



**SITUACIÓN DIDÁCTICA EN EL APRENDIZAJE DEL ENLACE QUÍMICO Y
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO, ÁMBITO DE
OBSERVACIÓN: LA MODELIZACIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO 9°**

**BEATRIZ EUGENIA GARCÍA POSSO
CÓDIGO 15612026**

**UNIVERSIDAD ICESI
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRIA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI**

**SITUACIÓN DIDÁCTICA EN EL APRENDIZAJE DEL ENLACE QUÍMICO Y
DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO, ÁMBITO DE
OBSERVACIÓN: LA MODELIZACIÓN EN ESTUDIANTES DE GRADO 9°**

**BEATRIZ EUGENIA GARCÍA POSSO
CÓDIGO 15612026**

TRABAJO DE GRADO

**DIRECTOR
ARMANDO ZAMBRANO LEAL**

**UNIVERSIDAD ICESI
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAESTRIA EN EDUCACIÓN
SANTIAGO DE CALI
2016**

Nota de Aceptación

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Agradecimientos

En primera instancia doy gracias a Dios por la oportunidad de realizar la presente investigación que favoreció un gran aprendizaje, que en últimas es el reflejo de una práctica docente más humana

Gracias al Doctor Amando Zambrano Leal director de mi tesis, por transformar mi vida y ayudarme a transitar en este aprendizaje de ser maestra, por movilizar mi pensamiento, por tantas enseñanzas, por ser ejemplo de maestros que dejan su egoísmo y aprenden a trabajar en equipo, por enseñarme a confiar en las personas, por su humildad, por su cariño sincero, por permitirme ese abrazo el día que me matriculé, jamás lo olvidaré. Gracias, muchas gracias profesor y amigo.

Al pueblo colombiano que a través de Ministerio de Educación Nacional, permite las becas a la excelencia docente para la cualificación de los maestros del país en pro del mejoramiento de la calidad educativa.

A mi tía Ana Virginia Posso y a mi amigo Oscar Pulgarín por sus debates interminables sobre la calidad educativa y los problemas en el aula de clase.

Finalmente quiero agradecer a mis maestros y compañeros de la Maestría en Educación de la Universidad ICESI, por todos los aportes que en las clases y las asesorías que favorecieron mis aprendizajes.

**A Dios,
a mi esposo Edgar Benítez Quintero,
mis hijos Ana Sofía y Juan José
por su amor.**

**A mis estudiantes
por su apoyo durante la investigación.**

Tabla de Contenido

Resumen	10
Introducción	11
Planteamiento del problema	13
Resultados pruebas internas	15
Resultados pruebas ICFES Saber 11	17
Dificultades en el aprendizaje de la química	20
Justificación	22
Pregunta de Investigación	24
Hipótesis	24
Objetivos	24
General:	24
Específicos:	25
MARCO TEÓRICO	26
La didáctica, como disciplina	26
Didáctica de las disciplinas o didáctica específicas	27
Didáctica y aprendizajes	28
Teorías didácticas de referencia	29
Teoría de las situaciones didácticas en mi investigación	29
Teoría de las situaciones didácticas	32
Aproximación conceptual a las situaciones didácticas	33
Dimensiones de las Situaciones Didácticas	35
<i>La situación de acción</i>	35
<i>La situación de formulación</i>	36
<i>Situación de Validación</i>	36
<i>Situación de Institucionalización</i>	36
Campo conceptual de la química: El enlace	37
Teoría del enlace químico:	37
Pensamiento Científico	38
METODOLOGIA	41

Instrumento de observación	41
Observación y análisis de la situación didáctica	43
Indicadores de saber.....	43
Selección del grupo experimental.....	44
Selección del grupo control	45
Diseño de la Situación Didáctica	46
Temporalidad de la situación didáctica	48
Implementación Situación Didáctica del Enlace Químico	49
Resultados obtenidos del grupo experimental	51
Situación didáctica acción	52
Situación didáctica de Formulación.....	55
Situación didáctica de Validación	62
Logros y dificultades en la SD: grupo experimental	65
Situación de institucionalización.....	67
Resultados del grupo control	69
Comparación de los resultados	70
Conclusiones	71
Bibliografía	74

Lista de cuadros

<i>Cuadro 1 Diseño de la Situación Didáctica</i>	47
<i>Cuadro 2 Logros o dificultades respecto a las competencias y pregunta grupo control</i>	69
<i>Cuadro 3 Comparación resultados grupo control y experimental</i>	70

Lista de Tablas

<i>Tabla 1 Imagen 1 Resultados de la Prueba saber 2009-2013. ICFES, 2013</i>	18
<i>Tabla 2 Resultados pruebas ICFES Saber 11 2014 y 2015. ICFES, 2015</i>	19
<i>Tabla 3 Rejilla Observación Situaciones Didácticas grupo experimental</i>	42
<i>Tabla 4 Caracterización estudiantes grupo experimental por especialidad</i>	45
<i>Tabla 5 Cronograma implementación SD</i>	48
<i>Tabla 6 Observación de la situación didáctica acción</i>	55
<i>Tabla 7 Logros obtenidos implementación SD</i>	66

Lista de Ilustraciones

<i>Ilustración 1 Reporte del Índice Sintético de la Calidad 2015</i>	16
<i>Ilustración 2 Paralelo la revolución química y la epistemología del enlace químico. Garay, 2014</i>	38
<i>Ilustración 3 Destilación agua pila. Antonio Guerra</i>	50
<i>Ilustración 4 Situación Acción: Observación de materiales</i>	52
<i>Ilustración 5 Situación de formulación: Lectura grupal</i>	56
<i>Ilustración 6 Observación Situación formulación</i>	57
<i>Ilustración 7 Rejilla de la situación de formulación: Problema – Hipótesis</i>	58
<i>Ilustración 8 Situación de formulación: Problema – Hipótesis</i>	59
<i>Ilustración 9 Situación de formulación: La experimentación</i>	60
<i>Ilustración 10 Formulación + Validación: Estudiante comunicando sus ideas</i> ...	61
<i>Ilustración 11 Situación de Validación: Evidencia de la modelización</i>	62
<i>Ilustración 12 Situación de Validación: Demuestran trabajo en equipo y mucho interés</i>	62
<i>Ilustración 13 Modelización de diferentes formas</i>	63
<i>Ilustración 14 Representa mediante las estructuras de Lewis la sal guber. Na₂SO₄</i>	63
<i>Ilustración 15 Situación de Validación: Reconoce tipo y cantidad de átomos que conforma la molécula</i>	64
<i>Ilustración 16 Modelización de estudiantes</i>	65

<i>Ilustración 17 Asistencia a la situación de Institucionalización.....</i>	<i>67</i>
--	-----------

Lista de Anexos

<i>Anexos 1 Rejilla de Observación</i>	<i>77</i>
<i>Anexos 2 Diseño de la SD.....</i>	<i>79</i>
<i>Anexos 3 Sesión 1: Diagnóstico.</i>	<i>85</i>
<i>Anexos 4 Texto epistemología del Enlace Químico</i>	<i>87</i>
<i>Anexos 5 Actividad experimental.....</i>	<i>99</i>
<i>Anexos 6 Situación de validación</i>	<i>100</i>
<i>Anexos 7 Análisis de la situación validación + Formulación</i>	<i>101</i>
<i>Anexos 8 Lectura de las temáticas relacionadas con el enlace químico</i>	<i>103</i>
<i>Anexos 9 Metacognición.....</i>	<i>113</i>
<i>Anexos 10 Evaluación grupo Control.....</i>	<i>114</i>
<i>Anexos 11 Evaluación de la SD.....</i>	<i>115</i>
<i>Anexos 12 DVD Evidencias.....</i>	<i>116</i>

Resumen

Este trabajo de investigación se sitúa en el aula de clase de Ciencias Naturales de grado noveno, jornada mañana en la Institución Educativa Técnico industrial Antonio José Camacho en la ciudad de Santiago de Cali.

La presente investigación pretendió dar respuestas prácticas y puntuales a problemas específicos del quehacer docente en el área particular de las ciencias naturales y puntualmente de la química. De esta manera, la elaboración teórica y analítica pretende responder problemas inmediatos y claros dentro del aula, esto con el fin de generar cambios plausibles en la labor docente, pero más aún, en la perspectiva y la postura del propio docente sobre su rol dentro de la institución educativa y dentro del aula.

El método de investigación es cualitativo con un diseño cuasi experimental y la observación como técnica de recolección de datos. Su enfoca como un caso de aprendizaje situado, el cual es abordado a la luz de la teoría de las situaciones didácticas de Guy Brousseau. Se seleccionaron para tal fin dos grupos de estudiantes uno experimental y otro de control. Con el primero se desarrollaron las tres fases fundamentales de la teoría de referencia (situación de acción, situación de formulación y situación de validación) el profesor diseña las situaciones didácticas, las implementa y a la par realiza la observación desde los criterios considerados para las acciones, actitudes o aprendizajes de los estudiantes.

La orientación del aprendizaje desde la teoría de las situaciones para la movilización del pensamiento científico en el orden de la modelización o representación del enlace químico. Posterior a la observación se analizaron los aprendizajes adquiridos en los dos grupos seleccionados para establecer un paralelo que permitiera evidenciar los aportes didácticos que brinda la teoría de las situaciones didácticas en los estudiantes del grupo experimental contrastado con las clases tradicionales del grupo de control. Se tomaron registros fotográficos, evidencias escritas de las rejillas trabajadas, los cuales junto con todos los instrumentos documentales utilizados en medio físico se podrán analizar y revisar en anexos de este documento.

Palabras Clave

Situaciones didácticas, didáctica, enlace químico.

Introducción

La falta de una adecuada formación en los docentes ha generado practicas conductistas que no favorecen los aprendizajes de los estudiantes, pero si favorecen la dependencia, la incapacidad de pensar, la falta de creatividad. Es por eso que durante esta investigación no evocamos hacer una análisis de los resultados de las pruebas saber en el área de ciencias naturales de la institución educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho que resultados superiores al promedio del nivel nacional y local, pero estos resultados siguen siendo muy bajos.

En el área de ciencias naturales de grado noveno generalmente no se les propone a los estudiantes conceptos relacionados con el entorno físico, pues la mayoría de los docentes no están capacitados en el área de física y química. El Ministerio de Educación Nacional propone para grado noveno desarrollar en los estudiantes el estándar de competencia: “Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.”. Para cumplir con este requisito que hace parte de la política nacional propongo la teoría de las situaciones didácticas de aprendizaje de Brousseau, como una buena estrategia pues esta teoría posee un enfoque constructivista favoreciendo el desarrollo del pensamiento que para esta es pasar de un pensamiento cotidiano o inicial a un pensamiento más complejo científico.

Para evaluar si se da el desarrollo del pensamiento utilizo la observación como instrumento metodológico para recolectar la información y es así como decido que el pensamiento será evaluado en el orden de la modelización o representación del enlace químico con las estructuras de Lewis. El medio didáctico es el concepto del enlace químico, para algunos didactas de la química es considerado como uno de los más importantes para la comprensión de la naturaleza de la química.

Es de interés internacional la alfabetización científica asunto que favorece con el desarrollo del pensamiento científico en el orden de la modelización, aspecto que permite evaluar las representaciones mentales de los estudiantes, quienes tratan de hacer las representaciones del profesor y en este caso las de Lewis. Una de las grandes equivocaciones que tenemos los docentes respecto a la enseñanza del enlace químico es que no evaluamos de manera minuciosa las representaciones que utilizan los estudiantes para representar el enlace químico, además se debe

evaluar el lenguaje propio de la química, favorecer el trabajo en equipo y la comunicación entre los estudiantes donde el emisor se convierte en un proponente y el receptor en un opositor, de manera que debe tener argumentos sólidos para defender sus posiciones.

Además es común que el profesor asume que el estudiante comprende claramente el concepto molecular y no se da a la tarea de hacer un diagnóstico, ya que el asunto del enlace químico es un asunto de nivel atómico, iónico o molecular indispensable para comprender la formación de compuestos. Cuando ignoramos estos vacíos en el aprendizaje causa desánimo en los estudiantes y de ahí que su bajo rendimiento académico o falta de interés por la química.

Es por esto que con el diseño e implementación la situación didáctica se creó un contexto por parte de la docente en el que los estudiantes debían interactuar no solo con la situación problemática planteada, sino con sus pares con el fin de favorecer la aparición y construcción de los conocimientos o saberes nuevos deseados: el enlace químico, la metacognición, la programación consciente de estrategias de aprendizaje, de memoria, de solución de problemas y toma de decisiones, de autorregulación.

Finalmente es tan importante que el estudiante haga la metacognición de su aprendizaje, como que el profesor haga la metacognición de su aprendizaje y el de los estudiantes, teoría que favorece dicho proceso con la situación didáctica de institucionalización.

Planteamiento del problema

La Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho está adscrita a la Secretaría de Educación Municipal de la ciudad de Santiago de Cali. Fue creada por los acuerdos Municipales del 25 de septiembre y 10 de octubre de 1933 respectivamente, con nombre de “Escuela Municipal de Artes y Oficios”. En el año de 1945 con motivo de la muerte de su fundador tomó el nombre de Instituto Técnico Industrial Antonio José Camacho, institución que nace como una solución a las faltas de formación del género masculino para el trabajo de carácter técnico, es así, que desde esa época y hasta la actualidad se propone formar para el trabajo, para la vida y para el ingreso a la educación superior, cabe resaltar que en la actualidad la institución es de carácter mixto y toda la población. Los estudiantes que hacen parte de la institución educativa hoy son en su mayoría de estratos 2 y 3 que provienen de la zona urbana, de las veredas, corregimientos y municipios aledaños a Cali.

En el 2002, la Secretaría de educación Departamental ordena fusionar en una misma Institución Educativa las escuelas anexas República del Perú, Olga Lucia Lloreda, Marco Fidel Suarez y el Jardín Infantil Divino Salvador bajo el nombre Institución Educativa Técnica Industrial Antonio José Camacho; esto debido a que la cantidad de niños que terminan el grado 5 en dichas sedes no era suficiente para completar la capacidad de oferta educativa que ofrecía la institución en grado 6 para cada año lectivo; dicho cambio ha permitido a la institución la posibilidad de formar de niños, niñas y adolescentes de toda la ciudad, de municipios aledaños, de diferentes etnias, pero sobre todo haciendo del ambiente institucional un espacio de gran diversidad cultural y social.

Poco a poco la Institución Educativa ha ido incluyendo nuevas tecnologías en su quehacer pedagógico, hasta el punto de convertirse en la Institución Técnica Industrial que en la actualidad cuenta con más especialidades: Mecánica Industrial, Mecánica Automotriz, Metalistería y Soldadura, Metalurgia y Fundición, Electricidad Industrial, Electrónica, Programación, Refrigeración y Aire acondicionado, Ebanistería, Construcciones Civiles y Dibujo Técnico.

Se ofrecen actividades extracurriculares como clases de danzas, fútbol, voleibol, teatro, pintura y posee una orquesta musical; tiene convenios interinstitucionales con el SENA (los estudiantes al salir en grado undécimo lo hacen con doble

titulación) y con el sector productivo en el que los estudiantes con mejores rendimientos académico, técnicos y buena convivencia adquieren contratos de aprendizaje.

Además, en la institución se llevan a cabo actualmente varios proyectos, tales como los procesos de proyección hacia la comunidad y la convivencia, el Proyecto GAIA (nombre del proyecto ambiental educativo), Proyecto de Educación Sexual (PESCC), Proyecto de Seguridad Escolar y Proyecto Cultural, además del plan de estudios con las áreas académicas y técnicas básicas.

Mi área de desempeño y en parte de la cual se adelantó la presente investigación es en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, desde el grado 6 a 9 y Química de grado 10 y 11 en la sede central. Dichas áreas cuentan con su respectivo plan de área y los planes de aula para cada grado aprobados por el comité pedagógico institucional¹ fundamentados epistemológicamente y didácticamente en el pensamiento complejo de Edgar Morín, este enfoque que aplicamos transversalmente es entendido como el proceso integrador desde tres perspectivas del conocimiento: compleja-sistémica; constructivista-evolucionista y crítico-social.

Los planes de aula están organizados en proyectos de unidad, particularmente en el área de ciencias naturales y educación ambiental están determinados en cada uno de los niveles siguiendo los estándares de competencias del área de ciencias naturales, los lineamientos curriculares de las áreas obligatorias y fundamentales, y en el plan de aula de matemática que está concebido desde el 2012, así como la teoría de la situaciones didácticas de aprendizaje teniendo en cuenta la propuesta que hacen los lineamientos curriculares desde 1998. (pág 26)

El plan de aula está diseñado para que la práctica en el aula de clase se realice partiendo de preguntas problema como ¿Cuáles son las explicaciones a los cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente?, para el desarrollo de esta pregunta se proponen ámbitos de investigación (¿Cómo se forman los compuestos inorgánicos de manera natural e industrial?), ejercicios de investigación (Relación entre la estructura de los átomos y los enlaces que realizan los átomos para la formación de compuestos, teoría atómica moderna: Números cuánticos y

¹ El comité pedagógico de la Institución está conformado por el docente Jorge Hernán Calderón y La Coordinadora Luz Aida Salazar.

configuración electrónica, formación de compuestos, identificación de grupos funcionales, propiedades físicas y químicas de los compuestos, cálculos cuantitativos en cambios químicos de los elementos y compuestos. Todo esto para entender los cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente), para esto desarrollamos preguntas específicas tales como: ¿Cuáles son los compuestos inorgánicos?, ¿Cuáles son las características y propiedades físicas y químicas de los compuestos inorgánicos?, ¿Qué tipos de reacciones se llevan a cabo para la formación de los compuestos inorgánicos?, ¿Qué propiedades atómicas son indispensables para comprender la formación de compuestos?, ¿De qué dependen las cantidades de elementos o compuestos que deben reaccionar?. Estas preguntas llevan a que el estudiante proponga un tema o problema de su interés desde su vida cotidiana o el ambiente.

Resultados pruebas internas

Una de las consecuencias de la malas prácticas educativas es el deficiente resultado del reporte del Índice Sintético de la Calidad Educativa en adelante ISCE realizado en el 2015 y 2016, dicha investigación le permite a las instituciones educativas hacer un diagnóstico de como está, de cómo podrá proyectarse a futuro y dar solución a las necesidades de cambio. Estos resultados le han mostrado a la institución que si bien está por encima de los promedios nacionales y locales debe mejorar en cuanto a calidad; ya que los resultados siguen siendo bajos. En el reporte del Índice Sintético de Calidad Educativa del 2015 se presentan los siguientes datos: en educación básica primaria el promedio es 6.8, lo cual está por encima del promedio local (5.4) y nacional (5.1); en educación básica media el promedio institucional es 5.5, mientras el local es 5.0 y el nacional 4.9; en educación media el promedio es 7.4, en lo local fue (5.8) y nacional (5.5).

Escala de valores Educación Básica



Escala de valores Educación Secundaria



Escala de valores Educación Media



Ilustración 1 Reporte del Índice Sintético de la Calidad 2015

El ISCE permite preguntarnos ¿Cómo y qué tanto aprenden nuestros estudiantes?, Esta pregunta parte de cuatro componentes: el progreso, desempeño, eficiencia y ambiente escolar:

“**Progreso** está indicado por la comparación de los resultados en las Pruebas Saber del establecimiento obtenidos en el año anterior. Para lograr el aumento en la excelencia se requiere que disminuya el número de estudiantes ubicados en el nivel de desempeño insuficiente. **Desempeño** analiza los promedios de resultados obtenidos por áreas y ciclos. Entre mayor sea el promedio mayor será la calificación obtenida en el desempeño. **La eficiencia** equivale a la proporción de alumnos que aprueban el año escolar y son promovidos al año siguiente en cada nivel (Primaria, Secundaria o Media), lo que permite medir el hecho de que todos los estudiantes matriculados aprendan cada vez más y mejor. **Ambiente** escolar es un complemento de los resultados de aprendizaje de las Pruebas Saber, en especial lo que ocurre en el aula de clase, señalando la existencia o inexistencia de un clima propicio para el aprendizaje y el seguimiento del aprendizaje (calidad y seguimiento de los procesos de retroalimentación de los docentes). Este valor está determinado por la percepción de la institución por parte de los padres de familia y estudiantes, datos socioeconómicos, tiempo de enseñanza, uso de textos, prácticas de evaluación y tareas, plan de mejoramiento institucional, condiciones laborales, conocimientos y uso de los estándares básicos de competencias”. (MEN, Índice Sintético de Calidad, 2015)

Resultados pruebas ICFES Saber 11

Con relación a las Pruebas Saber en los 3 últimos años la institución ha obtenido buenos resultados, en el 2013 nivel superior (Imagen 1 e Imagen 2) y en los años 2014 y 2015 se ha encontrado en el nivel A. Es así que sus resultados la ubican dentro de las cinco mejores instituciones públicas de la ciudad. Con estos resultados ha sido merecedora por parte de la Alcaldía y Secretaria de Educación Municipal de reconocimiento público en el que exalta la labor de la Institución por su excelente desempeño en los resultados del Índice Sintético de Calidad y Pruebas Saber 11 – 2014. Es de resaltar que estos resultados son producto de procesos colaborativos exitosos.

CLASIFICACIÓN DE PLANTELES													
Datos de la institución													
Nombre Oficial	30/01 INSTITUCION EDUCATIVA TECNICA INDUSTRIAL ANTONIO JOSE CAMACHO												
Código	017699				Calendario			A					
Departamento	VALLE				Municipio			CALI					
Periodo	Geografía	Química	Física	Biología	Historia	Filosofía	Matemática	Lenguaje	Ciencias Sociales	Inglés	Categoría	Evaluated	% de Evaluados
2013 **		8	8	8		8	8	8	8	7	SUPERIOR	169	(100 %)
2012 **		8	8	8		8	8	8	8	7	SUPERIOR	138	(96.5 %)
2011 **		8	8	7		7	8	7	8	7	SUPERIOR	149	(98.68 %)
2010 *		8	8	7		7	7	7	8	6	ALTO	160	(89.89 %)
2009 *		6	6	7		8	7	8	8	6	ALTO	152	

Tabla 1 Imagen 1 Resultados de la Prueba saber 2009-2013. ICFES, 2013

De acuerdo a los resultados obtenidos en las pruebas saber 2013, 2014 y 2015 podemos concluir que en el área de Ciencias Naturales en el año 2013 la institución obtuvo promedios de 50,74 en Química, 50,91 en Física, 48,68 en Biología. Para el año 2014, el ICFES realiza cambios en la metodología y hay mejoría en los resultados, particularmente en el área de Ciencias Naturales (con la unión de Química, Física y Biología) con 56,98. Es decir, que de todas las áreas, este grupo es el que tiene mejor desempeño. En el año 2015 se mantiene el tipo de evaluación del año anterior. Sin embargo, para esta ocasión hay una disminución en los resultados de ciencias naturales con 56,58 en el 2014 y 55,6 en el 2015.

Nivel del Reporte	Promedio (Desviación)						
	Lectura crítica	Matemáticas	Sociales y ciudadanas	Ciencias naturales	Inglés	Razonamiento cuantitativo	Competencias ciudadanas
COLOMBIA (94Secretarías)	51.1 (8)*	51.2 (7.9)*	51 (8.3)*	51.2 (7.9)*	50.9 (7)*	51 (8.4)*	51 (8.5)*
CALI (284 Establecimientos)	51.5 (7.9)*	50 (7.5)*	50.8 (8.2)*	50 (8)*	49.7 (6.9)*	50 (8)*	50.9 (8.3)*
IETI Antonio José Camacho	54.8 (8.3)	55.7 (9.8)	55.2 (8.7)	56.5 (9.1)	52.4 (8.2)	55.3 (9.8)	54.9 (8.5)

Nivel del Reporte	Promedio (Desviación)						
	Lectura crítica	Matemáticas	Sociales y ciudadanas	Ciencias naturales	Inglés	Razonamiento cuantitativo	Competencias ciudadanas
COLOMBIA (95 Secretarías)	50.7 (7.5)*	51.5 (9.3)*	51 (9.1)*	51.3 (7.7)*	51.3 (7.8)*	52.6 (10.6)*	50.4 (8.3)*
CALI (283 Establecimientos)	50.6 (7.6)*	49.7 (9)*	50.1 (9)*	50.2 (7.8)*	50.1 (8)*	50.8 (10.3)*	49.9 (8.1)*
IETI Antonio José Camacho	54 (8.3)	56.4 (11)	55.3 (9.7)	55.6 (8.5)	53 (10.7)	58.3 (12.8)	54 (8.4)

Tabla 2 Resultados pruebas ICFES Saber 11 2014 y 2015. ICFES, 2015

Teniendo en cuenta la disminución que presentan los resultados en las pruebas saber 11 de 2015 en torno a las ciencias naturales y la educación ambiental, se hace necesario el análisis de los lineamientos generales del examen de Estado Saber 11°, documento en el cual se deja claro cuáles son los aspectos que evalúa la prueba, los pertinentes para este estudio los relacionamos con el componente ético ambiental, que desde los objetivos debe orientar la educación en ciencias naturales y puntualmente “Comprender que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante, y que permite explicar, predecir y Comprender que la ciencia es ante todo, una construcción humana dinámica de tipo teórico y práctico y entender que, en la medida en que la sociedad y la ciencia se desarrollan se establecen nuevas y diferentes relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad”. (MEN, 2015)

Para el desarrollo de estos objetivos se hace necesario el manejo de conceptos desde el componente biológico, físico y químico; de esta manera vemos que es necesario que el maestro considere la química desde el entorno biológico, físico y químico, las relaciones ecológicas, la transformación y conservación de la energía, así como con el componente del entorno de Ciencia, tecnología y Sociedad (CTS), para lograr hacer parte de las clases temáticas globales como la deforestación, el efecto invernadero, la producción de transgénicos y temáticas locales, como la explotación de recursos y el tratamiento de basuras. Todo esto con el objeto de estimular el desarrollo del pensamiento crítico, del sentido de responsabilidad cívica frente a la ciencia y la tecnología, en la medida que estas tienen efecto sobre sus vidas, la de su comunidad y la de la humanidad en general. Las Ciencias Naturales

deben propender por la construcción de una actitud ética frente a la vida sobre el planeta en todas sus expresiones (ICFES, 2015).

El ICFES desde las ciencias naturales propone a las instituciones educativas la formación de ciudadanos científicamente alfabetizados, y para esto evalúa tres competencias: el uso comprensivo del conocimiento científico, la explicación de fenómenos y la indagación, competencias a las que hago referencia en el marco teórico y metodológico.

Dificultades en el aprendizaje de la química

Desde la experiencia pedagógica he evidenciado ciertas actitudes en el comportamiento de los estudiantes en el momento de la clase, esto debido a las problemáticas sociales, familiares, psicológicas, emocionales propias de la edad, de la enseñanza y del aprendizaje.

Las malas prácticas pedagógicas y los temas descontextualizados producen en los estudiantes apatía hacia el proceso educativo que difícilmente se supera en niveles superiores. En el área de química, a través de mi experiencia he podido detectar que los estudiantes no logran desarrollar su estructura analítica hasta convertirla en lo que podríamos denominar pensamiento científico, y no llegan a comprender, identificar, relacionar muchos conceptos que son la base para desarrollar el lenguaje propio de la química, tanto en el aula de clase como en el laboratorio, esto los conlleva a cometer errores de diferente tipo. Dicho de otra manera, el estudiante no logra adaptarse al ambiente educativo y por tanto no disfruta del proceso educativo en la institución.

De esta manera, cuando un estudiante logra conocer, reconocer y nombrar los compuestos se desenvuelve con más seguridad en la clase de química, es más participativo, logra hacer intervenciones efectivas y enriquecedoras. Por el contrario, cuando un estudiante no verbaliza y no comunica sus aprendizajes se hace más difícil para el maestro identificar que tanto ha progresado el estudiante. En la clase de química todo el tiempo ponemos en escena los compuestos y por supuesto desde las formulas, sus representaciones, sus modelos y sus nombres, sin embargo

estos no se relacionan; lo cual impide que el estudiante desarrolle ideas complejas en torno dichos temas.

Para que el estudiante logre identificar, clasificar, relacionar y nombrar los compuestos, es necesario que comprenda qué son los compuestos, de qué hacen parte, cómo se clasifican, diferenciarlos de las mezclas y por supuesto comprender cómo se forman, para estos aprendizajes se requieren de otras bases conceptuales como el manejo adecuado de la tabla periódica; el reconocimiento de los elementos de la tabla periódica; los modelos atómicos; las propiedades atómicas y la estructura y clasificación de la materia. Cuando el estudiante no ha construido estas bases conceptuales presenta mayores dificultades en su aprendizaje y termina desmotivado.

En el grado noveno desde los estándares de competencias el estudiante al finalizar el año debe:

“Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia”, para apoyar esta meta el mismo documentos de los estándares de competencias propone unos conocimientos propios de las ciencias naturales, tales como:

“Comparo masa, peso, cantidad de sustancias y densidad de diferentes materiales; comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de las moléculas y las fuerzas electrostáticas; verifico la diferencia entre cambios químicos y mezclas; establezco relaciones cuantitativas entre los componente de una solución; comparo los modelos que sustentan la definición acido-base; establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente”. (MEN, 2006)

Según Philippe Perrenoud (Perrenoud, 2011), el maestro que desee democratizar la educación debe organizar y animar situaciones de aprendizaje. Estas deben ser pensadas tanto para los estudiantes que aprenden fácil, como para los que su ritmo de aprendizaje es distinto, para los que aprenden escuchando, para los que aprenden haciendo, para los que aprenden observando, para los que aprenden indagando y para los que no están motivados. Estas situaciones deben considerar la forma como el docente modela su enseñanza, las ideas previas de los estudiantes, los ritmos de aprendizajes, sus necesidades e intereses y la trasposición didáctica del saber sabio al saber didáctico, las situaciones didácticas

de aprendizaje, pensadas así favorecen el deseo de una educación para niñas, niños y adolescentes.

Justificación

Esta propuesta busca favorecer los aprendizajes, mejorar los resultados en las pruebas saber y el desarrollo de competencias, la apropiación y relación de conceptos de la química con la vida cotidiana, así como contextualizar la química desde las verdades de las ciencias naturales y desde los cambios ambientales, sociales y culturales. Es así como esta investigación estará enmarcada en el deseo de la buena enseñanza de la teoría de los enlaces, puesto que uno de los objetos de la química es la obtención y producción de compuestos que antes no existían o que hoy en día no existirían si no fuera por la química. Estos nuevos compuestos permiten dar solución a necesidades puntuales de la humanidad.

Por lo tanto, cuando los estudiantes de grado 9, 10 y 11 presentan dificultades en el aprendizaje de la nomenclatura química están manifestando vacíos teóricos como el uso comprensivo del enlace químico, que va más allá del simple vacío conceptual. Teniendo en cuenta todo este panorama tomo como objeto de investigación la propuesta de diseñar una serie de situaciones didácticas de aprendizajes que favorezcan el aprendizaje del enlace químico, la movilización de los saberes del pensamiento cotidiano al científico.

Con los resultados de esta investigación se podrán potenciar las capacidades de los estudiantes que en muchas ocasiones no llegan a ser institucionalizadas por el docente, favoreciendo futuras investigaciones de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el área de ciencias naturales y de la química en particular, favoreciendo además la formación de ciudadanos competentes para el trabajo y el estudio permanente, también denominado “aprender a aprender”, esto hará de estas nuevas generaciones seres humanos más autónomos y con competencias que les permitan hacer buen uso de la ciencia y la tecnología a lo largo de la vida; entendiendo que todos los seres vivos, la naturaleza y el hombre, están en el mismo plano con el fin de ayudar en la crisis ambiental que es uno de los factores que impiden la Paz. (Rios, 2013)

En el documento Colombia al filo de la oportunidad, Tomo 1, 1994 pág. 36 se hace una fuerte crítica a la educación colombiana, descontextualizada, desmotivadora, promotora de estructuras cognitivas y de comportamiento inapropiados, para lo cual proponen una adecuada aplicación del saber en situaciones reales que deben estar en constante transformación en el aula de clase.

Hace aproximadamente seis años en la Institución Educativa Técnica Industrial Antonio José Camacho se construyeron los planes de aula, pensados desde el modelo pedagógico del pensamiento complejo de Edgar Morín y la metodología de investigación en el aula, pero la implementación de los planes de aula ha presentado muchos obstáculos; en mi caso particular, escribí el plan de aula de grado 10 y 11 de química, pero por la dinámica del área de ciencias naturales, justo cuando termine de escribir los planes de aula y fueron aprobados dejé de enseñar en grado decimo y once y paso a iniciar el proceso con los estudiante de grado 7, que son los estudiantes, con los cuales hoy en día estoy haciendo la implementación de los planes de aula que fueron escritos en el 2011. Además de esto, también están las problemáticas sociopolíticas que afectan el desempeño en las aulas, los desacuerdos entre sindicato y magisterio, la falta de recursos, la deserción escolar, la repitencia de años escolares. Todo esto hace que la implementación tenga un devenir de insatisfacciones y frustraciones, pero definitivamente esta oportunidad de repensar mi práctica educativa y el hecho de poder compartir esta experiencia con mis compañeros ha sido sin duda alguna una gran oportunidad de cambio, una oportunidad para mejorar la calidad de la educación de mi institución educativa.

Así mismo, el concepto de enlace químico es considerado fundamental dentro de la Química, de hecho, se enmarca como la segunda entre los grandes conceptos de esta ciencia. (AYMERICH, 2013). En ese sentido, “El concepto de enlace químico es fundamental para entender la química y la mayoría de teorías (enlace de valencia, combinación de orbitales atómicos, electrostáticas, Lewis-Langmuir, etc.) al respecto son parciales, confusas e inconsistentes desde el punto de vista de la física”. (Roa Díaz, 2011)

En el proceso del aprendizaje del concepto enlace químico, se presentan problemas de conceptualización y definición, por diversos factores, como son las representaciones equivocadas de los enlaces con puntos o líneas que no evocan ninguna relación con la interacción física que se da entre los átomos, además la equivocada utilización de los resultados de la física cuántica sin entender su origen,

alcance y limitaciones, generando dificultades significativas en la comprensión y abstracción de los aspectos cuánticos referentes a nuestro objeto de estudio.

Es la movilización del pensamiento cotidiano al pensamiento científico desde la modelización del enlace químico el fin primordial de la propuesta que realizo con el diagnostico, diseño e implementación de la situación didáctica para el aprendizaje del enlace químico en los estudiantes de grado 9.

Pregunta de Investigación

¿Las situaciones didácticas en la enseñanza del enlace químico, promueven el aprendizaje y movilizan las capacidades de saber en el orden de las representaciones simbólicas de los estudiantes de grado 9 en la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho?

Hipótesis

La implementación de las situaciones didácticas de aprendizaje en el aula favorecen el desarrollo y la movilización del pensamiento cotidiano al pensamiento científico, promueve que los estudiantes experimenten, descubran, formulen hipótesis, comuniquen su reformulación de los conceptos, aprendan a justificar con demostraciones y a tomar conciencia de las habilidades y dificultades en su aprendizaje de los conceptos en la clase de química.

Objetivos

General:

Promover, potenciar y movilizar el aprendizaje del pensamiento científico en el ámbito de la modelización del enlace químico, a través de la situación didáctica en los estudiantes de grado 9° de la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho.

Específicos:

- Observar y caracterizar el aprendizaje del enlace químico en el ámbito de la modelización en los estudiantes de grado 9.
- Diagnosticar, diseñar e implementar la situación didáctica para el aprendizaje del enlace químico y su modelización con miras a movilizar el saber del pensamiento científico en los estudiantes de grado 9.
- Inferir, interpretar y analizar las operaciones del pensamiento científico y la movilización de saber del enlace químico en el ámbito de la modelización en los estudiantes de grado 9.

MARCO TEÓRICO

La investigación que nos ocupa tiene su epicentro en los aprendizajes escolares. Tal como lo hemos señalado en el problema, las dificultades de aprendizaje de los estudiantes se ven reflejadas en los bajos resultados obtenidos en las Pruebas saber y el Índice Sintético de Calidad Educativa. Son múltiples las causas que dan origen a los exiguos resultados escolares positivos y muy a pesar de que la institución tiene en su PEI un modelo pedagógico orientado al aprendizaje. Tal vez la causa más directa de dichos resultados provenga de las prácticas de enseñanza que realizamos los profesores y que en general pueden inscribirse en el frontalismo, es decir, en una pedagogía situada en el saber del profesor. La enseñanza tradicional contradice la exigencia de los aprendizajes pues se privilegia la magistralidad en detrimento del aprendizaje del estudiante. Así, entonces, con miras a resolver el problema que me he planteado, en el siguiente apartado expongo la teoría de referencia. No sobra decir que todo problema de investigación exige de nosotros una teoría y en mi caso, producto del seminario permanente con mi director he privilegiado la teoría de las situaciones didácticas, creada, desarrollada y puesta en funcionamiento por Guy Brousseau. Esta teoría nace en el seno de la didáctica de las matemáticas pero ha sido aplicada en otras disciplinas escolares. Debido a que me sitúo en la didáctica, es pertinente situar su especificidad para comprender el qué y el cómo de la teoría.

La didáctica, como disciplina

Afirma Zambrano (2005) que la didáctica nace en Francia producto de la transformación de la enseñanza de la matemáticas. Específicamente, ella tiene su génesis en la carrera espacial que vimos florecer entre 1960 y 1970. La necesidad de formar mejor a los ingenieros con miras a potenciar el desarrollo tecnológico que exigía la carrera espacial produjo un viraje en la enseñanza de la matemática. En el ámbito internacional, fueron los franceses y los norteamericanos quienes se dieron a la tarea de replantear la enseñanza de esta disciplina en la escuela lo que dio lugar al nacimiento de un nuevo campo denominado didáctica. Así, existen múltiples definiciones de la didáctica. Zambrano describe su objeto como el estudio de la génesis, circulación y apropiación del saber y sus condiciones de enseñanza y

aprendizaje (Zambrano, *ibíd.* Pág.14). El saber se refiere a lo que se enseña en la escuela en el marco de las matemáticas, las ciencias, las ciencias sociales, el lenguaje o la filosofía. Anterior a él, encontramos muchas definiciones y por cuestiones de espacio solo nos limitamos a citar las siguientes: “La didáctica es una disciplina “praxeológica”, indiscutiblemente arraigada en un cuerpo de conocimientos científico metodológicos de tipo teórico – que tienen un vínculo fuerte con las disciplinas científicas; pero también ella está estrechamente ligada a la acción, aquel que caracteriza el terreno práctico donde se expresa su dimensión “aplicada” (Bailly, 1987, pág. 37). Así mismo, Bronckart (1989, pág. 64) consideraba que la didáctica es “una disciplina de acción o una tecnología, en el sentido general del término”. Dabane (1989) estimaba que la didáctica es una disciplina de terreno y de experimentación. Por su parte Daunay & Reuter (2008: 57) estiman que la didáctica es una disciplina de investigación centrada en un doble registro: la enseñanza y el aprendizaje lo que supone una distancia sobre la pedagogía. Astolfi & Develay (1989: Pág. 26) señalan que ella es una disciplina sólidamente organizada con capacidad de forjar los aprendizajes y los saberes de las ciencias.

Didáctica de las disciplinas o didáctica específicas

El desarrollo de la didáctica desencadena en el uso de los términos didáctica de las disciplinas y didácticas específicas. Esta diferencia es clara en los países francófonos para quienes la didáctica trabaja sobre el saber de las disciplinas (Chervel, 1991), mientras que en los países de lengua castellana, el término más generalizado es el de las didáctica específicas (González, 2010). Las didácticas específicas se refieren a los procesos de organización del saber en las diferentes áreas escolares como las ciencias, matemáticas, lenguaje, ciencias sociales, filosofía. Es decir que cada área escolar tiene su propio modo de organizar los conocimientos. Por ejemplo en matemáticas su saber es diferente al de sociales y este muy distinto al de las ciencias. Así mismo, las didácticas específicas toman tanto de la disciplina madre el saber y se nutre, a la vez de las ciencias de la educación cuya aplicación es difícil debido a su generalidad sobre el hecho y el acto educativo (Fernández, 2005), (Zambrano, 2013). En síntesis, la perspectiva que guardamos en nuestra investigación es la de la didáctica de las disciplinas escolares pues la teoría de las situaciones didácticas son claras en este sentido y además porque en nuestro país las ciencias de la educación no tienen el entronque con las áreas disciplinares como en España.

Didáctica y aprendizajes

La didáctica como disciplina de acción tiene su génesis en la psicología del desarrollo de la inteligencia y obedece a la fuerte relación entre psicología y educación (Hernández, 1996). Este vínculo se da, particularmente, a través del aprendizaje y la enseñanza. En el campo de la educación ha sido la didáctica la disciplina que más estrechamente se ha interesado por los procesos de aprendizaje de ahí su fuerte relación con las dos vertientes más contemporáneas: la genética y la cultural. Estas dos corrientes inauguran el constructivismo y el socio-constructivismo. En el seno de las dos corrientes se encuentran los procesos de conocimiento y de aprendizaje. Uno de los forjadores más importantes del constructivismo fue Jean Piaget (1969). Este epistemólogo consideraba que todo aprendizaje era el paso de un menor conocimiento a un mayor conocimiento (Coll, 1986) y para ello establecía los mecanismos mentales por los que pasa el niño: asimilación-equilibración-acomodación lo que significa el paso del pensamiento concreto al pensamiento formal. El aprendizaje es en la teoría genética un proceso que viene de las estructuras psicológicas internas y que al entrar en relación o contacto con el mundo exterior producen desacomodo en las operaciones intelectuales, una vez el niño es capaz de producir nuevo conocimiento se dice que entra en acomodación. Esta perspectiva es biológica. Desde una perspectiva diferente, Vygotsky (1978, Pág. 10)) plantea su teoría del aprendizaje-desarrollo y para ello forja el concepto de Zona Próxima de Desarrollo. El niño llega con elementos de aprendizaje previo y la escuela coadyuva a su desarrollo. Esto se entiende como el nivel de desarrollo prospectivo lo que no es otra cosa que la capacidad que tiene el niño de poder realizar cosas con la ayuda de otro (andamiaje). En la corriente de la psicología cognitiva más cercana a nosotros, los teóricos se esfuerzan por conciliar las dos teorías esto con el fin de explicar los aprendizajes en la escuela. Así, por ejemplo, Coll (1991), estimaba que estas dos perspectivas teóricas coinciden en la idea de que «el desarrollo y el aprendizaje son básicamente el resultado de un proceso de construcción, que el hecho humano no puede entenderse como el despliegue de un programa escrito en el código genético ni tampoco como el resultado de una acumulación y absorción de experiencias.

Si acudimos a estas dos teorías clásicas del aprendizaje –genética y cultural- es porque ellas han tenido una gran repercusión en el ámbito de la didáctica. De hecho, esta disciplina tiene por objeto el aprendizaje y considera que éste solo procede del estudiante para lo cual el profesor es un guía que procura que ellos tengan lugar. Su papel no es otro que el de ser un gran arquitecto de situaciones de aprendizaje. Significa esto que el profesor crea las condiciones para que el estudiante cree por sí mismo el conocimiento.

Teorías didácticas de referencia.

Durante el seminario con mi director de trabajo de grado tuvimos la oportunidad de conocer el desarrollo de la didáctica como campo general de referencia, los conceptos que ella ha generado y las tres grandes teorías de referencia de la didáctica. En primer lugar, la didáctica ha creado la Transposición Didáctica gracias a los trabajos de Yves Chevallard (1991). Esta teoría se nutre del saber y plantea que los procesos de enseñanza tienen como objetivo el paso del saber científico al saber común. Este proceso de didactación consiste en la distancia marcada que existe entre el conocimiento que se elabora en los círculos de la ciencia y cuya característica es la de ser cerrado, hermético e incomprensible. La traducción de dicho conocimiento es obra del especialista universitario o del investigador quien traduce el lenguaje científico en lenguaje académico y se lo enseña al licenciado para que este pueda organizarlo, en términos de aprendizaje, en la escuela. La segunda teoría importante de la didáctica es la desarrollada por Shulman. Esta teoría se conoce como el Conocimiento Didáctico del Contenido. Plantea su creador que los profesores deben conocer el contenido de su disciplina o de lo que enseñan, conocimiento de las estrategias y representaciones instruccionales y tener conocimiento sobre los procesos de aprendizaje de los alumnos sobre el contenido a enseñar (Bolívar, 2005). Queda claro que esta teoría nace más o menos por la misma época en que nació la Transposición Didáctica. La tercera gran teoría de referencia es la gestada por Guy Brousseau (19 en la década de los 80's del siglo anterior y cuyo nombre son las situaciones didácticas. Esta teoría nace en el aro de la reforma de la matemática y plantea, siguiendo el triángulo didáctico Saber-profesor-estudiante. Ella se nutre poderosamente del socio-constructivismo y de los campos conceptuales como del medio. Se trata, como veremos más adelante, de que el estudiante sea capaz de construir él mismo el aprendizaje para lo cual es necesario que los aprendizajes estén organizados en términos de situaciones problemas. El medio didáctico y adidáctico son claves tales como los tipos de contratos, expectativas implícitas entre el profesor y el estudiante. La primera y la tercera es de origen francés y las segunda es típicamente estadounidense.

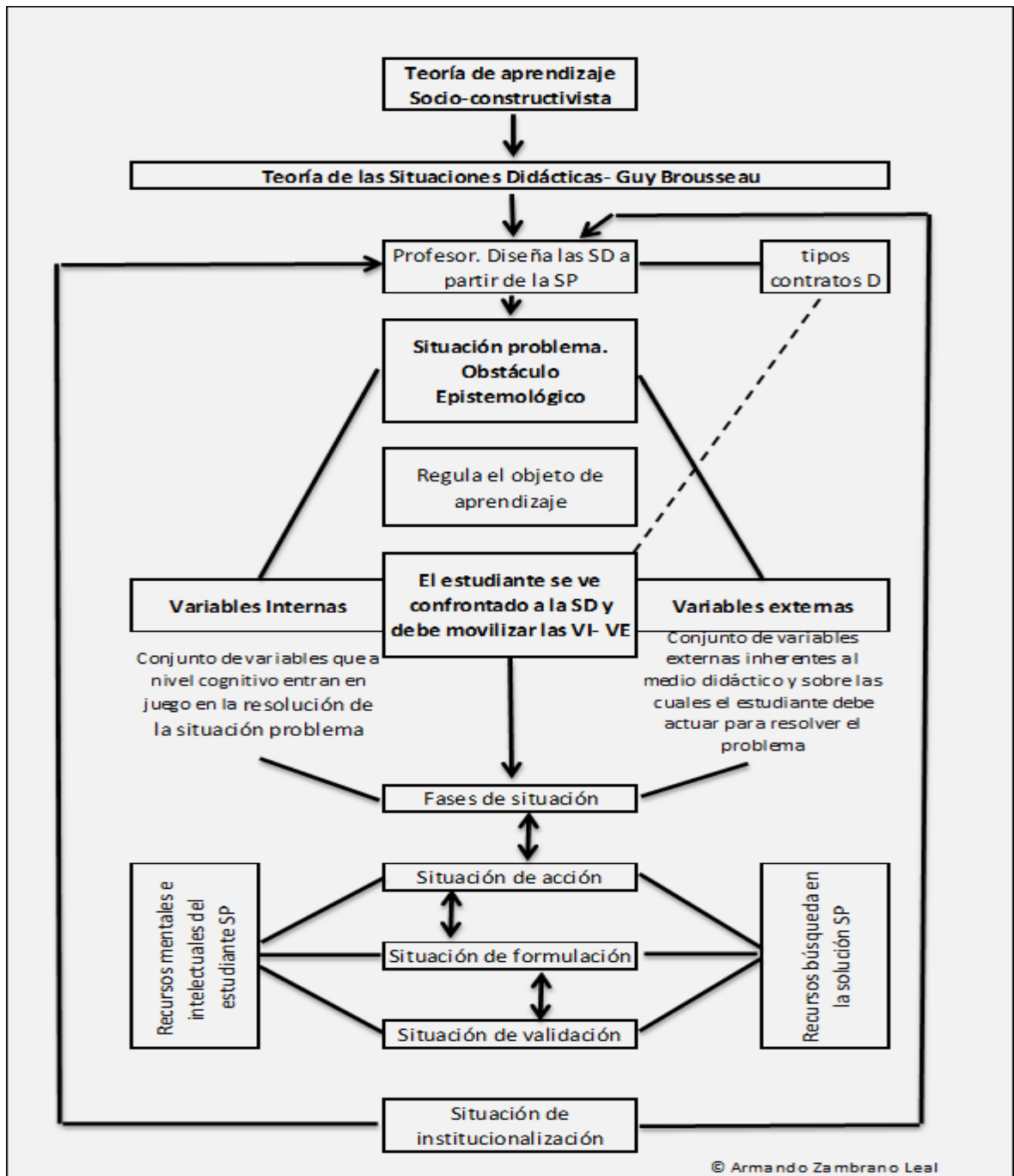
Teoría de las situaciones didácticas en mi investigación

Como ya lo hemos señalado, la teoría que he estudiado en el seminario de Trabajo de Grado bajo la dirección de mi director es el de las situaciones didácticas. En el siguiente esquema se presentan los elementos de la teoría.

Como se observa en el esquema, la teoría se nutre del socio-constructivismo. El profesor, plantea Brousseau diseña las situaciones didácticas a partir de las situaciones problema. Cada situación contempla el objetivo-obstáculo, lo que significa un trabajo de tipo socio-constructivista. Esta se entienden como:

Situación didáctica en la cual se le propone al sujeto –estudiante- que no puede tener buenos resultados sin efectuar un aprendizaje preciso. Este aprendizaje constituye el verdadero objetivo de la situación problema, el cual se alcanza cuando el estudiante en la realización de la tarea es capaz de superar el obstáculo. De esta forma, la producción impone la adquisición, lo que indica que tanto la una como la otra deben ser objeto de distintas evaluaciones. (Meirieu, 1994, Pág. 191)

La situación-problema y el objetivo obstáculo regulan, potencian, contribuyen en el aprendizaje en el estudiante. Toda situación está compuesta de variables internas (tipo intelectual) y variables externas (tipos recursos materiales). Las primeras son recursos cognitivos los cuales son necesarios en la resolución de la situación-problema. Las segundas, por su parte, hacen referencia al medio didáctico sobre las cuales el estudiante debe actuar para resolver el problema. La teoría plantea una serie de fases. Ellas son: fase de acción, de formulación, de validación y de institucionalización. Las tres primeras hacen referencia a los recursos mentales y materiales que el estudiante requiere para darle respuesta a la situación-problema. La cuarta fase compete al profesor y su relación con la institución y los pares. La retroalimentación de las situaciones didácticas ocurre en un medio que puede ser didáctico o anti-didáctico y compromete ciertos tipos de contratos. Para poder entender estos elementos estructurales, procederé a definir lo que es una situación y cómo ella ha sido entendida por los diferentes investigadores y en diferentes ciencias.



Esquema 1 Teoría de las Situaciones Didácticas, Armando Zambrano Leal. Seminario de Trabajo de Grado Maestría en Educación

Teoría de las situaciones didácticas

La teoría de las situaciones didácticas es una producción original de Brousseau, desde los años 70 Francia, en América latina su obra comenzó a difundirse a partir de los años 80, en espacios de investigación entre diferentes comunidades. Esta teoría influenciada por la epistemología Piagetiana propone otro camino que le permita vislumbrar la relación que se establece entre el estudiante, el docente y el saber matemático en el aula. Siendo hoy en día un instrumento científico. Y controlan el que y como aprenden los estudiantes bajo una enseñanza efectiva de la matemática, buscando la profesionalización docente, (Fregona & Baguena, 2011)

Brousseau invita a cuestionarnos sobre ¿Cuáles son los conocimientos matemáticos “necesarios” para la educación y la sociedad? ¿Cómo llevar a cabo la transmisión de los conocimientos?, ¿En qué medida la transmisión de los conceptos matemáticos tienen coherencia y pertinencia desde las ciencias de la educación (pedagogía y didáctica), y desde la psicología o las propias matemáticas?.

Brousseau presenta una reflexión de los procesos que se requieren para transferencia de la cultura, los métodos, la comunicación y transformación del saber.

La enseñanza del conocimiento científico se realiza con la transposición didáctica de este a un saber escolar que se trasmite al estudiante para que este dé cuenta al sistema educativo entre regulador del proceso, (ICFES, 2015).

La sociedad a través de las políticas educativas determina ¿Qué saber quiere que aprenda? y ¿cómo quiere que lo aprenda?, en ese ¿cómo? Se desarrolla el pensamiento y las competencias. La disciplina (química, matemática...) sería la responsable del saber escolar, así mismo, los procesos de adquisición del estudiante son responsabilidad de la pedagogía y la psicología cognitiva. Para cerrar este ciclo se hacen necesarios que el estudiante con ayuda de las ciencias de la comunicación de cuenta a la sociedad de la adquisición y transformación del saber.

La teoría de las situaciones didácticas permite entender como la enseñanza se convierte en una acción que relaciona por un lado la aculturación y por otro lado la adaptación independiente del sujeto al objeto y al medio.

“La situación es un modelo de interacción de un sujeto con cierto medio” (Brousseau, 1987). Este debe ser modelizado por el maestro para que le permita al estudiante realizar la reformulación de un saber con el fin de crearle primero que todo la necesidad del conocimiento y el espacio, para que pueda realizar las respectivas acciones que le permitan adaptarse al medio, de tal manera que le proporciona toda la información necesaria para comprender el conocimiento.

Aproximación conceptual a las situaciones didácticas

Para Brousseau (1997) Las situaciones didácticas son, en lengua francesa, las situaciones que sirven para enseñar. Él considera a la situación como “el ambiente del alumno puesto en práctica y manipulado por el profesor o el educador que la considera como una herramienta”. En este sentido, “Una persona que quiere enseñar un conocimiento determinado generalmente recurre a “medios”, la didáctica estudia y produce estos medios”.

La teoría creada por Brousseau ha sido ampliamente estudiada y referente para otras investigaciones sobre la didáctica, es así que autores como Parra, C & Saiz (1997) retoman los planteamientos del matemático francés al referirse a las Situaciones Didácticas como “una relación establecida explícitamente entre un alumno y un grupo de alumno en un cierto medio, comprendiendo, eventualmente, instrumentos y objetos en un sistema educativa “el profesor” con la finalidad de posibilitar a estos alumnos un saber constituido”

De igual manera, Gálvez (1994) retoma la premisa de Brousseau al considerar la situación didáctica como una “situación construida intencionalmente con el fin de hacer adquirir a los alumnos un saber determinado”.

Así mismo, el psicólogo cognitivo Gérard Vergnaud (1990) estudia las situaciones didácticas. Para él, son la puesta en escena de intereses, son un campo conceptual y considera la elección de la situación como el primer acto de mediación de la enseñanza.

De igual manera, Vergnaud (1999) asume que la situación tiene el carácter de tarea, por tanto, toda situación compleja puede ser analizada como una

combinación de tareas, acerca de las cuales es importante conocer su naturaleza y sus obstáculos, (Otero, Fanaro, Sureda, LLanos, & Arlego, 2014)

Para Philippe Meirieu (1992), la situación didáctica es “Una situación de aprendizaje elaborada por el docente que proporciona, por un lado, unos materiales que permiten recoger la información y, por otro lado, una instrucción-meta que pone al sujeto en situación de proyecto. Es así que, la situación permite una instrucción y por otro lado una instrucción-meta que pone al sujeto en situación de proyecto”.

Jon Jonnart (1996), estimaba que los pedagogos definían con frecuencia situación como una categoría de actividades propuestas a los alumnos al mismo tiempo que los ejercicios sistemáticos, los problemas propuestos y sus soluciones, las actividades de síntesis o de estructuración, las situaciones de creatividad.

La argentina Dilma Fregona (2011), quien ha sido estudiosa de la Teoría de Brousseau, asume las Situaciones Didácticas como un modelo de interacción entre un sujeto y un medio determinado.

Entre tanto, para Roberto Vidal (2012) la Situación didáctica se entiende por una situación construida intencionalmente por el profesor con el fin de hacer adquirir a los alumnos un saber determinado o en vías de construcción.

Mabel Panizza, (2003), considera la teoría de las situaciones didácticas como una teoría de dominios de conocimientos. Enseñanza que busca las condiciones para un origen de los conocimientos matemáticos, bajo la hipótesis de que los mismos no se construyen de manera espontánea.

En Colombia, Yesenia Chavarría (2006), desde el enfoque planteado por Brousseau, reconoce que intervienen tres elementos fundamentales: estudiante, profesor y el medio didáctico. En esta terna, el profesor es quien facilita el medio en el cual el estudiante construye su conocimiento. Así, *Situación Didáctica* se refiere al conjunto de **interrelaciones** entre tres sujetos: profesor-estudiante-medio didáctico.

Retomando a Brousseau, en la conferencia para optar por el título doctor honoris causa de la universidad de Montreal, en la cual realiza una síntesis de los trabajos que dirigió con otros colegas durante más de treinta años para el avance de la ciencia de la didáctica, fundamentalmente de la didáctica de las matemáticas, es

posible referirse a las Situaciones Didácticas como la modelización en la enseñanza.

Dimensiones de las Situaciones Didácticas

La teoría que apoya el presente trabajo de investigación recoge cuatro grandes situaciones: acción, formulación, validación e institucionalización. La situación de institucionalización corresponde a la reflexión que el docente realiza ya sea a nivel personal o nivel institucional con el fin de mejorar, potenciar, los aprendizajes en el espacio escolar.

La situación de acción

Es la realizada por el estudiante para favorecer el aprendizaje autónomo. Para esto, el docente crea la necesidad de adquirir un nuevo conocimiento. ¿Qué hace el profesor para iniciar la modelización de la situación didáctica de aprendizaje? Él debe trasladar el conocimiento científico al conocimiento escolar y para esto necesita reformular, plantear hipótesis, descomponer, desde y para el estudiante en diferentes presentaciones gramaticales. Con la situación acción el estudiante entra en un estado de desequilibrio cognitivo generando en él deseo de aprender.

Para plantear la modelización de la situación acción el profesor debe diseñar un juego, una ficha o un problema con reglas claras para los participantes, con un objeto de conocimiento y además debe tener por objetivo, que el estudiante reinvente el conocimiento y de esta manera se dé el aprendizaje. En este proceso, el docente debe estar vigilante a través de la observación del juego y así verificar el aprendizaje que solo se da, en la medida que el estudiante se adapta al medio cuando corrige y anticipa los aciertos o errores.

Un ejemplo de situación acción fue cuando el profesor Armando Zambrano diseñó una situación la cual tenía por enigma la ubicación correcta de signos de puntuación en un texto desconocido. Para la actividad dio reglas claras, permitió el trabajo individual y grupal y un momento para la socialización de todos los estudiantes.

Otro ejemplo de situación acción es el para el aprendizaje del concepto enlace químico se puede llevar a cabo con el texto “Un banco muy especial”, donde los

estudiantes deben resolver algunos interrogantes, que los motivan al aprendizaje del enlace químico. (Córdoba Chaverra, 2012)

La situación de formulación

En esta dimensión, el profesor debe desarrollar una situación problema, ficha, o recurso para ser solucionado por el estudiante. Entre tanto, el estudiante intenta dar respuesta a la situación con errores o aciertos que le permiten construir su conocimiento. Para que este proceso se dé efectivamente, es necesario que haya claridad en las consignas presentadas por el docente. En esta dimensión de la Situación Didáctica existe una relación de cooperación entre estudiante y docente.

En la situación formulación el estudiante debe plantear hipótesis, ideas, organizar enunciados, demostraciones, construir teorías, y aprender cómo convencer sin ceder a los argumentos de sus compañeros. Además, es capaz de comunicar a otros sus argumentos con fundamentos teóricos. En este proceso, el maestro debe evitar las explicaciones con el propósito de que sea el estudiante quien a través de distintas estrategias llegue a la conceptualización del objeto de enseñanza y posteriormente movilice su pensamiento.

Situación de Validación

La situación acción + situación formulación logra que el estudiante realice procesos de validación del conocimiento. Aquí, hay una movilización del pensamiento porque el estudiante deja de ser un simple receptor del conocimiento a ser el proponente de este. En este proceso, que realiza en conjunto con sus compañeros hay para dar solución al problema planteado por el docente a través del medio didáctico (Brousseau, 2007).

Un modelo de situación de validación es cuando los estudiantes pueden verbalizar ante el grupo sus ideas, apoyadas en los fundamentos teóricos, momento que le permite defender su posición o aceptar la posición de su oponente o proponente depende del rol establecido.

Situación de Institucionalización

Brousseau se refiere a la institucionalización como el momento en el que los docentes cuentan a los otros maestros lo que han hecho los estudiantes durante el desarrollo de la Situación Didáctica. A partir de allí el docente reflexiona sobre las

debilidades y fortalezas de la situación didáctica que diseñó y aplicó con los estudiantes. Esta dimensión le permite al docente tomar decisiones para mejorar en futuras diseños, comunicar el trabajo que realizó y permitir espacios de investigación en el aula.

Campo conceptual de la química: El enlace

El conocimiento didáctico del contenido tiene tres facetas: la primera es la afectividad, la segunda la motivación (del latín “mover”) conocida como el modelo caliente del cambio conceptual, y la tercera faceta es el factor contextual del salón de clase. Ellas se relacionan por la dependencia que se da entre el sujeto y el ambiente

La movilización está considerada como parte fundamental del problema de investigación y como factor imprescindible de la teoría de las situaciones didácticas de aprendizaje.

Teoría del enlace químico:

Se representa desde tres teorías: teoría de Lewis, teoría del enlace de Valencia y teoría del enlace de los orbitales moleculares. Para esta investigación me centro en las representaciones de Lewis.

Para muchos investigadores en didáctica el concepto del enlace químico es crucial dentro de la Química, porque de su correcta comprensión depende que el estudiante se pueda desarrollar con éxito en otros campos de esta ciencia, incluso en la Biología. Es así que Linus Pauling (1991, p 521), concibe el concepto del enlace químico como uno de los grandes logros del intelecto humano. Ronald Gillespie 1997 considera el enlace químico como una de las 6 grandes ideas de la química. Otros como Kutzelnigg 1984, reconocen el concepto del enlace químico como importante aunque complejo. Este análisis científico del concepto le hace consciente al profesor de la estructuración del contenido de enseñanza y su disposición científica.

Aponte, B. A. (2014) propone un paralelo entre la revolución química y la construcción epistemologica que se ha realizado del enlace químico a lo largo de la historia de la química

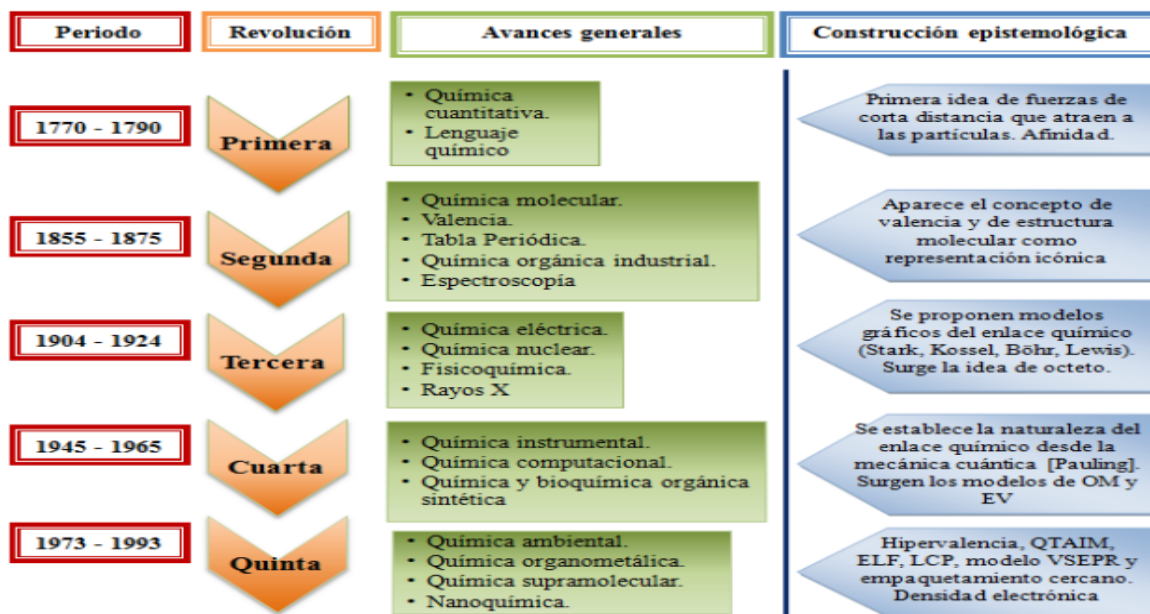


Ilustración 2 Paralelo la revolución química y la epistemología del enlace químico. Garay ,2014

En esta investigación solo se considera el aprendizaje desde los modelos gráficos que propone Lewis para el enlace químico.

Pensamiento Científico

Hoy la ciencia no se conforma con la mirada fenomenológica, busca por qué sustentada desde espacios altamente formales y figurativo dando espacio a la metáfora y al símbolo, que pueda comunicar el contenido y la justificación conceptual, experimental y real de la ciencia, (Balza Garcia, 2006).

Así,

“Bachelard afirma que el pensamiento científico no se desarrolla por acumulación sino, contrariamente, por rupturas. El pensamiento científico construye diferentes modelos de interpretación y análisis de los fenómenos físicos, a través de los cuales, se producen dislocaciones históricas, pues cada nuevo modelo de interpretación se convierte en una estructura de reacción frente a modelos precedentes. De este modo, rodeado del espíritu crítico francés-postmoderno, Bachelard nos señala que la ciencia se desarrolla sobre un mecanismo de fisión, es decir, sobre un dispositivo que excluye aquellas percepciones que son imposibles de asimilar en el momento en que se trata de formar nuevos sistemas interpretativos del mundo. La ciencia no funda sus modelos epistémicos reformulando viejas visiones del mundo sino, generando un horizonte de nuevas unidades que resemantizan las viejas percepciones y formulaciones teóricas de la naturaleza. Pues la ciencia, en su empeño por generar sistemas formales de comprensión y descripción, requiere una ruptura con los hábitos mentales del pasado, a la vez que sus avances se producen venciendo resistencias y prejuicios de los conceptos e imágenes dominantes en la configuración epistemológica que ha de superarse” (Balza Garcia, 2006)

Con todo esto, podemos decir que Davidson acerca la interpretación de la metáfora, más que a la idea de signo, a la idea de símbolo. Pues si recordamos, un símbolo es una imagen en la que existen dos significados que se entrelazan y se evocan dentro de sí. Por sus características de imagen, un símbolo no puede ser sustituido por otro. Y asimismo, para Davidson, la metáfora no puede ser parafraseada, pues no todo significado puede estar en lugar de otro. Los símbolos también, parafraseando a Dan Sperber, organizan la representación mental de los conjuntos (conceptuales y humanos) de los que forman parte. Los fenómenos simbólicos (en nuestro caso los símbolos científicos) organizan el contexto, proporcionan pautas de reconocimiento y de ordenamiento. Los símbolos son como fuerza, “en la medida en que son influencias determinables que inducen a las personas y a los grupos a la acción”. Son fuerzas ordenadoras de las prácticas y las creencias. El símbolo, al igual que la metáfora, nos introduce en una realidad a la cual él mismo pertenece” (Balza Garcia, 2006).

“De todo esto podemos desprender que el prejuicio básico de la ciencia radica en no tomar como literal sus metáforas. Pues, en el afán de querer estructurar coherentemente las nociones abstractas a las que ha llegado, el

pensamiento científico ha necesitado proyectar un dominio referencial sobre otro, cosa que lo ha llevado a la idea errónea de pensar a sus imágenes como simples símiles. Por el contrario, la ciencia, como nos ha mostrado Bachelard, ha desembocado en un universo encerrado en su propia forma. De aquí que hayamos construido también nuestro mundo alrededor de esa forma. De ello podemos concluir que el mundo de la metáfora es el nombre que damos a nuestra capacidad de usar los mecanismos motores y perceptivos corporales como base para construcciones inferenciales abstractas, de forma que la metáfora es la estructura cognitiva esencial para nuestra comprensión de la realidad” (Balza Garcia, 2006).

El Aprendizaje y desarrollo del pensamiento científico es complejo que requiere enriquecer el conocimiento cotidiano, con la teoría de las situaciones didácticas de aprendizaje se debe modelizar desde las ideas de los estudiantes, para organizar las interacciones comunicativas en el aula, los recursos utilizar y como utilizarlos.

En el proyecto educativo institucional ya se propone como modelo pedagógico la investigación en el aula. Además, “La investigación no está solo en la base de la construcción del conocimiento científico, sino que es una forma natural de trabajar problemas que puede emplear cualquier persona y no solo el experto que realiza su actividad profesional” Garcia Díaz, (1994) citado por Institución educativa técnico industrial Antonio José Camacho PEI, (2016, p. 75)

De esto se puede deducir que el estudiante también debe investigar en el aula y como buen investigador deben utilizar la modelización para dar a conocer sus pensamientos sus ideas, es esta la que utiliza el científico para dar a conocer a la comunidad sus ideas, conceptos y/o pensamientos, para facilitar la comprensión, enseñanza y comunicación de saberes compartidos por la comunidad científica.

El modelo mental es necesario para comprender los conceptos científicos y requiere de dos condiciones la conocida (análogo) que debe evolucionar a una nueva o desconocida (tópico), (Navarrete, 2014). El proceso de la modelización o representación de del enlace químico requiere de una codificación y decodificación pues es a través de estos procesos mentales que logra identificar los elementos necesarios para construir su propio modelo que podrá llegar a comunicar, (Garcia Quiroga, Coronado, & Giraldo Ospina, 2015).

METODOLOGIA

Nuestra investigación se sitúa en el aula de clase de ciencias naturales, en el grado noveno, jornada de la mañana y en la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho. El método de investigación es cualitativo con un diseño cuasi experimental de intervención en el aula.

Los investigación cualitativa es pertinente para esta investigación en tanto no implican diseño estadístico riguroso, ya que su estructura se orienta más al proceso que a la obtención de resultados (Monje pág. 109). Con el diseño cuasi experimental podemos aproximarnos a los resultados de una investigación experimental en situaciones en las que no es posible controlar todas las variables.

En el diseño cuasi experimental se contemplan las relaciones causa-efecto, favoreciendo las investigaciones como esta que se desarrolla en un ambiente natural, en el que es imposible el control riguroso de todos los factores que afectan el experimento (aprendizaje de los estudiantes) (Monje, 2011, pág. 10-6, 108).

Instrumento de observación

La observación se realizó a partir de la rejilla de observación de las situaciones didácticas que retoma los postulados de la Teoría de las Situaciones Didácticas, en tanto, se organiza a partir de las tipologías de las situaciones didácticas: situación acción, situación formulación, situación validación y situación de institucionalización.

La rejilla de observación de las situaciones didácticas es un diseño de Armando Zambrano Leal para el grupo de investigación. Esta tiene por objeto favorecer y ayudar a realizar el análisis de la investigación. Este instrumento permite desarrollar el análisis de las observaciones de cada una de las clases en las que se implementa las situaciones didácticas para el aprendizaje del enlace químico y su modelización.

REJILLA DE OBSERVACIÓN SITUACIONES DIDÁCTICAS GRUPO EXPERIMENTAL					
OBJETO DE ENSEÑANZA		Enlace Químico			
PREGUNTA PROBLEMA		¿Las situaciones didácticas en la enseñanza del enlace químico, promueven el aprendizaje y mobilizan las capacidades de saber del pensamiento científico en el orden de la modelización , en los estudiantes de grado 9 en la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho?			
Clase 1	Describo y caracterizo al grupo Tiempo 33 min.	El grupo experimental está compuesto de 29 de niños y 9 de niñas, de grado 9, con edades entre los xxxx y xxxx años, son de estrato socioeconómico 2 y 3. Sus mayores problemas en el aprendizaje son falta de concentración, de interés y la dificultad para relacionar los conceptos abstracciones propios de la química (moléculas, átomos, electrones, iones, cambios en la materia) con los fenómenos de la vida cotidiana (por qué los materiales poseen propiedades tan diversas), aprender significativamente el concepto de enlace es importante para lograr que evoluciones en los aprendizajes de los conceptos propios de la química. Otra dificultad es la falta de elementos que le permitan comunicar los conceptos científicos, siendo la modelización una herramienta utilizada por el científico para expresar o comunicar sus descubrimientos, es necesario que el ciudadano reconozca en la modelización una herramienta vital en la comunicación del pensamiento.			
Competencias		En el grado noveno desde los estándares de competencias el estudiante al finalizar el año debe "Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia", para apoyar esta meta el mismo documentos de los estándares de competencias propone unos conocimientos propios de las ciencias naturales: "comparo masa, peso, cantidad de sustancias y densidad de diferentes materiales; comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de las moléculas y las fuerzas electrostáticas; verifico la diferencia entre cambios químicos y mezclas; establezco relaciones cuantitativas entre los componente de una solución; comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base; establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente". (MEN, Estándares Básico de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales., 2006)			
Clase 2	Índices iniciales de saber del estudiante	Septiembre se elaboró un diagnóstico de cuánto sabe el estudiante del objeto de enseñanza (enlace químico). Partiendo de las representaciones mentales de los y las estudiantes. Consigna: Partiendo de observaciones de materiales cotidianos (azúcar, sal, agua, alcohol, aceite), los estudiantes deben realizar explicaciones o representaciones a nivel atómico, molecular o iónico. El diagnóstico se realiza de manera individual y su análisis se hace desde los procesos de acción (lee, intenta resolver, simula resolver, es persistente, pide ayuda a sus compañeros, busca información) y cognitivos (representación del enlace químico: moléculas, átomos, iones). Se informa a los estudiantes que el objetivo de aprendizaje es desarrollar la competencia científica en el orden de la modelización de teorías científicas o conceptos científicos propios de las ciencias naturales. Se solicita un consentimiento informado a los padres de familia o acudientes para el desarrollo de la investigación con el fin de poder tomar fotos y hacer videos.			
Clase 2 tomo nota del tiempo	Información de las consignas y del tipo de trabajo, las consignas dependen de las representaciones o de lo simbólico.	Consignas: no deben tener el objeto, la competencia. Debe ser algo así como un enigma.	Trabajo grupal	Trabajo individual	
		comprensión consignas por los alumnos		Las consignas deben estar dirigida al trabajo en grupo, la idea es que los estudiantes siempre hagan parte del mismo grupo.	Las consignas están dirigidas en cada una de las clases o sesiones (situación acción, situación de formulación, situación de validación) al trabajo individual, luego se combina con el trabajo grupal.
		Clara	Poco o nada claras		
		Todos (10, 12, ..)	Unos 8, 20, 25...		
Por qué es clara	Por qué es poco o nada clara				
		Es clara porque el estudiantes entiende las reglas en el termino estipulado. En la consigna no se dice el objeto ni el objetivo, hay comprensión de la consigna, si entienden o no.	Es poco o nada clara pues el estudiante pregunta mucho, no entiende lo que debe hacer... etc. Los estudiantes no avanzan solos, preguntan mucho.		
Clase 2 tomo nota del tiempo	Situación de Acción (es la situación cuyos primeros indicios nos informa de la acción del estudiante) Se realiza una observación en el aula de clase (actividad propia del método científico) que favorece la identificación y solución de problemas.	Indicadores de Saber			
		1 Codifica	2 Decodifica	3 Traduce	4 Modela
		5 Intenta resolver	6 Le pide ayuda a otro compañero	7 Busca información ¿Qué información buscaron? Las estructuras moleculares	8 Compara símbolos
		13 Lee la consigna	14 Se concentra en la actividad	15 Simula resolver (escribe los símbolos que encontró pero no los comprende)	16 Intenta escribir, etc
Clase 3 y 4 tomo nota del tiempo	Situación de formulación (es la situación cuyos indicios nos informa de la acción cognitiva del estudiante) Primero los estudiante realizan una lectura grupal de la transposición didáctica de la teoría del enlace de Lewis y en la siguiente sesión realizan una experimentación donde el estudiante partiendo de la propuesta que ellos mismos proponen debe realizar su experimentación, la observación, el planteamiento del problema, la formulación de su hipótesis, sus predicciones, conclusiones y verificación de su hipótesis individual y grupal. Clase 3 tiempo: 110 min. y clase 4: 110 min	Indicadores de Saber			
		1 Codifica	2 Decodifica	3 Traduce	4 Modela
		5 Formula una hipótesis	6 Lanza ideas de cómo podría dar la respuesta	7 Propone soluciones	8 Plantea una estrategia
		9 Analiza	10 Plantea una idea	11 Redacta	12 Comparte y anima al grupo
		13 Compara	14 Sintetiza	15 Aplica la estrategia a nivel individual y grupal (formula preguntas, analiza la consigna, la discute, individualmente busco información).	16 Clasifica
Clase 5 tomo nota del tiempo	Situación de validación (es la situación cuyos indicios nos informa de la acción argumentativa Tiempo: 110 min	Indicadores de Saber			
		Describe cómo lo hizo	Es capaz de reconstruir el proceso	Elabora argumentos sólidos	La respuesta oral es
		Modeliza o representa	Deduce	Compara	Agrupar
		Infiere	Explica	Diferencia	Comprende
		Codifica	Decodifica	Traduce	Usa símbolos, signos convenciones
		Emite una respuesta cierta	Tiene claridad en sus respuestas	Organiza las ideas	Demuestra
Reunión fecha, lugar, n° asistentes , etc.	Situación de institucionalización (comparto la investigación con un grupo de colegas y les expongo los resultados.	Tomo notas de las observaciones de mis colegas y trato de relacionar el logro de las situaciones con el PEI, area, nivel, etc.			

Tabla 3 Rejilla Observación Situaciones Didácticas grupo experimental

Observación y análisis de la situación didáctica

La técnica seleccionada para la recolección de datos de cada una de las sesiones en las que se implementaron las situaciones didácticas de aprendizaje del enlace químico en el ámbito de la modelización, aprendizaje para la observación, se hace a través de una rejilla de observación diseñada por Armando Zambrano para el grupo de investigación. En ella están los indicadores de saber de cada situación y de manera específica para esta investigación se propone la codificación, decodificación y traducción, procesos cognitivos de la representación o modelización.

La codificación es considerada como un proceso cognitivo que demanda de la construcción mental de signos o gráficos (códigos) para expresar, representar o modelizar, logrando la comunicación de sus pensamientos. **La decodificación** es la actividad del pensamiento que requiere de signos o gráficos para expresar, representar, modelizar o comunicar la información que ha sido codificada (el enlace químico) y la **traducción** como la transformación en la representación de la información al interior de un sistema de representación que para este estudio es la teoría del enlace químico con las representaciones que propone Lewis para su comunicación (García Quiroga, Coronado, & Giraldo Ospina, 2015)

Indicadores de saber

La organización de la rejilla de observación del grupo experimental se realizó con base en cada una de las situaciones didácticas (acción, formulación y validación), en donde a partir de indicadores de saber se observan los procesos cognitivos de los estudiantes.

En este sentido, los indicadores de saber seleccionados para ser observados durante la fase de implementación de la situación acción fueron: codifica, decodifica, traduce, modela, intenta resolver, le pide ayuda a otro compañero, busca información compara símbolos, identifica y reproduce símbolos, establece relaciones, cambia símbolos, utiliza lenguajes propio de la química, lee la consigna, se concentra en la actividad, simula resolver (escribe los símbolos que encontró en internet pero no los comprende), intenta escribir, representar o modelar.

Durante la situación didáctica de formulación me apoyé en los siguientes indicadores de saber: formula hipótesis, lanza ideas de cómo podría dar respuesta a su problema, propone soluciones, plantea una estrategia, analiza, plantea una idea, redacta, comparte y anima al grupo, compara, sintetiza, aplica la estrategia a nivel individual y grupal, clasifica.

Y por último, para la situación didáctica de validación observé indicadores de saber, tales como: describe cómo lo hizo, es capaz de reconstruir el proceso, elabora argumentos sólidos, modeliza o representa, deduce, compara, agrupa, infiere, explica, diferencia, comprende, usa símbolos, signos convenciones, emite una respuesta cierta, tiene claridad en sus respuestas, organiza las ideas, demuestra.

La situación didáctica de Institucionalización está dirigida a la socialización con la comunidad de colegas profesores de la institución. Esta fase es necesaria esto con el fin de que algunos colegas del área de ciencias naturales, observen los resultados de la investigación y retroalimentarla de cara a mejorar los procesos de calidad de la enseñanza y de aprendizaje.

Selección del grupo experimental

El grupo experimental está conformado por 37 estudiantes, de los cuales 28 son hombres y 9 mujeres. La edad de los y las estudiantes oscila entre los 13 y 18 años. Así el 2,5 % tienen 18 años (1 estudiante), el 8% tienen 17 años (3 estudiantes), el 22% tienen 16 años (8 estudiantes), el 43% tienen 15 años (16 estudiantes), el 22% tienen 14 años (8 estudiantes) y el 2,5 tienen 13 años (1 estudiante).

Con relación a la especialidad a la que pertenecen, 20 estudiantes hacen parte del departamento de eléctrico (talleres de electricidad industrial, refrigeración y electrónica). Para mi proyecto de investigación esto es importante porque en mi experiencia a lo largo de 11 años en la institución he podido observar que los estudiantes del departamento de eléctrico muestran un especial interés por aprender las ciencias naturales. Otros estudiantes están distribuidos en ebanistería (3 estudiantes), construcciones civiles (2 estudiantes), mecánica industrial (4 estudiantes), metalurgia y fundición (3 estudiantes).

El desempeño académico de este grupo es diverso, hay un estudiante repitente y dos estudiantes nuevos.



Tabla 4 Caracterización estudiantes grupo experimental por especialidad

El principal criterio que utilicé para la elección del grupo experimental fue su alto interés por aprender y la afectividad que tengo hacia ese grupo con el cual ya he compartido durante 4 años, el alto porcentaje de estudiantes que pertenecen al departamento eléctrico, pues los conocimientos que ellos tienen de electricidad podrían llegar a ser una variable que influye en el interés de los estudiantes por estos aprendizajes.

Selección del grupo control

El criterio para la selección del grupo control, fue el hecho de estar cursando el mismo grado de educación noveno, en la misma institución educativa, con el mismo rango de edades 13 a 17 años de edad y la formación en las mismas especialidades técnicas. El criterio principal era tener una clase similar que me permitiera comparar los resultados de la situación didáctica aplicada en la clase experimental.

Diseño de la Situación Didáctica

El diseño de esta situación didáctica se realiza para que los estudiante movilicen el saber, por tal motivo es importante que toda situación de aprendizaje genere en los estudiantes un desequilibrio en sus estructuras mentales, que los obligue a descubrir el problema, el enigma que se sea el detonante que los impulse a construir el concepto y a movilizar su pensamiento. Es así que esta situación se modeliza a partir del problema que proponen los estudiantes: **¿Cómo es posible que yo utilice o me alimente de tantos materiales y no tenga ni idea de qué y cómo están formados?**

Es así que el diseño de la situación didáctica parte de las necesidades de formación de los estudiantes y de las debilidades en el aprendizaje de la Química que ellos han demostrado durante el año escolar. De igual modo, el Ministerio de Educación Nacional propone dentro de los contenidos a desarrollar para el grado noveno el concepto del Enlace Químico, que es a su vez, uno de los de mayor dificultad en los aprendizajes de los estudiantes.

En ese sentido, dentro de los estándares emanados por el Ministerio de Educación Nacional para el grado noveno se encuentra “Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia” (2006).

De igual manera, mi amplia experiencia en la educación me ha permitido comprender que la enseñanza del concepto del Enlace Químico es fundamental para la apropiación de los estándares antes mencionados. En tanto, los químicos deben comprender las sustancias, los materiales, los fenómenos desde las partículas sub-microscópicas. Los enlaces, entre esas partículas, permiten explicar las propiedades químicas y físicas de las sustancias y de los fenómenos químicos. Es el enlace un concepto central en la enseñanza de la química.

DISEÑO DE LA SD			
Medio didáctico: Enlace Químico.			
Pregunta de investigación ¿Las situaciones didácticas en la enseñanza del <u>enlace químico</u> , promueven el aprendizaje y movilizan las capacidades de saber en el orden de la modelización de los estudiantes de grado 9 en la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho?			
Pensamiento Científico: (Objeto de enseñanza y de aprendizaje en la Situación Didáctica)			
Estándar de competencia: "Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia."			
Tema: Enlace Químico			
Situación problema (Actividad individual y/o grupal) Los estudiantes deben aprender a modelar o representar el enlace químico para comprender la naturaleza de los materiales cotidianos como la sal, azúcar, agua....., los cambios, propiedades de los compuestos como estado de la materia, la solubilidad, conductividad eléctrica y puntos de fusión con actividades como la observación, transposición didáctica del enlace, la experimentación.			
Clase	Situación	Diseño	Materiales entregados
1 Tiempo 110 minutos	Acción	Primero se realiza una lectura grupal de la analogía del enlace químico. Seguido de esto se ubica en el centro del aula una mesa con materiales (agua, alcohol, aceite de cocina, azúcar, sal y bicarbonato). Se solicita a los estudiantes que realicen las observaciones estos y diligencien una rejilla (anexo 3) para obtener los resultados del diagnóstico y las evidencias de la situación acción.	Rejilla de la lectura de la analogía. Materiales: agua, alcohol, aceite de cocina, azúcar, sal y bicarbonato. Fichas informativas de los materiales Rejilla de observación y modelización de los aspectos atómicos y moleculares (anexo 3).
2 Tiempo 110 minutos	Acción + Formulación	Actividad Individual: Cada estudiante lee un texto de la transposición didáctica del modelo científico de Lewis Langmuir. (anexo 4: rejilla formulación)	Rejilla con la lectura de la transposición didáctica del modelo científico de Lewis Langmuir. (Anexo 4)
3. Esta clase se da en 2 sesiones 110 minutos	Formulación + Validación Sesión 1	Actividad Grupal: El grupo se divide en 6 subgrupos de 6 y 7 estudiantes cada uno. La experimentación la desarrollan de la siguiente manera (Técnica POE: Predicción, Observación y Experimentación). A Los estudiantes solo se les hace entrega de una lista de materiales y reactivos, ellos deben diseñar su experimentación, plantear un problema y una hipótesis. La única condición es que utilicen todos los materiales.	Rejilla de la experimentación (anexo 5) Rejilla de la validación (anexos 5)
Tiempo 110 minutos	Formulación + Validación Sesión 2	Teniendo en cuenta las modelizaciones que realizan los estudiantes en este momento se puede realizar la lectura de la clase 2, de manera grupal. Para generar discusiones, planteamientos de hipótesis y propuesta de ideas La rejilla de la lectura tienen por objeto que los estudiantes elaboren las representaciones mentales teniendo como insumo el texto de Lewis	Rejilla de la lectura (anexo 4)
4 Tiempo 110 minutos	Validación	SA, SF y SV: Los estudiantes observan diversos materiales y sus fichas informativas (sal guber Na_2SO_4 , sulfato de magnesio, alcohol, agua, azúcar, sal común NaCl , aceite de oliva) y hacen las representaciones moleculares, iónicas o atómicas, que den explicación a las diferencias entre dichas sustancias a través del lenguaje escrito, símbolos, signos y dibujos establecidos por la ciencia (teoría de Lewis), que representan la naturaleza de dichos compuestos.	Materiales para la observación y las fichas descriptivas de los materiales: sal guber Na_2SO_4 , sulfato de magnesio, alcohol, agua, azúcar, sal común NaCl , aceite de oliva. Anexo 6
5. Tiempo 80 minutos	Institucionalización	En esta dimensión se realiza una reunión con docentes compañeros de la institución y se expone el proceso del diseño y la aplicación de la Situación Didáctica	Acta de asistencia a la reunión

Cuadro 1 Diseño de la Situación Didáctica

Teniendo en cuenta lo anterior se diseña la situación didáctica tomando como referencia el esquema propuesto por mi director en el desarrollo de las asesorías del grupo de investigación. Para el diseño de la situación didáctica de aprendizaje se manejó el siguiente esquema propuesto por el profesor Armando Zambrano.

Este esquema partió de la pregunta de investigación que ha orientado esta investigación, la competencia a movilizar (para esta investigación el pensamiento científico), también el estándar, el medio didáctico y el objetivo de la situación. De igual modo, se toman cada una de las fases de la teoría de las situaciones didácticas, el tiempo que durará cada fase de la implementación y los recursos utilizados durante la implementación.

Temporalidad de la situación didáctica

La situación didáctica se diseñó para ser implementado durante 5 sesiones, Así:

CRONOGRAMA DE APLICACIÓN DE LAS SD		
Descripción y caracterización del grupo	15 septiembre	Se caracteriza el grupo, se les comenta que participaran de una investigación y se envía a las casas el consentimiento informado para poder tomar las fotos y hacer los videos de los estudiantes.
Situación Acción	22 septiembre	Se plantea la observación de materiales como situación acción, pues es la observación la que favorece la deducción de problemas y la resolución de los mismos.
Situación Formulación	26 septiembre y 1 octubre	Para lograr que ellos den cuenta de sus procesos cognitivos y planteen una hipótesis se les propone una lectura de la transposición didáctica del enlace y una actividad experimental que debe ser construida por ellos.
Situación Validación	6 octubre	De nuevo realizan una observación de materiales, de los que deben hacer análisis a nivel molecular, atómico y iónico
Situación de Institucionalización	28 octubre	Comparto la investigación con un grupo de colegas y les expongo los resultados. Tomo notas de las observaciones de mis colegas y trato de relacionar el logro de las situaciones con el PEI, área, nivel, etc.

Tabla 5 Cronograma implementación SD

Implementación Situación Didáctica del Enlace Químico

La implementación de la situación didáctica con los estudiantes se desarrolló en tres grandes fases, en la primera se presentó la situación acción, en la segunda la situación formulación y por último la situación de validación.

Durante la implementación de la situación didáctica los estudiantes se organizaron en grupos, procurando que siempre trabajaran con la misma conformación.

En la primera clase, con la situación acción (tiempo 110 minutos), los estudiantes debían plantear el problema e identificar qué tanto conocían de la teoría del enlace químico y de la modelización. Las consignas empleadas para esta actividad fueron: Observa, toca y huele los materiales presentes en la mesa y realiza las siguientes actividades: contesta ¿Cuáles son las diferencias moleculares en estos materiales, que causan diferencias en sus propiedades? Y Realiza los esquemas o dibujos que podrían llegar a **explicar** a nivel de atómico, molecular o iónico, las diferencias en las propiedades o características de las sustancias presentes en la mesa. Del análisis de estas representaciones se podrá identificar los obstáculos que tiene, desde lo intuitivo, antes de ser objeto de enseñanza y aprendizaje del enlace químico.

En la segunda clase se les propuso a los estudiantes que realizaran de manera individual la lectura del texto de la transposición didáctica del modelo científico de Lewis - Langmuir. (Ver anexo 4: rejilla formulación). Aquí fue importante que los estudiantes analizaran las lecturas, las subrayaran, escribieran en ellas, hablarán con los textos e hicieran preguntas. En este punto de la situación, los estudiantes debían formular ideas del enlace químico y de la modelización.

En la tercera clase (sesión 1) los estudiantes se reunieron en grupos de 6, y debían proponer un laboratorio donde, lo único que conocían era el listado de materiales que debían traer al aula de clase (agua destilada, azúcar, sal, circuito eléctrico (Ilustración 3), mechero, tubos de ensayo, 2 cucharas metálicas, 3 breaker o frascos de vidrio con boca ancha, un recipiente plástico rectangular, corta frío). Antes de la experimentación, los estudiantes debían proponer un problema que les sirviera para resolver la actividad experimental y una hipótesis que debía ser verificada.

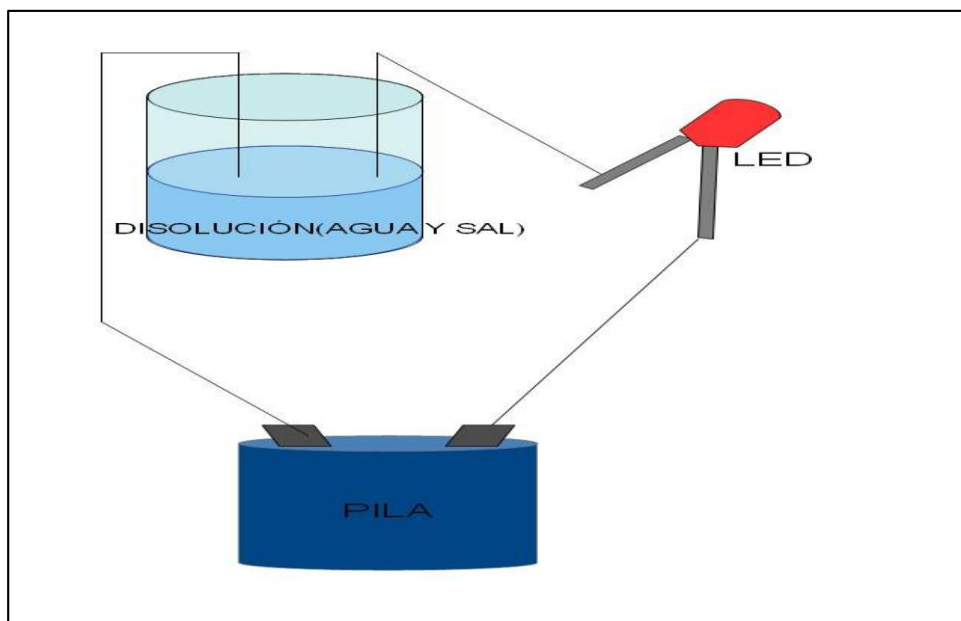


Ilustración 3 Destilación agua pila. Antonio Guerra

Para esta actividad, la única condición era que debían usar todos los materiales y reactivos propuestos. Todo esto con el fin de que a través de la experimentación, aplicaran los conocimientos adquiridos y comprendidos en la actividad anterior: La lectura.

Cuando se dio inicio a la validación, al final de la experimentación los estudiantes debían contestar la siguiente cuestión: ¿Describe con el lenguaje químico las observaciones de la experimentación? Y realice las representaciones mentales a nivel iónico y molecular de los fenómenos observados (propiedades físicas: conductividad eléctrica, solubilidad y puntos de fusión).

En la sesión 2 cuando observé las representaciones mentales a nivel iónico y molecular de los fenómenos observados que habían realizado los estudiantes, consideré pertinente que hicieran la lectura de la clase 2 de manera grupal. Esto con el objetivo de que ellos logran generar discusiones, planteamientos de hipótesis, propuesta de ideas y pudieran elaborar, finalmente, las representaciones mentales sobre el asunto que el autor del texto (seleccionado para la actividad) quiere dar a conocer y las explicaciones de la lectura.

En la cuarta clase los estudiantes observaron diversos materiales y sus fichas informativas (sal guber Na_2SO_4 , sulfato de magnesio, alcohol, agua, azúcar, sal común NaCl , aceite de oliva) e hicieron las representaciones moleculares, iónicas o atómicas que dan explicación a las diferencias entre dichas sustancias a través del lenguaje escrito, símbolos, signos y dibujos establecidos por la ciencia (teoría de Lewis), que representan la naturaleza de dichos compuestos.

En este punto de la situación didáctica de aprendizaje los estudiantes, quedan en situación acción para la formación de compuestos, se dan cuenta de la necesidad de otros conceptos. Era importante que realizaran la metacognición de su aprendizaje, para esto se empleó un ejercicio de validación de la experimentación que realizaron en la quinta clase. Esto se dio a través de una discusión en el aula donde cada grupo tuvo la oportunidad de comunicar su experimento y defender sus argumentos desde la teoría del enlace químico o aceptar las falencias en su propuesta, el ¿Por qué? propuso dicha experimentación. Esta actividad fue fundamental en tanto les permitió validar ante el grupo, permitiendo el análisis de sus propuestas y la verificación de las hipótesis.

Finalmente, el profesor investigador se reúne con sus pares y socializa los resultados de la investigación. Esto tiene como finalidad validar su aprendizaje, recibir retroalimentación.

En cada fase fui apuntando lo que observé en los estudiantes: cómo hacen con el texto de la epistemología del enlace y con la analogía, de qué hablan, qué estrategias aplican para escribir los textos, realizar los esquemas o diagramas, qué información buscan, en dónde buscan la información. Con este registro se observa el desarrollo de las competencias escritas más arriba.

Resultados obtenidos del grupo experimental

Al aplicar la situación didáctica observé la manera cómo los estudiantes desarrollaron las tres fases de la teoría de la situación didáctica. En cada situación (SA, SF, SV) analicé y caractericé las dificultades, avances, logros a nivel individual y grupal en el desarrollo de la situación didáctica para el aprendizaje del enlace químico y su modelización.

Situación didáctica acción

La situación didáctica acción permitió que los estudiantes plantearan una pregunta problema: “Cómo es posible que usemos y comamos tantas cosas y no tengamos ni idea qué las constituye y cómo”.

La SD Acción propuesta para esta investigación consistió en organizar a los estudiantes en un círculo y en el centro del aula de clase ubicar mesas con algunos materiales que son muy comunes como el agua, alcohol, sal, azúcar, bicarbonato de sodio. La tarea consistía que de manera individual los estudiantes realizaran las observaciones de estos materiales, pero las representaciones de los materiales que se les solicita a los estudiantes en la rejilla de la situación acción es a nivel atómico, molecular o iónico, asunto que les genera un desequilibrio, obligándolos a preguntar a los compañeros, a buscar información. Fue muy interesante ver como todos se concentraron en la actividad, a pesar de que la consigna radicaba en un trabajo individual. Solo soportaron la actividad de manera individual hasta la observación. Esto demuestra como ellos de manera natural conforman sus equipos o grupos de trabajo.



Ilustración 4 Situación Acción: Observación de materiales

La observación fue clave para que los estudiantes llegaran a la identificación y resolución del problema. Esto teniendo en cuenta que la observación hace parte de los razonamientos ideales para la aplicación del método científico. De igual manera fue importante el fortalecimiento de valores en ellos como la honestidad, persistencia, creatividad, comunicación (donde juega un papel importantísimo las representaciones o modelizaciones), la sensibilidad y el razonamiento lógico.

En la situación acción la observación de los materiales tiene como objeto que los estudiantes identifiquen el “enigma” ¿Cómo? ¿De qué manera están conformados esos materiales? ¿En que afecta la constitución molecular de esos materiales? Frente a esto, los estudiantes expresaron ideas como: ¡Yo nunca había pensado de qué están hechas las cosas como la sal, el agua.....que las como todos los días!

Además, de observar un alto nivel de concentración y de deseo de resolver el asunto propuesto en la consigna, se evidencia que los estudiantes no conocen sobre la teoría del enlace químico, ni sobre la modelización o representación a nivel molecular de los compuestos. Aunque buscaron información en internet y lograron identificar y reproducir los símbolos, no lograron hacer comparaciones, ni establecer diferencias. Dejando claro que los y las estudiantes copian las estructuras moleculares de algunos materiales, pero no las entienden.

De igual modo se observó cómo los estudiantes no respondieron lo que se les preguntó, contestaron lo que se les ocurría. Usaron los materiales que tenían a su disposición e hicieron referencia a lo observado de manera física, sin embargo, no logran hacer abstracciones de lo molecular, únicamente se refieren a las propiedades físicas (que están en las fichas de cada material) y a los atributos o propiedades físicas, lo que se observa a simple vista como el color.

Esta actividad les permitió involucrar el sentido del tacto y el olfato olor, explicar los sabores de estos materiales combinados con otros materiales no presentes y sus reacciones. Por ejemplo el estudiante M se refiere a la reacción del bicarbonato con limón. El estudiante O se refiere a la reacción del agua con bicarbonato y el hielo seco. Otros estudiantes como V formularon preguntas ¿Cómo hago para saber la característica molecular? Y entre ellos se escuchan expresiones tales como: ¡Dame copia!, ¡explícame!, ¡No entiendo ni XXXXX!, ¿Te parece interesante todo esto?

Clase 2 tomo nota del tiempo	Situación de Acción (es la situación cuyos primeros indicios nos informa de la acción del estudiante)	Indicadores de Saber						
		1 Codifica		2 Decodifica	3 Traduce		4 Modela	
		5 Intenta resolver		6 Le pide ayuda a otro compañero	7 Busca información	8 Compara símbolos		
		9 Identifica y reproduce símbolos		10 Establece relaciones	11 Cambia los símbolos		12 Utiliza lenguaje propio de la química	
		13 Lee la consigna		14 Se concentra en la actividad	15 Simula resolver/ no comprende		16 Intenta escribir.	
Análisis de la situación acción		ESTUDIANTES GRUPO 1 (14 y 15 para todos)						
		Código	G1-E1	G1-E-2	G1-E3	G1-E4	G1-E5	G1-E6
			5, 6, 7, 8, 13, 15	5, 6, 7, 8, 13, 15	5, 6, 7, 8, 10, 13, 15	5, 6, 7, 8, 10, 13, 5	5, 6, 7, 8, 13	5, 6, 7, 8, 10, 13
Análisis de la situación acción		Estudiantes grupo 2						
		Código	G2-E1	G2-E2	G2-E3	G2-E4	G2-E5	G2-E6
			5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15
Análisis de la situación acción		Estudiantes grupo 3						
		Códigos	G3-E1	G3-E2	G3-E4	G3-E5	G3-E5	G3-E6
			5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 10, 13, 15	5, 6, 7, 3, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 1, 2, 3, 4, 10, 13
Análisis de la situación acción		Estudiantes grupo 4						
		Código	G4-E1	G4-E2	G4-E3	G4-E4	G4-E5	G4-E
			5, 6, 7, 9, 13, 15	5, 9, 10, 13	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15	5, 6, 7, 13, 15
Análisis de la situación acción		Estudiantes grupo 5						
		Código	G5-E1	G5-E2	G5-E3	G5-E4	G5-E5	G5-E6
			5, 7, 9, 1, 13, 15	5,6,7,9, 13, 15	5, 6, 8, 13	5, 9, 7, 3	5, 9, 13	5, 6, 9, 13

Análisis de la situación acción	Estudiantes grupo 6						
	Códigos	G6-E1	G6-E2	G6-E3	G6-E4	G6-E5	G6-E6
		5,7,9,13,15	5,7,9,13,15	5, 7, 13, 15	5,7, 12, 13,15	5, 15, 13, 6	5, 13, 7, 15

Tabla 6 Observación de la situación didáctica acción

Es evidente que los estudiantes deben desarrollar una observación más crítica y cuidadosa, registrar los datos observados desde la perspectiva solicitada, solo así dejará de simular registros (el 92 % de los estudiantes tienen el código 15, que se refiere a que simulan resolver).

Situación didáctica de Formulación

La situación de formulación fue modelada pensando en dos sesiones, la primera se realiza con una lectura de la transposición didáctica del enlace de Lewis - Lagmuir y la segunda se desarrolla con la experimentación propuesta por ellos.

En la primera sesión, a través de la lectura se buscó que los estudiantes identificaran la idea principal del autor, realizaran una representación del concepto del Enlace químico que tiene Lewis-Lagmuir y realizaran un resumen. La mayor dificultad que presentó el grupo fue la falta de hábito en la lectura, no están acostumbrados a realizarla y menos de textos científicos.

La mayoría de los estudiantes no terminó la lectura en el tiempo previsto, razón por la cual, en una sesión posterior a la experimentación, se propuso continuar con la lectura pero de manera grupal. Esta técnica permitió que ellos se percataran de la manera como leen: los nombres desconocidos o palabras con las que están poco familiarizados les generan risa, pasan por alto las tablas y figuras de la lectura, compiten por hacer la lectura en voz alta con elegancia pero a toda prisa, de tal manera que no comprende tienen dificultad en la comprensión lectora.



Ilustración 5 Situación de formulación: Lectura grupal.

Por otro lado, es importante resaltar que los estudiantes durante la actividad manifestaron mucho interés por la lectura y se hicieron preguntas, tales como, ¿Cuándo la sal está sólida el sodio le da el electrón al cloro y cuando está disuelta en el agua el cloro se lo regresa? ¿Cuándo me refiero a los átomos lo que comparten son los electrones? Un argumento que proponen es que el sodio tiene un solo electrón en el último nivel por tal motivo, es más fácil que se lo dé al cloro que tiene siete en su último nivel ¿En el agua el sodio y el cloro permanecen unidos? ¡El sodio no queda con electrones en su último nivel! Argumentan que no es cierto porque el sodio cede el electrón del último nivel, por lo tanto su último nivel pasa a ser el anterior, quedando con ocho electrones en su último nivel, otra idea que plantea es el cloro es un anión ya que queda con más electrones que protones, mientras que el sodio tiene menos electrones que protones quedando como un catión o ion positivo.



Observar cómo entre ellos comunican sus ideas tratando de convencer al otro con argumentos que encontraban en la lectura fue el mejor logro de esta sesión, pues de esta manera pude evidenciar si los estudiantes están realizando análisis apropiados.



Ilustración 6 Observación Situación formulación

La segunda sesión la experimentación propuesta por ellos permitió evidenciar la dificultad que tienen en el momento de plantear el problema, la hipótesis y la propuesta experimental coherente con lo anterior.

Así lo evidencia el informe entregado por ellos, en el cual plantearon un problema, formularon una hipótesis y realizaron experimentaciones coherentes, pero no comparan la sal y el azúcar. Esta más enfocada al método de separación de mezcla del agua y la sal por punto de fusión.

	<p>SITUACIÓN DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE CLASE # 3</p>	
<p>Situación de acción * Situación de formulación</p>		
<p>Actividad: Experimental</p>		
<p>Predecir – Observar – Experimentar (POE)</p>		

Consigna:

1. Debe proponer la actividad experimental (Debe tener en cuenta todos los materiales solicitados en la clase anterior) con los siguientes materiales: agua destilada, azúcar, sal, circuito eléctrico, mechero, tubos de ensayo, 2 cucharas metálicas, 3 beaker o frascos de vidrio con boca ancha, un recipiente plástico rectangular
2. Plantee un problema que se resuelva con la experimentación que usted propone y la hipótesis, que debe ser verificada con la experimentación.
3. Al final de la experimentación usted debe contestar la siguiente cuestión:
¿Lo que usted observa durante la experimentación como lo puede describir en el lenguaje químico?

Problema:
Entender que sustancia (sal, azúcar, agua común y agua destilada) tiene mayor conductividad al reaccionar

Hipótesis:
Calcular la conductividad eléctrica de estos materiales en diversas situaciones/reacciones

Pasos para la experimentación: - Separar el agua común y destilada, sal y azúcar en recipientes diferentes - Se prueba su resistencia al calor, hasta ver efectos - Se repite este procedimiento pero en agua común, separado agua sal, agua azúcar - Se prueba su conductividad al exponerlos a energía eléctrica y se calcula su capacidad y el tiempo al reaccionar

Ilustración 7 Rejilla de la situación de formulación: Problema – Hipótesis

Para la sesión 2 con la experimentación se les dificulta plantear el problema, formular la hipótesis y su experimentación:

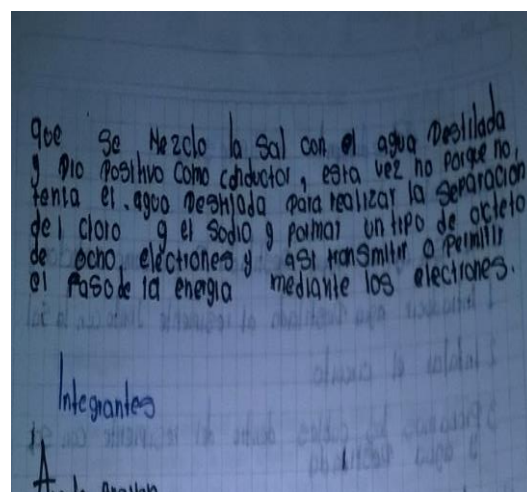
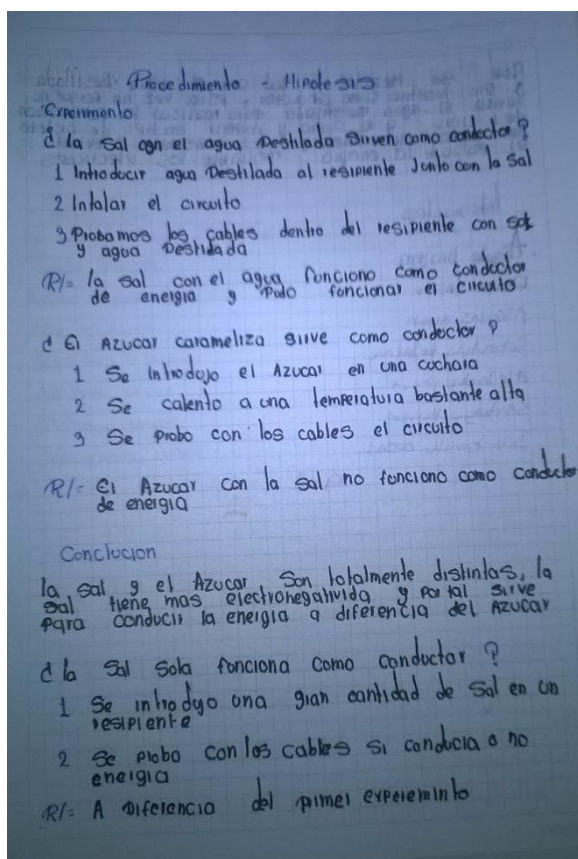


Ilustración 8 Situación de formulación: Problema – Hipótesis

La ilustración 8 es un ejemplo de cómo los estudiantes partiendo de sus predicciones, plantean hipótesis y hacen experimentaciones coherentes. Es importante evidenciar la falta de argumentos que les falta para justificar por qué la ley del octeto permite dar una explicación a la no conductividad eléctrica de sal sólida y la conductividad eléctrica de la sal en disolución.

Después de plantear el problema, plantear la hipótesis y elaborar el diseño de la experimentación, proceden a realizar su experimentación.



Ilustración 9 Situación de formulación: La experimentación

La experimentación planteada desde la teoría de las situaciones didácticas es una situación acción + formulación, es evidente como los estudiantes no sabían que hacer cuando estaban en la fase de proponer la experimentación, pues siempre se da la receta para la experimentación impidiendo que los estudiantes se acerquen al rol del científico, quien es quien propone desde un problema que debe hacer para resolverlo.

Después de realizar la experimentación los estudiantes plantean hipótesis como el que la sal y el azúcar tienen propiedades diferentes. Los argumentos que utilizaron para sustentar estas ideas fueron: primero, la diferencia que existe entre los elementos que las componen; segundo, la cantidad de electrones; tercero, la electronegatividad o capacidad de atraer electrones.

Otra hipótesis que formulan es que la sal en estado sólido no conduce la electricidad y cuando está en disolución si conduce la electricidad. Las razones que expresaron para argumentar su presupuesto son, inicialmente que cuando la sal,

el cloro y el sodio se unieron, en el agua cloro y el sodio se separó. Otro argumento fue el sodio tiene un electrón y el cloro tiene siete electrones para la formación del enlace y por último cuando el sodio y el cloro se unen completan la ley del octeto².

Luego de toda esa exposición de sus ideas les pregunté de nuevo ¿cuál es la razón para la diferencia de la sal y el azúcar en sus propiedades? Y no lograron responder dicha cuestión.



Ilustración 10 Formulación + Validación: Estudiante comunicando sus ideas

Esta imagen se evidencia como los estudiantes después de la experimentación lanzan las ideas arriba mencionadas.

² La ley del octeto consiste en que completan o quedan con ocho electrones en el último nivel. Esa unión del sodio con el cloro se llama enlace iónico.

Situación didáctica de Validación

A través de la situación de Validación se logra establecer cómo los estudiantes evidenciaron una apropiación de los objetivos de la situación didáctica, que era no sólo que lograsen apropiarse del concepto de enlace químico, sino que también fueran capaces de modelizar y emplear el lenguaje químico.

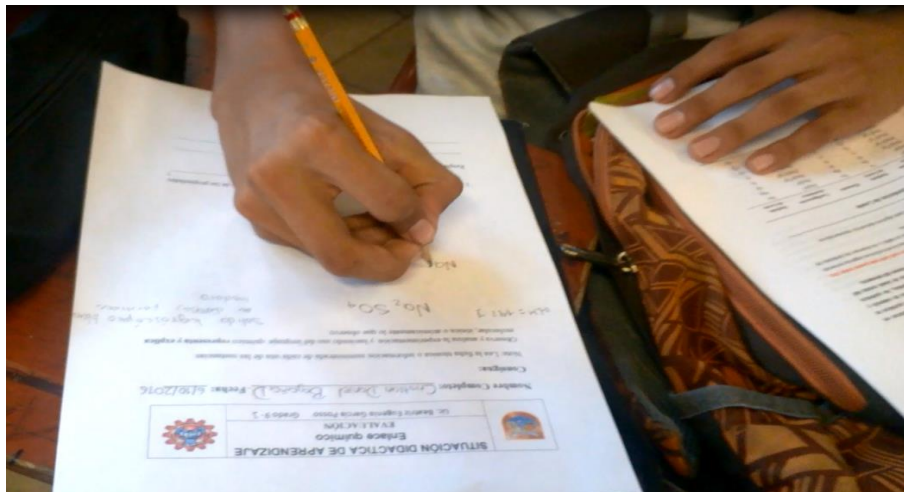


Ilustración 11 Situación de Validación: Evidencia de la modelización



Ilustración 12 Situación de Validación: Demuestran trabajo en equipo y mucho interés.



Ilustración 13 Modelización de diferentes formas



Ilustración 14 Representa mediante las estructuras de Lewis la sal guber. Na_2SO_4

Los estudiantes, además fueron capaces de establecer diferencias entre las moléculas desde el tipo de átomos que las conforman y las cantidades, hecho que en la primera se en la situación de acción no pudieron resolver. Se evidencia claramente la movilización del pensamiento.



SITUACIÓN DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE
Enlace químico
EVALUACIÓN
 Lic. Beatriz Eugenia García Posso Grado 9-1.

Nombre Completo: Isabella García Torres Fecha: 06/10/16

Consigna:
 Nota: Lea la ficha técnica o información suministrada de cada una de las sustancias.
 Observe y analiza la experimentación y haciendo uso del lenguaje químico **representa y explica** molecular, iónica o atómicamente lo que observe.

ATOMICAMENTE

átomos responsables de la formación del compuesto iónico NaCl antes de ser ionizados.

Sal (NaCl) IONICAMENTE

Después de la ionización se forma un catión de (Na+) y un anión de (Cl-).

Molecularmente

Después de esto se unen los iones mediante un enlace iónico al ser sus cargas opuestas formando la molécula NaCl.

1. ¿Cuáles son las diferencias moleculares responsables de los contrastes de las propiedades entre La sal (NaCl) y el azúcar (C12H22O11)?

Respuesta:
el azúcar se produce por medio de covalencia la sal viene en barras de sal del mar, químicamente la sal se ioniza en el agua y conduce electricidad, en cambio el azúcar no se ioniza y no produce la electricidad

Ilustración 15 Situación de Validación: Reconoce tipo y cantidad de átomos que conforma la molécula.

De igual manera, lograron proponer estructuras moleculares y hacen comparaciones, pero no logran identificar en la representación cual es el tipo de enlace, no identifican que tipo de enlace.

También, a través de la experimentación plantearon que podrían verificar las propiedades y comprobar qué tipo de enlace tiene la molécula: conductividad eléctrica, punto de ebullición y teóricamente con la tabla periódica analizando la molécula y con los símbolos de Lewis.

Así, después de las propuestas, lograron realizar las siguientes modelizaciones o representaciones

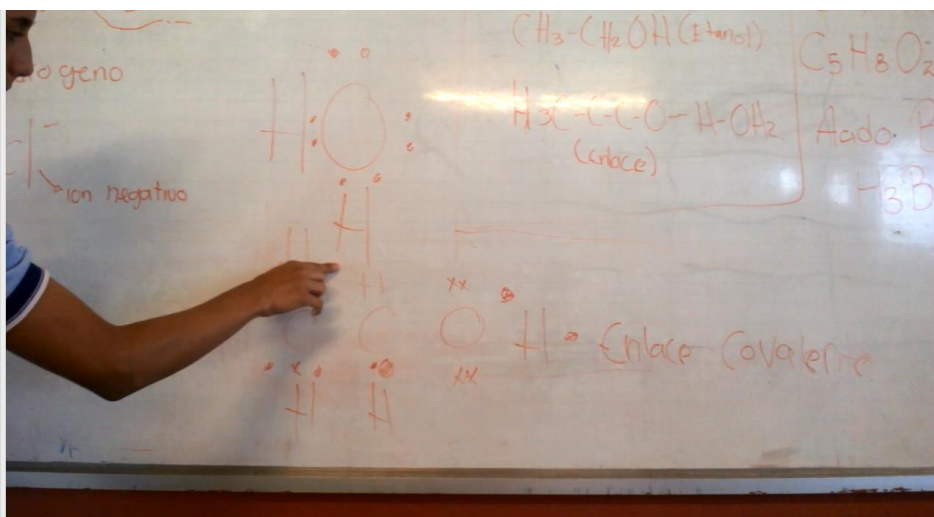


Ilustración 16 Modelización de estudiantes

Logros y dificultades en la SD: grupo experimental

Después de realizada la implementación de la Situación Didáctica, es posible afirmar que se lograron los objetivos que se tenían previstos, porque los alcanzaron, no solo a comprender el concepto del enlace químico, sino también a modelizar, emplear símbolos propios de la química, además de codificar, decodificar y traducir.

Este proceso los estudiantes fueron autónomos, partieron de sus dudas y lograron movilizar sus aprendizajes.

Situación didáctica	Logros respecto a las competencias	Logros respecto a la pregunta
SD Acción	Identifican el problema: No conocen como y por qué átomos están constituidos compuestos de uso cotidiano como: la sal, azúcar, agua, alcohol, bicarbonato y aceite de cocina.	Buscan como hacer la representación de un enlace, así no comprendan que es. Manifiestan el deseo de aprender.
SD Formulación	<p>Leen e interpretan textos de la transposición didáctica del enlace químico.</p> <p>Plantean ideas, proponen problemas de investigación, formulan hipótesis y diseñan una experimentación para dar solución a un problema.</p> <p>Identifican las propiedades físicas de los materiales.</p>	<p>Analizan datos que le puedan servir para hacer sus propias modelizaciones.</p> <p>Hacen modelizaciones del enlace químico.</p> <p>Reconoce el enlace químico como el responsable de las diferencias en las propiedades físicas de los materiales.</p>
SD Validación	<p>Reconoce la ley de cargas.</p> <p>Identifica la formación de iones, iones positivos (cationes) y negativos (aniones) en la formación de compuestos.</p> <p>Escribe formulas estructurales, condensadas y con estructuras de Lewis.</p> <p>Nombra compuestos.</p>	<p>Modeliza el enlace químico con las estructuras de Lewis.</p> <p>Reconoce el enlace químico.</p> <p>Establece diferencias entre el enlace iónico y covalente.</p> <p>Reconocen su aprendizaje, lo que les facilita el aprendizaje y le dan sentido a lo que aprendieron.</p>
SD Institucionalización	Reconoce el valor de la comparación, modelización	Cumplimos todas las situaciones didácticas propuestas, momento muy valioso para reconocer las diferencias entre las disciplinas pero el aporte que cada una de ellas da a la formación de los estudiantes.

Tabla 7 Logros obtenidos implementación SD

Situación de institucionalización

La situación de institucionalización se da al terminar y analizar los resultados obtenidos en la aplicación de las situaciones didácticas de acción, formulación y validación. Se lleva a cabo en el salón 22 el día 28 de octubre de 11:00 am a 12:20 p.m., con estudiantes, profesores de ciencias sociales, matemática, tecnología, ciencias naturales y la coordinadora técnico pedagógica.

UNIVERSIDAD DE LA GUAYANA
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

SISTEMAS DE GESTIÓN Y CONTROL, INTEGRADOS
INVEST. SOC. Y MED. ESTADO DE ASISTENCIA

FECHA: 28/10/2016
HORA INICIAL: 11:00 am
HORA FINAL: 12:20 pm
LUGAR: Salón 22

ACTA DE SESIÓN N° 41430073

OBJETIVO: Realizar la Situación de Institucionalización de las Situaciones Didácticas

N° De Convocados: N° De Asistentes: Porcentaje (%) De Asistencia:

N°	Nombre	Especialidad	ASISTENTES		Firma
			Teléfono	Correo Electrónico	
1	Mauricio Velasco	Profesor		mauriciovelasco@hotmail.com	Mauricio V.
2	Jaimz Alvarez P	Docente	3165377285	alejopetas@gmail.com	
3	Angela M2 Salcedo	Docente	3168234926	annasalon2010@hotmail.com	
4	Ruby Acosta Diaz	Coordinadora	3136338094	rubbyacodi@gmail.com	Ruby Acosta
5	Verónica Castillo	Docente	39642865	veronicacastillo@gmail.com	Verónica
6	Andrea Katherine Munez	Docente	3128902012	andrea.katthe@hotmail.com	Andrea K. Munez
7	Liliana Torres M	Docente	3155844234	lilytoma@hotmail.com	Liliana Torres
8	Andrés F. Salinas R	Estudiante 9-2	3926668	andresito.030307@hotmail.com	
9	Andrés Ernesto Hurtado G.	Estudiante 9-2		andreserhurtadogomez2000@gmail.com	Hurtado
10	Nicolás Belandara León	Estudiante 9-2	3206788783	nicolasleoni@gmail.com	Nicolás

Elaborado en propiedad de la Administración Central de Estudios de Serango de La Guayana. Prohibido su uso y/o modificación por cualquier medio, sin previa autorización por escrito.

Ilustración 17 Asistencia a la situación de Institucionalización

Dentro de las conclusiones a las que se llegaron durante la situación de institucionalización se encuentra el hecho de considerar pertinente esta implementación en las ciencias experimentales porque son más tangibles y vivencial, para estas ciencias, son importantes las predicciones y la posibilidad de estar en el rol de investigador.

También es importante el hecho de “dejar solo” al estudiante dentro de la situación de aprendizaje, de igual forma tener siempre el contexto como referente en la implementación de este tipo de estrategias, el profesor es un modelizador de le medio para el aprendizaje y un observador del comportamiento y del aprendizaje de los estudiantes.

Además es fundamental en el proceso didáctico planteado por la institución este proceso la pregunta problematizadora, que en la teoría de las situaciones didácticas viene siendo el enigma de la situación acción, los docentes no deben olvidar los intereses y los conocimientos previos de los estudiantes, el docente debe dejar de usar preguntas que en muchas ocasiones no llegan a promover el aprendizaje de los estudiantes.

Los estudiantes están acostumbrados a que sea el docente quien les de todo, por eso es difícil que cambiar esa concepción, pero esa no es excusa para intentarlo, es la razón por la cual los estudiantes que participaron de la institucionalización, recomiendan que se siga explicando que combinemos la metodología tradicional con la de las situaciones didácticas de aprendizaje.

Los maestros que asistieron a la institucionalización comentan que: el modelo pedagógico de la institución se encuentra en el papel pero en el aula de clase lo que se repite es el modelo tradicional, por eso este tipo de estrategias de intervención en el aula son importantes frente al cómo materializar el modelo pedagógico.

Otro aspecto positivo con los estudiantes es el que se les permita trabajar en equipo, desarrollar un aprendizaje colaborativo donde se escuchen entre ellos.

Sin embargo, frente a las dificultades que presenta la implementación de esta estrategia manifestaron que trabajar con un alto número de estudiantes en el aula de clases es complejo, dado que se manejan grupos con un promedio de 40 estudiantes. Por otro lado el contexto de los estudiantes es otro obstáculo, dado que no tienen hábitos de lectura, pero quizás el mayor impedimento es el hecho de tener que cumplir con unos contenidos durante el año escolar, dado que este tipo de estrategias requieren tiempo y eso es lo que no hay con tantos temas que hay que trabajar.

Otro aspecto fundamental es la profesionalización docente, es la oportunidad para que el profesor implemente la investigación en el aula, como lo propone nuestro PEI institucional, PEI, (2016).

Resultados del grupo control

Con el grupo control, se realizó el diagnóstico y la observación igual que con el grupo experimental, a este grupo de estudiantes les trabajé una lectura con los conceptos o definiciones (anexo 7). A este grupo **no** le doy a conocer el texto de la transposición didáctica del modelo científico de Lewis – Langmuir, se les explicó de manera tradicional qué era el enlace químico y elaboraron la actividad de experimentación con todas las indicaciones, el paso a paso de la experimentación.

Actividad	Logros o dificultades respecto a las competencias	Logros o dificultades respecto a la pregunta
Diagnóstico y Observación	Hacen representaciones desde lo macro y contemplan las propiedades físicas como características moleculares.	En la clase tradicional no se permite que el estudiante busque información de manera libre, él debe esperar a que se lo permitan o se lo sugieran.
Explicación y lectura de la teoría del enlace químico	Interpretan la lectura, lanzan ideas	Dicen comprender que es el enlace químico. Recuerdan datos (memorizan) Utilizan la lectura para hacer el taller y dibuja las representaciones.
Experimentación	Manifiestan interés por la experimentación, identifican las propiedades físicas de los materiales	Algunos no hacen la experimentación, prefieren una demostración.
Evaluación	Afianzan los preconceptos: Electronegatividad, radio iónico, afinidad electrónica, mejoran el manejo de la tala periódica.	No logran hacer modelizaciones con el lenguaje propio de la química.

Cuadro 2 Logros o dificultades respecto a las competencias y pregunta grupo control

Comparación de los resultados

Para finalizar la metodología se realizó una comparación de los resultados obtenidos tanto por el grupo experimental, como por el grupo control.

Parámetro de comparación	Grupo Experimental	Grupo control
Aprendizaje de la teoría del enlace químico	<p>Hacen modelizaciones del enlace químico.</p> <p>Reconoce el enlace químico como el responsable de las diferencias en las propiedades físicas de los materiales.</p>	<p>Dicen comprender que es el enlace químico.</p> <p>Recuerdan datos (memorizan)</p> <p>Utilizan la lectura para hacer el taller y dibuja las representaciones.</p>
Movilización del pensamiento científico en el orden de la modelización	<p>Modeliza el enlace químico con las estructuras de Lewis.</p> <p>Reconoce el enlace químico.</p> <p>Establece diferencias entre el enlace iónico y covalente.</p> <p>Reconocen su aprendizaje, lo que les facilita el aprendizaje y le dan sentido a lo que aprendieron.</p>	<p>No logran hacer modelizaciones con el lenguaje propio de la química.</p>
Estándar de competencia	<p>Reconoce la ley de cargas.</p> <p>Identifica la formación de iones, iones positivos (cationes) y negativos (aniones) en la formación de compuestos.</p> <p>Escribe formulas estructurales, condensadas y con estructuras de Lewis.</p> <p>Nombra compuestos.</p>	<p>Afianzan los preconceptos: Electronegatividad, radio iónico, afinidad electrónica, mejoran el manejo de la tala periódica.</p>
Modelo Pedagógico – didáctico institucional	<p>Desde la situación acción con la observación, son los estudiantes los que proponen el problema de investigación.</p> <p>Investigación en el aula</p>	<p>No se ajusta.</p>

Cuadro 3 Comparación resultados grupo control y experimental

Conclusiones

Hemos llegado al término de la investigación de la aplicación de una situación didáctica que permite movilizar los aprendizajes y los pensamientos de los estudiantes, resalto su importancia ya que primero me ha concientizado de las falencias que tengo como docente desafortunadamente somos fruto de esa metodología conductista que genera obstáculos que impiden otras formas de enseñar, esto impide acercarnos al pensamiento de los niños, segundo me ha llevado a conocer una teoría importantísima para mi desempeño la cual ha enriquecido y consolidado mi ejercicio docente y por último y más importante aún es que la investigación me permitió transformar mis prácticas de enseñanza y tener presente a los estudiantes los cuales se convirtieron en autores de su propio aprendizaje.

Desde el inicio hasta el final me enfrente a una literatura difícil, pero gracias a la orientación a mi asesor el doctor Armando Zambrano Leal la pude entender. El contexto institucional en el que trabajo tiene muchas dificultades estructurales, de contenidos, desintegración de las áreas, plan de estudio con enfoques pedagógicos y didácticos que solo están en el papel, pero gracias a esta investigación se reconoce en la institucionalización que si todos los docentes adecuáramos el trabajo en el aula a las situaciones didácticas se tendrían mejores resultados en el aprendizaje de nuestros estudiantes.

En cuanto al objetivo general la investigación esta investigación me permitió lograr que los estudiantes expuestos a las situaciones didácticas movilizaran el aprendizaje específicamente en la mejora de la modelización del enlace químico comparativamente con el grupo control la SD diseñada y puesta en funcionamiento en el grupo experimental demostró una mayor efectividad en cuanto a los aprendizajes y la participación los estudiantes.

Comparativamente con el grupo control la SD diseñada y puesta en funcionamiento del grupo experimental propicia mejores aprendizajes y participación, los estudiantes del grupo control aunque en algunos casos se interesaban por las ciencias naturales, al estar expuestos a lo tradicional que expresaron los mismos comportamientos que observo en las clases tradicionales tipo conductual, en este aspecto adquiere valor el diseño de la situación didáctica, no obstante las circunstancias de tiempo y espacio unidas a la organización curricular

de la institución podrían ser un obstáculo en la potencialización del saber en los estudiantes.

A nivel específico haber realizado el diagnóstico del nivel de los estudiantes me permitió tal como lo señala la teoría, ajustar la situación didáctica y observar un conjunto de comportamientos que pueden ser generales entre el grupo control y experimental, por ejemplo los estudiantes del grupo control y experimental tienden a acudir al profesor para pedir ayuda u orientación, esta actitud denota una fuerte dependencia de los estudiante y cobra mayor relevancia en las clases tradicionales.

A nivel de las situaciones didácticas podemos interpretar que la organización, diseño e implementación de las situaciones problema se muestran más efectivas a la hora de la clase, pues permiten que el estudiante alcance cierto nivel de autonomía como lo dice la teoría.

También podemos analizar que las situaciones didácticas de aprendizaje son valiosas porque permiten que los estudiantes tengan más compromiso, mejor desempeño, trabajo en equipo. No obstante el tiempo para la realización de las situaciones didácticas de aprendizaje ponen en tensión las formas de organización curricular que prevalecen en la institución a manera de ejemplo, a manera de ejemplo las clases organizadas por temas impiden el desarrollo pleno de los estudiantes e impiden el aprendizaje como una totalidad.

Las situaciones didácticas pueden ser una metodología útil para el trabajo por proyecto y esto tiene sus exigencias desde la organización curricular de la institución, más integración entre áreas, más trabajo en equipo, mejores prácticas para encarar los aprendizajes de forma crítica.

En cuanto al estándar de competencia que el ministerio de educación nacional propone para grado noveno “Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.”, podemos decir que con la aplicación de la SD en los estudiantes de grado noveno se logró dar cumplimiento al estándar, pues los estudiantes logran explicar las condiciones de cambio y conservación en un sistema llamado molécula, la transferencia y transporte de energía a través de los electrones, sin olvidar que todos estos (molécula, electrones, iones, átomos) son parte fundamental de la constitución de la materia.

Los estudiantes del grupo experimental realizan la metacognición de su aprendizaje reconociendo que a través de: la lectura, la observación, las comparaciones, la experimentación, la socialización y la modelización; se favorece su aprendizaje.

Haber realizado el diagnóstico tal como lo señala la teoría me permitió ajustar la situación didáctica (SD) con aspectos didácticos destacados entre el grupo experimental y el grupo de control para contribuir a mejorar los aprendizajes en los estudiantes en el área de ciencias naturales en la institución educativa.

Finalmente esta experiencia de trabajar a partir de una teoría ha significado para mí el descubrimiento de nuevas formas de trabajo en el aula lo que enriquece mi disposición para los estudiantes, institución y mi crecimiento personal a partir de aquí se avizora un trabajo para la innovación en el aula que si Dios quiere y la voluntad de los hombres lo permite será una realidad el mejoramiento de la calidad de la educación en Colombia.

Por lo anterior, recomiendo continuar con la aplicación de la teoría de la situación didáctica del aprendizaje para el aprendizaje de la Química, con un enfoque representacional desde lo semántico del lenguaje químico, (Aponte Buitrago, 2014), con el fin de llegar a la naturaleza propia del conocimiento químico con la elaboración de representaciones desde la observación y estudio de fenómenos químicos en la actividad química para que los estudiantes lleguen a comprender la transformación de los materiales a nivel molecular (ejemplo: la electrolisis de la sal), para y así lograr conocer, comprender, interpretar, comparar los átomos que la conforman.

Bibliografía

- ADÚRIZ BRAVO, A., & Mercé Izquierdo, A. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- ALTABLERO. (Enero de 2008). Colombia: qué y cómo mejorar a partir de la prueba PISA. *Altablero*(44). Recuperado el 17 de mayo de 2015, de <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-162392.html>
- AYMERICH, M. I. (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (Vol. II). (DEPROFES, Ed.) España: researchgate.net. Recuperado el 23 de julio de 2016, de https://www.researchgate.net/profile/Ana_Borrachero/publication/259891784_Las_Emociones_en_la_Enseñanza_y_el_Aprendizaje_de_las_Ciencias_y_las_Matemáticas/links/00b4952ef7c41f3291000000.pdf#page=87
- BAILLY, D. (1987). A propos de la didactique. *Les sciences de l'éducation Pour l'ère nouvelle*, 1-2.
- BALZA Garcia, R. (2006). La abstracción científica y la posibilidad metafórica. *Revista de Filosofía*, 24(53), 9-38. Recuperado el 2 de octubre de 2016, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-11712006000200002
- BOLIVAR, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas, Profesorado. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2). Recuperado el 5 de septiembre de 2016, de <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART6.pdf>
- BROUSSEAU, G. (2007). *Iniciación al estudio de la teoría de las situaciones didácticas*. (D. Fregona, Trad.) Buenos Aires, Argentina: Libros del Zorzal.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La Transposición didáctica*. (AIQUE, Ed.) Argentina: AIQUE. Recuperado el 30 de Mayo de 2016
- COLL, C. (1986). *Psicología genética y aprendizajes escolares* (Segunda ed.). España: Siglo XXI.
- CÓRDOBA CHAVERRA, E. (2012). *Diseño de una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto enlace químico para estudiantes del grado once de enseñanza media*. Medellín, Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9431/1/11802896.2012.pdf>

- DELORS, J. (1996). *Los cuatro pilares de la educación*. Madrid- España: UNESCO.
- digital, C. E. (s.f.). *Cali Educa Digital*. Obtenido de http://calieducadigital.com/apr_aprender/index.php/noticias/100-habilidades3y4
- FREGONA, D., & Baguena, O. (2011). *La noción de medio en la teoría de las situaciones didácticas*. Argentina: El zorzal.
- GARCIA FRANCO, A., & Garritz Ruiz, A. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato. *Investigación Didáctica. Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 111-124.
- GARCIA QUIROGA, B., Coronado, A., & Giraldo Ospina, A. (2015). *Orientaciones Didácticas para el desarrollo de competencias matemáticas*. Leticia, Amazonas, Colombia: Universidad de la Amazonia.
- ICFES. (Febrero de 2015). *ICFES Interactivo "Guía de Lineamientos para presentar las prueba Saber 2015"*. Obtenido de <http://www.icfes.gov.co/index.php/docman/estudiantes-y-padres-de-familia/guias-y-ejemplos-de-preguntas/saber-11-1/guias-1/1225-lineamientos-generales-para-la-presentacion-del-examen-de-estado-saber-11-2015/file?force-download=1>
- ICFES. (Febrero de 2015). *ICFES Interactivo "Guía de Lineamientos para presentar las prueba Saber 2015"*. Obtenido de <http://www.icfes.gov.co/index.php/docman/estudiantes-y-padres-de-familia/guias-y-ejemplos-de-preguntas/saber-11-1/guias-1/1225-lineamientos-generales-para-la-presentacion-del-examen-de-estado-saber-11-2015/file?force-download=1>
- MEN. (2006). *Estandares Básico de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales*. (1 ed.). (M. d. Nacional, Ed.) Colombia. Recuperado el octubre de 2015
- MEN. (2015). *Índice Sintético de Calidad*.
- MONJE ÁLVAREZ, C. (2011). *Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa*. Neiva, Colombia: Universidad Surcolombiana.
- OTERO, M. R., Fanaro, M. D., Sureda, P., LLanos, V. C., & Arlego, M. (2014). *La teoría de los campos conceptuales y la conceptualización en el aula de matemática y física*. Buenos Aires, Argentina: Dunken.

- OTROS, P. &. (2003). *Enseñar Matemática en el nivel inicial y el primer ciclo de la EGB: Análisis y propuesta* (1 ed.). Buenos Aires, Argentina: Paidós. Recuperado el 2016
- PERRENOUD, P. (2011). *Diez nuevas competencias para enseñar* (1 ed.). (GRAÓ, Ed., & J. Andreu, Trad.) Bogotá, Colombia: iaje. Recuperado el marzo de 2016
- PIAGET, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid: Siglo XXI.
- PRUZZO, V. (2006). Didáctica: Su reconstrucción desde la historia. (UNLPam, Ed.) *PRAXIS EDUCATIVA*(10), 39-49.
- RIOS, P. @. (28 de diciembre de 2013). *Portal @prender entre ríos*. Obtenido de Entrevista a Carlos Galano: <https://www.youtube.com/watch?v=HWYp1ACKCCQ>
- ROA DIAZ, D. (2011). *Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico en la educación media a partir del concepto de densidad de carga*. Bogotá.
- VERGNAUD, G. (1990). La teoría de los Campos conceptuales. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2,3), 133-170. Obtenido de http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001/File/T_Campos%20Conceptuales-Vergnaud.pdf
- VIGOTSKY, L. (1978). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*, Barcelona, Crítica. Barcelona: Crítica.
- ZAMBRANO LEAL, A. (2006). Las ciencias de la educación y didáctica: hermenéutica de una relación culturalmente específica. *Educere*, 10(35), 593-599. Obtenido de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1316-49192006000400004&lng=es&tlng=es.
- ZAMBRANO LEAL, A. (2005). *Didáctica, pedagogía y saber* (1 ed.). Bogotá: Magisterio. Recuperado el marzo de 2016
- ZAMBRANO LEAL, A. (2006). *Los Hilos de la palabra Pedagogía y didáctica*. Cooperativa Editorial Magisterio. doi:9789582008727
- ZAMBRANO, A. (s.f.). *Ciencias de la Educación, Psico-pedagogía y didáctica*. Santiago de Cali: Director de Posgrados en Educación, Universidad Santiago de Cali, Colombia.

Anexos

Anexos 1 Rejilla de Observación

Instrumento para la observación de las SD, en cualquier disciplina y para cualquier objeto de aprendizaje y competencia. Propuesta del Doctor Armando Zambrano Leal

REJILLA DE OBSERVACIÓN SITUACIONES DIDÁCTICAS GRUPO EXPERIMENTAL					
OBJETO DE ENSEÑANZA		Participación ciudadana			
PREGUNTA PROBLEMA		Las situaciones didácticas de la enseñanza de la participación ciudadana, promueven el aprendizaje y movilizan las capacidades de saber en el orden del pensamiento crítico en los estudiantes de la IET España			
Clase 0	Describo y caracterizo al grupo	El grupo experimental está compuesto de X número de niños y X número de niñas. Están en el grado X. Hay repitentes X, son de estrato socioeconómico X. sus mayores problemas en el aprendizaje son... etc.			
Competencias		Tomadas del MEN para el grado (cuáles y sobre ellas diseñar las situaciones)			
Clase 1	Índices iniciales de saber del estudiante	Elaboro un diagnóstico de cuánto sabe el estudiante del objeto de enseñanza.. Los niños saben que es la ciudadanía... cuales son los mecanismos de participación...etc. para ello les entrego una hoja para que escriban libremente sobre el tema (objeto de enseñanza)			
Información de las consignas y del tipo de trabajo		Consignas		Trabajo grupal	Trabajo individual
		comprensión consignas por los alumnos			
		claramente		Poco o nada claras	
		Todos	(10, 12, ..)	Unos	8, 20, 25...
		Por qué es clara		Por qué es poco o nada clara	
Es clara porque el estudiante entiende las reglas...		Es poco o nada clara pues el estudiante me pregunta sobre cosas de la actividad, etc...		La actividad está dirigida en la parte A, B, C al trabajo individual... luego combina el trabajo grupal...	
Clase 1 tomo	Situación de Acción (es la	Indicadores de saber (corresponde a cada objeto que usted busca que aprendan los estudiantes)			

nota del tiempo	situación cuyos primeros indicios nos informa de la acción del estudiante	Intenta resolver	Le pide ayuda a otro compañero.	consulta información	Se concentra en la actividad
		Lee la consigna	Se concentra en la actividad	simula resolver	Intenta escribir, etc.
		Codifica	Decodifica	Modela	
Clase 2 tomo nota del tiempo	Situación de formulación (es la situación cuyos indicios nos informa de la acción cognitiva del estudiante)	formula una hipótesis	Lanza ideas de cómo es	Propone soluciones	Plantea una estrategia
		analiza	plantea una idea	redacta	comparte y anima al grupo
		Codifica	Decodifica	Modela	
Clase 3 tomo nota del tiempo	Situación de validación (es la situación cuyos indicios nos informa de la acción argumentativa porque explica cómo llegó el estudiante a la resolución del problema)	Describe cómo lo hizo	Es capaz de reconstruir el proceso	Elabora argumentos sólidos	La respuesta escrita es... la respuesta oral es...
		Es crítico			
		Infiere	deduce	compara	agrupa
		codifica	decodifica	modela	
		emite una respuesta cierta	Explica	Diferencia	comprende
	claridad	organiza las ideas	Demuestra		
Reunión fecha, lugar, n° asistentes, etc.	Situación de institucionalización (comparto la investigación con un grupo de colegas y les expongo los resultados)	tomo notas de las observaciones de mis colegas y trato de relacionar el logro de las situaciones con el PEI, área, nivel, etc.			

Caso de la profesora Beatriz García Enlace químico

Pregunta de investigación ¿Las situaciones didácticas en la enseñanza del enlace químico, promueven el aprendizaje y movilizan las capacidades de saber en el orden de la modelización de los estudiantes de grado 9 en la Institución Educativa Técnico Industrial Antonio José Camacho?

Pensamiento Científico: (Objeto de enseñanza y de aprendizaje en la Situación Didáctica)

Estándar de competencia: “Explicar condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.”

Procesos que apoyan el desarrollo del estándar:

1. Comparo masa, peso, cantidad de sustancias y densidad de diferentes materiales.
2. Comparo sólidos, líquidos y gases teniendo en cuenta el movimiento de las moléculas y **las fuerzas electrostáticas**.
3. Verifico la diferencia entre cambios químicos y mezclas.
4. Establezco relaciones cuantitativas entre los componente de una solución.
5. Comparo los modelos que sustentan la definición ácido-base.
6. Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.

Tema: Enlace Químico es un concepto que desde mi experiencia de 21 años como maestra es fundamental para poder comprender los procesos que apoyan el desarrollo del estándar.

Además es importante que lo que tienen en común los diferentes tipos de enlace es el hecho de ser fuerzas electrostáticas, que determinan el comportamiento de las sustancias (propiedades físicas y químicas), la formación de cristales amorfos o isomorfos o no y el estado de la materia.

Propiedades físicas como la densidad, masa, peso, estado de la materia y químicas como la reactividad, determinación de sustancias en ácido o base.

Además está el hecho de identificar y diferenciar claramente lo que es una mezcla y una sustancia.

Los químicos deben comprender las sustancias, los materiales, los fenómenos desde las partículas sub-microscópicas, los enlaces entre esas partículas, permiten explicar las propiedades químicas y físicas de las sustancias y de los fenómenos químicos. Es el enlace un concepto central en la enseñanza de la química.

Desde las propiedades físicas de las sustancias los estudiantes podrán explicar condiciones de cambio (aumento de temperatura, solución (mezcla) o como sustancia pura) y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía (campo eléctrico en la solución con sustancias iónicas y en los materiales metálicos gracias a la naturaleza de los materiales).

Situación problema (Actividad individual y/o grupal) Los estudiantes deben aprender a modelar o representar el enlace químico para comprender los cambios, propiedades de los compuestos como estado de la materia, la solubilidad, conductividad eléctrica y puntos de fusión con ayuda una actividad experimental con la técnica del POE (predicción, observación y explicación).

PRIMERA CLASE:

Tiempo: 45 min.

1. Identificación de las ideas previas a través de la modelización:

Material entregado:

Lectura grupal sobre la analogía del enlace químico.

Se colocan sobre una mesa en la mitad del aula de clase algunos materiales como alcohol, agua, aceite, bicarbonato, sal y azúcar.

Se entrega a cada estudiante una rejilla con las consignas para la realización de la actividad.

Consigna:

Observa, toca y huele los materiales presentes en la mesa y contesta las siguientes preguntas:

¿Cuáles son las diferencias moleculares en estos materiales, que causan diferencias en sus propiedades?

¿Realiza los esquemas o dibujos que podrían llegar a **explicar** a nivel de atómico, molecular o iónico, las diferencias en las propiedades o características de las sustancias presentes en la mesa?

Del análisis de estas representaciones se podrá identificar los obstáculos que tiene desde lo intuitivo, antes de ser objeto de enseñanza y aprendizaje del enlace químico.

SEGUNDA CLASE Y TERCERA CLASE

2. Situación de acción + situación de formulación: Le entrego a cada estudiante tres textos uno sobre el experimento de la gota de aceite, otro de una construcción histórico-epistemológica del modelo del octeto para el enlace químico y finalmente un texto de la transposición didáctica del modelo científico de Lewis Langmuir.

Con estas lecturas el estudiante debe llegar a la formulación.

Es importante que los estudiantes, analicen las lecturas, las subrayen, escriban en ellas, hablen con los textos, hagan preguntas.....

Material entregado:

1. Texto sobre la epistemología del enlace químico.
2. Rejilla para la elaboración de las representaciones mentales sobre de la lectura Represente con diagramas, esquemas o explicaciones (párrafo no superior a 5 líneas) de la lectura.
3. Hojas de block en blanco (material reciclado)

CUARTA CLASE

4. Situación de acción y de formulación: En esta actividad los estudiantes en grupos, proponen un laboratorio donde, lo único que conocen con antelación es el listado de materiales que deben traer al aula de clase (agua destilada, azúcar, sal, circuito eléctrico, mechero, tubos de ensayo, 2 cucharas metálicas, 3 beaker o frascos de vidrio con boca ancha, un recipiente plástico rectangular, corta frio). Antes de la experimentación los estudiantes deben proponer un problema que se resuelva con la actividad experimental y una hipótesis que debe ser verificada.

Todo esto con el fin de que a través de la experimentación, apliquen los conocimientos que deben haber comprendido con la actividad anterior: La lectura

La única condición en esta actividad, es que empleen todos los materiales y reactivos propuestos.

Materiales entregados:

1. Listado de materiales.
2. Lista de chequeo para la elaboración del informe de laboratorio.
3. Rejilla para la recolección de datos durante la experimentación.

Consigna

Al final de la experimentación los estudiantes deben contestar la siguiente cuestión:

Lo que usted observa como lo puede describir en el lenguaje químico.

5. Situación de Validación: Inmediatamente después de la experimentación, los estudiantes realizan representaciones mentales a nivel iónico y molecular de los fenómenos observados (propiedades físicas: conductividad eléctrica, solubilidad y puntos de fusión).

QUINTA CLASE

6. Situación de Formulación y Validación: Los estudiantes realizan informes del laboratorio y los discuten con sus compañeros.

Fase intermedia: En caso de ser necesario los estudiantes realizan otra lectura sobre la teoría del enlace químico, con el objetivo de que realicen una síntesis en el aula de clase, de las dos lecturas: (qué es una síntesis? Esta pregunta la deben responder los estudiantes identificando los elementos de la síntesis).

SEXTA CLASE

7. **SA, SF y SV**: Los estudiantes observan diversos materiales y sus fichas informativas (sal gubler Na_2SO_4 , sulfato de magnesio, alcohol, agua, azúcar, sal común NaCl , aceite de oliva) y hacen las representaciones moleculares, iónicas o atómicas, que den explicación a las diferencias entre dichas sustancias a través del lenguaje escrito, símbolos, signos y dibujos establecidos por la ciencia (teoría de Lewis), que representan la naturaleza de dichos compuestos.

Allí ellos se van a encontrar con un problema: deben tener información sobre la formación de compuestos: Teoría del enlace químico. Es importante que realicen la metacognición de su aprendizaje, un recurso que les puede servir para este ejercicio es la validación de los informes de laboratorio que realizaron en la quinta clase.

SEPTIMA CLASE

8. **SV + SA**: Los estudiantes inician otra situación didáctica donde deben utilizar los conocimientos adquiridos con la Situación didáctica del Enlace químico.

FORMACION DE COMPUESTOS

Teniendo en cuenta la ley octeto forme compuestos con las siguientes fichas.

1. Coloque los símbolos de Lewis * - :
2. Indique sobre las fichas con flechas el intercambio de electrones

3. Con el símbolo + ó - indique cuál de los elementos pierde electrones
4. Realice una predicción del nombre del compuesto formado.

Finalmente un representante del grupo sale al tablero y en el modelo expuesto en el tablero indica la posición de los electrones, explica y defiende su postura y la de su grupo.

Con las siguientes fichas forme compuestos y en una hoja escriba la formula teniendo en cuenta la formación DEL ENLACE.



Situación de Institucionalización

En esta etapa el profesor investigador debe reunirse con sus pares y presentar ante ellos la investigación, con el objeto de comunicar su investigación y validar su aprendizaje, recibir la retroalimentación que serán aceptados desde con argumentos teórico y no retóricos.

En cada fase el profesor o profesora debe ir apuntando lo que observo de los estudiantes: cómo hacen con el texto de la epistemología del enlace y con la analogía, de qué hablan, qué estrategias aplican para escribir los textos, realizar los esquemas o diagramas, qué información buscan, en dónde buscan la información.

Con este registro observo el desarrollo de las competencias escritas más arriba y antes del diseño de las SD.

Anexos 3 Sesión 1: Diagnóstico.

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE Enlace químico Sesión 1: Diagnostico	
	Lic. Beatriz Eugenia García Possa Grado 9	

Fecha: _____

Nombre Completo: _____ **Edad:** _____

Especialidad Técnica: _____

Consigna:



Observa, toca y huele los materiales presentes en la mesa y realiza de forma **individual** cada una de las siguientes actividades:

Nota: No olvide leer la ficha técnica de cada sustancia.

1. Completa la siguiente tabla:

Tabla # 1 Caracterización molecular de los materiales.

MATERIALES Líquidos	CARACTERISTICA MOLECULAR	MATERIALES Sólidos	CARACTERISTICA MOLECULAR
Alcohol		Sal común	
Agua		Azúcar	
Aceite de oliva		Bicarbonato	

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE Enlace químico Sesión 1: Diagnostico	
	Lic. Beatriz Eugenia García <u>Possq</u> Grado 9	

2. Realice comparaciones entre los materiales y responda:

a. ¿Cuáles son las diferencias moleculares entre la sal y el azúcar, que causan contrastes en las propiedades de estos materiales? Complete la tabla # 2

Tabla # 2 Diferencias Moleculares entre la sal y el azúcar.



Diferencia molecular entre la sal y el azúcar	Representación Molecular de cada material

b. ¿Cuáles son las diferencias moleculares entre el aceite y el agua, que causan contrastes en las propiedades de estos materiales? Complete la tabla # 3

Tabla # 3 Diferencias moleculares entre el aceite y el agua.

Diferencia molecular entre el aceite y el agua	Representación molecular de cada material

3. De cada uno de los materiales expuestos en la mesa, realiza esquemas o dibujos que podrían llegar a explicar a nivel de atómico, molecular o iónico, las características y diferencias en las propiedades de los materiales presentes en la mesa.

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE CLASE # 2 <i>Situación de acción ~ Situación de formulación</i> <i>Actividad: Lectura de la epistemología del concepto</i> ENLACE	
---	---	---

Consigna:

Realizar un resumen y diagrama de la lectura. (Subraya, escribe tus ideas al margen del texto)

Texto Adaptado del Artículo: El enlace químico: ¿una opción explicativa en la transformación de las sustancias?

MaDoQuim: Memorias de la Maestría en Docencia de la Química. Vol.1 Año 1. ISSN2323-010X

Autor: *Ricardo Franco Moreno* frankoupn@gmail.com

Resumen. En este documento, se presenta una revisión entorno a algunos aspectos relacionados con el enlace químico, desde una perspectiva histórica, vinculando la reflexión de este concepto, con la idea de que las sustancias se transforman y que dichas transformaciones ocurren en los contextos cotidianos.

Palabras clave: Enlace químico, transformaciones de sustancias químicas, propiedades físicas y químicas de las sustancias.

Keywords. Chemistry bond, Chemistry Transformations y Physical and chemical properties

Introducción

El enlace químico debe ser aprendido para comprender ¿Cuáles son los comportamientos químicos que se estudian y que son explicados con el enlace químico? Y para dar solución a esta pregunta, se hace necesario comprender cuáles fueron los distintos modelos del enlace químico, para lo cual resulta importante revisar el trabajo de químicos como Von Liebig, Kekulé, Frankland, Lewis y Langmuir, entre otros. Es de esperarse que revisadas dichas perspectivas teóricas y sus implicaciones en el desarrollo conceptual de la Química, puedan establecerse algunas relaciones con el problema de la transformación de las sustancias.

La combinación de las sustancias:

Primeras luces hacia el concepto de enlace

De acuerdo con André-Dumas y Von-Liebig (1837), en la primera mitad del siglo XIX la química explicaba las combinaciones binarias y salinas de las sustancias elementales, y esas sustancias se clasificaban en grupos. Al estudiar las propiedades de una de las especies de un grupo, sería posible conocer las propiedades de “especies vecinas”. A la química de esa época se le reconocía como la química mineral, a la que hoy se le atribuye la connotación de Química inorgánica.

Figura No 1 Minerales



Tomada de Google

Desde esa perspectiva, en las sustancias minerales existían cuerpos que actuaban como elementos – sustancias no descomponibles - se conocían 54, y al combinarse entre sí, se generaban nuevos productos, que a su vez se combinarían produciendo otros compuestos. En este marco, es de señalar la importancia que se le atribuye a la experimentación en Química, a la vez que no se habla en términos de reacción, sino de combinaciones entre elementos y compuestos.

Tabla No 1 Los primeros 56 elementos de la tabla periódica

Tabla de Mendeleiev									
C	F	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1		H							
2		Li	Be	B	C	N	O	F	
3		Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	
4		K	Ca		Ti	V	Cr	Mn	Fe, Co, Ni, Cu
5		(Cu)	Zn			As	Se	Br	
6		Rb	Sr	?Y	Zr	Nb	Mo		Ru, Rh, Pd, Ag
7		(Ag)	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	
8		Cs	Ba	?Di	?Ce				
9									
10				?Er	?La	Ta	W		Os, Ir, Pt, Au
11		(Au)	Hg	Tl	Pb	Bi			
12					Th		U		

Imagen No 2 Elementos y compuestos que constituyen los minerales



Tomada de lessuel

Desde el punto de vista teórico, y a la luz de la experimentación en Química, el problema en la Química inorgánica al parecer ya estaba resuelto, pues lo que se sabía en esta área se fundamentaba en las “leyes de la química mineral” –ahora conocidas como leyes ponderales- sin embargo, en el caso de la química orgánica los desarrollos conceptuales estaban aún por hacerse. De hecho, la cuestión que convocaba a los químicos de la época será: ¿cómo explicar los compuestos de la química orgánica a partir de las leyes de la química mineral? Esa fue una pregunta de la Filosofía Natural.

La preocupación por los compuestos de la Química orgánica también surge en el afán de producir en el laboratorio dichos compuestos y sus combinaciones, pues la idea que se tenía sobre los compuestos orgánicos, era que estos sólo existían en las materias vivas, tanto vegetales como animales. Resáltese la importancia del experimento en la Química orgánica, y las combinaciones tan múltiples y variadas que pueden haber entre estos elementos, que a diferencia de la química mineral o inorgánica.

En la química mineral los compuestos eran producidos en su mayoría por la combinación entre elementos, pero en la química orgánica se complejizará el comportamiento dadas las múltiples combinaciones entre compuestos, pues en química mineral los radicales son simples, y en química orgánica los

radicales son compuestos, y por tanto, la cantidad de compuestos será mucho mayor.

Radical: sustancia orgánica o inorgánica que posee uno o más electrones desapareados

Destáquese sin embargo, que las leyes de combinación y de reacción son iguales en esas dos ramas de la Química, lo cual motivará a los químicos para dar cuenta del comportamiento de los compuestos orgánicos. Entre los científicos que se aventuraron en estos estudios, tal vez el más destacado es el químico alemán Friedrich August Kekulé von Stradonitz.

En sus estudios acerca de los compuestos aromáticos, Kekulé pone de manifiesto una explicación del comportamiento del átomo de carbono en lo que tiene que ver con su unión con los otros átomos de carbono. El punto de vista que desarrolla Kekulé, lo hace desde una mirada atomista, sosteniendo que el carbono es un átomo tetravalente, cuya unión con los demás átomos de carbono u otro tipo de átomos se da por la presencia de *unidades de afinidad* (Kekulé, 1865).

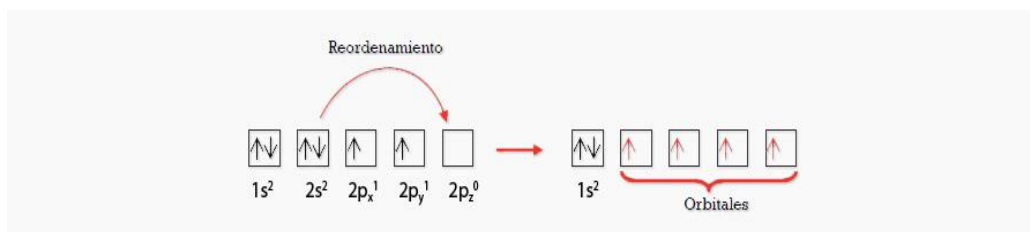


Imagen No 3 Carbono tetravalente. Valencia = 4
Tiene 4 electrones desapareados

En este sentido, vale la pena señalar que Kekulé no explicita los términos enlace, o valencia en sus elaboraciones para representar los compuestos aromáticos. En efecto, su disertación la ubica en un plano atomista.

En lo que tiene que ver con la descripción del comportamiento del átomo de carbono en los compuestos aromáticos, Kekulé utiliza el término función para referirse a los demás compuestos característicos del carbono. Así, para el anillo de benceno, establece que seis átomos de carbono se unen por unidades de afinidad, cerrando el anillo, y a su vez, **cada uno de estos átomos, como es tetra atómico ahora tetravalente, estará en la posibilidad de unirse con otros átomos bien sean de carbono, o de otras especies que no menciona, pero que si describe en términos de las unidades de afinidad, a saber: ocho.** Dichas unidades constituirían un grupo, pues al ser tetra-atómico, **el carbono tendría cuatro unidades de afinidad que se corresponderían con las otras cuatro unidades de los demás átomos con los cuales se une este átomo** (Kekulé, 1865).

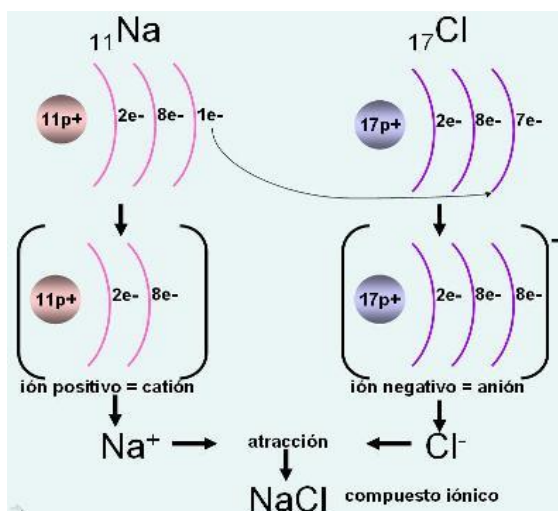
Estos planteamientos fueron representados por Kekulé en formas gráficas que aunque inicialmente pueden suponer la noción de dibujos, sugieren toda una

elaboración con razonamientos de tipo matemático para la explicación del comportamiento de los compuestos aromáticos (Brock, 1998)

Transcurrida la primera mitad del siglo XIX Kolbe había aportado a la descomposición de los radicales (átomos o moléculas con electrones desapareados). Kekulé por su parte había formulado que el carbono era el átomo central en los compuestos orgánicos puntualizando también la idea de la tetravalencia del mismo.

Frankland: El pionero de la Valencia

Edward Frankland (1825 – 1899) inglés, amigo de Kolbe, quien trabajaba dentro de la misma tradición de la nueva teoría de los radicales, comenzó su carrera como químico orgánico en 1840 en la escuela de Berzelius. En 1852, formuló el concepto de valencia tal cual como hoy es conocido, contribución esta que desempeñó un papel significativo para la elaboración de la ley de periodicidad y su representación icónica a manera de Tabla periódica por parte de Mendelév.



Berzelius y Frankland tenían la idea de que el ácido acético era una conjugación de ácido oxálico con el etilo. En 1847 lograron producir ácido propiónico y confirmaron tal hipótesis. Trabajó con compuestos de B y Sn, pero se dio cuenta de que tenían distintas propiedades, por cuanto no eran radicales libres. Este tipo de compuestos tenían distinta capacidad de combinación con el metal libre. ¿La unión del grupo alquilo con un metal afectaría entonces la capacidad de combinación del metal? (Brock, 1998).

Radical de alquilo: entidad molecular inestable derivada de un alcano que ha perdido un átomo de hidrógeno y ha quedado con un electrón desapareado o impar.

Observó que el destilato (estanelium) solo podía formar un compuesto con el oxígeno, mientras que el estaño podía formar varios compuestos con el

oxígeno (dos óxidos). Lo anterior hizo que Frankland hiciera la siguiente generalización en 1852 ante la Royal Society: **Tanto en la química orgánica como en la inorgánica los elementos tienen capacidades de combinación definidas** (Brock, 1998). Así, **Frankland fue el primero en observar las capacidades de saturación de los átomos elementales**, a lo cual se contrapuso Kekulé, quien gozaba de mayor reconocimiento en la comunidad de Químicos que se estaba consolidando, las dudas que suscitaba el trabajo de Frankland residían en que él seguía utilizando pesos equivalentes ($C=8$), pero también se refería en términos de atomicidad. Anótese que aún no había tenido lugar el congreso de Karlsruhe.

El trabajo de Lewis y Langmuir

Hacia 1916 el modelo del enlace químico que presenta Lewis sugiere: “Teoría del enlace químico por compartición de pares de electrones”, pero este fue objeto de la crítica de varios químicos, entre estos Irving Langmuir (1919), quien en 1919 formula la propuesta de la teoría del octeto de valencia. Lewis comienza leyendo la obra: *Nuerer Anschauungen* de A Werner en el año 1900, y a partir de ese trabajo, en el respaldo de un sobre de carta, hace una representación cúbica que es presentada como “modelo cúbico del octeto” (Brock, 1998; Lewis, 1916). En su modelo, Lewis consideraba la idea de los electrones estáticos, lo cual no se correspondía con la idea atómica que se estaba aceptando en la comunidad de químicos, máxime frente a los desarrollos que se estaban sucediendo en la teoría atómica desde la Física.

Lewis plantea la idea de que los electrones estáticos, permanecían ubicados de manera espacial en cubos, lo cual ponía de manifiesto y generalizaba el planteamiento de que en las moléculas los átomos compartían electrones, lo cual se corresponde a su vez con la idea de la covalencia, como se ilustra en la siguiente figura:

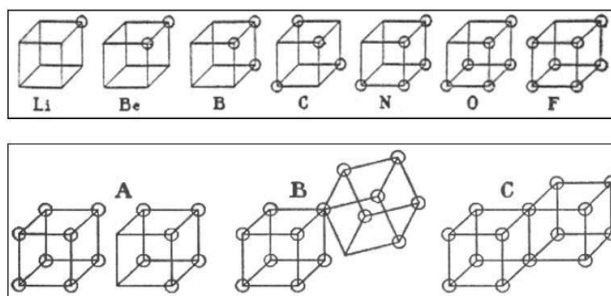


Figura 1. Tomado de Lewis (1916)

Sin embargo, posteriormente Lewis sustituyó la idea de los cubos, por representaciones de rayas, puntos y flechas:



Figura 2. Representación de los electrones de valencia.
Tomado de Lewis (1916).

Aquí, los puntos representan los “electrones de valencia” (Lewis, 1916), para que posteriormente fueran representados con rayas que modelaban los enlaces como sigue:

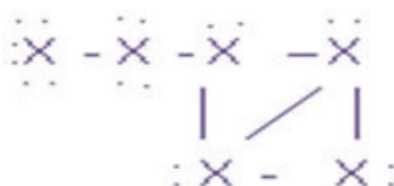


Figura 3. Representación de los enlaces con rayas. Tomado de Zandler y Talaty (1984).

Así, las líneas representan los pares de electrones que están enlazados, y los puntos simbolizan los electrones que están sin enlazar.

En este sentido, cuestionado por la forma como se presenta el enlace químico, en 1919 Langmuir es quien formula la ley del octeto. Bajo la idea de que en los átomos existían unas capas en las cuales estaban dispuestos los electrones, formula nuevos modelos cúbicos para dar cuenta de la regla del octeto.

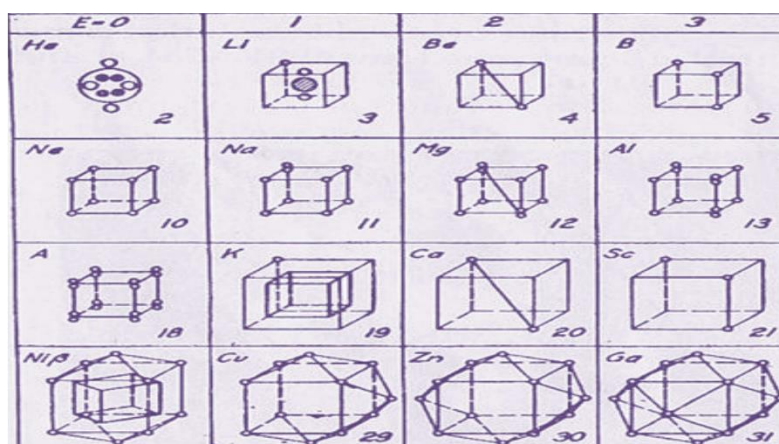


Figura 4. Extensión de Langmuir del modelo cúbico. Tomada de Jensen (1984).

Por su parte Kossel, propuso un diagrama de los estados positivos y negativos de los estados de oxidación para muchos de los elementos químicos de los que hasta la primera década del siglo XX se tenía conocimiento.

Señálese que en la última década del siglo XIX Mendeleiev ya había advertido sobre la disposición de los elementos, y la manera como esto se relacionaba con la valencia y aún más con las propiedades químicas de los elementos.

La idea del comportamiento eléctrico de las sustancias en las transformaciones que estas sufren, tendrá asidero en las ideas de Abegg, quien apoyado en los trabajos de Ostwald, Arrhenius y Nernst, se interesa por los estudios electroquímicos, estableciendo algunas relaciones entre el comportamiento eléctrico y la periodicidad de los elementos. Así, en 1904 propondrá que todos los elementos habrían de tener dos valencias: una electronegativa y la otra electropositiva, cuya suma tendría un valor numérico de ocho. Sin embargo su modelo no tuvo una estructura conceptual clara, hecho que fue más afortunado en el caso de J. J. Thomson, quien en 1897 incluye el concepto de valencia en sus explicaciones acerca del átomo.

Lewis trabajó en la teoría electrónica de la valencia desde 1897. En su modelo, que hace público en 1916, propone que los electrones de las sustancias polares están débilmente unidos, lo cual sustenta apoyado en el comportamiento del cloruro de sodio, en el cual el cloro se carga negativamente cuando “captura” al átomo de sodio (cargado positivamente). Dichas características le darán al compuesto una alta reactividad, distinto de las sustancias apolares que tienen la característica de su baja capacidad para reaccionar.

Se le atribuye entonces a Lewis la disposición de los electrones en la última capa de los átomos en el enlace, la relación entre las estructuras simétricas y el volumen atómico, así como la existencia de los isómeros. Así, Lewis planteará que en cada átomo hay un núcleo que no se altera con cambios químicos ordinarios, el núcleo del átomo tiene cargas positivas equivalentes al grupo que ocupa en la tabla periódica, con una corteza con igual número de carga negativas en el caso del átomo neutro, pero éste puede variar durante una reacción química de cero a ocho electrones, tiende a sostener un número par y sobre todo ocho electrones que se arreglan simétricamente en las esquinas del cubo, los electrones pasan de una capa externa a otra aunque depende de la naturaleza del átomo y de otros con los que se combina y finalmente menciona como fuerzas eléctricas entre partículas cercanas no obedecen la ley Coulomb. Precisa también, a partir de la idea de Thomson, que los pares de electrones que son compartidos en enlace, se ubican en la capa más externa del átomo, proponiendo que la configuración más estable ha de lograrse

completando ocho electrones (Herreño, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2010).

La formulación de la ley del octeto está sustentada en los siguientes postulados por parte de Langmuir, quien además de apoyarse en los trabajos de Lewis, se basó en los planteamientos de Rutherford (Herreño, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2010):

Los electrones pueden estar inmóviles, o rotando, girando u oscilan en posiciones fijas. Los electrones de los gases inertes, tienen posiciones simétricas con respecto a un plano llamado el plano ecuatorial. Tienen la simetría de un cristal tetragonal.

Hay una proporción en la forma como se distribuyen los electrones en capas concéntricas, la primera capa 2 la segunda 8, la tercera 18, y la cuarta 32 y así sucesivamente. Según los cocientes 1: 22; 32; 42.

Cada capa acepta un electrón y las capas se llenan desde adentro hacia afuera, la capa externa puede tener electrones siempre y cuando la anterior tenga como mínimo un electrón.

Si la cantidad de electrones de capa más externa es pequeña, estos electrones se arreglan sobre los subyacentes, actuado según fuerzas atractivas magnéticas. Pero como la carga en el núcleo o el número de electrones en la capa exterior aumenta, la repulsión electrostática de los electrones inferiores llega a ser predominante y en los electrones externos tiende a cambiarse para ser lo más lejos posible de los inferiores.

La configuración más estable corresponde al par de electrones en el átomo del helio. Un par estable puede ser un solo núcleo, dos núcleos de hidrogeno, un núcleo del hidrogeno y un núcleo de otro átomo o raramente dos núcleos atómicos.

La mayor estabilidad es al lograr el arreglo de electrones según el octeto, se alcanza con ocho electrones similar a la estructura del neón. Un átomo con más de tres electrones o menos de veinte requiere un buen número de electrones para terminar su octeto. Los octetos pueden compartir un, dos, tres o cuatro pares de electrones otros octetos.

Los números atómicos de los gases inertes deben ser 2, 10, 18, 36,54, y 86.

Los átomos con un número atómico mayor que el del helio, tienen en su primera capa un par de electrones, El neón tiene sus ocho electrones en la segunda capa, cuatro en cada hemisferio, dispuesto simétricamente (es decir, sobre y debajo del plano ecuatorial). La ecuación que mejor representa el octeto es: $e = 8n - 2p$

Dos octetos pueden sostener uno, dos, o a veces tres pares de electrones en un campo común. Ningún electrón puede ser compartido por más de dos octetos.

Conclusiones

Una revisión acerca de los modelos de enlace químico como la que aquí se ha iniciado, hace posible la reflexión acerca de la finalidad de su enseñanza, estructura y función. Pues las intenciones de André-Dumas y Von-Liebig, las de Kekulé, Frankland, Lewis o Langmuir, fueron llevar unos saberes contextualizados al aula de clase, pues sus elaboraciones se centraron en la explicación del comportamiento de las sustancias dadas sus particularidades, la gran cantidad que habría de producirse, sus propiedades físicas y químicas desde un punto de vista microscópico, desde su complejidad, cual deja entrever que alrededor de las transformaciones químicas se han consolidado una serie de modelos cuya validez explicativa fue aumentando o poniéndose en tela de juicio, en tanto surgían más modelos que daban cuenta del comportamiento eléctrico de las sustancias.

En este sentido, un ejercicio de revisión conceptual como el que aquí se ha intentado, hace posible pensar en que la finalidad de aprender conceptos como enlace químico, función o estructura, se logra con la comprensión de las propiedades físicas y químicas de las sustancias en términos de su combinación, descomposición y síntesis, **mediante la interpretación cuidadosa y lógica de los modelos y las representaciones que al respecto se han elaborado históricamente.**

La química tiene por objeto que comprendan como, cuando, porque,.... las sustancias se transforman, y que dichas transformaciones tienen ciertos indicios. Sin embargo, **la comprensión de buena parte de estas transformaciones a nivel microscópico hizo necesaria la formulación de varios modelos y representaciones que han tenido alguna correspondencia con el comportamiento que tienen las sustancias cuando interactúan y reaccionan.** En este sentido, los conceptos de enlace, función y de estructura han constituido un **punte** entre las **representaciones sobre el comportamiento microscópico de la materia** y el **trabajo experimental**, lo cual es fundamental para el aprendizaje de la química.

ACTIVIDAD

Fecha:

NOMBRE COMPLETO: Grado:

A. ¿Cuál es la intención del autor con este texto? ¿Qué aprendiste?
¿Representa con un dibujo el concepto que el autor quiere que comprendas?

Bibliografía

André-Dumas & Von-Liebig, J. (1837). *Note on the Present State of Organic Chemistry*. En línea: <http://oyc.yale.edu/chemistry/chem-125a/lecture-22>

Brock, W. (1998). *Historia de la Química*. PP.: 17-70. Madrid: Alianza editorial.

Herreño, Gallego Badillo, R y Pérez Miranda, R. (2010). Transposición Didáctica del Modelo Científico de Lewis – Langmuir. *Eureka*. Vol. 7 (2): 527-543.

Jensen W. (1984). Abegg, Lewis, Langmuir, and the Octet Rule. *Journal of Chemical Education*. Vol. 3, 191-200.

Kekulé. (1865). Studies on Aromatic Compounds. *Annalen der Chemie*, 137: 129 – 196 En línea: <http://home.clara.net/rod.beavon/benzene2.htm>

Langmuir, I. (1919). The structure of atoms and the octet theory of valence. *Journal of American*

Chemical Society. V. 252. En: <http://www.chemteam.info/Chem-History/Langmuir-1919.html>

Lewis, G.N. (1916). The atom and the molecule. *Journal of American Chemical Society*, 41. 868-934. En <http://www.chemteam.info/Chem-History/Lewis-1916/Lewis-1916.html>



Zandler M. y Talaty E. (1984). The "6N+2 Rule" for Writing Lewis Octet Structures. *Journal of Chemical Education*. Vol. 2, 124-127.

Anexo: Estados de oxidación

ESTADOS DE OXIDACIÓN DE LOS PRINCIPALES ELEMENTOS

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII								
Li } Na } K } Rb } Cs } Ag }	+1	Be } Mg } Ca } Sr } Ba } Zn } Cd }	+2 +4	B } Al } Ga } In } Sc }	+3 +4	C } Si } Ge } Sn } Pb }	+2 +4	N } P } As } Sb } Bi }	+1 +2 +3 +4 +5 +1 +3 +5 +3 +5	S } Si } Te } Po }	+2 +4 +6	F } Cl } Br } I }	-1 +1 +3 +5 +7	Fe } Co } Ni }	+2 +3
Cu } Au }	+1 +2 +1 +2	Hg }	Ti }												

Estados de oxidación variables								
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu
				+7				
			+6	+6	+6			
		+5	+5	+5	+5			
	+4	+4	+4	+4	+4	+4		
+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	+3	
	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2	+2
								+1

	SITUACIÓN DIDACTICA DE APRENDIZAJE CLASE # 3	
	<u>Situación de acción + Situación de formulación</u> Actividad: Experimental Predecir – Observar – Experimentar (POE)	

Consigna:

1. Debe proponer la actividad experimental (Debe tener en cuenta todos los materiales solicitados en la clase anterior) con los siguientes materiales: agua destilada, azúcar, sal, circuito eléctrico, mechero, tubos de ensayo, 2 cucharas metálicas, 3 beaker o frascos de vidrio con boca ancha, un recipiente plástico rectangular.
2. Plantee un problema que se resuelva con la experimentación que usted propone y la hipótesis, que debe ser verificada con la experimentación.
3. Al final de la experimentación usted debe contestar la siguiente cuestión:
¿Lo que usted observa durante la experimentación como lo puede describir en el lenguaje químico?



Problema:

Hipótesis:

Pasos para la experimentación:

Consigna:

¿Describa con lenguaje químico lo que observó durante la experimentación?

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE Enlace químico Validación	
	Lic. Beatriz Eugenia García Posso Grado 9	

Nombre Completo: _____ **Fecha:** _____

Consigna:

Nota: Lea la ficha técnica o información suministrada de cada una de las sustancias.

Observa y analiza la experimentación y haciendo uso del lenguaje químico **representa y explica** molecular, iónica o atómicamente lo que observo.

1. ¿Cuáles son las diferencias moleculares responsables de los contrastes de las propiedades entre _____ y _____?

Respuesta:

Anexos 7 Análisis de la situación validación + Formulación

En el momento de la validación el grupo 2 dice algunas inconsistencias en su explicación y el grupo 1 le propone lo siguiente:

Sugerencia: Para encontrar el tipo de enlace que cumple el alcohol y el agua, analizar los tipos de enlaces existentes, y mirar si el alcohol y el agua cumplen las reglas del alguno de estos.

Intervención del grupo 2 Antes de la propuesta del grupo 1

Consigna:

Note: Lea la ficha técnica o información suministrada de cada uno de los materiales.

Observe y analice la experimentación y haciendo uso del lenguaje químico **representa y explica** molecular, física o atómicamente lo que observa.

Propiedades Agua y el Etanol

Punto de ebullición 100°C
Densidad 1000 kg/m^3 (líquido a 20°C)
Viscosidad Alrededor de $0.001 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
Punto de congelación 0°C (32°F)

Propiedades del etanol (Alcohol)
En este caso son menores

Etanol es un compuesto químico conocido como alcohol. Es un líquido incoloro al igual que el agua. Pero a diferencia es un compuesto bastante inflamable. Posee un punto de ebullición alrededor de 78°C Menor que el del agua.

Enlace
 $\text{H}_3\text{C}-\text{C}-\text{O}-\text{H}-\text{OH}_2$

H_2O (agua)

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (Etanol)

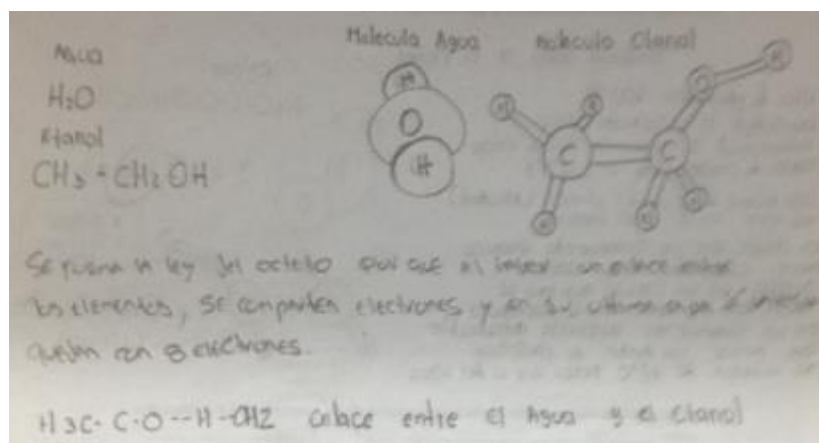
1. ¿Cuáles son las diferencias moleculares responsables de los contrastes de las propiedades entre Agua y Etanol?

Respuesta:
Al común = líquido incoloro, diferencia = peso molecular (Etanol 46.07 g/mol), (100 kg/m^3), Punto de ebullición el agua tiene un punto de ebullición más alto ($E=78^{\circ}\text{C}$, $A=100^{\circ}\text{C}$ (212°F))

Sus respuestas no son acertadas, continúan relacionando los aspectos moleculares con las propiedades físicas de los materiales.

Resultado:

El grupo 2 hace una segunda intervención y exponen la siguiente propuesta





Se evidencia claridad en su respuesta “**se forma la ley del octeto porque al haber un enlace entre los elementos, se comparten electrones y en su última capa de valencia quedan 8 electrones**”, además dan indicios del tipo de enlace intermoleculares.

Asunto que no está contemplado dentro de la situación didáctica, van más allá.

Se podría decir que están en situación de validación del enlace intermolecular y situación acción de enlace intermolecular.

Asunto que el profesor debe contemplar para la siguiente sesión y proporcionar un medio que le facilite la construcción de este nuevo objeto de aprendizaje.

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE CLASE # 3	
<u>Situación de acción + Situación de formulación</u>		
Actividad: Lectura de las temáticas relacionadas con el enlace químico		

Consigna:

Lee detalladamente el siguiente texto (resalta, subraya, escribe al margen del texto tus ideas)

Texto adaptado de la tesis de Nelson de Jesús Vergara Granada, 2014. Requisito para optar al título de Magister en la enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

ENLACE QUÍMICO

Para comprender el concepto de la polaridad del enlace químico, se hace necesario que tenga un conocimiento claro sobre las temáticas relacionadas con el enlace químico y su polaridad, por lo cual revisaremos algunos conceptos relacionados con ellas como, electronegatividad, electrones de valencia, regla del octeto, estructuras de Lewis, excepciones a la regla del octeto, tipos de enlace y polaridad del enlace químico.

1- ELECTRONEGATIVIDAD

La electronegatividad se define como la capacidad de un átomo para atraer hacia sí los electrones de un enlace químico. Los elementos con electronegatividad alta tienen más tendencia para atraer electrones que los elementos con electronegatividad baja. Es decir, la electronegatividad es una medida numérica de la capacidad de un átomo para competir con otros átomos por los electrones que comparten. La electronegatividad es un concepto relativo, ya que la electronegatividad de un elemento solo se puede medir respecto de la de otros elementos. Linus Pauling desarrolló un método para calcular las electronegatividades relativas de la mayoría de los elementos, **los valores se muestran en la figura 1**. El flúor es el elemento más electronegativo. Lo que implica que tiene la capacidad más grande para atraer electrones y alejarlos de los otros átomos. Los valores de la electronegatividad van desde 0,7 para el cesio hasta 4.0 para el flúor. Podemos usar la diferencia de las electronegatividades de los átomos enlazados para determinar la polaridad del enlace. Cuanto mayor es la diferencia más polar es el enlace.

Figura 1. Valores de la electronegatividad en la tabla periódica

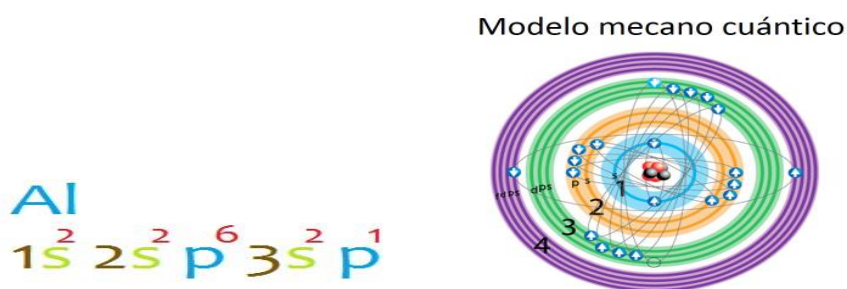
		1A	2A												3A	4A	5A	6A	7A
1		H 2.1													B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
2		Li 1.0	Be 1.5											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0	
3		Na 0.9	Mg 1.2	3B	4B	5B	6B	7B	8B			1B	2B	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	
4		K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.8	Ni 1.8	Cu 1.9	Zn 1.7	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8	
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	
6		Cs 0.7	Ba 0.9	La* 1.1	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	
7		Fr 0.7	Ra 0.9	Ac† 1.1	*Lanthanides: 1.1-1.3 †Actinides: 1.3-1.5														

Tomada de: <https://goo.gl/VLzeld>

2- ELECTRONES DE VALENCIA

Son los electrones que participan en los enlaces químicos y que residen en los mayores niveles de energía del átomo, **son los responsables de la interacción entre átomos de una misma especie o entre átomos de distintas especies**. La reactividad química de los elementos está determinada en gran parte por estos electrones que ocupan el nivel de energía externo. Para los elementos representativos, los electrones de valencia son los s o de los grupos I A hasta VIII A, que ocupan el más alto nivel de energía. Todos los electrones que no son de valencia en un átomo reciben el nombre de electrones internos. En la figura 2 se observan los electrones de valencia del aluminio y como es su distribución.

Figura 2. Configuración electrónica, electrones de Valencia y modelo atómico cuántico



Niveles energeticos: Primer Nivel en azul, segundo nivel en naranja, tercer nivel en verde, cuarto nivel morado.....

3- REGLA DEL OCTETO

Los átomos con frecuencia ganan, pierden o comparten electrones tratando de adquirir una configuración muy estable, semejante a la de un gas noble. La regla del octeto fue enunciada por G.N Lewis, dice que la tendencia de los iones de los elementos del sistema periódico es completar sus últimos niveles de

energía con una cantidad de 8 electrones de valencia como un gas noble (con excepción del helio con 2 electrones)

La regla es aplicable para la creación de enlaces entre átomos la naturaleza de estos enlaces determinara la el comportamiento y las propiedades de las moléculas.

En la figura 3 se observa la regla del octeto en la molécula diatómica del flúor (F_2) donde los dos átomos comparten dos electrones, para cada uno alcanzar los 8 electrones, igualmente se observa como en la molécula de agua los hidrógenos llegan a tener dos electrones, lo cual es una excepción.

Figura 3: Regla del Octeto



4- SIMBOLOS DEL PUNTO DE LEWIS

El químico estadounidense G.N Lewis (1875 – 1946), **sugirió una forma sencilla de representar los electrones de valencia de los átomos y de seguirle la pista durante la formación de enlaces, utilizando lo que ahora se conoce como símbolos de electropunto de Lewis. El símbolo del Lewis para un elemento consiste en el símbolo químico del elemento más un punto por cada electrón de valencia.** Por ejemplo, el azufre tiene la configuración electrónica $[Ne] 3s^2 3p^4$; por tanto, su símbolo de Lewis muestra seis electrones de valencia. ($s^2+p^4 = 6$)

Quando los átomos interactúan para formar un enlace químico, solo entran en contacto sus regiones más externas. Por esta razón, cuando se estudian los enlaces químicos se consideran sobre todo los electrones de valencia. Para reconocer los electrones de valencia y asegurarse de que el número de electrones no cambia en una reacción química, los químicos utilizan el sistema de punto desarrollado de Lewis. Un símbolo de puntos de Lewis consta del símbolo del elemento y un punto por cada electrón de valencia de un átomo del elemento.

Los puntos se colocan en los cuatro lados del símbolo atómico, en cada lado solo puede haber dos electrones como máximo. Cuando hay enlaces con otros átomos la estructura se organiza teniendo en cuenta el lugar donde ocurre un determinado enlace. En la tabla 1- se observan los símbolos de puntos de Lewis para algunos elementos representativos.

Tabla 1: Símbolos de puntos de Lewis para algunos elementos representativos

Símbolos de Lewis

Elemento	Configuración electrónica	Símbolo de Lewis	Elemento	Configuración electrónica	Símbolo de Lewis
Li	[He]2s ¹	Li·	Na	[Ne]3s ¹	Na·
Be	[He]2s ²	·Be·	Mg	[Ne]3s ²	·Mg·
B	[He]2s ² 2p ¹	·B·	Al	[Ne]3s ² 3p ¹	·Al·
C	[He]2s ² 2p ²	·C·	Si	[Ne]3s ² 3p ²	·Si·
N	[He]2s ² 2p ³	·N·	P	[Ne]3s ² 3p ³	·P·
O	[He]2s ² 2p ⁴	·O·	S	[Ne]3s ² 3p ⁴	·S·
F	[He]2s ² 2p ⁵	·F·	Cl	[Ne]3s ² 3p ⁵	·Cl·
Ne	[He]2s ² 2p ⁶	·Ne·	Ar	[Ne]3s ² 3p ⁶	·Ar·

I A	II A	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A
H·	·Be·	·B·	·C·	·N·	·O·	·F·	·He·
Li·	·Mg·	·Al·	·Si·	·P·	·S·	·Cl·	·Ar·
Na·	·Ca·	·Ga·	·Ge·	·As·	·Se·	·Br·	·Kr·
K·	·Sr·	·In·	·Sn·	·Sb·	·Te·	·I·	·Xe·
Rb·	·Ba·	·Tl·	·Pb·	·Bi·	·Po·	·At·	·Rn·
Cs·	·Ra·						
Fr·							

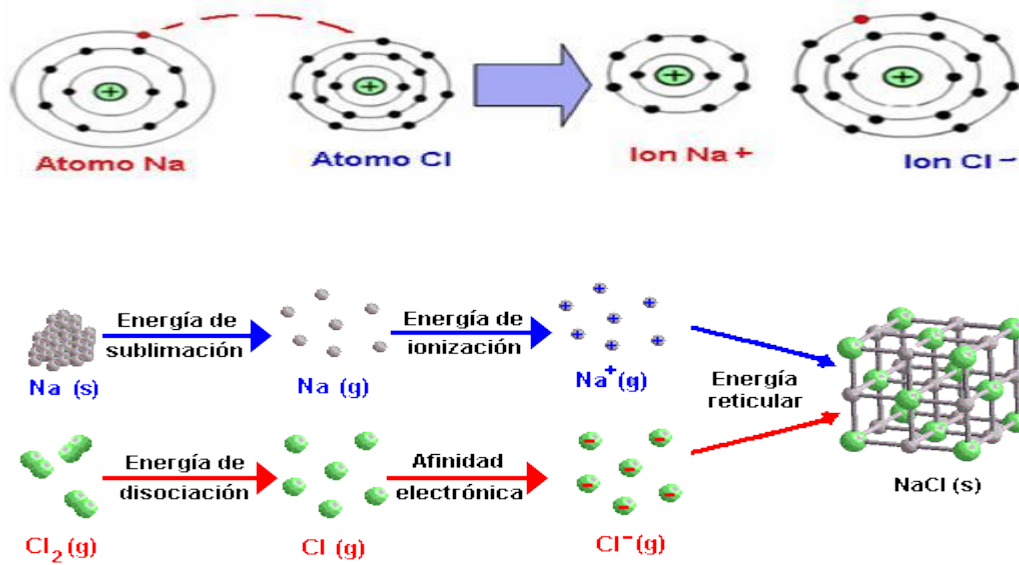
5 – TIPOS DE ENLACES

Los átomos se unen porque los compuestos resultantes tienen menor energía y, por tanto, son más estables que los átomos separados. **El enlace químico es la fuerza que mantiene a los átomos para formar moléculas o formar sistemas cristalinos.**

A) ENLACE IÓNICO

El enlace iónico se presenta por la transferencia de un metal a un no metal para transformar iones que se unen en un compuesto iónico sólido. El metal pierde electrones y el no metal gana electrones. Por ejemplo, una de las sustancias más utilizadas para representar el enlace iónico es la sal de cocina, el NaCl, la cual la podemos observar en la figura 4.

Figura 4: Enlace Iónico del Cloruro de Sodio



B) ENLACE COVALENTE

El enlace covalente se presenta entre no metales. Un enlace covalente se forma cuando dos átomos comparten uno o más pares de electrones para alcanzar su máxima estabilidad. Existe una escala relativa de diferencias de electronegatividad (ΔEN), para el enlace covalente ocurre cuando la diferencia de electronegatividades entre los átomos es cero o relativamente pequeña, menos de 1,9. Esta escala es valores de relativa por tanto en algunos casos esta escala no aplica.

Los átomos pueden formar distintos tipos de enlaces covalentes. En un enlace sencillo, dos átomos se unen por medio de un par de electrones. En muchos compuestos se forman enlaces múltiples, es decir, cuando dos átomos comparten dos o más pares de electrones. Si dos átomos comparten dos pares de electrones, el enlace covalente se denomina enlace doble. Estos enlaces se encuentran en moléculas como oxígeno O₂ (O = O), dióxido de carbono CO₂ (O=C=O) y etileno (H₂C=CH₂) un enlace triple surge cuando dos átomos comparten tres pares de electrones, como en la molécula del nitrógeno, N₂ (N=N) y acetileno C₂H₂ (H-C≡C-H).

Como se dijo antes, un enlace covalente es el que forman dos átomos que comparten un par de electrones. Cabe esperar, que los electrones se compartan en forma equitativa, es decir que los electrones pasen el mismo tiempo alrededor

de cada átomo (enlace covalente no polar), como también se presente en átomos distintos que no comparten por igual los electrones, denominado enlace covalente polar o enlace polar porque los electrones pasan más tiempo alrededor de un átomo que de otro.

En los compuestos predominante covalente los enlaces entre átomos en una molécula (fuerzas intramoleculares) son relativamente fuertes, pero las fuerzas de atracción entre moléculas son relativamente débiles. Como resultado los compuestos covalentes tienen puntos de fusión y de ebullición inferiores a los de los compuestos iónicos.

Tabla 2: Relación de las propiedades de compuestos iónicos y covalentes

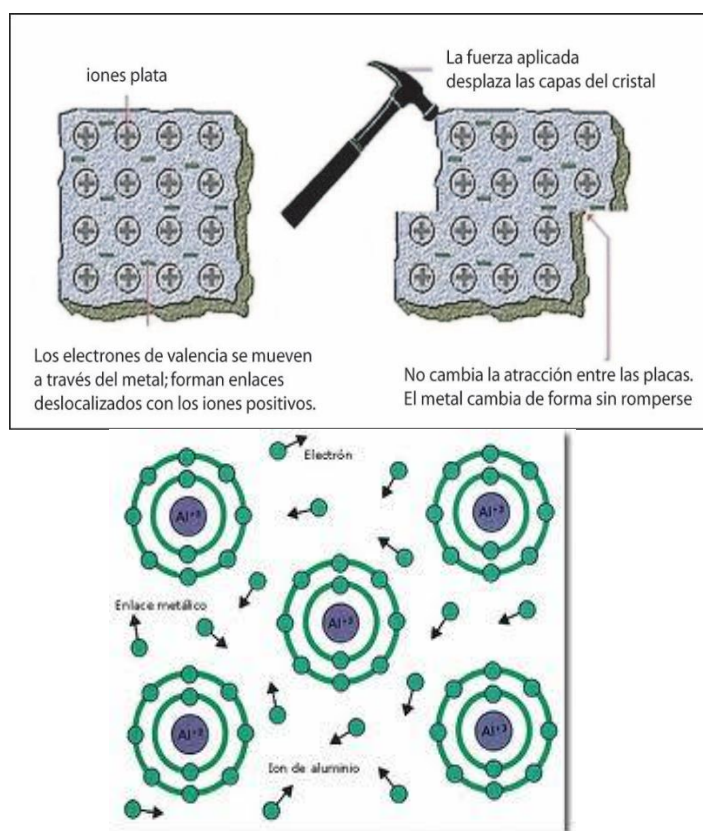
COMPUESTO IONICO		COMPUESTO COVALENTE	
1	Generalmente son sólidos	1	Se presentan en los tres estados dependiendo del peso molecular y las fuerzas intermoleculares
2	La mayoría corresponde a compuestos inorgánicos	2	La Mayoría corresponde a compuestos orgánicos
3	Posee puntos de fusión altos	3	Posee puntos de fusión y ebullición relativamente
4	Son solubles en disolventes polares como el agua	4	Son solubles en disolventes poco polares (disolventes orgánicos)
5	Fundidos ó en solución conducen bien la corriente eléctrica	5	Generalmente en solución no conducen la corriente eléctrica (excepto los ácidos)
6	Sus reacciones tienen rendimientos altos y son rápidas	6	Las reacciones son de bajo rendimiento y lentas
7	Poseen por lo menos un enlace iónico	7	Posee todos sus enlaces covalentes

C) ENLACE METÁLICO

En general los átomos metálicos son relativamente grandes y sus pocos electrones externos están bien protegidos por los niveles internos llenos. Debido a esto, los átomos metálicos pueden perder los electrones en una forma relativamente fácil (baja energía de ionización), pero no los ganan muy

fácilmente (Afinidad electrónica baja o positiva). Estas propiedades dan lugar a que un gran número de átomos metálicos compartan sus electrones de valencia pero de una manera diferente a lo que sucede en el enlace covalente. En el modelo más simple del enlace metálico todos los átomos metálicos conjuntan a sus electrones de valencia en un “mar” de electrones distribuidos uniformemente y que están entre y alrededor de los centros (el núcleo más los electrones internos) de los cationes metálicos y los atrae entre sí. A diferencia de los electrones localizados del enlace covalente, los electrones del enlace están deslocalizados moviéndose a lo largo y ancho del metal.

Figura 5: Enlace metálico



6 - MOMENTO DIPOLAR

Una medida cuantitativa de la polaridad de un enlace es su momento dipolar. Cuando dos átomos se hallan enlazados químicamente, y sus electronegatividades son distintas, el de mayor electronegatividad atraerá a los electrones hacia sí, dando lugar a dos cargas opuestas en el enlace. Así, tenemos el momento dipolar de enlaces ($\mu = qxr$). El valor (q) sería el porcentaje de las cargas compartidas que son atraídas por el átomo en cuestión. Es decir, un átomo con mayor electronegatividad, atraerá los electrones de enlace hacia

si en mayor medida. La unidad del momento dipolar usualmente son los Debyes (D).

Para mantener la neutralidad electrónica, las cargas en ambos extremos de una molécula diatómica eléctricamente neutra deben ser iguales en magnitud y de signo opuesto. Para las moléculas diatómicas que contienen átomos de elementos diferentes tienen momento dipolar y se dice que son moléculas polares. Las moléculas diatómicas que contienen átomos del mismo elemento, son ejemplos de moléculas no polares porque no presentan momento dipolar.

Los elementos dipolares en moléculas diatómicas varían entre 0 y 11 D. para poner ejemplo de los extremos, la molécula de KBr en estado gaseoso tiene un momento dipolar de 10,5 D, siendo altamente polar.

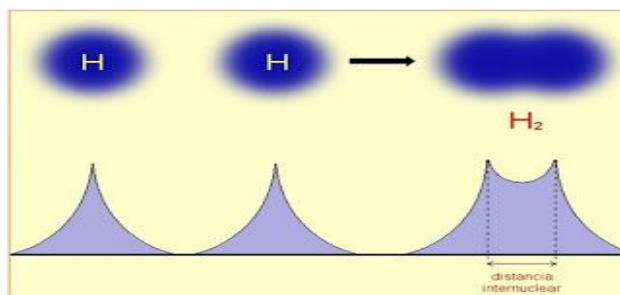
El momento dipolar de enlace se puede representar con vectores, paralelos al eje de enlace. La dirección del vector siempre es hacia el átomo con mayor electronegatividad como por ejemplo en la molécula del CO_2 se tiene: $\text{O} \leftarrow \text{C} \rightarrow \text{O}$. **según la diferencia de electronegatividad entre los átomos de oxígeno y carbono, el momento dipolar debería ser distinto de cero.** Sin embargo está demostrando experimentalmente que la molécula de dióxido de carbono es apolar. Esto se explica por la **geometría de la molécula y la dirección de los vectores μ** . Dado que los dos átomos de oxígenos se encuentran a ambos lados del átomo de carbono, los vectores μ se cancelan al ser sumados vectorialmente. Con esto queda demostrado que **la polaridad de una molécula depende de los momentos dipolares de enlace así como de la geometría molecular** determinada por la teoría de repulsión de los electrones de la capa de valencia (TRPEV). Es decir que debemos considerar **el momento dipolar de una molécula como la suma vectorial de los momentos dipolares parciales de cada enlace.**

7 - POLARIDAD DEL ENLACE QUIMICO

Al fin de predecir si un enlace covalente va a ser polar se recurre a la comparación de las electronegatividades de los átomos que forman el enlace. **Por cuanto cuando átomos con diferentes electronegatividades forman un enlace, el par enlazante se comparte de manera desigual, de modo que el enlace tiene polos, uno **parcialmente** positivo y el otro negativo.**

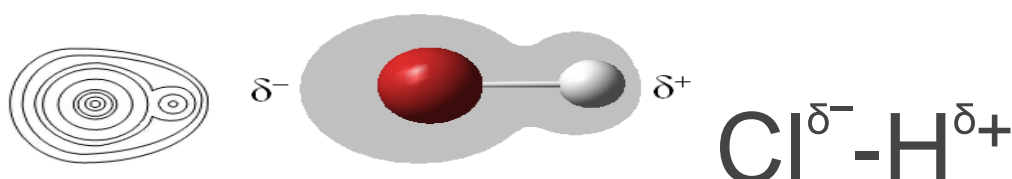
Cuando dos átomos comparten por igual los dos electrones, tienen la misma electronegatividad y la densidad electrónica se distribuye simétricamente entre los dos núcleos, y se dice que el enlace es covalente no polar, como ocurre en el enlace covalente de la molécula de hidrógeno (H_2), en el enlace covalente de la molécula de (Cl_2), o en el enlace covalente carbono – carbono (C-C) del etano. En la figura 6 se puede observar un enlace covalente no polar entre dos átomos de hidrógeno.

Figura 6: Enlace covalente no polar del hidrogeno



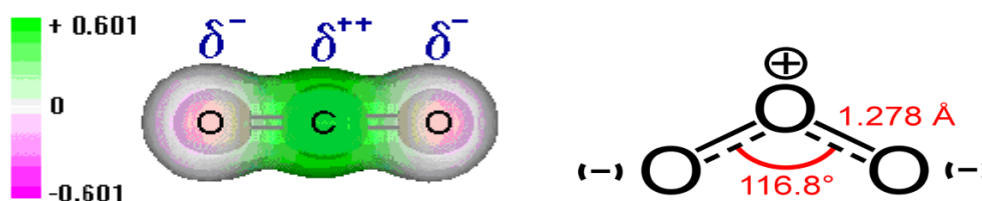
Sin embargo, la mayor parte de los enlaces covalentes están formados por dos átomos diferentes, de manera que los electrones del enlace son atraídos con mayor intensidad por uno de los dos átomos que forman el enlace. Cuando esto ocurre el enlace covalente se denomina enlace covalente polar. El átomo más electronegativo atrae con mayor intensidad al par de electrones y la densidad electrónica se concentra preferentemente entorno al átomo más electronegativo. Como consecuencia de esto, se representa por una flecha polar (\rightarrow) que apunta hacia el polo negativo, o por los símbolos $\delta^+\delta^-$, donde la **delta minúscula δ** , **representa una carga parcial**. Así, sobre el átomo **más electronegativo** hay una carga parcial negativa (δ^-) y sobre el átomo menos electronegativo una carga parcial positiva equivalente (δ^+). Se trata de un enlace covalente polar y la separación de cargas conduce a la formación de un dipolo. En la figura 7, se observa un enlace covalente polar entre el hidrogeno y el cloro, donde se comparten los electrones, pero claramente se observa que el enlace se desplaza hacia el cloro que es el átomo más electronegativo.

Figura 7: Enlace covalente polar del ácido clorhídrico



En la figura 8, se puede observar la polaridad de los enlaces y la distribución de las cargas en las moléculas de H_2O y CO_2

Figura 7: Enlace covalente polar del ácido clorhídrico





En la figura 8 la molécula de H_2O se observa inicialmente la polaridad del enlace O- H, donde el átomo de oxígeno, adquiere una carga parcialmente negativa y los átomos de hidrógeno adquieren una carga parcialmente positiva. En el enlace covalente no polar de la molécula CO_2 , se observan dos enlaces

covalente polares C-O, donde los átomos de oxígeno adquieren una carga parcialmente negativa y el átomo de carbono adquiere una carga parcialmente positiva.

Estas uniones covalentes, son ejemplos de uniones que están formados por elementos que tienen distinta electronegatividad, en particular en el H₂O el O es más electronegativo que el H y en el CO₂ el O es más electronegativo que el C.

En estos casos los electrones están preferiblemente más cerca del átomo más electronegativo, que es el de mayor capacidad para atraer los electrones. La molécula adquiere así un **desbalance de cargas**: hay una zona (cerca del átomo más electronegativo) donde hay mayor densidad de carga negativa, y otra zona donde hay mayor densidad de carga positiva (cerca del átomo menos electronegativo).

Las polaridades de los enlaces están íntimamente ligadas tanto a las propiedades físicas como a las químicas. La polaridad de los enlaces puede conducir a polaridades de moléculas, afectando considerablemente las propiedades como la conductividad eléctrica solubilidad. La polaridad también determina el tipo de reacción que puede suceder en ese enlace e incluso afecta a la reactividad de los enlaces cercanos.

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE Enlace químico EVALUACIÓN de la SD	
	Lic. Beatriz Eugenia García Posso. Grado 9	

Nombre Completo: _____ **Fecha:** _____



¿Considera importante el concepto del enlace químico? ¿Porque?

Observaciones o conclusiones de este método de aprendizaje:

¿Cuál o cuáles de las actividades realizadas consideras que favoreció más tu aprendizaje? ¿Porque?

Escribe la importancia de las representaciones o modelaciones para el desarrollo de las ciencias:

Nombrar los cambios en tu pensamiento que se hayan logrado con la aplicación de la situación didáctica desde el inicio, hasta hoy:

	SITUACION DIDACTICA DE APRENDIZAJE Enlace químico EVALUACIÓN	
	Lic. Beatriz Eugenia García Posso Grado 9	



2. Completa las siguientes tablas:

Tabla # 1 Caracterización molecular de los materiales.

MATERIAL	CARACTERISTICA MOLECULAR	MATERIAL	CARACTERISTICA MOLECULAR

Tabla # 2 Diferencias Moleculares entre _____

Representación molecular de los materiales	Diferencias moleculares entre los materiales

	SITUACIÓN DIDACTICA DE APRENDIZAJE Enlace químico EVALUACIÓN de la SD	
	Lic. Beatriz Eugenia García Posso Grado 9	

Nombre Completo: _____ **Fecha:** _____

¿Considera importante el concepto del enlace químico? ¿Porque?

Observaciones o conclusiones de este método de aprendizaje:

¿Cuál o cuáles de las actividades realizadas consideras que favoreció más tu aprendizaje? ¿Porque?

Escribe la importancia de las representaciones o modelaciones para el desarrollo de las ciencias:

Nombrar los cambios en tu pensamiento que se hayan logrado con la aplicación de la situación didáctica desde el inicio, hasta hoy:

Anexos 12 DVD Evidencias