comunicación, la existencia de errores conceptuales en los libros de texto e incluso aspectos de tipo metodológico; llegando así a afectar la adquisición de conceptos, aspectos y principios fundamentales como son la fuerza, la gravitación, la fotosíntesis, principio de acción y reacción, etc.

Con relación al enlace químico, García y Garritz (2006) señalan que, dado lo abstracto del concepto y la forma indirecta como los estudiantes se relacionan con él, que las concepciones alternativas no pueden considerarse por fuera del salón de clase. Es decir, se debe a la forma como se aborda el tema, a los materiales utilizados y, sobre todo, a la representación que el estudiante construya sobre este concepto. En ese orden, De posada (1999) dice que, a las explicaciones de textos y profesores, hay que añadir la tendencia habitual detectada en algunos estudiantes de rehuir al aprendizaje significativo, ya que rechazan las oportunidades que se les brinda de conectar con otras concepciones y prefieren reglas más o menos sencillas de aplicación directa sin el adecuado conocimiento de las misma.

Plantea Bello (2004) que, para generar un cambio conceptual con relación a las concepciones alternativas, se requiere un proceso, largo, complejo y no lineal, el cual involucra avances, retrocesos, titubeos y está causado por asuntos personales y emocionales. Por lo tanto, lo más real es que su transformación no se logre en un solo periodo lectivo (año o semestre escolar) o ciclo escolar; pero sí considera necesario que un profesor conozca las principales ideas previas que puedan tener sus alumnos, reconozca las que el mismo pueda tener, las que se encuentren en materiales didácticos y libros de texto y que busque permanentemente estrategias que promuevan el cambio conceptual entre sus estudiantes.

2.2.9 Estrategia POE (predecir, observar, explicar e indagar)

Las temáticas relacionadas con la química y la física, dentro de las ciencias naturales, son, quizá, de las más complejas para los estudiantes en cualquier nivel de escolaridad. Por esta razón, se requiere que estas asignaturas tengan un proceso de enseñanza y aprendizaje más vivencial, donde se mezclen las prácticas experimentales, con las nuevas tecnologías de tal forma que el estudiante obtenga aprendizajes más significativos. A veces se cree falsamente, por parte de

algunos profesores, que para realizar una clase experimenta siempre se requieren laboratorios sofisticados. Sin embargo, lo más importante aquí es el enfoque que se le pueda dar a dicha práctica.

Carrascosa J. et al. (2006), critican el carácter de “receta” de algunas prácticas de laboratorio, cuyo énfasis se vuelve casi exclusivo, en realizar cálculos y mediciones pero donde hay ausencia de muchos aspectos que son fundamentales para la construcción de conocimientos científicos tales como la discusión del trabajo a realizar, el esclarecimiento de la temática en que se inserta, la participación de los estudiantes en el planteamiento de hipótesis y el diseño de los experimentos y el análisis de los resultados obtenidos.

En relación a lo anterior, Izquierdo, San Martí y Espinet (1999), indican que no hay que estar en contra de la manera como habitualmente se han realizado las prácticas de laboratorio porque muchas generaciones de excelentes maestros se han formado con ellas; lo que sí deben diversificarse son sus objetivos, de manera que, los tipos de prácticas, se organicen mejor y permitan alcanzar altos niveles de indagación.

Es en esa búsqueda de prácticas experimentales más significativas y con mejores niveles de indagación, indican Hernández y López (2011), que en 1979, en la Universidad de Pittsburg, Champagne, Kopley y Anderson, propusieron una metodología para investigar el pensamiento en estudiantes de primer año de Física que se conoció como DOE (demostrar, observar y explicar) y luego, en 1981, Gunstone y White transformaron la idea de DOE en POE (predecir, observar, explicar e indagar).

Esta estrategia de enseñanza, comentan Hernández y López (2011), permite conocer que tanto comprenden los alumnos sobre un tema al colocarlos frente a una tarea específica: primero, el estudiante debe predecir los resultados de algún experimento que se le presenta o que él mismo realiza, a la vez le exige justificar sus predicciones, luego, debe observar lo sucedido y registrar sus observaciones en detalle y finalmente, explicar el fenómeno observado y reconciliar cualquier conflicto entre sus predicciones y sus observaciones.

Hofstein et al (2004), citados por Hernández y Villa (2011), sostienen que estas estrategias POE, son útiles en trabajos prácticos como actividades de indagación, y permiten fomentar el desarrollo de habilidades de aprendizaje como la identificación de supuestos, el uso del pensamiento lógico y crítico y la consideración de explicaciones alternativas. Igualmente proponen que, en una primera etapa, la de preindagación, los estudiantes observan un experimento o ellos mismos lo realizan siguiendo un protocolo tipo “receta de cocina”, pero cuyos resultados son bastante interesantes como para que surjan preguntas que se pueden contestar realizando un trabajo experimental, ahora sí, por indagación. Y en la siguiente etapa, llamada indagación, los alumnos formulan una hipótesis relacionada con la pregunta que quieren contestar, diseñan un experimento para contestarla y, finalmente, analizan si se comprobó o no su hipótesis.

2.2.10 Conceptos fundamentales

ELECTRONEGATIVIDAD

Es la capacidad de un átomo para atraer hacia sí los electrones de un enlace químico. La electronegatividad es un concepto relativo porque solo se puede medir comparando la electronegatividad de un elemento con relación a la de otro. En ese sentido, aquellos elementos cuya electronegatividad es alta, tienden a atraer con mayor fuerza los electrones que aquellos de menor electronegatividad (Chan, 2002). Linus Pauling fue el primero en mostrar una escala de valores de electronegatividad obtenida a partir de las energías de enlace de los átomos (Maron & Prutton, 2003).

Figura 1 Tabla de valores de electronegatividad

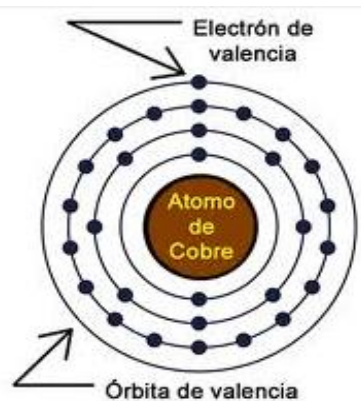
Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Periodo																		
1	H 2.1																	He
2	Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0	Ne
3	Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	Ar
4	K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.4	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	Kr
5	Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5	Xe
6	Cs 0.7	Ba 0.9	*	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.8	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2	Rn
7	Fr 0.7	Ra 0.7	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
Lantánidos	*	La 1.10	Ce 1.12	Pr 1.13	Nd 1.14	Pm 1.13	Sm 1.17	Eu 1.10	Gd 1.10	Tb 1.10	Dy 1.10	Ho 1.10	Er 1.10	Tm 1.10	Yb 1.10	Lu 1.27		
Actínidos	**	Ac 1.10	Th 1.30	Pa 1.40	U 1.40	Np 1.40	Pu 1.22	Am 1.30	Cm 1.30	Bk 1.30	Cf 1.30	Es 1.30	Fm 1.30	Md 1.30	No 1.30	Lr		

Fuente: <https://masquimica.wordpress.com/category/tabla-periodica/>

ELECTRONES DE VALENCIA

Son los electrones externos de un átomo y están implicados en la formación de los enlaces químicos. La semejanza de la configuración electrónica externa, es decir, el mismo tipo de electrones de valencia, para los elementos pertenecientes a un mismo grupo de la tabla periódica es la causante de que dichos elementos tengan propiedades químicas parecidas (Chan, 2002). Estos electrones son los más importantes químicamente.

Figura 2 Electrones de valencia



Fuente: <http://electronica2n189.blogspot.com.co/2013/02/aislantes-elaislante-es-el-material-que.html>

ESTRUCTURAS DE LEWIS

Son estructuras abreviadas creadas por G. N. Lewis donde, con puntos, se muestran los electrones de valencia. También reciben el nombre de estructuras electrónicas y son configuraciones periódicas, es decir, parecidas para los átomos de un mismo grupo (Gray & Haight, 1976). Cuando se trata de un enlace covalente, el par de electrones compartidos se indica como pares de puntos entre dos átomos, y los pares de electrones libres, no compartidos, se indican como pares de puntos en los átomos individuales (Chan, 2002).

Figura 3 Estructuras de Lewis de algunos elementos

Ejemplos de algunos elementos con símbolos de Lewis							
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
H [•]	Be:	•B:	:C:	:N:	:Ö:	:F:	He
Li [•]	Mg:	•Al:	:Si:	:P:	:S:	:Cl:	:Ne:
Na [•]	Ca:	•Ga:	:Ge:	:As:	:Se:	:Br:	:Ar:
K [•]	Sr:	•In:	:Sn:	:Sb:	:Te:	:I:	:Kr:
Rb [•]	Ba:	•Tl:	:Pb:	:Bi:	:Po:	:At:	:Xe:
Cs [•]	Ra:						:Rn:
Fr [•]	Zn:						

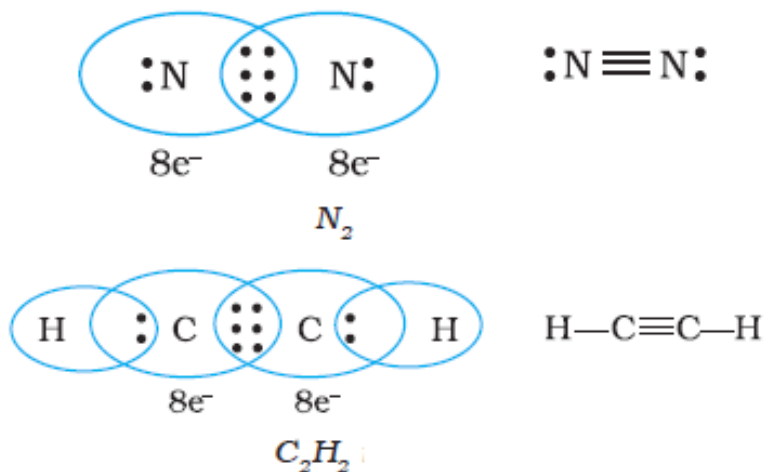
Fuente: <http://quimica1aqr.blogspot.com.co/2012/10/estructuras-de-lewis.html>

REGLA DEL OCTETO

Es una regla propuesta por Gilbert Lewis, en la que manifiesta que: Un átomo diferente al hidrógeno tiende a formar enlaces hasta que se rodea de ocho electrones de valencia. Es decir, se forma un enlace covalente cuando no hay suficientes electrones para que cada átomo individual complete su octeto. Al compartir electrones en un enlace covalente, cada átomo completa su octeto. Para el hidrógeno, el requisito es que obtenga la configuración electrónica del helio, o sea un total de dos electrones.

Esta regla funciona principalmente para los elementos de segundo periodo de la tabla periódica. Estos elementos solo tienen subniveles 2s y 2p, en los que puede haber un total de ocho electrones. Cuando un átomo de uno de estos elementos forma un compuesto covalente, obtiene la configuración electrónica de gas noble (Chang 2002).

Figura 4 Regla del Octeto



Fuente: <https://quimica2bac.wordpress.com/category/tema-4/>

ENLACES QUÍMICOS

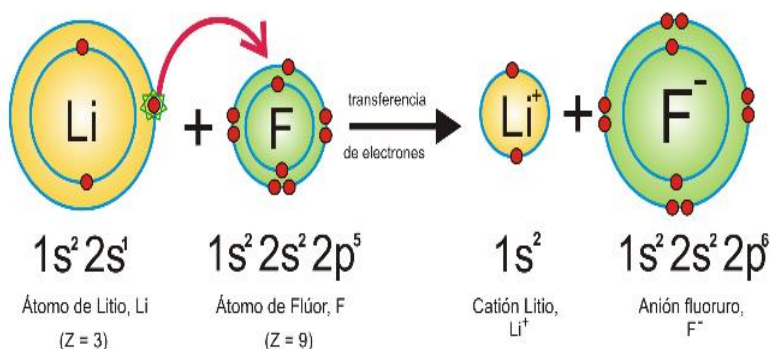
Son fuerzas químicas intramoleculares que unen a los átomos para dar origen a diferentes agregados. En estas interacciones usualmente entran en contacto las regiones más externas. Es por ello que, al estudiar los enlaces químicos, se tienen en cuenta sobre todo los electrones externos, también denominados de valencia (Chang 2002).

ENLACE IÓNICO

En este enlace se produce una transferencia de electrones de un átomo a otro, dando como resultado la formación de iones que se mantienen juntos por atracción electrostática. Unión que por su naturaleza también se denomina electrovalente. Una gran variedad de estos compuestos son el resultado de la combinación de un metal del grupo 1A o 2A y un halógeno u oxígeno.

Los compuestos que poseen esta clase de enlace se encuentran ionizados tanto en estado sólido como fundidos. En este último caso, al igual que cuando forman soluciones acuosas, son excelentes conductores de la electricidad porque proporcionan electrolitos fuertes que se mueven con mayor libertad. Igualmente, a temperatura ambiente, suelen ser sólidos, muchos de ellos solubles en agua, con puntos de fusión y ebullición relativamente altos debido a las considerables fuerzas electrostáticas que los unen (Maron & Prutton, 2003).

Figura 5 Modelo de enlace iónico



Fuente: <http://blog.educastur.es/eureka/4%C2%BA-fyq/enlace-quimico/>

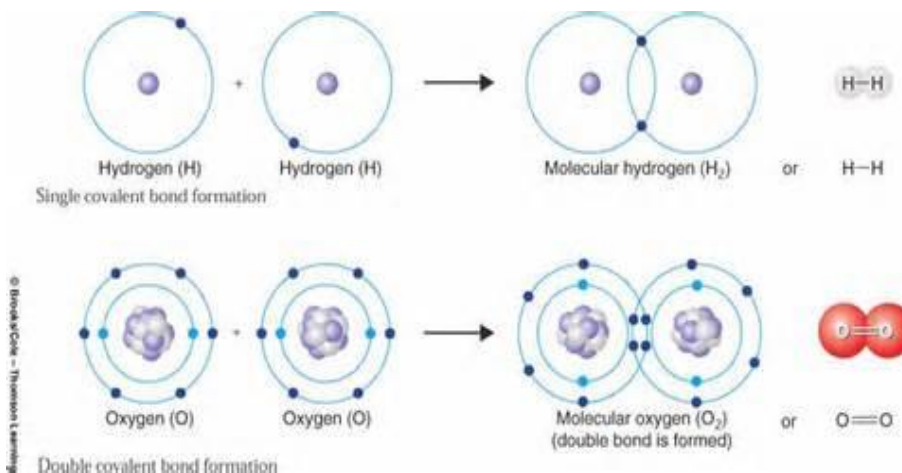
ENLACE COVALENTE

Es un enlace en el que los átomos implicados comparten sus electrones dando como resultado la formación de moléculas. En ese sentido, aquellos compuestos que solo contienen este tipo de enlace son denominados covalentes. Cuando los átomos comparten electrones, puede dar origen a diferentes clases de enlaces covalentes así: enlaces sencillos, cuando los dos átomos unidos comparten un par de electrones; Enlaces dobles, cuando comparten dos pares de electrones; y el enlace triple, si los dos átomos comparten tres pares de electrones.

En estos compuestos además de la fuerza de enlace que une a los átomos, se halla otra que une a las moléculas denominada fuerza intermolecular. Puesto que estas últimas fuerzas suelen ser más débiles que las primeras, las moléculas de los compuestos covalentes se unen con menor fuerza. Como consecuencia, estos compuestos casi siempre son sólidos, líquidos o gases de puntos

de fusión y ebullición relativamente bajos. La mayoría de estos compuestos son insolubles en agua, y si se disuelven, sus soluciones, similar a cuando están fundidos, por lo general no conducen electricidad porque no contiene iones (Chang 2002).

Figura 6 Modelo de enlace covalente

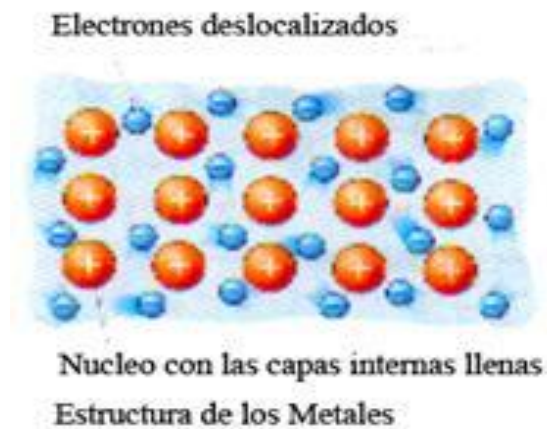


Fuente: <http://www.internetdict.com/es/answers/what-is-a-nonpolar-covalent-bond.html>

ENLACE METÁLICO

En el modelo de cristales metálicos, a diferencia de los iónicos y covalentes, los átomos se imaginan como iones positivos inmersos en un océano de electrones de valencia deslocalizados que se mueven por toda la red. Esta deslocalización electrónica produce en el metal una enorme fuerza de cohesión otorgándoles resistencia, y altos puntos de fusión y ebullición. Además, la movilidad de estos electrones, hacen de los metales buenos conductores de electricidad y calor (Chang 2002).

Figura 7 Modelo de enlace metálico



Fuente: <http://losenlacesquimicos4.blogspot.com.co/2012/05/enlace-metalico.html>

FUERZAS INTERMOLECULARES

Son fuerzas de atracción entre moléculas. Ejercen mayor influencia sobre sólidos y líquidos que sobre los gases. Estabilizan a las moléculas individuales y son las principales responsables de las propiedades macroscópicas de la materia como lo son el punto de fusión y ebullición.

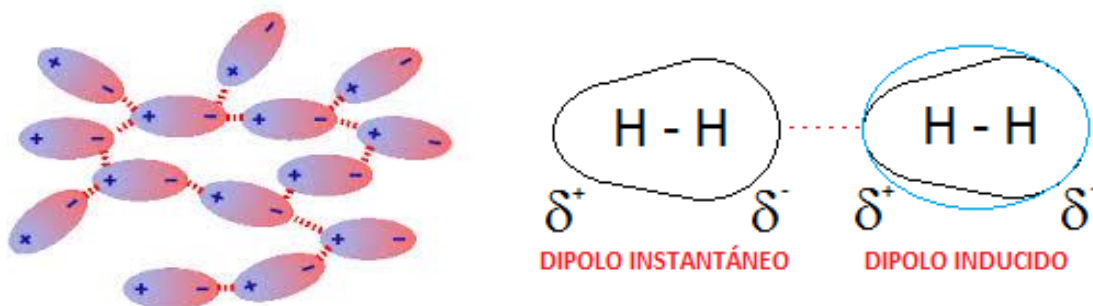
Estas fuerzas son más débiles que las intramoleculares, por eso la energía necesaria para hacer evaporar una sustancia líquida es menor que la fuerza necesaria para que los enlaces que unen sus moléculas se rompan. Si las fuerzas intermoleculares que unen las moléculas de una sustancia A son mayores que las de una sustancia B, entonces las temperaturas de fusión y ebullición de la sustancia A serán mayores que las de B. Es decir, que las temperaturas de fusión y ebullición dependen de la intensidad de estas fuerzas.

Las clases de fuerzas intermoleculares son: dipolo-dipolo, dipolo-dipolo inducido y las fuerzas de dispersión a estas tres fuerzas se les denomina fuerzas de Van der Waals. También están las ion-dipolo que son fuerzas electrostáticas. Y los puentes de hidrógeno que corresponden a un caso especial de fuerzas dipolo-dipolo (Chang 2002).

FUERZAS DIPOLO-DIPOLO

Son fuerzas de origen electrostático que provocan la atracción entre moléculas de carácter polar, es decir que presentan momentos dipolares. Entre más grande sea el momento dipolar, mayor es la fuerza. En los sólidos las moléculas se alinean de manera rígida, pero en los líquidos, aunque su rigidez es menor, la alineación sucede de tal forma que en promedio las interacciones de atracción son máximas (Chang 2002).

Figura 8 Modelo de fuerzas dipolo - dipolo

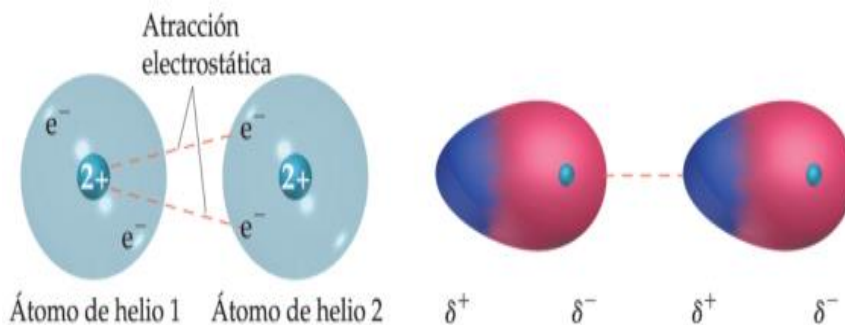


Fuente: <http://quimicageneraling.blogspot.com.co/p/fuerzas-intermoleculares.html>

FUERZAS DE DISPERSIÓN

Son fuerzas de atracción que se generan por los dipolos temporales inducidos en los átomos o moléculas. A temperaturas bajas estas fuerzas de dispersión son lo suficientemente fuertes como para unir a los átomos de los gases y de hacer que estos se condensen. Esto también explica la atracción entre moléculas no polares (Chang 2002).

Figura 9 Modelo de fuerzas de dispersión

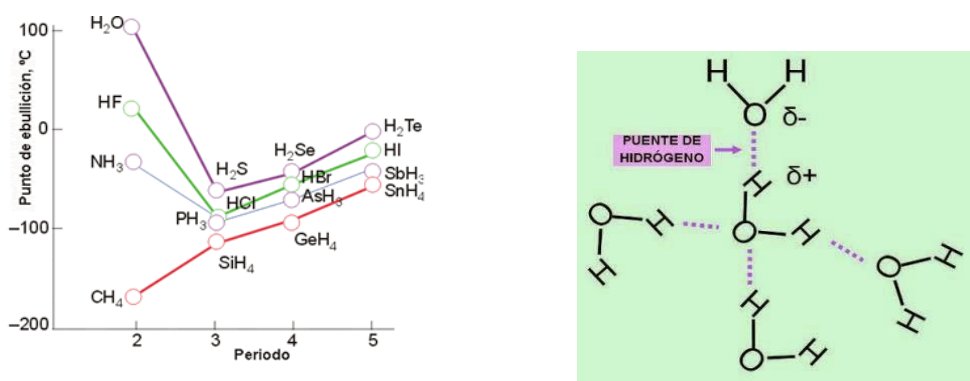


<http://www.quimitube.com/videos/fuerzas-de-london-o-de-dispersion-dipolo-instantaneo-dipolo-inducido>

PUNTES DE HIDRÓGENO

Es un tipo especial de interacción dipolo-dipolo formada entre el átomo de hidrógeno de un enlace polar, como N-H, O-H o F-H, y un átomo electronegativo de O, N o F. La energía promedio de esta interacción es mucho mayor que la dipolo-dipolo. Por este motivo, los enlaces de hidrógeno tienen un efecto en la estructura y propiedades de muchos compuestos. Esto se evidencia al estudiar los puntos de ebullición de compuestos semejantes formados entre el hidrógeno y elementos del mismo grupo periódico de las familias 5A, 6A y 7A los cuales aumentan con el incremento de la masa molecular. Sin embargo, dicha tendencia no se sigue con los elementos de la primera serie de estos grupos como son el NH_3 , H_2O y HF , los cuales por su masa molecular deberían tener puntos de ebullición por debajo de los demás de la serie, pero debido a esta interacción se produce incrementos en estos puntos (Chang 2002).

Figura 10 Puentes de hidrogeno



Fuente: <https://quimica2bac.wordpress.com/2010/12/09/fuerzas-intermoleculares-enlace-puente-de-hid/>

Capítulo 3. Planteamiento de la secuencia

En este apartado se abordan los referentes que se tuvieron en cuenta para la elaboración de las preguntas y el diseño y ejecución de la secuencia didáctica.

Para elaborar las preguntas realizadas en esta secuencia didáctica, se tomó como referencia la planificación seguida por Sánchez y Valcárcel (1993) para diseñar unidades didácticas en el área de las ciencias experimentales, quienes proponen cinco acciones a realizar en una unidad didáctica: análisis científico, análisis didáctico, objetivos, estrategias didácticas y evaluación. Y el estudio del enlace químico en bachillerato que a través de una unidad didáctica realizaron García y Garritz (2006), basados en la planificación de los dos investigadores arriba mencionados.

En relación a las tareas o acciones para su planificación los investigadores, arriba mencionados explican:

- *Análisis científico*, va en dos sentidos: la actuación del profesor y la estructuración de los contenidos. Estos últimos deben estar en relación con el concepto al que se desea llegar. Para decidir sobre contenidos relacionados con hechos, conceptos principios o leyes, se puede responder a las preguntas: ¿qué es? o ¿qué ocurre?; Para seleccionar los que pretendan explicar fenómenos o comportamientos de sistemas se puede responder a las preguntas: ¿por qué es así? o ¿por qué ocurre?; y para los contenidos de aplicación se puede responder a ¿para qué sirve este contenido? o ¿qué nos puede explicar?
- *Análisis didáctico*, destacan aquí dos indicativos: la capacidad cognitiva del alumno en relación con las ideas previas y su desarrollo operatorio relacionadas con las habilidades para aprender ciencias; y la competencia profesional del profesor.
- *Objetivos*, estos deben tenerse en cuenta según los resultados obtenidos en los dos puntos anteriores con el fin de favorecer el aprendizaje del alumno.
- *Estrategias didácticas*, en este punto están la metodología del profesor, la secuenciación, las actividades de enseñanza y los materiales de aprendizaje.

- *Selección de estrategias de evaluación*, estas, manifiestan ellos, están condicionadas a la concepción evaluativa del maestro.

La estructura se realizó teniendo en cuenta el modelo empleado por el centro de desarrollo en educación (Education Development Center; INC. EDC) para la construcción del módulo “Cambios de estado” de INSIGHTS cuyo investigador principal es la científica Karen Worth (Ver anexo 1). En la tabla 1 se describe la estructura de la secuencia didáctica.

Tabla 1 Descripción de la secuencia didáctica

ESTRUCTURA DE LA SECUENCIA DE APRENDIZAJE	
Evaluación introductoria	Esta evaluación se realiza como diagnóstico antes de ejecutar la secuencia didáctica.
Descripción general	Se resume lo que los estudiantes harán a lo largo de la secuencia.
Objetivos, expectativas y evidencias	Proporciona una lista de conceptos y habilidades de indagación abordadas durante la secuencia, las expectativas de rendimiento de los estudiantes y los instrumentos para obtener sus evidencias.
Tiempo sugerido	Se refiere al tiempo empleado para cada sección
Términos científicos	Hace referencia a los términos clave que aprenderán los estudiantes en el contexto de la secuencia.
Materiales	Hace referencia a los materiales que se utilizarán durante el proceso de la secuencia didáctica.
Preparación preliminar	Se refiere a tener lo requerido por profesor antes de iniciar cada sección.
Secuencia de enseñanza	Proporciona la instrucción para la enseñanza de las tres fases del esquema enseñanza-aprendizaje, cómo empezar, explorar y descubrir, y reflexionar sobre el significado.
Ideas de extensión	En esta fase los estudiantes contrastan las ideas previas con las nuevas experiencias de aprendizaje. Ofrece ideas para el trabajo en la casa y formas de ampliar información y aplicar sus aprendizajes por fuera.
Evaluación del trabajo	Se aplica una evaluación diagnóstica y a lo largo de la aplicación de la secuencia se va realizando diferentes actividades que conduzcan a la consecución del objetivo propuesto y que se evalúan a lo largo de la secuencia.

Fuente: Creación propia de acuerdo al centro de desarrollo en educación.

Estrategias de enseñanza

En la enseñanza el profesor juega un papel fundamental facilitando la exploración y el aprendizaje de los estudiantes. Por eso, según la doctora Worth, involucrándose en el trabajo con los estudiantes y sin actuar como un experto, los docentes, puede orientar y estimular a los

estudiantes a la investigación, a que se involucren en pequeños grupos delegándoles responsabilidades donde se tengan en cuenta sus habilidades y sus necesidades de aprendizaje, se hagan preguntas, estudien nuevos fenómenos y materiales, se generen conclusiones, además de motivarlos para que, aunque cometan errores, vuelvan a indagar.

El modelo que se tuvo en cuenta para diseñar la secuencia didáctica organiza el esquema de enseñanza aprendizaje combinando cuatro fases en las cuales se definen el papel tanto del docente como de los estudiantes así:

FASE 1: CÓMO EMPEZAR	
DOCENTE	ESTUDIANTES
Averigua acerca del conocimiento	Comparten ideas, hacen preguntas
Motiva y estimula	Hacen conexiones con experiencias previas
Establece retos y plantea problemas	Establecen metas

Fuente: Módulo cambios de estado INSIGHTS An Elementary Hands- On Inquiry Science Curriculum.

Durante esta fase los estudiantes y el docente entran en una atmósfera de confianza donde se comparten experiencias. Además de motivarlos para que se sientan libres de expresar sus ideas y opiniones sin temor a equivocarse, a la vez que se les establecen retos que estimulen su curiosidad. Teniendo en cuenta que es una etapa utilizada para indagar sobre las ideas previas de los estudiantes, se aprovechó para realizar el diagnóstico.

FASE 2: EXPLORAR Y DESCUBRIR		
DOCENTE	ESTUDIANTES	GRUPOS COOPERATIVOS
Observa	Exploran y observan	Trabaja de forma cooperativa
Facilita	Hacen preguntas y hacen predicciones	Discuten ideas
Media	Diseñan y conducen investigaciones	Dividen y comparten tareas
Evalúa	Recolectan, organizan y analizan datos	Preparan reportes

Fuente: Módulo cambios de estado INSIGHTS An Elementary Hands- On Inquiry Science Curriculum.

Durante esta fase los estudiantes, en grupos pequeños, trabajan sobre los materiales usando sus habilidades de observación e indagación para explorar fenómenos. Fue en esta etapa, donde los estudiantes, en sus casas, hicieron una lectura sobre las clases de enlaces químicos y sus características, además, observaron un video complementario y sus apreciaciones las anotaron siguiendo el orden dado en la rejilla para este fin. Estos conceptos les sirvieron de base teórica para la realizar una práctica experimental que tenía la estructura POE, descrita en otro apartado, en donde ellos hicieron observaciones sobre conductividad de diferentes sustancias y su solubilidad en agua, los resultados obtenidos los fueron anotando en una tabla que ellos dejaron para el informe final y de la cual entregaron una copia.

En otro momento, de manera grupal, trabajaron estructuras de Lewis para un conjunto de moléculas que se les asignó en una lista y luego, elaboraron, con plastilina, maquetas de ellas, que entregaron al finalizar la actividad.

Además, realizaron una consulta previa sobre las clases de fuerzas intermoleculares de acuerdo, hicieron un cuadro comparativo entre ellas y complementaron viendo un video. En el transcurso de la clase se les demostró experimental la tensión superficial y la capilaridad y, por último, se les asignó una lectura grupal que muestra la influencia de las fuerzas intermoleculares, en este caso, los puentes de hidrógeno en fenómenos como la congelación del agua y su importancia para la conservación de la temperatura planetaria y la vida acuática.

FASE 3: REFLEXIONAR SOBRE EL SIGNIFICADO	
DOCENTES	ESTUDIANTES
Cuestiona	Piensen críticamente acerca de la evidencia Consideran explicaciones alternativas
Guía a los estudiantes	Desarrollan explicaciones y conclusiones lógicas
Evalúa la comprensión de los estudiantes	Participan en argumentaciones Comunican observaciones ideas y conceptos

Fuente: Módulo cambios de estado INSIGHTS An Elementary Hands- On Inquiry Science Curriculum.

En esta fase los estudiantes discuten en grupo lo que han observado y experimentado en la fase de exploración. El docente se enfoca en ayudarles a identificar y articular los conceptos científicos. En esta etapa, los equipos de trabajo, argumentaron e hicieron predicciones acerca de las clases de enlace químico de acuerdo a lo experimentado en la fase de exploración; discutieron en sus grupos la forma geométrica y la polaridad de las moléculas y las plasmaron en maquetas tridimensionales e hicieron una lectura sobre la influencia de las fuerzas intermoleculares en fenómenos cotidianos.

FASE 4: IDEAS DE EXTENSIÓN	
DOCENTES	ESTUDIANTES
Facilita	Usar el conocimiento para resolver problemas Ampliar el conocimiento a situaciones análogas Reconocen aplicaciones de las ideas científicas en la vida diaria Plantean nuevas preguntas
Evalúa la comprensión de los estudiantes	

Fuente: Módulo cambios de estado INSIGHTS An Elementary Hands- On Inquiry Science Curriculum.

Durante esta fase los estudiantes, realizan actividades en su casa ampliando su conocimiento, además relacionan las ideas previas con las que han adquirido. En ese sentido, a lo largo de la aplicación de la secuencia, se les dejaron temas de consulta, al igual que la observación de videos. Finalmente, se les realizó nuevamente el examen diagnóstico para evaluar el avance de los conceptos y se les pidió la impresión acerca de la experiencia con la aplicación de la secuencia.

Evaluación:

Como parte importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ella proporciona información sobre el nivel de comprensión de los conceptos adquiridos por los estudiantes de modo que se puedan realizar los ajustes respectivos. También ayuda a chequear su mejoramiento individual y a verificar sus habilidades para indagar.

En ese sentido, para lograr una evaluación pertinente a lo largo de la implementación de la secuencia, se realizaron, además de la evaluación diagnóstica, distintas actividades, que permitieron recolectar información sobre el progreso de los estudiantes durante su aplicación, a través de listas de chequeo que se anexan al final de este trabajo.

Capítulo 4. Metodología

Este capítulo describe el enfoque en que se enmarca la investigación, el diseño, la población y muestra en donde se aplica, las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos y el análisis de la información.

4.1 Enfoque de la investigación

En este estudio se quiere conocer la influencia de las secuencias didácticas, como conjuntos articulados de actividades de aprendizaje en busca de determinadas metas educativas (Tobón, García Pimienta 2010), en la movilización de explicación de fenómenos. Para ello se utiliza el paradigma cualitativo, el cual, explican Hernández Sampieri et al (2004) usa la recolección de datos sin medición numérica, como las descripciones y observaciones; además brinda profundidad a los datos, a la riqueza interpretativa, a la contextualización del entorno, a los detalles y le da un punto de vista integral a los fenómenos.

Este modelo también se denomina “holístico” por tratar de considerar el “todo” y no reducirlo al estudio de sus partes. Y, además, es conocido como investigación naturalista, fenomenológica, interpretativa o etnográfica e incluye variadas concepciones, visiones, técnicas y estudios no cuantitativos. En él se pueden desarrollar preguntas antes, durante y después de la recolección y el análisis de los datos (Hernández Sampieri, et al. 2004). Igualmente, le suele dar relevancia al ser humano como objeto central de estudio. (Mejía Navarrete, 2004).

Para este estudio en particular se usó el enfoque descriptivo, el cual según Hurtado de Barrera (2000), tiene por objeto describir o caracterizar un evento de estudio dentro de un contexto particular. Para lograrlo, se selecciona una serie de temas, se recoge la información respectiva y luego se explica. Es así como, para la implementación de la secuencia, se tomó un grado en particular, se le aplicó inicialmente un cuestionario de ideas previas el cual fue aplicado

nuevamente al final, con el objetivo de describir y analizar las variaciones conceptuales sucedidas durante su ejecución de la secuencia didáctica.

4.2 Diseño de la investigación

La presente investigación se realiza bajo el proceso metodológico planteado por Rodríguez, Gil y García (1996), quienes proponen cuatro fases para la elaboración de una investigación cualitativa: preparatoria, trabajo de campo, analítica e informativa.

Tabla 2 Fases de una investigación cualitativa

FASES PARA LA ELABORACIÓN DE UNA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA			
PREPARATORIA	TRABAJO DE CAMPO	ANALÍTICA	INFORMATIVA
Durante esta fase: Se identifica el tema de investigación; se busca bibliografía y antecedentes; Se establece el marco teórico conceptual; y se realiza el diseño, es decir, las actividades.	Durante esta fase se aplican los instrumentos diseñados para recolectar datos y se comienza el análisis.	Esta fase está dentro del trabajo de campo y durante su aplicación se realizan actividades de análisis que permiten realizar ajustes en caso de necesidad.	Este proceso termina con la presentación y difusión de los datos. Este documento debe ser bien argumentado y con datos sistematizados que apoyen el problema investigado para que no de pie a explicaciones alternativas.

Fuente: Creación propia adaptado a partir de Rodríguez, Gil y García 1996

4.3 Población y contexto

Esta secuencia fue aplicada a 38 estudiantes, 21 mujeres y 17 hombres, con edades entre 15 y 17 años, del grado 10-3, de la Institución Educativa Técnica Industrial España, del municipio de Jamundí, Valle del Cauca. Esta Institución está ubicada en la zona urbana y está conformada por dos sedes, una para primaria y otra para secundaria. Tiene cobertura educativa desde preescolar hasta grado once y atiende una población estudiantil que pertenece a estratos socioeconómico 1,2 y 3, algunos de los cuales proceden de la zona rural y de municipios vecinos.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de la información

Para el análisis de los saberes previos se realizó un cuestionario de nueve preguntas abiertas con respecto a la formación de los enlaces químicos y su influencia en fenómenos como la conductividad, la solubilidad y los estados de agregación de las sustancias a temperatura ambiente. El mismo cuestionario se aplicó al final de la secuencia didáctica para medir el impacto generado y analizar si fueron alcanzados los objetivos propuestos. (Ver anexo 2)

El cuestionario se realizó con preguntas abiertas, teniendo en cuenta que, como afirma Larroyo (1982) citado en el libro Examen de preguntas abiertas, orientaciones para su elaboración (2014), estos requieren más comprensión que memoria y además el estudiante tiene la libertad de expresar con sus propias palabras las respuestas a las cuestiones formuladas. Esta clase de preguntas, se ubica en lo que se denomina evaluación cualitativa, donde se prioriza la evaluación de tipo formativa, valorando el nivel de desempeño del estudiante con relación a la movilización de saberes, habilidades, actitudes y valores mostrados en la solución a las cuestiones planteadas (Laurent, 2014 p55).

Además, se implementó una rejilla de observación, basada en el módulo Cambios de Estado desarrollado por Karen Worth y su equipo para el Centro de Desarrollo en Educación (2009), donde se anotaron los resultados obtenidos durante la aplicación de la secuencia (Ver anexo 3). Igualmente, para recolectar la información de las diferentes actividades realizadas durante la aplicación de la secuencia, se utilizaron listas de chequeo que se anexan al final de este trabajo. (Ver anexos 5 y 7)

4.5 Análisis de la información:

Se realizaron nueve preguntas abiertas y a cada una se le asignó un valor numérico de manera que las respuestas dadas por los estudiantes en la evaluación diagnóstica pudieran contrastarse con la misma evaluación al final de la aplicación de la secuencia.

En este cuestionario las preguntas fueron organizadas en tres grupos así:

- Las tres primeras, buscaban indagar sobre ideas previas, es decir, qué recordaban o qué sabían los estudiantes acerca del enlace químico y la estabilidad de los átomos, en caso de haberlo estudiado, además del papel de los electrones en su formación.
- Las preguntas 4 a 6 indagan sobre las concepciones de los estudiantes con relación a la conducción eléctrica de algunas sustancias. Pues este fenómeno está relacionado directamente con el tipo de enlace químico que ellas forman.
- Las tres últimas, indagan sobre las ideas de los estudiantes frente a la solubilidad de las sustancias, la flotabilidad del hielo en el agua líquida y los estados de agregación de la materia, fenómenos relacionados directamente con las fuerzas intermoleculares que forman las sustancias.

Por otro lado, a las respuestas se les dio la siguiente clasificación:

- **Exactas:** aquellas donde el estudiante es claro al responder teniendo como base los conceptos teóricos, así sea con sus propias palabras.
- **Inexactas:** Aquellas donde el estudiante no es claro en emitir sus conceptos o en aquellas que, aunque se apoye en la teoría, la respuesta no corresponde con la pregunta.
- **No responde:** aquellas donde el estudiante deja el espacio en blanco o manifiesta claramente que no sabe o no lo recuerda.

Los datos obtenidos se analizan mediante tablas elaboradas con el programa Excel, a través del cual se comparan las respuestas dadas por los alumnos al cuestionario antes y después de aplicar la secuencia. Asimismo, se utiliza un complemento de Excel llamado Megastat, que permite, a través de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p, encontrar un referente que señale si la respuesta obtenida para una pregunta al final de la aplicación de la secuencia es significativa o no al ser contrastada con la respuesta antes de su aplicación y luego de compararla con un indicador teórico del nivel de significancia $\alpha = 0,05$. (Ver anexo 9)

Así, entonces, una hipótesis estadística (H) es un supuesto relacionado con los parámetros acerca de una población de la cual se desea confirmar algo. Y la prueba de hipótesis por su parte, es una técnica seguida en estadística para conocer si una hipótesis estadística puede o no rechazarse con base en la información de una muestra.

Dado lo anterior se plantea una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1). Si $p < \alpha$ entonces se rechaza H_0 . Pero si $p \geq \alpha$ entonces se rechaza la hipótesis alternativa. (Levine & Krehbiel, 2006)

- Una hipótesis nula (H_0) es analizada como:

$H_0 = \pi_1 - \pi_2$ Si $\pi_1 = \pi_2$ entonces la intervención no sirvió o no fue significativa.

- Y una hipótesis alternativa (H_1) es analizada como:

$H_1 = \pi_1 \neq \pi_2$ Si $\pi_1 \neq \pi_2$ entonces la intervención sirvió o fue significativa.

π_1 = valor hipotético obtenido antes de la intervención y π_2 = valor hipotético después de la intervención.

Para hallarlo se tiene: $\pi = \frac{p}{n}$ donde p = número de individuos que dan una determinada respuesta y n = número total de individuos.

Capítulo 5. Análisis e interpretación de la información

En este capítulo se describen los resultados de las actividades realizadas por los estudiantes lo largo de la secuencia didáctica y el análisis comparativo, estadísticamente, de las respuestas expresadas por los estudiantes a las nueve preguntas planteadas en un cuestionario, antes y después de aplicarla. A continuación, se detalla sobre ellas.

5.1 Descripción y análisis de actividades

En este apartado se describen las actividades realizadas durante la secuencia buscando fortalecer el aprendizaje de los alumnos y que fueron consignadas, durante el proceso, en la rejilla de observación (Anexo 3).

Con relación a las preguntas 1 y 2 de la evaluación diagnóstica, durante una sesión magistral, luego de realizada la práctica experimental, se aprovecha lo estudiado por los estudiantes para recordarles cuáles electrones se denominan “de valencia”, y se explica, además, la razón por la que los átomos tienden a formar enlaces químicos.

Procurando fortalecer la comprensión de las preguntas 3 a 7, se realizó una actividad experimental siguiendo la estrategia POE. Para ello, los estudiantes previamente en sus casas, leyeron acerca de las características de los distintos enlaces químicos, que complementaron viendo un video, y las escribieron siguiendo una lista de chequeo. (Ver anexo 5).

La actividad consistió en medir la conductividad de sal, azúcar, aceite de cocina, azufre, acero y agua en su estado natural. Posteriormente, estas sustancias se disolvieron en agua, y se midió sus conductividades nuevamente. Asimismo, cada grupo tomó nota de la solubilidad de las diferentes sustancias en agua.

Una vez terminaron la actividad experimental, con los resultados obtenidos, los estudiantes debían predecir qué clase de enlace químico tenía cada una de las sustancias.

También debían predecir, de acuerdo al tipo de enlace indicado por ellos mismos, si los puntos de fusión y ebullición de estas sustancias eran bajos o altos, de acuerdo con la teoría consultada por ellos con anterioridad. Los datos de sus predicciones, los anotaron en la tabla que aparece en la ficha No 2 (Ver anexo 4), entregaron una hoja de resultados al docente y se quedaron con otra. Luego, en sus casas, debían buscar en libros o internet, los datos exactos de los puntos de fusión y ebullición de cada sustancia y la clase de enlace químico que poseen y comprobar si lo predicho por ellos fue real o es falso. Y, por último, entregar un informe con los resultados obtenidos para su discusión en clase.

La teoría indica que los compuestos iónicos son sólidos, solubles en solventes polares como el agua y con puntos de fusión y ebullición son altos.

Para los compuestos de carácter covalentes, la teoría dice que los hay en cualquier estado: sólido, líquido o gaseoso. Y que sus puntos de fusión y ebullición suelen ser bajos. Además, que algunos son solubles en compuestos polares como el agua, pero que otros son solubles en sustancias no polares como el éter.

Con relación a las sustancias de carácter metálico, la teoría indica que la mayoría son sólidos, poseen puntos de fusión y ebullición altos y suelen ser insolubles en otras sustancias.

Los resultados obtenidos por los estudiantes se condensaron en la tabla No 3.

Tabla 3 Resultados actividad experimental

Sustancias	Punto de Fusión	% Estudiantes acertados en la predicción	Punto de Ebullición.	% Estudiantes acertados en la predicción	Conductividad en estado natural	Conductividad en sln acuosa	Clase de enlace químico	% Estudiantes acertados en la predicción	Solubilidad en agua
Agua	bajo	100%	bajo	100%	no	----	Covalente	100%	-----
Sal	alto	90%	alto	100%	no	si	Iónico	100%	si
Azúcar	bajo	80%	bajo	80%	no	no	covalente	80%	si
Acero	alto	100%	alto	100%	si	si	metálico	100%	no
Azufre	bajo	80%	bajo	90%	no	no	covalente	90%	no
Aceite de cocina	bajo	100%	bajo	100%	no	no	covalente	100%	no

Fuente creación propia

En estos resultados solo se colocaron los porcentajes de estudiantes que acertaron teniendo como base la teoría.

Si bien al analizar los datos, en algunos estudiantes continúan primando sus concepciones previas, el porcentaje de estudiantes que hacen predicciones de manera acertada es alto, los desaciertos no pasan del 20% (2 grupos). Esto permite decir que la estrategia POE aplicada, enriquece el ejercicio ayudando a la movilización de saberes. Pues se observó a los alumnos más participativos a la hora de discutir, con sus compañeros de grupo, las distintas predicciones que hicieron a la luz de la teoría según los resultados obtenidos en la práctica. Esto hizo más significativo el trabajo realizado.

Una vez finalizado el ejercicio y proceder a su socialización, el 20% de los estudiantes, manifiestan que el azúcar puede tener puntos de fusión y ebullición altos y ser un compuesto iónico por el hecho de ser sólida; aunque, de acuerdo a la práctica, no era conductora eléctrica y esto coincidía con las sustancias covalentes, es decir, que se dejaron llevar más por su estado de agregación, que por las propiedades. Esto mismo sucedió en el caso del azufre, donde el 10%, considera que no es un compuesto covalente y manifiesta la misma razón anterior.

Además, todos los estudiantes, sin excepción, al finalizar la actividad manifestaron que les gustó mucho porque les ayudó a comprender mejor la teoría que habían leído con antelación. Esto debido a que cuando ya habían obtenido todos los resultados, para poder hacer las predicciones, debían recurrir a sus cuadros con el fin de sustentar, haciéndola más comprensible.

El hecho de que los estudiantes previamente hubieran estudiado sobre las características de los enlaces químicos, sirvió para trabajar en conjunto, su clasificación de acuerdo a la diferencia de electronegatividad y a la cantidad de enlaces realizados, según la cantidad de electrones que participan en su formación. Igualmente, se les introdujo en la construcción de estructuras de Lewis cuyas reglas habían consultado previamente.

Luego se trabajó una actividad para fortalecer la comprensión de la regla del octeto, las estructuras de Lewis y la geometría molecular. Para ello se les entregó un taller, donde cada uno

de los grupos de trabajo, debía realizar las respectivas estructuras de las moléculas que allí aparecían. Asimismo, para dos de ellas, debían construir modelos con plastilina. (Ver anexo 6)

Las moléculas que los estudiantes elaboraron grupalmente fueron:

- a) HPO_2 b) Br_2O c) SiH_4 d) C_2H_4 e) AlCl_3 f) Na_3N g) CCl_4
h) H_2S i) CaBr_2 j) CO_2

En los trabajos realizados se observa que el 90% de los estudiantes tienen claro que los elementos de los grupos Ia a IIIa no completan el octeto y por el contrario los elementos de los grupos IVa a VIIa si lo hacen. Pues cuando construyen las estructuras de Lewis, se evidencia, en la mayoría, que a cada elemento le forman la cantidad de enlaces correspondiente y lo rodean de la cantidad de electrones precisa. No obstante, algunos estudiantes muestran imprecisiones cuando en las estructuras existen enlaces dobles.

Pero cuando se analiza la geometría molecular se pueden ver algunas situaciones interesantes:

- Para el HPO_2 , el 10% de los grupos realizó la estructura piramidal, parecida a la del AlCl_3 . Por eso hay un átomo en ella, que no logra el octeto. Pero manifiestan, al igual que los demás, que la molécula es polar. Es decir, por la diferencia de electronegatividad de sus átomos, pueden deducir hacia donde es la polaridad de esta.
- Para el C_2H_4 , el 10% de los grupos no representa bien la estructura. Le realizan los enlaces carbono-hidrógeno, pero dibujan un enlace simple entre los carbonos y no el enlace doble entre estos.
- Para el CO_2 , el 10% de los grupos representa la estructura, pero con enlaces sencillos entre carbono y oxígeno. Por eso los átomos quedan sin alcanzar el octeto. Sin embargo, concluyen que la molécula es apolar.

A partir de las estructuras de Lewis de las moléculas del C_2H_4 y del CO_2 , representadas por algunos estudiantes se deduce que, algunos de ellos, no tienen clara la existencia de enlaces dobles en la formación de ciertas estructuras moleculares.

- Para el H_2S , el 40% de los grupos representa la estructura lineal y no en forma angular como el agua. Esto los lleva a concluir que dicha molécula es apolar. Es decir que hay una tendencia por parte de los estudiantes a pensar que toda molécula de 3 átomos tiene estructura lineal, sin tener en cuenta los electrones de no enlace.

Seguidamente, cada grupo escogió al azar dos de las moléculas de la lista para realizar su modelo con plastilina. Llama la atención que los grupos que escogieron moléculas tridimensionales como las del SiH_4 y Na_3N las representaron de manera plana muy parecida al prototipo que habían elaborado en el papel, destacando en algunos casos, los electrones de no enlace. Solo un grupo tuvo en cuenta que la molécula del Na_3N es piramidal y la realizaron tridimensional. (Ver anexo 6).

Para fortalecer las preguntas 8 y 9 de la evaluación diagnóstica, previamente en sus casas, los estudiantes consultaron en libros o internet, sobre las fuerzas intermoleculares; además observaron un video complementario y tomaron apuntes siguiendo la lista de chequeo de la ficha No 5 (ver anexo 7).

Durante la clase, en conjunto con los alumnos, se realizó un cuadro comparativo sobre las clases de fuerzas intermoleculares. Seguidamente, se realizó una actividad demostrativa en la cual se suspendió un clip sobre la superficie del agua contenida en un vaso, para mostrarles la tensión superficial que ella posee, la cual es causada por los puentes de hidrógeno. Igualmente, se discutió sobre la capilaridad, fenómeno causado por la adherencia de moléculas de una polaridad determinada, a otra con partículas de polaridad similar. En este caso se utilizó agua, cuyas moléculas son polares y se adhieren a la superficie de una servilleta, subiendo a través de esta. Este fenómeno no se observa cuando en lugar de servilleta se utiliza material plástico, Pues en este caso, la cohesión de las moléculas al interior del agua supera la adherencia.

Estas actividades demostrativas, buscaban que los estudiantes comprendieran que fenómenos como la tensión superficial, la capilaridad, que explica el ascenso del agua en las plantas desde sus raíces hasta la parte superior y, también, la razón por la que el agua nos moja, están directamente relacionados con la interacción de fuerzas intermoleculares.

Para finalizar los grupos de trabajo realizaron una lectura complementaria, ¿por qué el agua se congela desde la superficie hacia el fondo?, que aparece en la ficha de trabajo No 6 (Ver anexo 8), cuyas impresiones fueron socializadas con el resto del salón. Aquí se presentaron opiniones como: “Si el agua congela del fondo a la superficie todos los organismos vivos se congelan o los organismos vivos se mueren por la falta de oxígeno”.

Por otro lado, manifiestan que: “si se derriten los casquetes polares aumentaría el calentamiento global, el nivel del mar y a su vez la temperatura planetaria” o “que el aumento del nivel de los mares podría acabar ciudades costeras por las inundaciones”.

Con esta lectura se pretendía complementar el tema de las fuerzas intermoleculares y, desde luego, hacerles comprender que ciertos fenómenos cercanos a nosotros los podemos entender si conocemos su relación con este tipo de fuerzas.

5.2 Análisis de resultados de la evaluación antes y después de aplicar la secuencia

En este apartado se muestra, para cada pregunta, las diferencias entre los resultados de la prueba diagnóstica, con relación a la prueba final. Estas son verificadas a través de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p, para decidir si la intervención fue significativa o no. Además, se analizan los posibles factores que influyeron para que dichos cambios sucedieran.

Pregunta No 1 ¿Cuáles son los denominados electrones de valencia?

Mediante esta pregunta se pretendía conocer qué recordaban los estudiantes acerca de los electrones de valencia. Pues normalmente en las clases de química se suele hacer referencia a ellos cuando se estudian la estructura atómica y la tabla periódica.

Las respuestas obtenidas frente a esta pregunta se muestran a continuación en la tabla 4

Tabla 4¿Cuáles son los denominados electrones de valencia?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	27	71,05%	31	81,58%
Inexactas	7	18,42%	4	10,53%
No responde	4	10,53%	3	7,89%

Fuente: Creación propia

Antes de aplicar la secuencia, el 71,05% de los estudiantes, indican que “son los electrones del último nivel de energía” y algunos incluso, manifiestan que “estos participan en la formación de los enlaces químicos”. El 10,53%, manifiestan “no saber” y el 18,42%, dan respuestas inexactas tales como: “Son todos los electrones del átomo”; “son los últimos 3 electrones de un átomo”; “son aquellos que hacen parte de un elemento en la tabla periódica” o, “son los que se encuentran en el grupo de mayor nivel del átomo”.

Al finalizar la secuencia didáctica y aplicar nuevamente el cuestionario inicial, el 81,58%, de los estudiantes, manifiestan que “son los electrones del último nivel”. Entre ellos 6 estudiantes complementan diciendo que “son los que participan en la formación de los enlaces químicos”. Por su parte El 7,89%, manifiestan “no recordarlo” y el 10,53% restante da respuestas inexactas como, por ejemplo: “que indican la cantidad de electrones en un átomo” o “son los dos últimos electrones de un átomo que lo relaciona con la electronegatividad”.

Pese al incremento, cuando se comparan las respuestas iniciales y finales, de acuerdo con la prueba de hipótesis, este no es significativo, pues el indicador resultante, $p = 0,2805$, es mayor que el indicador teórico de referencia, $\alpha = 0,05$ (ver anexo 9). Lo que indica que la mayoría de los estudiantes tenían claro este concepto y que la intervención no generó grandes cambios al respecto, desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, luego de la intervención, entre los estudiantes que respondieron correctamente, un 19,35% complementaron expresando la importancia de estos electrones en la formación del enlace químico, lo que indica que lograron afianzar el concepto y llegar a respuestas mejor elaboradas.

Pregunta No 2 ¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos?

La finalidad de esta pregunta era indagar si los estudiantes conocían acerca de la estabilidad que alcanzan los átomos al formar uniones. Los resultados iniciales dejan ver que hay un alto porcentaje que desconoce o no recuerda por qué se unen los átomos. La tabla 5 muestra las respuestas obtenidas frente a esta pregunta antes y después de aplicar la secuencia didáctica.

Tabla 5 ¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	13	34,21%	24	63,16%
Inexactas	11	28,95%	14	36,84%
No responde	14	36,84%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

Inicialmente el 34,21% de la población responde con exactitud esta pregunta; de esta cantidad, 2 estudiantes, el 5,26%, expresan que “es para estabilizarse”, aunque no dan más explicaciones y 11 estudiantes, es decir, el 28,95%, expresan respuestas como: “Para formar sustancias” o “formar compuestos”. Por otra parte, el 36,84%, manifiesta que “no sabe”. Y, el 28,95%, dan respuestas inexactas como: “Por las sustancias que poseen los átomos”; “porque tienen capas de mayor o menor electronegatividad”; “porque al relacionarse forman reacciones”; “porque se presentan cambios químicos”; “para poder producir más energía entre ellos”. Los últimos grupos de estudiantes, es decir, entre los que manifiestan no saber o cuyas respuestas son imprecisas suman 65,79%.

Después de aplicar la secuencia, desaparece la respuesta, “no sé”. Por su parte el 63,16% de la población, manifiesta con exactitud que “los átomos se unen para estabilizarse formando moléculas” y dentro de este grupo, otros complementan diciendo que “al ganar perder o compartir electrones ellos se estabilizan porque logran 8 electrones en su último nivel”. Por otro lado, el 36,84% de la población da respuestas inexactas, que, aunque no son del todo incorrectas, no dan

explicación a la pregunta formulada, como por ejemplo que “se enlazan y algunos quedan positivos y negativos”; “porque así forman sustancias”; “por las fuerzas de atracción”; “por las electronegatividades”.

Lo anterior contrasta con lo manifestado al iniciar la secuencia donde el 36,84% manifestaba no saber para qué los átomos se unían. Es así como, al finalizar, aumenta la cantidad de estudiantes que indican con exactitud que los átomos se unen para alcanzar estabilidad, pasa del 5,26% al 63,16%, pero esta vez, hay entre ellos, quienes explican al respecto que, “se estabilizan energéticamente al formar moléculas”; o “que se estabilizan al perder, ganar o compartir electrones porque cumplen el octeto”. Este incremento al compararlo a través de la prueba de hipótesis, es significativo, pues el indicador obtenido, $p = 0.0116$, es mucho más pequeño que el valor del indicador teórico $\alpha = 0,05$ (ver anexo 9).

Pregunta No 3 ¿Qué entiendes por enlace químico?

Esta pregunta buscaba indagar sobre los conocimientos previos de los estudiantes en relación al enlace químico. La tabla 6 muestra los resultados obtenidos al respecto.

Tabla 6¿Qué entiendes por enlace químico?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	13	34,21%	29	76,32%
Inexactas	10	26,32%	9	23,68%
No responde	15	39,47%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

Frente a esta pregunta, antes de aplicar la secuencia, el 34,21% de los estudiantes dan respuestas como: “Es la unión de átomos”; “es la interacción de átomos” o; “la fuerza que une a los átomos”, Pero no indican que esta unión produce moléculas. El 39,47% manifiesta claramente no saber. Y, por otro lado, el 26,32% de los mismos, dan respuestas inexactas tales como: “Son

funciones de moléculas, átomos o iones”; “son energía que poseen los átomos bien sea negativa o positiva”; “están constantemente localizado en los átomos, cuando los átomos tienen las mismas propiedades químicas o relación de átomos o moléculas”. Entre los estudiantes que no saben o no tienen una respuesta clara suman 65,79%.

Luego de realizada la intervención, desaparece totalmente la respuesta “no sé” y las respuestas indican que la totalidad de los estudiantes ven los enlaces químicos como uniones. Sin embargo, al entrar en detalle, las respuestas exactas, entre quienes coinciden que “la unión es entre átomos para formar moléculas”, se incrementan de manera muy significativa hasta el 76,32%, lo que se corrobora a través de la prueba de hipótesis cuyo valor $p = 0,0002$ (anexo 9); pero en este grupo, algunos agregan que “dicha unión produce estabilidad a los átomos porque completan el octeto”. Otros, en lugar de moléculas, dicen que forman compuestos. Y también hay quienes mencionan los tipos de enlace que pueden resultar en dichas uniones.

Por otra parte, el 23,68% de los estudiantes, da respuestas inexactas como, por ejemplo: “que son uniones entre diferentes sustancias”; “que es la unión de dos o más moléculas”; o “que es la unión de algunos compuestos”.

Se puede evidenciar que la implementación de la secuencia fue importante para lograr cambios significativos en la estructuración de las respuestas a las preguntas 2 y 3, y que no existían antes de la intervención. Pues inicialmente, los estudiantes dan respuestas, más no muestran claridad en las razones de estas. Sin embargo, al final un alto porcentaje si las indica, y evocan lo tratado durante su aplicación haciendo que las respuestas tengan una mejor argumentación.

Pregunta No 4 ¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? ¿Por qué?

Esta pregunta tiene como finalidad indagar las concepciones previas que los estudiantes tienen frente al agua como conductora eléctrica. Ver resultados en la tabla 7.

Tabla 7 ¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? ¿Por qué?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	8	21,05%	32	84,21%
Inexactas	23	60,53%	6	15,79%
No responde	7	18,42%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

Antes de aplicar la secuencia, el 60,53% de los estudiantes indica de manera incorrecta que: “sí es buena conductora”, mas algunos no explican la razón, otros en cambio, expresan razones diferentes como, por ejemplo: “porque tiene minerales”; “porque al correr produce energía eléctrica iluminando las ciudades”; “porque tiene elementos que conducen”; “porque tiene energía”; o, “porque el agua posee electrones”; el 18,42% de ellos manifiesta en cambio, no saber. Por su parte, el 21,05% expresa que no es conductora, de estos, unos no explican la razón, otros dicen que depende del material introducido en ella y un pequeño grupo expresa que conduce si contiene sal. Con relación a este punto se observa que el 78,95% de los estudiantes, un porcentaje alto, desconoce que el agua no es buena conductora eléctrica.

Después de aplicar la secuencia, el porcentaje de estudiantes que continúa considerando al agua buena conductora eléctrica baja considerablemente hasta el 15,79%, o sea 6 estudiantes, pero llama la atención que, en sus respuestas, tácitamente muchos dan a entender que ella sola, no es buena conductora, lo que se analiza en explicaciones como: “es buena conductora porque en algunos casos al mezclarse con otras sustancias conduce” o, “casi no porque en sí, el agua conduce cuando se mezcla con sustancias como la sal”.

Por otra parte, desaparece el porcentaje de personas que decía no saber. Y el porcentaje de personas que manifestaba correctamente que no era conductora, pasa del 21,05% al 84,21%, pero ahora, con argumentos como: “se debe a que el agua es un compuesto covalente”; “porque es formado por hidrógeno y oxígeno, los cuales no son buenos conductores” o “el agua no es conductora porque sus elementos constituyentes no son metales”. Con relación a las respuestas

contestadas con exactitud, se observa un marcado incremento cuya significancia es corroborada a partir del análisis de prueba de hipótesis, cuyo valor $p = 3,52 \times 10^{-8}$, es muchísimo menor que el valor teórico $\alpha = 0,05$ (anexo 9).

El alto porcentaje de estudiantes que inicialmente considera al agua buena conductora eléctrica, deja en evidencia el peso de las concepciones alternativas o ideas previas en el colectivo, pues muchos consideran a esta sustancia portadora de energía o de elementos conductores. Para aclarar este error conceptual, además de las explicaciones en clase y los videos, fue muy útil la actividad experimental, la cual permitió demostrar que en realidad el agua, en su estado natural, no es una buena conductora eléctrica. Esto se evidencia en las respuestas finales en cuyas explicaciones, mejor argumentadas, aparecen conceptos que al inicio no aparecían.

Pregunta No 5 ¿Consideras que la sal es conductora de la electricidad? ¿Por qué?

Esta pregunta indagaba sobre la concepción de los estudiantes frente a la sal, pues ella es conductora eléctrica en solución acuosa o fundida pero no lo hace en su estado natural. La tabla 8 recoge las respuestas antes y después de aplicar la secuencia didáctica.

Tabla 8; Consideras al agua buena conductora de la electricidad? ¿Por qué?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	14	36,68%	31	81,58%
Inexactas	8	21,05%	7	18,42%
No responde	16	42,11%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

Antes de aplicar la secuencia, el 21,05%, manifiesta que sí es conductora. De ellos, unos no explican la razón, otros, en cambio, dan respuestas como: “por ser un mineral”; “por sus propiedades químicas” o “porque tiene energía”. El 42,11%, manifiesta no saber. Y, por su parte, el 36,68%, manifiesta “que no es conductora”. Sin embargo, de este grupo, algunos no explican la

razón por la que no conduce, otros en cambio dan respuestas como: “Porque la sal no se mueve”; “porque su textura no le permite conducir”; “porque no hay manera de hacer que ella produzca electricidad”; “porque sus moléculas están separadas y no permiten que la electricidad pase o solo conduce si se disuelve en agua”. En este punto el 63,16% de los estudiantes explica que la sal en su estado natural no conduce, en cambio sí lo hace cuando se encuentra disuelta en agua. Igualmente, del pequeño grupo que manifiesta que no conduce, tampoco se lee una explicación clara al respecto.

En cuanto a la respuesta después de aplicar la secuencia se tienen datos estadísticamente significativos, pues quienes continúan afirmando que ella es conductora eléctrica en su estado natural se reduce al 18,42%, con la diferencia que, en sus explicaciones, algunos dejan ver tácitamente que no lo hace. Esto se deduce de respuestas como: “sí, ya que lo hace disuelta en agua”; o “sí porque es una sustancia iónica y cuando se mezcla con agua conduce energía eléctrica”

Por el contrario, el 81,58% de la población evaluada afirman que es mala conductora eléctrica, cuando al inicio era del 36,68%. Y se leen explicaciones dadas por algunos de ellos como: “la sal es una sustancia iónica y ellas en sus estado normal no son conductoras pero si lo hacen disueltas en agua”; “la sal es iónica, lo que significa que tiene carga pero, en su estado sólido ella no se manifiesta a diferencia de cuando se disuelve en agua”; “cuando la sal se disuelve en agua sí conduce, porque los elementos que la conforman se separan formando polos con cargas” o “la sal no es buena conductora de la electricidad porque no tiene electrones libres que permitan el flujo de corriente eléctrica”.

Lo anterior es acorde a la prueba de hipótesis, donde el valor $p = 0,0001$, comparado con el valor teórico $\alpha = 0,05$, es muy inferior (anexo 9). Es decir, la intervención ayudó a reafirmar positivamente los conceptos en los estudiantes.

Para aclarar el desconocimiento, por parte de un alto porcentaje de estudiantes, de que la sal no es conductora eléctrica, fueron de mucha utilidad, además de las discusiones y aclaraciones en clase, los videos y la actividad experimental donde ellos comprobaron la conductividad de esta sustancia, tanto en su estado natural, como mezclada con agua. Esto al final les produjo claridad

conceptual, pues en sus respuestas finales, involucraron conceptos que en sus apreciaciones inicialmente no aparecían expresados.

Pregunta No 6 ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos?

Esta pregunta buscaba indagar sobre las concepciones de los estudiantes frente al enlace metálico. La tabla 9 muestra los resultados obtenidos antes y después de la intervención.

Tabla 9¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	0	0,00%	25	65,79%
Inexactas	21	55,26%	11	28,95%
No responde	17	44,74%	2	5,26%

Fuente: Creación propia

Antes de aplicar la secuencia, el 44,74%, manifiesta que no sabe la razón por la cual los metales son buenos conductores eléctricos. Por otra parte, el 55,26% dan diferentes explicaciones sin mucha exactitud como, por ejemplo: “por su afinidad electrónica”; “porque su último nivel está libre de electrones y es más fácil liberarlos”; “porque a través de ellos puede traspasar la electricidad”; “porque el material del cual están hechos parece atraer más la electricidad”; “porque generan energía”; “porque tienen bastantes electrones”; “por sus propiedades químicas”. Se observa que el 100% de los estudiantes no tiene claro por qué los metales son buenos conductores eléctricos.

Después de la intervención los datos estadísticos son significativamente positivos. Pues contrario a la prueba inicial donde el 44,74% dijo no saber, en esta segunda evaluación esta respuesta se redujo al 5,26%, esto es, a 2 estudiantes. Por su parte, el porcentaje que justificó la cuestión dando respuestas con poca exactitud se redujo del 55,26% al 28,95%. Algunos de sus argumentos fueron: “Porque los metales tienen altos puntos de ebullición”; “porque tienen cargas

positivas y negativas y por su electronegatividad”; “porque sus moléculas se polarizan por las fuerzas y al polarizarse conducen la corriente eléctrica” o “porque tienen más electrones de valencia”.

Por otro lado, el 65,79% de la población, enuncia argumentos más exactos y cercanos al modelo de enlace metálico, dando algunas explicaciones como: “los metales son buenos conductores porque tienen electrones libres que se mueven cuando hay flujo eléctrico” o “los metales tienen una nube electrónica que se puede mover con facilidad al aplicar un voltaje”. Se destaca aquí que, aunque comprender el modelo de enlace químico es complejo porque es un fenómeno acaecido a nivel microscópico, los estudiantes han comenzado a acercarse a él. Esto se percibe por las nuevas respuestas suministradas con relación a las concepciones que tenían antes de estudiar estos fenómenos. Lo anterior implica que la intervención ayudó a afianzar el modelo, y fue significativa de acuerdo con la prueba de hipótesis alternativa, donde $p = 1,04 \times 10^{-9}$ es menor que $\alpha = 0,05$ (anexo 9).

El paso de 0% de respuestas exactas al inicio, a 65,79% al final, lleva a inferir que, para el mejoramiento de sus declaraciones, fue clave, además, de lo impartido en la clase, los videos complementarios que los estudiantes observaron durante la implementación de la secuencia. Esto les permitió mejorar las explicaciones, debido que antes de su aplicación ninguno manifestaba claridad conceptual al respecto, y aparecieron en cambio, al final, explicaciones dadas en los videos o que fueron deliberadas durante la clase.

Pregunta No 7. ¿Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelven?

Esta pregunta buscaba indagar acerca de las concepciones de los alumnos en relación con la solubilidad de las sustancias. Las respuestas a esta pregunta están consolidadas en la tabla 10

Tabla 10; Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelven?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	0	0,00%	27	71,05%
Inexactas	29	76,32%	11	28,95%
No responde	9	23,68%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

Antes de iniciar la aplicación de la secuencia, el 23,68%, decía no saber el por qué. Los demás, es decir el 76,32%, expresaron respuestas inexactas como: “Porque las sustancias poseen diferentes densidades”; “porque la sal y el azúcar se disuelven en cualquier líquido”; “por sus propiedades”; “por su composición química”. Se analiza que el 100% de los estudiantes no tiene clara la razón de la solubilidad de unas sustancias y la no solubilidad de otras. Básicamente manifiestan que se debe a la densidad de las sustancias. Confundiendo la solubilidad con el fenómeno de flotabilidad.

Después de realizada la intervención la cantidad de respuestas exactas sufre un incremento muy significativo pasando de 0,00% al 71,05% de la población. Ahora dan explicaciones como: “las sustancias de igual polaridad se disuelven entre sí, es decir que las sustancias polares se disuelven en sustancias polares y las apolares en sustancias apolares”. Por otra parte, el porcentaje de respuestas inexactas disminuye al 28,95% de los cuales 18,42% continúan relacionando la densidad de las sustancias con la solubilidad de las mismas dando argumentos como: “las más densas quedan en el interior y por eso se disuelven, pero las menos densas, como la gasolina y el aceite, quedan arriba y no se disuelven” o “porque el azúcar y la sal al ser tan densas caen al agua y se disuelven”. Mientras que 10,53%, dan respuestas diversas como: “Porque la sal y el azúcar forman enlaces con el agua mientras el aceite y la gasolina no”; “porque el aceite y la gasolina son grasas y no se disuelven” o “el aceite y el agua no se disuelven porque son espesas en cambio la sal y el azúcar no”.

Al efectuar el análisis estadístico de los datos antes y después de la intervención, se ve un incremento estadísticamente significativo en las respuestas precisas, es decir que se cumple la prueba de hipótesis alternativa, pues $p = 9,72 \times 10^{-11}$ es menor que $\alpha = 0,05$ (anexo 9).

Por la variación en las respuestas de 0% a 71,05%, se infiere que la actividad experimental, en la cual los estudiantes disolvieron distintas sustancias en agua, complementadas con el criterio de la diferencia en electronegatividad que ayuda a distinguir entre sustancias iónicas, covalentes polares y apolares, posiblemente es lo que les permitió a los estudiantes comprender con facilidad que sustancias de polaridades semejantes se disuelven entre sí; así no tengan, en sus explicaciones, mucha claridad sobre las clases de fuerzas intermoleculares que operan microscópicamente en el fenómeno.

Pregunta No 8. ¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida?

Con esta cuestión se buscaba acercarse a las ideas que los estudiantes tienen acerca de la flotabilidad del agua dado que, a diferencia de otras sustancias, cuando esta se solidifica no se hunde, sino que queda en la superficie. Fenómeno que está directamente relacionado con la formación de puentes de hidrógeno. Las respuestas esta pregunta se reportan en la tabla 11.

Tabla 11 ¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	0	0,00%	11	28,95%
Inexactas	34	89,47%	27	71,05%
No responde	4	10,53%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

En el diagnóstico realizado el 10,53%, expresan no saber porque el hielo flota en el agua. Por su parte, el 89,47% de los estudiantes da respuestas que no explican exactamente qué genera este fenómeno. Entre estos, el 36,84% manifiesta respuestas tales como: “El hielo flota porque es

más denso que el agua” o “el hielo flota porque es más pesado que el agua”; y el 52,63% restante, da explicaciones como: “el hielo flota en el agua porque es menos denso que esta”. Que, aunque es una respuesta correcta, no explica por qué sucede esta “anormalidad”. Si bien es cierto que los estudiantes de alguna forma relacionan la flotabilidad con la densidad y la mayoría tiene claro que el hielo es menos denso que el agua, también se analiza que ninguno involucra este fenómeno con los puentes de hidrógeno, convirtiéndose esto en un indicador del desconocimiento, por parte de los estudiantes, de estas fuerzas.

Después de la intervención, todos los estudiantes coinciden en que el hielo flota sobre el agua porque es menos denso que esta, lo cual es correcto. Sin embargo, esta respuesta, aunque es cierta, en este caso no es exacta, pues no explica satisfactoriamente por qué el agua pierde densidad al convertirse en hielo. Solo el 28,95% de ellos, vinculan la disminución de la densidad del hielo, con las fuerzas intermoleculares que se forman entre las moléculas y algunos, especifican también, que en este caso se trata de los puentes de hidrógeno. No obstante, este porcentaje es significativo. Y se confirma al comparar el indicador obtenido $p = 0,0003$ con el valor teórico α (anexo 9).

Pregunta No 9 ¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso?

Esta pregunta buscaba indagar acerca de las concepciones que los estudiantes tienen sobre los estados de agregación de la materia. En la tabla 12 se reportan los resultados al respecto.

Tabla 12¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso?

Respuestas	prueba inicial		prueba final	
	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje	Frecuencia (Alumnos)	Porcentaje
Exactas	0	0,00%	14	36,84%
Inexactas	22	57,89%	24	63,16%
No responde	16	42,11%	0	0,00%

Fuente: Creación propia

Al realizar el diagnóstico, el 42,11%, manifiesta no saber por qué. Por otra parte, el 57,89%, da respuestas como: “Las sustancias cambian de estado, porque hay sustancias que requieren de temperaturas diferentes”; “las sustancias no tienen los mismos puntos de fusión ni de ebullición”. Estos últimos, aunque tienen claro que cada sustancia tiene una temperatura particular, no explican con exactitud, respuestas que relacionen el fenómeno con las fuerzas intermoleculares.

Después de la aplicación de la secuencia hubo un incremento significativo estadísticamente de acuerdo a la prueba de hipótesis alternativa, donde $p = 3,43 \times 10^{-5}$ menor que $\alpha = 0,05$ (anexo 9). Es así como el 36,84% de los estudiantes, manifiesta ahora que: “esto se debe a las fuerzas intermoleculares que existen entre las sustancias, las cuales son más intensas en sustancias sólidas y menos intensas en las gaseosas”. Por otro lado, el 63,16% da respuestas que no son exactas, en este caso, para explicar el fenómeno diciendo simplemente que: “cada sustancia tiene temperaturas de fusión y ebullición diferentes”.

Los cambios en las respuestas a las preguntas 8 y 9, las cuales están directamente relacionadas con las fuerzas intermoleculares actuantes entre las moléculas que forman un compuesto, evidencian lo positivo de la implementación de la secuencia; pues en un inicio se percibía desconocimiento de su existencia por parte de los estudiantes. Esto lleva a deducir, que fue su aplicación la que permitió que estos se dieran. Esto se infiere porque antes de ponerla en funcionamiento, los estudiantes no daban explicaciones claras al respecto. Sin embargo, al final aparecen en las respuestas, de algunos, el reconocimiento de estas fuerzas.

Con relación a estas últimas dos preguntas, pese a que hay cambios significativos en las respuestas, estos no son tan drásticos como en otras. Lo que lleva a pensar que, aunque para su comprensión se utilizaron experimentos demostrativos, y una lectura adicional, el que no exista un criterio, por el estilo de la diferencia en la electronegatividad, posiblemente dificulta en los estudiantes la asimilación de estos conceptos ligados con la clase de fuerzas involucradas en esta clase de fenómenos.

Capítulo 6. Conclusiones y recomendaciones

En este capítulo se presentan las conclusiones con relación a los objetivos trazados al inicio de la secuencia y las recomendaciones para futuros trabajos. En ese sentido se puede decir que:

La prueba diagnóstica arrojó que los estudiantes presentaban dificultades para explicar diferentes fenómenos asociados con el enlace químico. Esto se debe a que algunos desconocen los conceptos teóricos relacionados con ellos, o presentan errores en sus concepciones previas llevando a explicaciones muy básicas ligadas con el sentido común. Lo anterior es comprensible si se tiene en cuenta que el enlace químico es un concepto abstracto, cuyas fuerzas vinculantes suceden a escala micro, aunque sus efectos se observen a escala macro.

El diseño de la secuencia didáctica, en la que se ponen en práctica diferentes actividades relacionadas con los tipos de enlaces químicos y las fuerzas intermoleculares, y su posterior implementación, ayudaron a la movilización de saberes, que contribuyeron a fomentar la explicación de fenómenos. Esto se vio en la apropiación conceptual reflejada por los alumnos en las discusiones grupales, y que a la postre se analiza al comparar los resultados de la evaluación diagnóstica con la evaluación final.

Al evaluar los resultados de las dos pruebas (diagnóstica y final), se concluye que la secuencia didáctica contribuye de manera eficiente a mejorar la explicación de fenómenos relacionados con el enlace químico. Esto se comprueba al detallar las diferencias significativas que hay entre las respuestas dadas a las distintas preguntas, antes y después de la intervención, las cuales se analizaron a través de la prueba de hipótesis con enfoque en valor p .

Algunos estudiantes, aun después de implementada la secuencia, a la hora de decidir qué tipo de enlace químico forma un compuesto, en lugar de orientarse por las evidencias experimentales, las cuales van en correspondencia con la teoría, continuaron inclinándose por sus concepciones previas. Lo que indica que todavía estos modelos persisten en ellos y muestra la dificultad para eliminarlos.

Para los estudiantes es más fácil diferenciar las clases de enlaces iónicos y covalentes, dado que esta se puede encontrar recurriendo a la resta de electronegatividad o a las propiedades macroscópicas de las sustancias, de allí que, a la hora de explicar los fenómenos, la mayor parte de ellos, acierta en sus respuestas en la evaluación final. Sin embargo, cuando se trata de fenómenos que involucran fuerzas intermoleculares, los desaciertos son mayores porque no existe un concepto, como en el caso anterior, que permita hallar la diferencia entre ellas; por lo tanto, resulta más complejo, para los estudiantes, relacionar una sustancia con el tipo de fuerza intermolecular que posee.

Los estudiantes tienen mayor facilidad para comprender la regla del octeto que la estructura geométrica de las moléculas. Una posible causa puede ser porque, para la geometría molecular se deben tener en cuenta factores como las características del átomo central y los electrones de no enlace. Asimismo, con respecto a la polaridad de moléculas simétricas, algunos de los grupos a través de la diferencia de electronegatividad analizan una parte de ellas, pero no tienen en cuenta que la polaridad es global, por lo tanto, caen en el error de afirmar que ella es polar, cuando en realidad no lo es.

La mayor parte de los estudiantes, según se percibe de sus concepciones previas, consideran que todas las moléculas son estructuras planas. Esto se deduce a partir de los modelos que realizaron con plastilina, en los cuales plasmaron algo parecido a lo que dibujaron en el papel, incluso para moléculas tridimensionales como el Na_3N .

La planeación y asignación de tareas para la casa tales como: el estudio previo de los temas a tratar y la observación previa de videos relacionados con estos, llevadas a cabo por los estudiantes siguiendo las pautas dadas en una rejilla, complementadas, además, con actividades experimentales o lúdicas durante la clase, contribuyeron para que ellos, tuvieran una participación más activa a la hora de discutir con sus compañeros de grupo los resultados obtenidos a la luz de la teoría. Igualmente les indujo a explicaciones más acertadas. Y los llevó a manifestar que así, la clase les parecía más amena y entendían mejor los conceptos. De esta manera, se evidenció la contribución de la secuencia didáctica a la movilización de saberes.

Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 130-140.
- Astudillo, C., Rivarosa, A., & Ortiz, F. (2014). Reflexión docente y diseño de secuencias didácticas en un contexto de formación de futuros profesores de ciencias naturales. *Perspectiva Educacional Formación de Profesores*, 130-144.
- Ausubel, D. P., & D, N. J. (2005). *Psicología Educativa un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 60-67.
- Caballero Camejo, C. A., & Recio Molina, P. P. (2007). Las tendencias de la Didáctica de las Ciencias Naturales en el siglo XXI. *Redalyc.org*, 34-41.
- Carrascosa Alis, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis de las causas que la originan y/o mantienen. *Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 183-208.
- Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches, A., & Valdés, P. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Enseñanza de la física*, 157-181.
- Carrera, B., & Mazzarella, C. (2001). Vigotsky: Enfoque sociocultural. *Educere*, 41-44.
- Cataldi Zulma, E. a. (2010). TIC's en la enseñanza de la química. Propuesta para selección de Laboratorios Virtuales de Química (LVQ). *XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 720-724.

- Cataldi, Z. e. (2009). Didáctica de la química y TICs: Laboratorios virtuales, modelos y simulaciones como agentes de motivación y de cambio conceptual. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 80-89.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 26-41.
- Chan, R. (2002). *Química*. México: Mc Graw-Hill.
- Cordero, S. e. (2012). Entre la Didáctica de las Ciencias Naturales y la Educación Popular en Ciencias Naturales, Ambiente y Salud: relatos y reflexiones de un camino en construcción. *Praxis*, 71-79.
- De Posada, J. M. (1999). Concepciones de los alumnos sobre el enlace químico antes, durante y después de la enseñanza formal. Problemas de aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 227-245.
- Díaz-Barriga, A. (2013). Secuencias de Aprendizaje. ¿Un problema del enfoque de competencias o un reencuentro con perspectivas didácticas? *Revista de curriculum y formación del profesorado*, 11-33.
- Dos Santos-Fernández, L. e. (2014). Enseñanza del enlace químico desde una perspectiva situación-problema. *Formación universitaria*, 45-52.
- Gallego, A. (2007). Ciencia, historia, epistemología y didáctica de las ciencias: la comunidad de especialistas. *Tea*, 113-125.
- García Franco, A., & Garritz Ruíz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, 111-124.

- García Franco, A., & Garritz Ruíz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: El estudio del enlace químico en el bachillerato. *Enseñanza de la Ciencias*, 111-124.
- González Jiménez, F. E. (1990). Sobre la fundamentación y el valor de la didáctica. *Revista complutense de la educación*, 241-266.
- Gray, H., & Haight, G. (1976). *Principios básicos de química*. Barcelona: Reverté.
- Hernández Millán, G., & López Villa, N. M. (2011). Predecir, observar, explicar e indagar: estrategias efectivas en el aprendizaje de las ciencias. *Educación Química*, 4-12.
- Hernández Sampieri, R., Fernández collado, C., & Baptista Lucio, P. (2004). *Metodologías de la investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Tipos de investigación holística*. Caracas: Sypal.
- ICFES. (2007). *Fundamentación Conceptual en Ciencias Naturales*. Bogotá: Grupo de procesos editorial-ICFES.
- Izquierdo, M., San Martí, N., & Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias*, 45-59.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de las Ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 173-184.
- Laurent, M. G. (2014). Orientación general acerca de la evaluación formativa y el examen de preguntas abiertas. En I. S. México, *Examen de preguntas abiertas, orientaciones para su elaboración* (págs. 47-61). México: Gobierno del Estado de México.
- Levine, D. M., & Krehbiel, T. C. (2006). *Estadística para administración* 4 ed. México: Prentice Hall.

- López González, R. (2008). La nueva Didáctica de las Ciencias Naturales y los modelos científicos. *Visión electrónica de la Universidad distrital*, 109-115.
- Maron, S., & Prutton, C. (2003). *Fundamentos de Fisicoquímica*. México: Limusa.
- Mejía Navarrete, J. (2004). Sobre la investigación cualitativa. Nuevos conceptos y campos de desarrollo. *Investigaciones sociales*, 277-299.
- México, I. S. (2014). *Examen de preguntas abiertas, orientaciones para su elaboración*. México D.F: Gobierno del Estado de México.
- Mineducación. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Bogotá: 2006.
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la Química. *En Blanco & Negro*, 38-46.
- Obaya Valdivia, A., & Ponce Pérez, R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas. *Contacto* 63, 19-25.
- Obaya-Valdivia, A. (2005). Enseñanza experimental de la química. Descubrimiento y solución de problemas. *Educación Química*, 44-50.
- Ortiz Torres, E. A. (2006). Las concepciones contemporáneas sobre el aprendizaje. *Pedagogía Universitaria*, 4, 5, 6.
- Ortiz Torrez, E. A. (2006). Las concepciones contemporáneas sobre el aprendizaje. *Revista Pedagógica Universitaria*, 14-16.
- Perrenoud, P. (2000). Aprender en la escuela a través de proyectos: ¿por qué?, ¿cómo? *Revista Tecnología Educativa*, 311-321.

- Pimienta, J., Tobón, S., & García, J. (2010). *Secuencias Didácticas: Aprendizaje y Evaluación de Competencias*. México: Pearson.
- Pruzzo, V. (2006). La didáctica: su reconstrucción desde la historia. *Praxis educativa*, 39-49.
- Rodríguez Palmero, M. L., & all, e. (2010). *La teoría del aprendizaje significativo*. Barcelona: Octaedro.
- Rodríguez, G., Gil, J., & García, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. España: Aljibe.
- Rodríguez, L. M. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología educativa*. Barcelona: Octaedro.
- Sánchez Blanco, G., & Valcárcel Pérez, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias naturales. *Enseñanza de las ciencias*, 33-44.
- Sandoval, M. J., Mandolesi, M. E., & Cura, R. O. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Educ. Educ.*, 126-138.
- Sierra Fajardo, L. M. (2008). Reflexiones sobre la didáctica escolar. *El educador*, 24-28.
- Tobón, S., Pimienta, J., & García, J. (2010). *Secuencias didácticas: aprendizaje y evaluación de competencias*. México: Pearson.
- Tobón, T. S. (2013). *Formación integral y competencias: pensamiento complejo, currículo, didáctica, y evaluación*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Worth, K. e. (2009). *Módulo Cambios de estado. Insights G. An elementary hands on inquiry Science Curriculum*. Education Development Center, Inc. EDC.

Zambrano Leal, A. (2002). *Los hilos de la palabra: pedagogía y didáctica*. Santiago de Cali:
Nueva Biblioteca Pedagógica.

Anexos

ANEXO 1: DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

¿CÓMO SE UNEN LOS COMPUESTOS?

El enlace químico es uno de los conceptos más importantes para la química, pues a través de este se explican la polaridad de las moléculas, su geometría y por ende sus propiedades físicas y químicas. Lo anterior conlleva a entender los comportamientos microscópicos y macroscópicos de las distintas sustancias.

Durante el desarrollo de esta secuencia, los estudiantes explorarán grupalmente actividades de orden macroscópico: conductividad y solubilidad, la cuales les permitirán diferenciar las fuerzas intramoleculares e intermoleculares y sus respectivas características, acercándose así, al concepto de enlace químico.

PREPARACIÓN PREVIA: Para algunas actividades, durante el desarrollo de la secuencia didáctica, se conforman grupos de trabajo de cuatro estudiantes. Igualmente se aclara que estos grupos, deberán mantenerse a lo largo del desarrollo de la secuencia didáctica.

Tiempo sugerido para la secuencia: 8 sesiones de 50 minutos.

Términos científicos usados: átomos, electrones de valencia, catión, anión, enlace químico, electronegatividad, molécula, enlace iónico, enlace covalente polar, enlace covalente apolar, enlace metálico, solubilidad, fuerzas de Van der Waals.

Materiales: plastilina, palillos, agua, azúcar, sal, azufre, aceite de cocina, un clip (acero), cable y bombilla, vasos, cuaderno de química, lápiz, libros de consulta, computador y video.

OBJETIVOS	EXPECTATIVAS	EVIDENCIAS
Conceptos científicos: Los estudiantes llegarán a: <ul style="list-style-type: none">- Entender por qué los átomos se unen formando enlaces químicos y el papel de los electrones del último nivel en su formación.- Diferenciar las clases de enlaces químicos y determinar su polaridad.- Predecir la estructura y polaridad de algunas moléculas, su solubilidad en solventes polares y no polares teniendo en cuenta las fuerzas intermoleculares existentes.	Los estudiantes que alcancen los estándares de aprendizaje podrán: <ul style="list-style-type: none">- Explicar por qué la mayoría de los átomos se unen para formar enlaces químicos y el papel de los electrones del último nivel en su formación.- Diferenciar los enlaces: metálico, iónico y covalente determinando su polaridad.- Explicar la geometría de una molécula, su polaridad y el tipo de fuerza intermolecular que posee.	Las evidencias se pueden determinar a través de: <ul style="list-style-type: none">- Cuadros comparativos o mapas conceptuales realizados en sus cuadernos.- Ficha sobre actividad experimental y su respectiva socialización.- Realización de maquetas en plastilina.- Lecturas complementarias y claridad en las explicaciones.
Explicación de fenómenos: <ul style="list-style-type: none">- Desarrollar en los estudiantes, la habilidad para construir explicaciones de los fenómenos	<ul style="list-style-type: none">- Los estudiantes darán explicaciones analíticas y coherentes sobre el concepto de enlace químico y su	<ul style="list-style-type: none">- Explicación coherente de los fenómenos: conductividad eléctrica y solubilidad, con relación al enlace químico.

estudiados a la luz del modelo de enlace químico.	relación con los fenómenos estudiados para su comprensión.														
<p>Momento 1 Tiempo total estimado 1 sesiones de 50 minutos.</p> <p>Material: Taller diagnóstico y cuaderno de química</p> <p>Momento 2 Tiempo total estimado 6 sesiones de 55 minutos.</p> <p>Material: Agua, sal de cocina, azúcar, clip, aceite de cocina, palillos, plastilina, cuaderno de química.</p>	<p>Secuencia de aprendizaje</p> <p>Diagnóstico:</p> <p>Momento 1</p> <p>Sesión 1</p> <p>- Evaluación de ideas previas.</p> <p>Se indaga acerca de las ideas que los estudiantes tienen sobre el enlace químico. Para ello, los estudiantes, individualmente, resolverán el cuestionario mostrado a continuación. Luego este será socializado con el resto del grupo.</p> <p>Cuestionario:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles son los denominados electrones de valencia? - ¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos? - ¿Qué entiendes por enlace químico? - ¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? Por qué - ¿Consideras que la sal es conductora de la electricidad? Por qué - ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos? - ¿Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelve? - ¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida? - ¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso? <p>Explorar y descubrir:</p> <p>Momento 2:</p> <p>Ideas de extensión:</p> <p>Para la siguiente actividad, los estudiantes, previamente en sus casas, deben leer sobre las clases de enlaces químicos: iónico, covalente y metálico y sus características. Además, realizar individualmente un mapa conceptual o un cuadro comparativo sobre ellos. Posteriormente, deberán observar un video sobre enlace químico que complementará lo leído hasta el momento https://www.youtube.com/watch?v=85XmStwDdJo</p> <p>Sesión 1</p> <p>En grupos de 4 integrantes, los estudiantes probarán la conductividad de agua, sal, azúcar, acero, aceite y azufre; para las cinco últimas sustancias, las pruebas se harán en su estado normal y disueltas en agua.</p> <p>Reflexionar sobre el significado</p> <p>Luego completarán una tabla en la cual deben predecir, basándose en el cuadro comparativo realizado en la sesión anterior, el tipo de enlace que posee cada sustancia y cómo sería los puntos de fusión y ebullición (altos o bajos) según las características de cada enlace. Una copia de esta tabla será entregada al finalizar la actividad.</p> <table border="1" data-bbox="505 1803 1414 1877"> <thead> <tr> <th>Sustancia</th> <th>Punto de fusión</th> <th>Punto de ebullición</th> <th>Conductividad eléctrica en</th> <th>Conductividad eléctrica</th> <th>Solubilidad en agua</th> <th>Clase de enlace químico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Sustancia	Punto de fusión	Punto de ebullición	Conductividad eléctrica en	Conductividad eléctrica	Solubilidad en agua	Clase de enlace químico							
Sustancia	Punto de fusión	Punto de ebullición	Conductividad eléctrica en	Conductividad eléctrica	Solubilidad en agua	Clase de enlace químico									

			estado normal.	disuelta en agua			
Agua					-----		
Sal							
Azúcar							
Acero							
Azufre							
Aceite cocina							

Ideas de extensión:
los estudiantes deberán consultar en internet los puntos de fusión y ebullición de las sustancias trabajadas y confrontar con lo predicho por ellos durante la práctica experimental.

Sesión 2, 3
Una vez realizada la práctica experimental, y con base en las respuestas de los estudiantes al cuestionario, se procede, con ellos, a comprender la formación del enlace químico teniendo en cuenta la estabilidad de los átomos al formar moléculas. Para ello, se tendrá en cuenta la distribución electrónica y la diferencia en electronegatividad. Igualmente, se explicarán las estructuras de Lewis.

Posteriormente, se le entrega a cada grupo de trabajo, una ficha de trabajo con unas fórmulas moleculares para que ellos realicen las estructuras de Lewis, pero, además, escogerán dos de ellas y las representarán tridimensionalmente y explicando su polaridad.

Ideas de extensión:
Para la sesión No 4, los estudiantes teniendo como guía la ficha No 5, deberán consultar previamente: las clases de fuerzas intermoleculares y realizar un cuadro comparativo. Igualmente, observarán un video complementario sobre fuerzas intermoleculares: <https://www.youtube.com/watch?v=LNHHoebqUew>

Durante esta sesión, en conjunto con los estudiantes, se construirá el concepto de fuerzas intermoleculares buscando que ellos diferencien para qué tipo de moléculas y en qué casos actúa cada una de ellas. Posteriormente, se muestran los fenómenos de tensión superficial y capilaridad y se discuten con los estudiantes. Por último, los estudiantes en sus grupos de trabajo, harán la lectura de la ficha No 6, que complementa la importancia de las fuerzas intermoleculares, en este caso, los puentes de hidrógeno en fenómenos como la congelación del agua y su importancia para la conservación de la temperatura planetaria y la vida acuática.

Reflexionar sobre el significado

Los alumnos contestarán las preguntas formuladas y, por último, socializarán sus respuestas, dando sus impresiones y sugerencias al respecto.

Momento 3:
Sesión 1
Ideas de extensión:

Momento 3

Tiempo estimado 1 sesiones de 50 minutos.

Material:

Taller inicial	diagnóstico	<ul style="list-style-type: none">- Se aplicará nuevamente la evaluación sobre ideas previas, con el fin de comparar después de la aplicación de la secuencia que ha sucedido con relación a las ideas iniciales de los estudiantes.- Se pedirán sus impresiones tanto positivas como negativas con relación a la aplicación de la secuencia.
-----------------------	--------------------	--

Anexo 2: Cuestionario

**FICHA DE TRABAJO No 1
CUESTIONARIO SOBRE IDEAS PREVIAS**

Nombre: _____ Grado: _____

Fecha. _____

1. ¿Cuáles son los denominados electrones de valencia?

2. ¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos?

3. ¿Qué entiendes por enlace químico?

4. ¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? Por qué

-5. ¿Consideras que la sal es conductora de la electricidad? Por qué

6. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos?

7. ¿Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelven?

8. ¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida?

9. ¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso?

RESPUESTA A CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS ANTES DE LA SECUENCIA

INSTITUCIÓN EDUCATIVA ESPAÑA
FICHA DE TRABAJO No 1
CUESTIONARIO SOBRE IDEAS PREVIAS

Nombre: Ronald Hays Carreño GRADO: 10-3
Fecha: 20/10/2016

1. ¿Cuáles son los denominados electrones de valencia?
Los electrones de valencia son los que se encuentran en el último nivel.

2. ¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos?
Porque al ser átomos de diferentes elementos al unirse o relacionarse forman enlaces químicos o reacciones.

3. ¿Qué es el enlace químico?
Un enlace químico es la fuerza que une a dos átomos, sean iguales o distintos.

4. ¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? Por qué?
Porque sus moléculas están unidas y esto permite que fluya la electricidad.

5. ¿Consideras que la sal es conductora de la electricidad? Por qué?
No porque sus moléculas al estar separadas no permiten que la electricidad fluya o pase.

6. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos?
Porque en último nivel están libres de electrones lo cual hace que sea más fácil liberar electrones y permitir el paso de la electricidad.

7. ¿Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelven?
Porque la sal y el azúcar tienen diferente estado que el aceite y la gasolina. Estos no se disuelven porque su densidad es menor y forman una mezcla heterogénea.

8. ¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida?
Esto se debe a que el agua al convertirse en sólido aunque no cambien sus propiedades se cambia su densidad.

9. ¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso?
Porque todas las sustancias tienen un punto de fusión y ebullición diferente.

RESPUESTA A CUESTIONARIO DE IDEAS PREVIAS AL FINAL DE LA SECUENCIA

FICHA DE TRABAJO No 1
CUESTIONARIO SOBRE IDEAS PREVIAS

Nombre: Ronald Hoyos Carreño Grado: 10^o
Fecha: Noviembre 10/2016

1. ¿Cuáles son los denominados electrones de valencia?
Los electrones de valencia son los electrones que se encuentran en el último nivel.

2. ¿Por qué crees que los átomos forman enlaces químicos?
Los átomos forman enlaces químicos para completar un octeto o simplemente tener una configuración electrónica estable.

3. ¿Qué es el enlace químico?
Un enlace químico es la fuerza o la interacción de átomos para lograr estabilidad y formar compuestos o sustancias al unirse. Los enlaces químicos pueden ser iónicos, covalentes o metálicos.

4. ¿Consideras al agua buena conductora de la electricidad? Por qué
El agua no es buena conductora de electricidad porque sus moléculas están separadas, lo que no permite que la electricidad fluya.

5. ¿Consideras que la sal es conductora de la electricidad? Por qué
La sal no es buena conductora de electricidad, es una sustancia polar y no tiene una nube de e⁻ libres que permitan el flujo de la corriente eléctrica.

6. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores eléctricos?
Los metales son buenos conductores eléctricos porque gracias a las fuerzas intermoleculares, las moléculas están completamente unidas al estar en estado sólido y presentan una nube de electrones libres que fluyen y transmiten la corriente eléctrica.

7. ¿Por qué consideras que la sal y el azúcar se disuelven en agua, en cambio el aceite y la gasolina no se disuelven?
Presentan diferentes densidades, la solubilidad es diferente y según el principio químico "semejante disuelve lo semejante", lo polar disuelve lo polar, pero si las sustancias poseen diferencias en su polaridad no podrán disolverse.

8. ¿Por qué el agua al volverse hielo flota sobre el agua líquida?
Esto se debe a las fuerzas intermoleculares y a la densidad.

9. ¿Por qué consideras que a temperatura ambiente hay sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso?
Esto se debe a que las sustancias presentan diferentes tipos de fuerzas intermoleculares, según la intensidad de estas fuerzas varían los puntos de fusión y los puntos de ebullición.

ANEXO 3. REJILLA DE OBSERVACIÓN

Fecha de la sesión:
Docentes:
Nombre de la actividad:
Objetivo:
Asistentes:
Duración:
Momento de la S.D:
Recursos:
Descripción:
Comentarios:

ANEXO 4. FICHA DE TRABAJO NO 2

TRABAJO GRUPAL ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

Nombres: _____ Grado: _____

Fecha: _____

En grupos de 4 integrantes, los estudiantes probarán la conductividad de agua, sal, azúcar y acero, aceite de cocina y azufre; para las cinco últimas sustancias, las pruebas se harán en sus estados normales y disueltos en agua. Luego completarán una tabla en la cual deben predecir, basándose en el cuadro comparativo realizado en la sesión anterior, el tipo de enlace que posee cada sustancia y cómo serían sus puntos de fusión y ebullición (altos o bajos) según las características de cada enlace. Una copia de esta tabla será entregada al finalizar la actividad.

Sustancia	Punto de fusión	Punto de ebullición	Conductividad eléctrica del sólido	Conductividad eléctrica disuelta en agua	Solubilidad en agua	Clase de enlace químico
Agua					-----	
Sal						
Azúcar						
Acero						
Azufre						
Aceite cocina						

Lo hallado en esta experiencia servirá de insumo, para el análisis y discusión grupal, a medida que se va avanzando y clarificando los conceptos.

PREDICCIONES DE LOS ESTUDIANTES DURANTE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

10-3
FICHA DE TRABAJO NO 2
TRABAJO GRUPAL

Nombre: Ronald Hayes - Elizabeth Jaramillo - Valeria Pineda - Valentina Uilada
 Fecha: 26 octubre 2016

En grupos de 4 integrantes, los estudiantes probarán la conductividad de agua, sal, azúcar y acero, aceite y azufre; para las cinco últimas sustancias, las pruebas se harán en su estado normal y disueltos en agua. Luego completarán una tabla en la cual deben predecir, basándose en el cuadro comparativo realizado en la sesión anterior, el tipo de enlace que posee cada sustancia y cómo sería el punto de fusión y ebullición (alto o bajo) según las características de cada enlace. Una copia de esta tabla será entregada al finalizar la actividad.

Sustancia	Punto de fusión	Punto de ebullición	Conductividad eléctrica del sólido	Conductividad eléctrica disuelta en agua	Solubilidad en agua	Clase de enlace químico
Agua	bajo	bajo	NO		-----	Covalente
Sal	ALTO	ALTO	NO	Si	Si	Iónico
Azúcar	bajo	bajo	NO	NO	Si	Covalente
Acero	ALTO	ALTO	Si	Si	NO	Metalico
Azufre	bajo	ALTO	NO	Poca	NO	Covalente
Aceite cocina	bajo	bajo	NO	NO	NO	Covalente

Lo hallado en esta experiencia servirá de insumo, para el análisis y discusión por parte de grupo, a medida que se van clarificando los conceptos. Al finalizar la secuencia entregarán un informe grupal escrito comparando, lo experimentado y lo que indica la teoría.

Dicho informe tendrá:

- Introducción, justificación, objetivos, conceptos teóricos, tabla de resultados, análisis de resultados y conclusiones.

FICHA DE TRABAJO NO 2
TRABAJO GRUPAL

Nombre: Daniela Holguin, Emanuel Torres, Andres Cuero, Alejandra Babaria
 Fecha: octubre - 26 - 2016

En grupos de 4 integrantes, los estudiantes probarán la conductividad de agua, sal, azúcar y acero, aceite y azufre; para las cinco últimas sustancias, las pruebas se harán en su estado normal y disueltos en agua. Luego completarán una tabla en la cual deben predecir, basándose en el cuadro comparativo realizado en la sesión anterior, el tipo de enlace que posee cada sustancia y cómo sería el punto de fusión y ebullición (alto o bajo) según las características de cada enlace. Una copia de esta tabla será entregada al finalizar la actividad.

Sustancia	Punto de fusión	Punto de ebullición	Conductividad eléctrica del sólido	Conductividad eléctrica disuelta en agua	Solubilidad en agua	Clase de enlace químico
Agua	bajo	ALTO	no	no	-----	covalente
Sal	ALTO	ALTO	no	Si	Si	iónico
Azúcar	bajo	ALTO	no	no	Si	Covalente
Acero	ALTO	ALTO	Si	Si	no	Metalico
Azufre	ALTO	bajo	no	Si poca	no	iónico
Aceite cocina	bajo	bajo	no	no	no	Covalente

Lo hallado en esta experiencia servirá de insumo, para el análisis y discusión por parte de grupo, a medida que se van clarificando los conceptos. Al finalizar la secuencia entregarán un informe grupal escrito comparando, lo experimentado y lo que indica la teoría.

Dicho informe tendrá:

- Introducción, justificación, objetivos, conceptos teóricos, tabla de resultados, análisis de resultados y conclusiones.

ANEXO 5. FICHA DE TRABAJO No 3

ENLACE QUÍMICO Y ESTRUCTURA ATÓMICA

Nombre: _____ Grado: _____

Fecha: _____

Consulta en libros o internet la información dada en la lista, complementa con la observación del video del link <https://www.youtube.com/watch?v=85XmStwDdJo> y responde

Cuestión	Respuestas
¿Qué es la regla del octeto?	
Características del enlace metálico (clase de átomos implicados en el enlace, conductividad eléctrica, conductividad calórica, punto de fusión, ¿se quiebra con facilidad?)	
Características del enlace iónico (clases de átomos implicados en el enlace, conductividad eléctrica y calórica, punto de fusión ¿se quiebran con facilidad?)	
Clases de enlace covalente	
Características del enlace covalente (clases de átomos implicados en el enlace, conductividad eléctrica, puntos de fusión)	

ANEXO 6. FICHA DE TRABAJO No 4

TALLER SOBRE ESTRUCTURAS DE LEWIS

Nombres: _____ Grado: _____

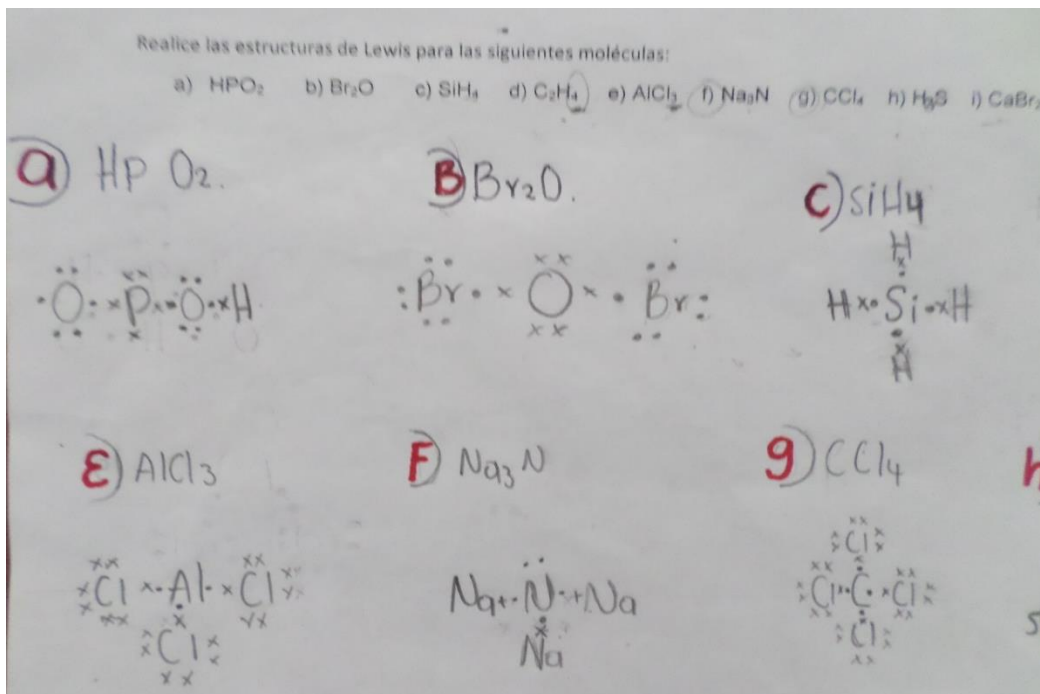
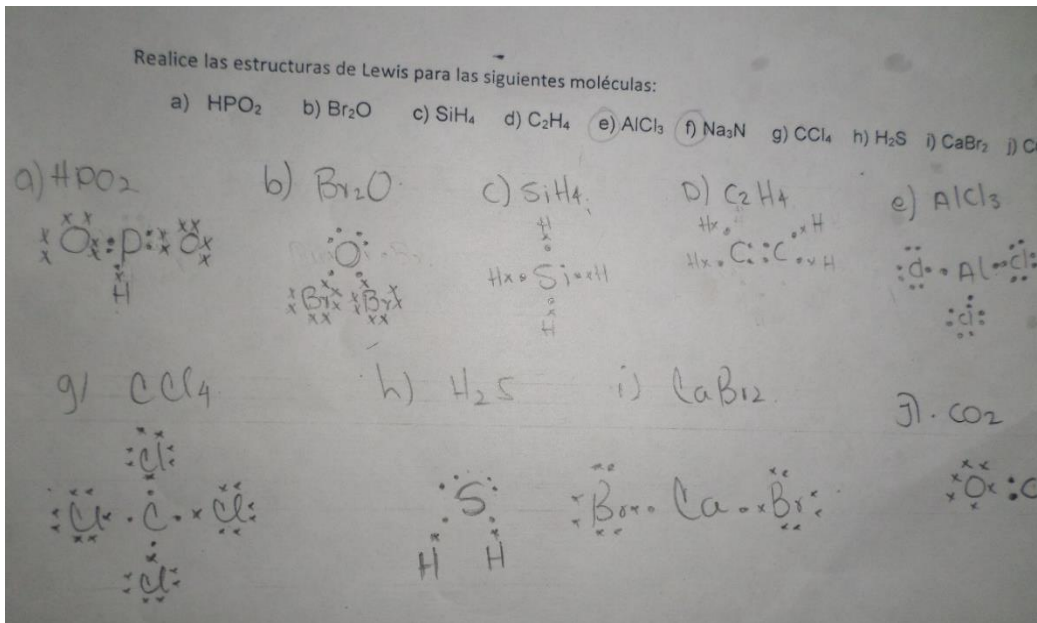
Fecha _____

Realice las estructuras de Lewis para las siguientes moléculas:

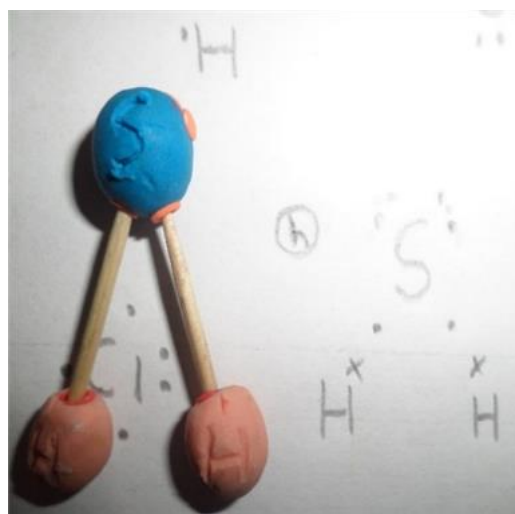
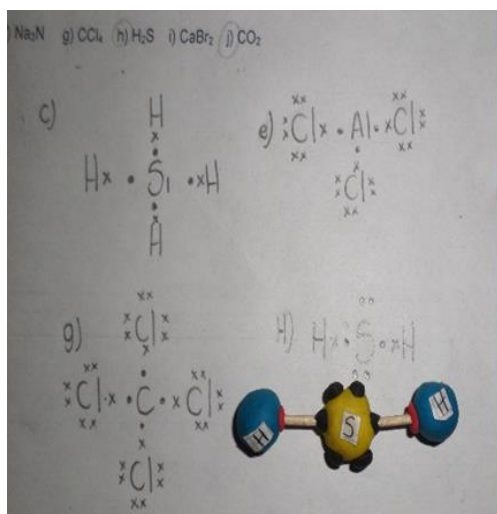
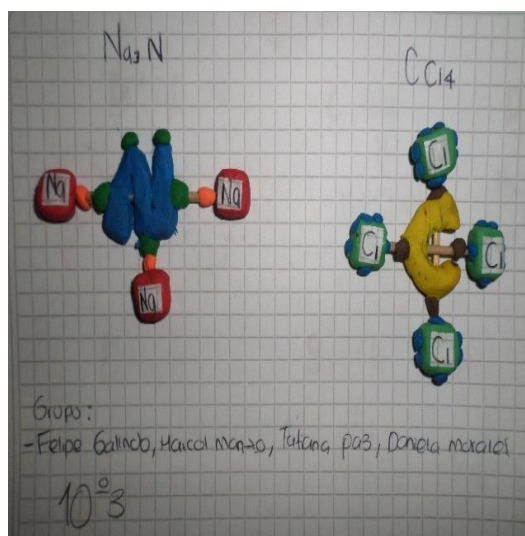
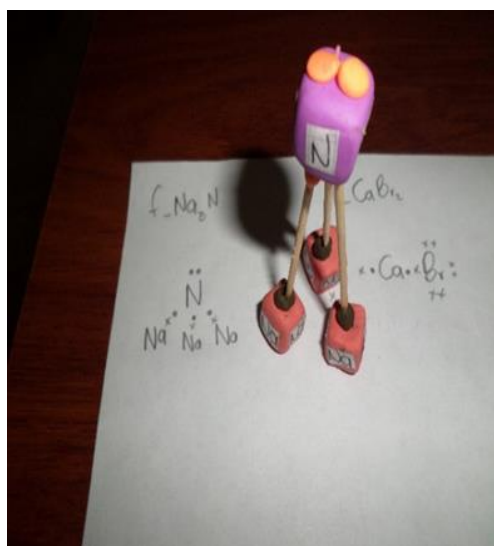
a) HPO_2 b) Br_2O c) SiH_4 d) C_2H_4 e) AlCl_3 f) Na_3N g) CCl_4

h) H_2S i) CaBr_2 j) CO_2

APLICACIONES DEL TALLER SOBRE ESTRUCTURAS DE LEWIS



ELABORACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS LEWIS EN PLÁSTILINA



ANEXO 7. FICHA DE TRABAJO No 5

FUERZA INTERMOLECULARES

Nombres: _____ Grado: _____

Fecha: _____

Consulta en libros o internet la información dada en la lista, complementa con la observación del video del link <https://www.youtube.com/watch?v=LNHHoebqUew> y responde

CUESTIÓN	RESPUESTA
¿A qué se denomina fuerzas intermoleculares?	
¿Qué relación tienen los estados de la materia (sólido, líquido y gas) y la intensidad de las fuerzas intermoleculares?	
¿Cómo se clasifican las fuerzas intermoleculares o de Van der Waals?	
¿Por qué se forman las fuerzas dipolo-dipolo?	
¿Qué átomos forman puentes de hidrógeno?	
¿Qué clase de sustancias interactúan a través de las fuerzas de London?	

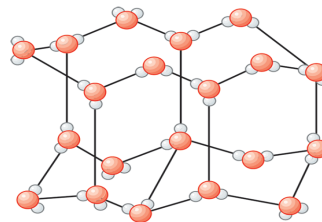
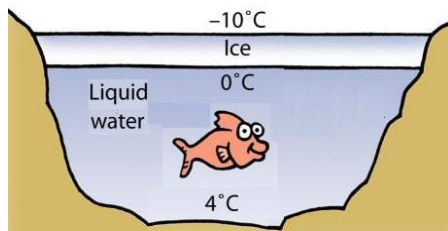
ANEXO 8. FICHA DE TRABAJO No 6

LECTURA

Nombres: _____ grado: _____

Fecha _____

¿POR QUÉ EL AGUA SE CONGELA DESDE LA SUPERFICIE HACIA EL FONDO?



La estructura tridimensional tan ordenada del hielo, dada por los puentes de hidrógeno (ver figura), evita que las moléculas se acerquen demasiado entre ellas, causando aumento en su volumen y disminución en su densidad. El hecho de que el hielo sea menos denso que el agua tiene un profundo significado ecológico. Analicemos, por ejemplo, los cambios de temperatura de un lago en clima frío o de los casquetes polares. A medida que disminuye la temperatura de agua cercana a la superficie, aumenta su densidad. El agua más fría se va al fondo, mientras que el agua tibia, menos densa, se va a la superficie. Este movimiento normal de convección, sucede hasta que el agua alcanza los 4°C. Después de este punto, cuando la temperatura sigue bajando, la densidad del agua en lugar de aumentar, comienza a disminuir y ya no se va al fondo. Con mayor enfriamiento, el agua de la superficie comienza a congelarse. La capa de hielo que se forma no se hunde porque es menos densa que el agua líquida; incluso actúa como aislante térmico para el agua que queda abajo, permitiendo que organismos vivos que habitan en estas aguas sobrevivan sin dificultad.

Por otro lado, las regiones polares son parte integrante del sistema climático del planeta y un componente de vital importancia para este. Debido a la diferencia entre el flujo solar en el ecuador y en los polos, estos últimos inyectan grandes masas de agua y aire fríos en la circulación de los océanos y los vientos, que influyen, como regulador del clima planetario y que hasta ahora, también nos han protegido del rápido calentamiento climático causado por las emisiones de CO₂ naturales o de origen humano.

Tomado de: Chang R. Química. Séptima edición. Mc Graw Hill.

http://www.barinas.net.ve/index.php?p=news&id=2843&titulo=Importancia_de_los_casquetes_polares_para_la_vida#sthash.HpePgxwk.dpuf

Discute al interior de tu grupo de trabajo para luego socializar con el resto del salón:

Si el agua congelara de abajo hacia arriba. ¿Qué efectos tendría sobre las poblaciones de organismos que habitan en estos lugares?

¿Qué puede suceder a nivel planetario si se derriten los casquetes polares?

ANEXO 9. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS

PREGUNTA 1

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,7105	0,8158	0,7632	p (as decimal)
27/38	31/38	58/76	p (as fraction)
27,	31,	58,	X
38	38	76	n
	-0,1053		difference
	0,		hypothesized difference
	0,0975		std. error
	-1,08		z
	,2805		p-value (two-tailed)

PREGUNTA 2

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,2105	0,8421	0,5263	p (as decimal)
8/38	32/38	40/76	p (as fraction)
8,	32,	40,	X
38	38	76	n
	-0,6316		difference
	0,		hypothesized difference
	0,1145		std. error
	-5,51		z
	3,52E-08		p-value (two-tailed)

PREGUNTA 3

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,3421	0,7632	0,5526	p (as decimal)
13/38	29/38	42/76	p (as fraction)
13,	29,	42,	X
38	38	76	n
	-0,4211		difference
	0,		hypothesized difference
	0,1141		std. error
	-3,69		z
	,0002		p-value (two-tailed)

PREGUNTA 4

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,3421	0,6316	0,4868	p (as decimal)
13/38	24/38	37/76	p (as fraction)
13,	24,	37,	X
38	38	76	n
	-0,2895		difference
	0,		hypothesized difference
	0,1147		std. error
	-2,52		z
	,0116		p-value (two-tailed)

PREGUNTA 5

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,3684	0,8158	0,5921	p (as decimal)
14/38	31/38	45/76	p (as fraction)
14,	31,	45,	X
38	38	76	n
	-0,4474		difference
	0,		hypothesized difference
	0,1127		std. error
	-3,97		z
	,0001		p-value (two-tailed)

PREGUNTA 6

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,6579	0,3289	p (as decimal)
0	25/38	25/76	p (as fraction)
0,	25,	25,	X
38	38	76	n
-0,6579 difference			
0, hypothesized difference			
0,1078 std. error			
-6,10 z			
1,04E-09 p-value (two-tailed)			

PREGUNTA 7

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,7105	0,3553	p (as decimal)
0	27/38	27/76	p (as fraction)
0,	27,	27,	X
38	38	76	n
-0,7105 difference			
0, hypothesized difference			
0,1098 std. error			
-6,47 z			
9,72E-11 p-value (two-tailed)			

PREGUNTA 8

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,2895	0,1447	p (as decimal)
0	11/38	11/76	p (as fraction)
0,	11,	11,	X
38	38	76	n
-0,2895 difference			
0, hypothesized difference			
0,0807 std. error			
-3,59 z			
.0003 p-value (two-tailed)			

PREGUNTA 9

Hypothesis test for two independent proportions

$p1$	$p2$	p_c	
0,	0,3684	0,1842	p (as decimal)
0	14/38	14/76	p (as fraction)
0,	14,	14,	X
38	38	76	n
-0,3684 difference			
0, hypothesized difference			
0,0889 std. error			
-4,14 z			
3,43E-05 p-value (two-tailed)			