



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 21 de julio de 2020

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Las suscritas, Yuri Lizeth Huependo Romero, con C.C. No. 1075278626, Catalina Solano Osorio, con C.C. No. 36309430, autoras del trabajo de grado titulado EL HOTEL PERIÓDICO: UN JUEGO DIDÁCTICO PARA APRENDER CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA CON ESTUDIANTES DE POSTPRIMARIA RURAL presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar al título de Especialista en Estadística; Autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

AUTOR: YURI LIZETH HUEPENDO ROMERO

FIRMA:

Yuri Lizeth Huependo R.

AUTOR: CATALINA SOLANO OSORIO

FIRMA:

Catalina Solano O.



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: EL HOTEL PERIÓDICO: UN JUEGO DIDÁCTICO PARA APRENDER CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA CON ESTUDIANTES DE POSTPRIMARIA RURAL.**

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
HUEPENDO ROMERO	YURI LIZETH
SOLANO OSORIO	CATALINA

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
MOSQUERA	JONATHAN ANDRÉS

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE: ESPECIALISTA EN ESTADÍSTICA**

**FACULTAD: CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**PROGRAMA O POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA**

**CIUDAD: NEIVA**

**AÑO DE PRESENTACIÓN: 2020**

**NÚMERO DE PÁGINAS: 214**

**TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):**

Diagramas: X Fotografías: X Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general: X Grabados \_\_\_ Láminas \_\_\_  
Litografías \_\_\_ Mapas \_\_\_ Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_ Tablas o Cuadros: X

**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):**

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

**Español**

Modelo didáctico analógico  
Aprendizaje significativo  
Aprendizaje cooperativo  
Analogías  
Configuración electrónica

**Inglés**

Analogous teaching model  
Significant learning  
Cooperative learning  
Analogies  
Electronic configuration

**RESUMEN:** (Máximo 250 palabras)

En este trabajo de investigación se presenta una propuesta de implementación de un modelo didáctico analógico (MDA), utilizando como fundamento los principios de la metodología del aprendizaje significativo y cooperativo propuesto por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para los modelos de educación flexible en las zonas rurales del territorio colombiano. Por lo cual, el objetivo de la investigación es favorecer el aprendizaje del concepto de configuración electrónica mediante un estudio correlacional, cuasiexperimental con posprueba y grupo control. Por este motivo, se ha definido como hipótesis nula que el uso de un juego didáctico basado en una analogía favorece el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos, la cual fue confirmada al obtener niveles de significancia menores a 0.05 con pruebas estadísticas.

La estrategia de enseñanza se aplica en los estudiantes de postprimaria rural de la Institución Educativa La Troja del municipio de Baraya en el departamento del Huila. Por lo cual, se toman dos grupos, uno de los cuales integra el grupo experimental (Ge) donde se desarrolla actividades a través del modelo didáctico analógico (MDA) y otro, el cual conforma el grupo control (GC) donde se implementa un modelo de enseñanza tradicional.

Por otro lado, la estrategia pedagógica integra la aplicación de un cuestionario de ideas previas para la exploración del nivel de conocimiento de los estudiantes, el desarrollo de tres secuencias didácticas y la implementación de la prueba final para el reconocimiento de la influencia de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes. Conforme a los resultados, se hace un análisis de confrontación temporal (antes, durante y después), en el cual se determina que la propuesta didáctica no solo permite establecer un impacto positivo y favorable en el rendimiento y adquisición de conocimiento, sino que también proporciona el desarrollo de capacidades intelectuales y procedimentales, que estimulan la proposición, la confrontación, la comunicación y el desarrollo de ideas.

**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

In this research work a proposal for the implementation of an analog teaching model (MDA) is presented, using as a foundation the principles of the methodology of meaningful and cooperative learning proposed by the Ministry of National Education (MEN) for flexible education models in the rural areas of the Colombian territory. Therefore, the objective of the research is to promote the learning of the concept of electronic configuration through a correlational, quasi-experimental study with post-test and group control. For this reason, it has been defined as a null hypothesis that the use of a didactic game based on an analogy favors the learning of the contents on the electronic configuration of the atoms, which was confirmed by obtaining significance levels less than 0.05 statistical tests.

The teaching strategy is applied to rural post-primary students of the La Troja Educational Institution in the municipality of Baraya in the department of Huila. Therefore, two groups are taken, one of which integrates the



experimental group (Ge) where activities are carried out through the analog didactic model (MDA) and the other, which forms group control (GC) where a traditional teaching model.

On the other hand, the pedagogical strategy integrates the application of a questionnaire of previous ideas for the exploration of the level of knowledge of the students, the development of three didactic sequences and the implementation of the final test to recognize the influence of the strategy on Student learning. According to the results, a temporal confrontation analysis is performed (before, during and after), in which it is determined that the didactic proposal not only allows establishing a positive and favorable impact on the performance and acquisition of knowledge, but also provides the development of intellectual and procedural capacities, which stimulates proposition, confrontation, communication and the development of ideas.

### APROBACION DE LA TESIS

Nombre Jurado: **MABEL TATIANA TORRENTE DIAZ**

Firma:

Nombre Jurado: **KIMBERLY LUCIA ANTOLINEZ RAMIREZ**

Firma:

Kimberly Lucía Antolínez R.

**EL HOTEL PERIÓDICO: UN JUEGO DIDÁCTICO BASADO EN UNA  
ANALOGÍA PARA APRENDER CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA CON  
ESTUDIANTES DE POSTPRIMARIA RURAL**

**YURI LIZETH HUEPENDO ROMERO**

**CATALINA SOLANO OSORIO**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA**

**2020**

**EL HOTEL PERIÓDICO: UN JUEGO DIDÁCTICO BASADO EN UNA  
ANALOGÍA PARA APRENDER CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA CON  
ESTUDIANTES DE POSTPRIMARIA RURAL**

**Investigadores Principales:**

**Yuri Lize th Huependo Romero**

**Catalina Solano Osorio**

**Asesor: Dr. (c) Jonathan Andrés Mosquera**

**Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Estadística**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA**

**2020**



**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**  
**ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA**

*CARTA DE ACEPTACIÓN*

En calidad de Coordinador del Posgrado Especialización en Estadística, programa reconocido por el Ministerio de Educación Nacional mediante Resolución de Registro Calificado No. 3683 del 2 de marzo de 2018 y adscrito a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Surcolombiana, me permito informar que el trabajo de investigación titulado: **“EL HOTEL PERIÓDICO: UN JUEGO DIDÁCTICO BASADO EN UNA ANALOGÍA PARA APRENDER CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA CON ESTUDIANTES DE POSTPRIMARIA RURAL”** presentado por las estudiantes Yuri Lizeth Huependo Romero y Catalina Solano Osorio; es ACEPTADO como trabajo de grado para optar el título de Especialista en Estadística.

Para constancia se firma en la Ciudad de Neiva, a los veinte (20) días del mes de julio del año 2020.

  
**JOSE MIGUEL CRISTANCHO FIERRO**  
Coordinador

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN .....	7
INTRODUCCIÓN.....	9
1 Antecedentes.....	11
1.1 Antecedentes Internacionales .....	11
1.2 Antecedentes Nacionales.....	26
1.3 Antecedentes Regionales.....	34
2 Planteamiento del Problema .....	38
3 Justificación .....	43
4 Objetivos de la Investigación .....	49
4.1 Objetivo General .....	49
4.2 Objetivos Específicos.....	49
5 Marco Teórico.....	50
5.1 La Ciencia Escolar y el Lenguaje.....	51
5.2 La Enseñanza de las Ciencias Naturales en General y de la Química en Particular	
54	
5.3 El Aprendizaje de las Ciencias Naturales .....	60
5.4 Marco del Modelo de Postprimaria Rural.....	62
5.5 Las Estrategias de Enseñanza de las Ciencias Naturales .....	64



5.6	El juego en la Enseñanza de las Ciencias Naturales .....	65
5.7	Las Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales .....	69
5.8	Modelo de Enseñanza con Analogías .....	73
5.9	Analogías Relacionadas con la Configuración Electrónica .....	76
5.10	Configuración Electrónica .....	77
5.11	El principio de Construcción.....	79
6	Metodología .....	82
6.1	Hipótesis de la Investigación.....	83
6.2	Contexto Educativo y Población.....	84
6.3	Desarrollo de la Investigación .....	84
6.3.1	Fase de Planificación .....	85
6.3.2	Fase de Ejecución y Observación .....	86
6.3.3	Fase de Reflexión .....	90
7	Resultados.....	91
7.1	Fase de Planificación .....	91
7.2	Fases de Ejecución y Observación .....	93
7.2.1	Reconocimiento de Ideas Previas .....	93
7.2.2	Análisis de los Resultados del Cuestionario (Preprueba) .....	95
7.2.3	Implementación de la Estrategia Didáctica .....	118
7.2.4	Prueba Final.....	138

7.2.5 Fase de Reflexión .....	165
8 Conclusiones .....	166
9 Recomendaciones .....	168
Referencias Bibliográfica .....	170
Anexos .....	187

## RESUMEN

En este trabajo de investigación se presenta una propuesta de implementación de un modelo didáctico analógico (MDA), utilizando como fundamento los principios de la metodología del aprendizaje significativo y cooperativo propuesto por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para los modelos de educación flexible en las zonas rurales del territorio colombiano. Por lo cual, el objetivo de la investigación es favorecer el aprendizaje del concepto de configuración electrónica mediante un estudio correlacional, cuasiexperimental con posprueba y grupo control. Por este motivo, se ha definido como hipótesis nula que el uso de un juego didáctico basado en una analogía favorece el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos, la cual fue confirmada al obtener niveles de significancia menores a 0.05 con pruebas estadísticas.

La estrategia de enseñanza se aplica en los estudiantes de postprimaria rural de la Institución Educativa La Troja del municipio de Baraya en el departamento del Huila. Por lo cual, se toman dos grupos, uno de los cuales integra el grupo experimental (Ge) donde se desarrolla actividades a través del modelo didáctico analógico (MDA) y otro, el cual conforma el grupo control (GC) donde se implementa un modelo de enseñanza tradicional.

Por otro lado, la estrategia pedagógica integra la aplicación de un cuestionario de ideas previas para la exploración del nivel de conocimiento de los estudiantes, el desarrollo de tres secuencias didácticas y la implementación de la prueba final para el reconocimiento de la influencia de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes. Conforme a los resultados, se hace

un análisis de confrontación temporal (antes, durante y después), en el cual se determina que la propuesta didáctica no solo permite establecer un impacto positivo y favorable en el rendimiento y adquisición de conocimiento, sino que también proporciona el desarrollo de capacidades intelectuales y procedimentales, que estimulan la proposición, la confrontación, la comunicación y el desarrollo de ideas.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los múltiples temas en el área de ciencias naturales y educación ambiental que se imparte a los estudiantes de postprimaria rural de la Institución Educativa La Troja del municipio de Baraya en el departamento del Huila, se encuentra el de configuración electrónica de los átomos. La enseñanza de este concepto se convierte en un reto para el docente, dado que utiliza un lenguaje altamente simbólico y formalizado, que no es fácilmente asimilado por los estudiantes, lo que exige que las estrategias de enseñanza sean suficientemente creativas y didácticas permitiendo no solo la asimilación de este concepto, sino su aplicación en los diferentes contenidos que requieren su uso. Según Marcano (2015) esta situación se ve reflejada en el marcado rechazo que tienen los estudiantes hacia aquellos contenidos de la química que poseen cálculos matemáticos.

Por este motivo, la comprensión de este concepto resulta de suma importancia pues, el estudiante además de establecer conexiones entre fenómenos observados, y conceptos abstractos, también permite; determinar la posición de los elementos químicos en la tabla periódica, la forma en que los electrones se distribuyen entre los diferentes orbitales de un átomo, clasificar los electrones de valencia implicados en el enlace químico, y predecir el comportamiento de los electrones bajo la acción de un campo magnético externo que permite identificar sustancias paramagnéticas o diamagnéticas. Sin embargo, la comprensión de la configuración electrónica evidencia varias dificultades, ya que su formulación posee reglas que deben ser memorizadas y comprendidas, lo cual a veces no resulta fácil para el estudiante, además lleva inmerso una serie

de conceptos fundamentales como son los números cuánticos, subniveles de energía, orbitales atómicos, regla de Hund, entre otros; lo que resulta un reto para la enseñanza de la química.

En este sentido se comprende que el docente debe desarrollar e implementar al máximo estrategias didácticas que permitan adquirir un conocimiento básico y adecuado de la materia, debido a que las propiedades físicas y químicas de un elemento químico vienen determinadas por la distribución de los electrones en el interior del átomo. De acuerdo con Bastidas (2013), el bajo rendimiento académico es generado por estas estrategias tradicionales que generan apatía y desinterés por el área de la química y más aún por conceptos que al estudiante le pueden parecer abstractos, pero que en realidad son nociones básicas para el entendimiento de la química.

Para superar estas dificultades, hemos diseñado una estrategia didáctica para ser aplicada en clase, basada en un modelo didáctico analógico (MDA) para abordar el concepto de configuración electrónica. La estrategia pedagógica fue elaborada después de haber estudiado y analizado el perfil conceptual de los estudiantes sobre dicho concepto a través de un cuestionario. Además, esta contiene actividades con objetivos claros, con la finalidad de dar solución a las dificultades encontradas en los estudiantes, posibilitando el avance de competencias relacionadas con la comunicación, el desarrollo del pensamiento lógico y abstracto al momento de interpretar modelos que ayudan a dilucidar la estructura atómica. Lo anterior implica enriquecimiento en el aprendizaje de la química, con lo cual se propicie aprendizaje significativo. Según Adúriz y Galagovsky (1997) los modelos didácticos analógicos son nuevas representaciones de los modelos teóricos para exponerlos ante los alumnos reduciendo su nivel de abstracción matemática y hacerlos más accesibles. Sin disminuir las características conceptuales del modelo

teórico, se trata de transfigurarlo mediante esquemas que utilicen sucesivas analogías, mientras que se mantiene la continuidad conceptual ya que permanecen los referentes ontológicos.

## **1 Antecedentes**

A continuación, se presentan los principales estudios relacionados con el aprendizaje y la enseñanza del concepto estructurante configuración electrónica en el campo de la química. Para ello, se han revisado distintas producciones académicas en el ámbito internacional, nacional y regional. De esta manera, de cada texto revisado se han identificado los objetivos, los aspectos metodológicos y los principales hallazgos a los que han llegado los autores, con el fin de referenciar algunas líneas de acción en este campo temático y las principales dificultades en el proceso de aula. Dichos antecedentes, en su mayoría fueron recopilados mediante la búsqueda en base de datos especializadas y de acceso libre, como son los portales Google Scholar, Scielo, Redalyc, Science Direct y Dialnet, en revistas indexadas como Enseñanza de las Ciencias, TED: Tecné, Episteme & Didaxis, Gondola, Eureka, Horizontes Pedagógicos, Contexto y Educación, entre otras. De igual manera, se ha la respectiva búsqueda en la plataforma de la Biblioteca Central de la Universidad Surcolombiana y en el repositorio de trabajos de grado de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

### **1.1 Antecedentes Internacionales**

A nivel internacional se ha estudiado la percepción de los estudiantes sobre los conceptos básicos de la química, como la estructura interna de la materia, así como la didáctica en la



enseñanza de la química. Por ejemplo, Gutiérrez (2004) presentó un estudio sobre cómo los estudiantes interpretan las propiedades de la materia a través de la teoría científica y su relación con el conocimiento cotidiano; en donde se concluye que la interpretación de los fenómenos se inicia con el conocimiento cotidiano, pero se hace necesaria la teoría científica para llegar a la explicación concreta de los fenómenos, además se encontró que es complejo realizar esa transición.

Por otro lado, Trinidad (2003) realizó una revisión sobre la concepción que tienen los estudiantes de la estructura de la materia, refiriéndose a que, a pesar de las teorías que presentan a la materia como discontinua, la idea de que la materia es continua y estática persiste. Esta dificultad, conlleva a un pensamiento dirigido a lo concreto y lo observable, y por lo tanto no aplicable para dicho contexto científico. En esta revisión, se proponen estrategias para lograr el cambio en el aprendizaje de los conceptos por parte de los estudiantes, manifestando incluso que es posible lograrlo en el mediano plazo y que merece ser estudiada la efectividad de dichas estrategias. Así mismo, se encuentra a Villaro (2012), quien en su trabajo de máster universitario brinda conocimientos acerca de las ideas previas que los estudiantes en la ESO y bachillerato, deben tener al momento de afrontar temáticas relacionadas con la materia y su composición y así utilizar estrategias didácticas que apunten al desarrollo del pensamiento científico.

Otros autores importantes que aportan a la investigación, específicamente sobre estrategias de enseñanza de la química, son:

Caamaño (2005), quien presenta una propuesta didáctica para la enseñanza del modelo atómico-molecular de la materia, permitiendo realizar una actividad motivadora, creativa y eficaz para el aprendizaje de la comprensión conceptual y procedimental de la ciencia.

Así mismo, Cerecero (2009), en su investigación sobre la influencia del juego como estrategia didáctica en el aprendizaje de la química, presenta que la enseñanza de las ciencias químicas se encuentra limitada por una serie de estrategias tradicionalistas que han originado problemáticas en el aprendizaje. En este trabajo, el autor muestra la implementación de juegos en el tema de nomenclatura de química, con la finalidad de conocer el impacto que tiene en el aprendizaje de los alumnos.

Por otro lado, Caamaño (2011) en su estudio, afirma que la enseñanza de la química debería conseguir integrar contextualización, indagación y modelización como procesos imprescindibles en el aprendizaje de la competencia científica; para conseguir una enseñanza de la química más significativa y relevante. Por su parte, Aguirre et al., (2009) en su artículo “analogías para la enseñanza de los conceptos de mol y número de Avogadro”, presentan el análisis del impacto de los recursos didácticos en el aprendizaje de los conceptos “mol” y “número de Avogadro” desde su complejidad obteniendo un impacto positivo en la implementación de este tipo de actividades.

**Tabla 1**

*Antecedentes internacionales sobre la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica.*

<b>TITULO, AUTORES Y AÑO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>ASPECTOS METODOLOGICOS</b>	<b>PRINCIPALES HALLAZGOS</b>
<p>Diseño y evaluación del juego didáctico “Química con el mundial de Brasil 2014”. Franco Mariscal, A.J. 2014.</p>	<p>Química con el Mundial de Brasil 2014” es un juego para estudiantes de secundaria (15-16 años) con el objetivo didáctico de acercar la Tabla Periódica al alumnado y con el objetivo lúdico de ganar una competición mundial de fútbol resolviendo diferentes pruebas relacionadas con la química.</p>	<p>La metodología se desarrolló mediante cinco fases donde cada una se caracterizaba por algo</p> <p>Fase 1: Fichaje de jugadores, Fase 2: Preliminar, Fase 3 Octavos de Final, Fase 4; Octavos de Final, Fase 5: Semifinales y fase 6; la final; en esta fase consiste en indicar un objeto de la vida cotidiana que esté presente en cada uno de los elementos de que disponen.</p>	<p>Entre las ventajas que presenta este nuevo juego frente a otros juegos de mesa, destacan la contextualización de la enseñanza y aprendizaje de la Tabla Periódica dentro de un enfoque CTS y de alfabetización científica, que acerca al estudiante a una situación actual y de la vida diaria: el mundial de Brasil, los equipos de fútbol y sus estrellas como protagonistas. Finalmente, los resultados de su evaluación parecen</p>

			sugerir que el juego tiene un valor didáctico importante en el fomento de la motivación e interés por la química, y también en la mejora del aprendizaje de los estudiantes.
Influencia del juego como estrategia didáctica en el aprendizaje de la Química. Cerecero Torres, J.E. 2009.	Debido a los problemas existentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la asignatura de química, surge la necesidad de conocer la influencia que tienen las estrategias cognoscitivistas y constructivistas aunadas a ciertas actividades lúdicas,	El análisis de la pregunta de investigación y la hipótesis, da la pauta para considerar la existencia de variables en el estudio y la manera en cómo estas pueden guardar una causalidad. Para la investigación fue necesario considerar al juego como la variable independiente que traerá un efecto sobre la	Al comparar las estrategias lúdicas y tradicionalistas de enseñanza se encuentra que el aprendizaje de los alumnos se ve beneficiado por el empleo de estrategias lúdicas y no por el empleo de estrategias tradicionalistas. Es decir, el tema de nomenclatura química tuvo un aprendizaje más significativo para los alumnos del grupo experimental

	para mejorar el aprendizaje de los alumnos, centrando la atención en los juegos como estrategia didáctica.	variable dependiente que se basa en el aprendizaje adquirido por parte de los alumnos.	que para los del grupo control. Se puede concluir que la aplicación de juegos incrementa el aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de química.
Analogías para la enseñanza de los conceptos de mol Y número de Avogadro. Aguirre Pérez, C., Vázquez Moliní, A. y Fernández César, R. 2009.	Con el propósito de que la aproximación al valor de NA no se quede en una mera cuestión de cálculos de lápiz y papel, hemos propuesto y desarrollado con los alumnos la experiencia del cálculo del mismo mediante la experiencia la capa de aceite usando ácido oleico.	Con las analogías y similitudes planteadas los alumnos llegan a comprender mucho mejor estos conceptos y son capaces de resolver mucho mejor cuestiones y problemas relacionados con dichos conceptos en diferentes contextos.	La utilización de analogías para la constante de Avogadro relacionadas con los sistemas de unidades y las magnitudes fundamentales permite establecer vínculos interdisciplinares, especialmente con la física, favoreciendo el cálculo exponencial y logarítmico, anclando los conocimientos adquiridos con elementos menos

			abstractos y más familiares de los alumnos que los conceptos químicos puros y duros.
Una propuesta de aprendizaje de “la estructura de la materia” desde la perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Porras C, Y.A. 2014	Acercar a los estudiantes a la construcción de modelos explicativos, mediante la comprensión de los tres niveles de representación que se utilizan cuando se explican las propiedades de la materia.	La metodología, estas en que las ideas permiten trascender la mirada reduccionista con la cual se diseñan actividades de aprendizaje desde la perspectiva tradicional, sobredimensionando un exclusivo cambio conceptual asociado a un cambio del contenido de las concepciones, recalándose una vez más los conocimientos declarativos en contra del aprendizaje significativo.	Se pretende mejorar la comprensión de la NdCyT y el desarrollo de actitudes científicas hacia la ciencia y su aprendizaje, mediante tratamiento de cuestiones socio científicas y el desarrollo didáctico de algunos ítems del “cuestionario de opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad”, el cual se utiliza para evaluar la eficacia del aprendizaje de las unidades elaboradas.

<p>           Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. Marchan, I. y Sanmartí, N. 2015.         </p>	<p>           El objetivo es doble, por un lado, que el alumnado sienta el contexto como cercano y relevante, y por otro, promover que emerjan sus ideas previas.         </p>	<p>           La hipótesis de trabajo en que se han asado para orientar el diseño de secuencias didácticas sería distinguir 3 estrategias clave: contextualizar, descontextualizar y recontextualizar.         </p>	<p>           El diseño de unidades didácticas contextualizadas para una educación científica más auténtica requiere que, además de aumentar la motivación hacia la ciencia y las vocaciones científicas, contribuya a promover un aprendizaje más significativo de ciencia y sobre la ciencia, de forma que favorezca el desarrollo de la competencia científica.         </p>
<p>           Analogías en la enseñanza del equilibrio químico.         </p>	<p>           El objetivo de este trabajo es presentar una revisión         </p>	<p>           Utilizan analogías como una estrategia para facilitar el         </p>	<p>           Las analogías constituyen una estrategia válida para la enseñanza         </p>



<p>Raviolo, A. y Garriz, A. 2007.</p>	<p>bastante exhaustiva de las analogías propuestas para presentar el equilibrio químico y discutir aspectos que hacen a su aprendizaje y enseñanza.</p>	<p>aprendizaje de conceptos abstractos, pero no se observa que hayan asumido las recomendaciones sugeridas por la investigación en este campo.</p>	<p>del equilibrio químico, dada la complejidad la abstracción del concepto. La naturaleza reversible del cambio químico y la naturaleza dinámica del equilibrio químico se pueden visualizar mediante analogías.</p>
<p>¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y la energía nuclear? Gutiérrez, E., Capuano, V., Perrotta, M., De La Fuente, A. y Follari, B. 2000.</p>	<p>Este trabajo plantea como objetivo inmediato indagar lo que piensan los alumnos sobre temas de física moderna vinculados con la radiactividad, la estructura atómica y la energía nuclear.</p>	<p>Se realizaron 395 encuestas durante el año 1997. El muestreo tomado consideró un criterio geográfico al dividir el país en cinco zonas: Noroeste (NO), Noreste (NE), Centro este (CE), Centro oeste (CO) y Sur (S). En cada zona se encuestaron</p>	<p>Finalmente, los resultados obtenidos indican: la importancia de los aspectos sociales involucrados en el tema en el caso de las ideas de los alumnos sobre energía nuclear; el consenso que existe en algunos significados, que muestran aquellos porcentajes en</p>

		<p>alumnos de 4° y 5° año del actual nivel de enseñanza media (16 a 18 años) de tres ciudades distintas, tomando en cada una de ellas un curso para dicha encuesta.</p>	<p>general mayores al 50%; y otras ideas de los alumnos que surgen en este trabajo y que proporcionan una base empírica para ideas sospechadas, pero no investigadas concretamente.</p>
<p>Las concepciones de los actuales alumnos sobre estructura de la materia. Uría, M., Lecumberry, G. y Orlando, S. 2011.</p>	<p>Los objetivos de este estudio de identificar las ideas de los alumnos, del nivel medio, sobre estructura de la materia y estructura atómica, comparándolas con las concepciones alternativas reconocidas en investigaciones didácticas</p>	<p>El análisis se organizó en función de las ideas relevadas, es decir, en dos grupos: concepciones sobre la estructura de la materia y concepciones sobre la estructura atómica.</p>	<p>Siendo una conclusión que los actuales estudiantes han construido ideas semejantes a las concepciones encontradas hace tiempo en alumnos de países y sistemas educativos distintos. Por lo tanto, urge la necesidad de replantearse ¿Cómo se conforma la enseñanza actual para que los alumnos sigan</p>

	sobre la temática.		teniendo las concepciones identificadas hace más de 20 años?
La estructura atómica y el enlace químico desde un punto de vista disciplinario. Alvarado, C. 2005.	El objetivo es detectar y comparar el conocimiento que manifiestan estudiantes de las carreras de Biología, Física y Química de la UNAM, con relación a la estructura del átomo y al enlace químico.	Aplicación de un cuestionario de 15 preguntas (doce relacionadas con la estructura del átomo y tres con el enlace químico), principalmente de respuestas abiertas, sin considerar edad, género, promedio de calificaciones, ni historial académico. Para la descripción de los datos obtenidos, se emplearon frecuentemente gráficas y tablas.	Las respuestas expresadas por los alumnos permitieron establecer que existen claras diferencias en cuanto al conocimiento que poseen estudiantes de las tres carreras sujetas a estudio.

<p>Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8.º EGB.</p> <p>Gilda D., Botta, I., Follari, B., De La Fuente, A., Gutiérrez, E. y Perrotta, M. 2004.</p>	<p>El objetivo es comprobar si la estrategia aplicada influyó favorablemente o no en la comprensión, por parte de los estudiantes, de los conceptos estructura atómica y de modelos, en general, y en particular del concepto de modelo atómico y su evolución histórica.</p>	<p>Durante el año 2004 se tomaron los datos, considerando una muestra compuesta por alumnos que cursaban 8º año de la EGB en dos Unidades Educativas de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa, Argentina. En uno de los cursos, con 19 alumnos, se puso en práctica la estrategia. En el otro con 24 alumnos, tomado como testigo, el tema fue desarrollado sin aplicar la misma. Los contenidos mínimos presentados en el currículo correspondiente a ambos cursos son similares.</p>	<p>Si bien se ha centrado el análisis en un aspecto limitado de la estrategia utilizada, se puede inferir que ésta ayuda a que los alumnos tomen conciencia de la necesidad del uso de modelos en la Ciencia en etapas tempranas de su escolaridad. Como sostiene Oliva, et al. (2003), la idea de modelo tiene un rol central como unidad de conocimiento para comprender un determinado fenómeno.</p>
---	---	--	---

<p>Análisis de la enseñanza de la estructura e interacciones de la materia según la física moderna en primero de bachillerato. Tuzón, P. y Solbes, J. 2014.</p>	<p>El objetivo es analizar la presencia de conceptos actualizados en el tema de estructura e interacciones de la materia en el contexto de primero de bachillerato.</p>	<p>Dentro de las metodologías para contrastar las hipótesis formuladas se encuentra un cuestionario dirigido a los libros de texto que utilizan los alumnos en la asignatura de física y química de primero de bachillerato. Además, este análisis fue completado con entrevistas a profesores de física y química de primero de bachillerato sobre la presencia de conceptos relacionados con física de partículas en las asignaturas que imparten.</p>	<p>Las respuestas son en general dicotómicas; nos podemos hacer una idea, por tanto, de la presencia de conceptos renovados en cuanto a estructura e interacciones de la materia.</p>
---	---	--	---

<p>El modelo atómico de la materia en la formación científica del profesorado de las primeras etapas educativas. Moreno G, E. 2015.</p>	<p>Es un proyecto de ámbito estatal que establece una colaboración entre científicos y maestros con el objetivo de extender el conocimiento científico en las aulas desde la educación infantil y primaria.</p>	<p>Las líneas de trabajo principales son la formación científica del profesorado, la investigación en nuevos métodos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, la proyección social del trabajo científico realizado en las aulas y la publicación de sus resultados. El programa se centra en los docentes de las primeras etapas educativas y pretende que el maestro vea la utilidad de realizar ciertas modificaciones metodológicas a la hora de enseñar ciencia en el aula, privilegiando su formación teórica y práctica, de forma</p>	<p>La formación científica continua del profesorado de las primeras etapas educativas debe ser tenida en cuenta por las autoridades educativas tanto para el personal en activo como para los futuros docentes que se forman en las facultades de magisterio. Por otro lado, la labor en la formación científica del profesorado de las primeras etapas educativas es dotar al docente de un marco conceptual teórico y experimental que le ayude a comprender la teoría atómica de la materia, de forma que pueda desarrollar con cierta competencia el programa de ciencias con sus</p>
---	---	---	---

		análogo a la actualización que reciben los profesores de Educación Secundaria.	alumnos.
--	--	--	----------



## 1.2 Antecedentes Nacionales

A nivel nacional se han realizado algunos trabajos relacionados con los conceptos básicos de química. Montoya (2012) implementó guías para el aprendizaje de la materia y sus propiedades, aplicado en estudiantes de grado décimo de la Colegio Inmaculado Corazón de María. Esta guía, fue apoyada por herramientas virtuales y se basó en los componentes y desempeños evaluados por el ICFES en las pruebas SABER 11. Dicha estrategia de aprendizaje concluye que los estudiantes mejoraron significativamente en sus competencias en química.

Por su parte, Osorio (2005), en su trabajo estrategias de enseñanza y aprendizaje para relacionar los conceptos de la distribución electrónica con los de la periodicidad de los elementos de la tabla periódica; utilizó la unidad didáctica como un conjunto de actividades organizadas cronológicamente y que tienen como objetivo el aprendizaje significativo. En este trabajo, se utilizaron pruebas de conocimientos previos en donde se obtuvieron como resultados que los estudiantes de grado 11 tenían muchos vacíos en cuanto a la conformación de la materia y la dinámica de los electrones y su relación con la periodicidad; la relación entre la configuración electrónica y la tabla periódica es uno de los propósitos de la enseñanza del concepto de configuración electrónica que se abordarán más adelante en el presente trabajo.

Así mismo, Castrillón (2016) en su investigación, desarrolló una estrategia didáctica para la enseñanza del modelo mecánico cuántico del átomo, mediante la implementación de la unidad de producción de conocimiento (UDPROCO). Este autor, implementó una estrategia pedagógica

basada en las ideas previas, los obstáculos encontrados, la metacognición y la historia y epistemología del concepto para llevar a los estudiantes a un cambio conceptual.

Finalmente, Jaramillo y Mercado (2003) en su investigación, proponen la elaboración de una guía didáctica integrada para la enseñanza de la relación entre la distribución electrónica y el enlace químico. Este material se implementó siguiendo una secuencia lógica de actividades de indagación, estructuración, autorregulación y correspondencia existente entre los conceptos de la distribución electrónica y el enlace químico, con lo cual, se evidenció un incremento significativo en el número de estudiantes que mejoraron la comprensión y aplicación del concepto.

**Tabla 2.**

*Antecedentes nacionales sobre la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica.*

<b>TITULO, AUTORES Y AÑO</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>ASPECTOS METODOLOGICOS</b>	<b>PRINCIPALES HALLAZGOS</b>
Propuesta didáctica para la enseñanza y aprendizaje de conceptos físicos básicos a partir del uso del video de ciencia ficción y prácticas de aula demostrativas. Mora M. y Aguilar F. 2011.	Contribuir a transformar los escenarios tradicionales de enseñanza y aprendizaje y para tal fin se propone aplicar la física a partir de actividades que incluyan el análisis de videos de ciencia ficción y de prácticas de aula demostrativas dentro del marco del aprendizaje activo.	La visualización como forma pedagógica se basa en “mostrar” mediante experimentos, símiles, demostraciones, y actividades, con el propósito de que los estudiantes construyan imágenes sobre lo mostrado, es decir, puedan imaginar construyendo sentido sobre lo que se enseña a través de conformar una narrativa propia.	Algunos de los resultados permitieron evidenciar la importancia de buscar una transformación en la enseñanza aprendizaje, adaptando prácticas pedagógicas que fortalezcan el aprendizaje de la física al reflejarse en un aprendizaje significativo en la construcción, comprensión y consolidación de los conceptos estudiados.

<p>Relaciones entre el uso de la analogía en la enseñanza y el aprendizaje del concepto estructura íntima de la materia. Ordoñez, C., Acosta, J.E., Cardona, A., Daza, Rodas, J. 2004.</p>	<p>El propósito central de la investigación fue identificar y categorizar las analogías utilizadas por los docentes para la enseñanza de la estructura íntima de la materia (EIM).</p>	<p>Para ello, se construyó y aplicó a docentes y estudiantes de tres instituciones de la ciudad de Manizales, Colombia, dos cuestionarios de pregunta abierta. La investigación es de corte descriptivo-comprensivo y se desarrolló en tres instituciones educativas de carácter oficial de la ciudad de Manizales.</p>	<p>En primer lugar, que la mayoría de las analogías son simples, situación que dificulta establecer y comprender la relación análoga. En segundo lugar, que la dificultad anterior incide en que los estudiantes, manifiesten un resquebrajamiento conceptual en el componente análogo que les impide, al mismo tiempo, avanzar hacia la adquisición conceptual</p>

			del t3pico.
<p>Dise1o de un proyecto de aula, en el marco de la ense1anza para la comprensi3n, que facilite el entendimiento de la relaci3n estructura at3mica-propiedades de la materia. Sep3lveda, M. 2019.</p>	<p>Dise1ar un proyecto de aula, estructurado en los principios del marco de la ense1anza para la comprensi3n, que facilite, a los estudiantes del grado d3cimo de la Instituci3n Educativa Madre Laura de la Ciudad de Medell3n, el entendimiento de la relaci3n estructura at3mica-propiedades de las sustancias.</p>	<p>El enfoque de este trabajo se sitúa sobre los lineamientos de la investigaci3n acci3n (IA), m3todo cualitativo que orienta la propuesta de ense1anza basada en el dise1o y aplicaci3n de un proyecto de aula, que facilite el aprendizaje de la relaci3n estructura at3mica - propiedades de las sustancias, con la tabla peri3dica como mediadora de la predictibilidad de los parámetros de estructura y propiedades de los elementos.</p>	<p>El proyecto de aula, como estrategia de tipo didáctico que contribuye a la ense1anza para la comprensi3n de la relaci3n entre la estructura del átomo y las propiedades de las sustancias, en general, reportó resultados positivos en el nivel de comprensi3n del estudiante sobre el fenómeno trabajado.</p>

<p>Comprensión de la estructura atómica a partir de la implementación de un ambiente de aprendizaje significativo.</p> <p>Lemos Mosquera, Y.E. 2018.</p>	<p>Comprender las concepciones sobre la estructura atómica en los estudiantes que participan en la implementación de un ambiente de aprendizaje significativo.</p>	<p>Inicialmente se exploraron los conocimientos previos de los estudiantes sobre la estructura atómica a través de un test.</p>	<p>Las concepciones de los estudiantes sobre la estructura del átomo son similares a las descritas en otras investigaciones, donde se evidencia la dificultad de los estudiantes de concebir el carácter corpuscular de la materia, de comprender que la materia es discontinua; dificultad de comprender que fenómenos, procesos y diversos comportamientos de la materia, apreciables a la vista.</p>
<p>Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza</p>	<p>Determinar la efectividad que tiene la aplicación de un juego didáctico como</p>	<p>La investigación es de campo, puesto que los datos de interés son recogidos de forma directa</p>	<p>Los resultados de la fase diagnóstica, muestran que los profesores participantes en el</p>

<p>de la estequiometria. Marcano Godoy, K. 2015.</p>	<p>estrategia pedagógica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estequiometria.</p>	<p>de la realidad, tratándose de datos originales o primarios; igualmente, es de tipo cuasi experimental.</p>	<p>mismo emplean como estrategias metodológicas para la enseñanza de la estequiometria, los métodos convencionales, es decir, los de manera magistral, expositiva y demostrativa, con una comunicación verbal y escrita centrada en ellos y sin tomar en cuenta la que pueda propiciarse entre los estudiantes, dándole prioridad a la resolución de ejercicios de manera algorítmica y bajo un enfoque conductual, sin emplear estrategias pedagógicas motivacionales hacia la enseñanza del tema, aun cuando saben la predisposición que existe por</p>
--	---	---	---



			parte de los estudiantes.
--	--	--	---------------------------

### **1.3 Antecedentes Regionales**

En el ámbito regional, la enseñanza de las ciencias y de la misma química, específicamente en lo que respecta a temas como configuración electrónica, según Bastidas (2013) se mantienen en un gran porcentaje, bajo el modelo tradicional, donde el profesor y el estudiante se reconocen como transmisor y receptor respectivamente. Así pues, los estudiantes se mantienen como agentes pasivos, en donde estos repiten los saberes ya existentes y reproducidos por el docente. Según Martínez et al., (2006), en la mayoría de casos, el tema es abordado y se pasa al siguiente cuando se establece que el anterior ha sido aprendido. Esta situación, se suscribe fuera de la realidad del contexto estudiantil, pues el docente parece que estuviera avanzando en una carrera contra el tiempo, al momento de dar todo el currículo, sin detenerse a mirar si el estudiante realmente aprendió. Es decir, que en esta realidad muy común en conceptos de alta abstracción de la química, el estudiante es una cifra más del sistema.

**Tabla 3**

*Antecedentes regionales sobre la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica.*

TITULO, AUTORES Y AÑO	OBJETIVOS	ASPECTOS METODOLOGICOS	PRINCIPALES HALLAZGOS
Enseñanza y aprendizaje de conceptos básicos de cinemática a través de juegos con estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Técnico I.P.C. Andrés Rosa de Neiva, Huila. Guevara, Y.K. y Valencia Y.D. 2019.	Favorecer el proceso de enseñanza y de aprendizaje de algunos conceptos de cinemática a través de juegos, en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Técnico IPC Andrés Rosa de Neiva, Huila.	Los métodos experimentales aplicados a la investigación, se realizan a partir de la vinculación de pruebas comparativas de pre-test y pos-test, generados a partir de dos grupos, uno de control y otro de intervención, con lo que se pretende realizar un análisis comparativo del impacto generado por la aplicación de juegos didácticos en los estudiantes y su aporte al aprendizaje y motivación de los mismos.	Es importante resaltar que, tras la intervención didáctica, se evidencia que la mayoría de los estudiantes comienzan a cambiar de manera progresiva sus concepciones, hacia definiciones un poco más elaboradas, donde comienzan a reconocer los distintos conceptos cinemáticos y su relación con la vida cotidiana, así como su importancia en el desarrollo de la física, reconociendo e interpretando para

			tal fin conceptos de los vectores, su aplicabilidad, magnitudes escalares y vectoriales, así como el movimiento de los cuerpos y los tipos de movimiento y sus asociaciones con situaciones diarias.
Diseño, sistematización y evaluación de situaciones problematizadoras para la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría química con estudiantes de grado décimo	Contribuir en la enseñanza y el aprendizaje de la estequiometría a través del diseño, implementación y	Esta investigación se desarrolló desde un enfoque mixto donde se emplearon aspectos cualitativos y cuantitativos, contó con un diseño cuantitativo no experimental, con alcance transeccional de tipo	Evidenciamos que, al comparar las concepciones entre el momento inicial y el momento final, el cambio conceptual y actitudinal para la mayoría de las temáticas estudiadas en la

<p>de la Institución Educativa promoción social de Palermo-Huila. Tamayo Vargas, L. V. y Ortiz Salazar, L. 2020.</p>	<p>evaluación de situaciones problematizadoras en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Promoción Social.</p>	<p>descriptivo y exploratorio.</p>	<p>investigación es trascendental, puesto que las concepciones alternativas que se evidenciaban en su mayoría para las categorías analizadas al inicio de la investigación se movilizaron a las concepciones próximas a un conocimiento científico.</p>
--	---	------------------------------------	---

## 2 Planteamiento del Problema

En la actualidad la enseñanza de las ciencias de la naturaleza en especial los contenidos relacionados con la química, comprende un desafío en el quehacer docente a causa del poco interés del estudiante frente a conceptos abstractos a su realidad. Sin duda, uno de los temas más espinosos en la educación básica secundaria, es el estudio de la configuración electrónica de los átomos, como parte del currículo de ciencias naturales a lo largo del periodo de la vida escolar. La configuración electrónica es un contenido que resulta relevante para que los estudiantes adquieran una formación científica sobre la composición interna de los átomos. Sin embargo, García (2006) reconoce que el proceso de enseñanza y aprendizaje de la configuración electrónica, se presenta como un tópico árido que centra su interés en la resolución de ejercicios con poco trabajo experimental y escaso uso de recursos didácticos. Esta situación en el aula, provoca que el aprendizaje se transforme en una adquisición mecánica, poco durable y transferible de los contenidos.

Por lo tanto, esta situación se convierte en un reto para el docente, pues éste debe estar en capacidad de proponer nuevos ambientes de aprendizaje y materiales educativos que faciliten al educando reproducir modelos de la ciencia de difícil asimilación y aplicación por parte de los estudiantes.

En referencia a lo anterior, García (2004) plantea que esta situación se debe principalmente a que los contenidos disciplinares que se manejan para su enseñanza, no se manifiestan en el entorno macroscópico y cotidiano en el que se desenvuelven los adolescentes.

De igual forma, hay que sumar también, el tratamiento desestructurado con que se introducen los conceptos relativos al estudio del átomo en el aula de clases; donde se mezclan las concepciones clásicas y cuánticas de la materia, y se dejan de lado las profundas diferencias entre ambas. Por lo cual, se generan dificultades de aprendizaje que se pueden manifestar en los estudiantes a través del bajo rendimiento académico, el poco interés por su estudio, la repitencia y usualmente una actitud pasiva en el aula.

Para García (2003) estas problemáticas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estructura interna de la materia, es producto del afán del docente, cuando tiende a simplificar aspectos de esta temática. Además, la complejidad y el nivel de abstracción del contenido, impide que los estudiantes alcancen los niveles deseados, e incluso algunos no lleguen al nivel básico. Así pues, se termina enseñando un contenido de manera ambigua e incompleta, que, en lugar de ayudar, obstaculiza el proceso de aprendizaje. Así mismo, este autor reconoce que los estudiantes manifiestan un marcado rechazo hacia todo lo relacionado con esta disciplina en el aula de clase, debido a elementos tales como la naturaleza abstracta, el paradigma deductivo, la relación tecnocientífica y el alto componente matemático que sus contenidos pueden requerir en el proceso de enseñanza.

Por otro lado, dentro de la gran cantidad de factores que inciden en las actitudes hacia este tipo de contenidos, una de las principales es la visión estática de los profesores de ciencias. Esta visión se centra en la transmisión de información y aprendizaje memorístico, la cual se contrapone con los modelos didácticos actuales, que promueven el desarrollo de competencias alrededor de la construcción de explicaciones acerca de fenómenos naturales que hacen parte de la vida cotidiana de los estudiantes. De acuerdo con Mellado (2003), se evidencia que el docente

de ciencias no privilegia los procesos cognitivos para el desarrollo de habilidades. Por el contrario, el docente hace énfasis en los contenidos disciplinares, por lo cual sus prácticas pedagógicas se reducen a la memoria, sin introducir ningún componente afectivo. Además, este autor indica que en muchos casos los docentes no tienen claridad sobre la naturaleza de la ciencia, lo cual se convierte en un obstáculo para que el profesor pueda desarrollar las competencias científicas en sus estudiantes. Por otra parte, Chona (2006) plantea que el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes, obedecen en gran medida al conocimiento profesional del docente, especialmente al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

En la actualidad, tal vez el problema más reconocido en la educación básica y media colombiana en relación con el aprendizaje de la química es el abordaje desarticulado, desde su enseñanza, de una gran cantidad de categorías conceptuales sin, que los estudiantes y muchas veces los mismos docentes tengan el tiempo suficiente para reflexionar sobre ellos. Además, las interpretaciones de la química pocas veces se articulan con otros campos del saber y mucho menos sobre su utilidad y aplicación en la cotidianidad. La situación anterior, ha dificultado la comprensión de estos referentes teóricos y, por ende, limitado la posibilidad de que puedan ser utilizados de manera significativa por los estudiantes, no sólo en el contexto escolar sino en aquellos otros ámbitos de actuación en los que se desenvuelven a diario. Lo anterior se ve reflejado en lo demostrado por Estupiñán (2012), el cual expone que en nuestro sistema educativo predomina la educación tradicional, a pesar de que en la actualidad existen diferentes modelos educativos, que van más relacionados con la estructura social, económica y emocional de los estudiantes. Por esta razón, las ciencias naturales no se ven inmersas en un contexto científico y



cotidiano, sino como una mera repetición y replicación de conceptos, sin tocar a mayor profundidad la estructura mental y cognoscitiva de los estudiantes.

A partir de lo anterior, en el contexto de las ciencias naturales, las estrategias didácticas en el aula de clase toman cierto protagonismo en la dinámica escolar, ya que genera en el estudiante interés, motivación, curiosidad y gusto por aprender. Por ende, el docente debe someter su trabajo a un proceso de metamorfosis que permita replantear los métodos tradicionales usados e iniciar el camino de la búsqueda de metodologías novedosas que fomenten la participación del estudiante y así lograr un aprendizaje activo. Según Unas (2012), esta tarea es trascendental y más en esta época, donde captar la atención de los estudiantes es tan complicado por diversas fuentes de distracción, que van desde los problemas socioeconómicos y familiares, hasta la adicción a sistemas digitales que ensimisman a los estudiantes, los aísla a un mundo virtual del cual difícilmente sale.

En concreto, la enseñanza de las ciencias naturales debe emplear estrategias que permitan hacer del conocimiento científico una herramienta útil para la acción en el mundo social. Dentro de las estrategias para captar la atención de los estudiantes y facilitar la comprensión de ciertos conceptos científicos, están las analogías, herramientas útiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. De acuerdo con Linares (2006), el uso de las analogías en la educación se encuentra ligado al aprendizaje en el ámbito conceptual, ya que son herramientas que facilitan la comprensión de los mensajes que se reciben desde los diferentes campos científicos, al favorecer la visualización de los conceptos, que en la mayoría de los casos son abstractos. Es así como la enseñanza de la química debe incidir en que los estudiantes puedan aprender de manera autónoma y consciente, dejando atrás el sistema de memorizar contenidos sin entender

completamente o ser capaz de utilizarlo. De igual manera, las analogías se encuentran comprometidas con una formación más integral del estudiante, favoreciendo el desarrollo de actitudes, normas y valores favorables al aprendizaje de las ciencias naturales.

Desde un punto de vista educativo, Torres (2005) considera que las analogías pueden constituir instrumentos idóneos para el desarrollar la creatividad, la imaginación, las aptitudes y actitudes necesarias para el uso crítico de modelos científicos. Es decir, las analogías se constituyen como un elemento clave en la construcción de modelos que acerquen la ciencia al ámbito escolar. En este sentido, el trabajar con analogías, se hace significativo, pues es una herramienta didáctica y pedagógica que incluye estas y otras habilidades, y capacidades necesarias para la educación científica de estudiantes

De acuerdo con Ortiz (2009), para lograr el desarrollo de estas habilidades y formar estudiantes competentes es importante tener en cuenta que el docente ya no es un simple transmisor de conocimientos, sino que pasa a ejercer el papel de facilitador del aprendizaje, por lo tanto, debe capacitarse no sólo en lo académico, sino convertirse en un especialista en recursos del aprendizaje, de tal forma que pueda plantear técnicas y estrategias didácticas que permitan que los estudiantes participen activamente y alcancen los objetivos propuestos, de acuerdo con el grado en el cual se encuentran.

A partir de lo anteriormente expuesto, se plantea el siguiente interrogante: ¿Cómo contribuye la implementación de un juego didáctico centrado en una analogía en el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos con los estudiantes de Postprimaria Rural?

### **3 Justificación**

Mientras que cierta parte de la sociedad han acrecentado su conocimiento científico sobre el universo, la composición genética de los organismos, los atributos y las utilidades de los recursos naturales y otros materiales, los alcances de la tecnología en el diagnóstico y prevención de las enfermedades; y en la industrialización de alimentos, medicamentos y otros productos más o menos significativos en la calidad de vida de los ciudadanos, otra parte, mucho más numerosa que la anterior, ha aumentado su desconocimiento científico y tecnológico. En la actual sociedad, la permanente información sobre nuevos conocimientos y avances en estos campos nos invade de manera tal que, muchas veces, dirige nuestra acción y reestructura nuestra escala de valores. En este sentido, el propósito de la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela es favorecer la educación científica de los ciudadanos desde la escolaridad temprana, procurando que comprendan conceptos, practiquen procedimientos y desarrollen actitudes que les permitan participar de una cultura analítica y crítica ante la información emergente.

Con respecto a esto, Lemke (2006) argumenta que sólo una educación científica orientada a problemas sociales y no a conceptos abstractos, puede cautivar y mantener la imaginación, la lealtad y el compromiso afectivo y cognitivo de los estudiantes. Además, Araque (2010) plantea

que la importancia de la enseñanza de las ciencias naturales radica en la implementación de metodologías activas, que favorezca la formación de ciudadanos que sean capaces de tomar decisiones responsablemente en cuestiones de ciencia y tecnología en la vida cotidiana. También este autor expresa que el maestro debe generar un balance entre la memorización de conceptos y la aplicación del aprendizaje activo, que le permita al estudiante aprender mediante procesos asociativos basados principalmente en la parte sensitiva de los estudiantes, sus experiencias educativas y la formación de hábitos científicos. Por su parte, Chona (2006) afirma que un estudiante se considera competente cuando ha desarrollado el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y el interés por el conocimiento científico.

Por otro lado, Morales (2003) considera que las estrategias didácticas que promueven la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, son todas aquellas que los involucran para hacer cosas y pensar en lo que están haciendo. Dado que supone una mayor implicación y autonomía de quien aprende y un nuevo papel del profesor como agente creador de entornos de aprendizaje en el aula. Entre estas metodologías activas se encuentra el uso de recursos o instrumentos retóricos como dibujos, maquetas, metáforas, analogías, simulaciones, paradojas, experimentos mentales; que aportan a la interiorización del conocimiento científico. Por este motivo, enseñar ciencia requiere reconstruir en el aula los conceptos científicos, es decir, utilizar un lenguaje que sea más afín, cotidiano o, en otras palabras, que sea más familiar a los estudiantes.

Por lo cual, el principal reto del profesor de ciencias naturales es diseñar una ciencia escolar que permita desarrollar en clase una actividad científica que, sin dejar de centrarse en las características del conocimiento científico, lo presente vinculado a preguntas, capacidades y

finalidades que tengan sentido en la etapa educativa en la cual se desarrollan. Así mismo, García (2008) argumenta que los ciudadanos deben comprender cómo la ciencia y la tecnología transforma el ambiente, para poder defenderse y ejercer sus derechos sin vulnerabilidad en una sociedad democrática, pero dependiente tecnológicamente y gobernada por intereses económicos de políticos y corporaciones. De este modo, los ciudadanos científicamente formados podrán defenderse ante las amenazas que pueda representar un uso inadecuado de la ciencia y la tecnología. Entre estas amenazas se podrían citar el uso de la ciencia, con más frecuencia, para fines bélicos, como en el caso del empleo de armas químicas y biológicas de diseño, y los efectos nocivos que pudiesen ocasionar los productos científicos y tecnológicos en el medio ambiente y en la salud humana, entre otros.

Es así, que la química, como disciplina fundamental en la educación básica secundaria y media, se constituye en un instrumento para lograr la alfabetización científica, orientada a que la gran mayoría de la población disponga de conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria. Así mismo, esta disciplina de las ciencias debe ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestra época.

Entonces, la solución a este problema no reside en eliminar de la enseñanza de la química el abordaje de conceptos y de categorías conceptuales para centrarse en procesos. Por el contrario, la solución está orientada a estructurar y tener en cuenta referentes que puedan ser útiles a los estudiantes para una comprensión globalizadora de lo que se estudia desde esta disciplina, y de cierta manera, del proceder mismo de la química. Uno de los conceptos

primordiales en la enseñanza de la química son los relacionados con la configuración electrónica de los átomos, pues ellos permiten una formación científica básica y adecuada de la estructura interna de la materia, de la composición del átomo y de las interacciones entre electrones en orbitales.

De hecho, Cervantes (2006) manifiesta que la innovación en el ámbito escolar, debe tener como eje una nueva visión y un nuevo paradigma de formación de los estudiantes, entre cuyos elementos se encuentra la incorporación de nuevos métodos y modelos educativos que propicien el trabajo grupal, la integración de comunidades de aprendizaje y el desarrollo integral del estudiante.

En relación con la enseñanza de la química, en el aula plurigrado en contextos rurales comprende una complejidad escasamente estudiada en el ámbito de la didáctica de las ciencias naturales. Por esta razón, el presente estudio busca contribuir a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la química en estudiantes de postprimaria rural. Por esto, se contempló el diseño, desarrollo, implementación y evaluación de un modelo didáctico analógico, que es un apoyo para el docente y reúne un conjunto de estrategias encaminadas a superar las principales dificultades del estudiante en esta disciplina, como son la existencia de ideas previas a los conceptos científicos y la falta de interés en la materia. Además, se pretende llevar al estudiante de la básica secundaria, de la zona rural, a saber, más sobre su realidad circundante, descubrir problemas y ser orientador de los procesos de cambio, para que los comportamientos no sean repetitivos al interior de su región, en el transcurso de los años, y sea notorio el influjo educativo de la escuela en el sector disminuyendo de paso el alto índice de deserción escolar.

En efecto, la aplicación de analogías relacionadas con esta temática se convierte en una herramienta pertinente y adecuada para la comprensión de estos conceptos. La funcionalidad de las analogías radica, en que son estructuras discursivas sencillas, económicas y relacionadas con aspectos cotidianos de los estudiantes. En este sentido, incorporar analogías basadas en juegos didácticos a la enseñanza de la química, específicamente al concepto de configuración electrónica, se hace coherente con la formación integral de los estudiantes, donde se debe buscar su participación activa, fomentar el desarrollo del pensamiento para la generación de concepciones aproximadas al conocimiento científico y generar la capacidad de argumentación. Estas habilidades de pensamiento científico son necesarias para lograr una mejor interpretación de la realidad.

Teniendo en cuenta que las analogías promueven y facilitan la enseñanza de las ciencias, en general, y de la química, en particular. Esta propuesta pretende facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto configuración electrónica, mediante un juego didáctico centrada en una analogía. Con esta estrategia, se espera estimular la cooperación, la socialización de conocimiento y valores, y el desarrollo de competencias científicas en estudiantes de Postprimaria Rural. Por esto, se pretende diseñar una secuencia didáctica a partir de un juego basado en relaciones estructurales con el esquema de Aufbau, considerando que es una metodología alternativa, que propicia el conocimiento, a la par que estimula las cualidades morales de los estudiantes. Así mismo, se propone la inclusión de espacios dinámicos llenos de experiencias significativas previamente planificadas, las cuales están en función de los contenidos, las competencias, el nivel educativo, las expectativas y la disposición tanto de los docentes, como de los estudiantes. Es por lo anterior, que Minerva (2002) considera que los juegos didácticos son una estrategia importante para conducir a los estudiantes en la enseñanza-

aprendizaje de las ciencias, pues facilita la comprensión de la materia, a la vez que hace divertido el aprendizaje, logrando gran motivación hacia la química.



## **4 Objetivos de la Investigación**

### **4.1 Objetivo General**

Contribuir al aprendizaje del concepto configuración electrónica mediante un juego didáctico basado en analogías, con estudiantes de Postprimaria Rural de la Institución Educativa La Troja del municipio de Baraya.

### **4.2 Objetivos Específicos**

Identificar las concepciones de los estudiantes de dos grupos (control y experimental) sobre configuración electrónica.

Proponer una secuencia didáctica de aula a partir de un juego didáctico basado en analogías para el aprendizaje del concepto configuración electrónica.

Evaluar los aportes al aprendizaje de la secuencia de aula fundamentada en un juego didáctico basado en analogías para la enseñanza del concepto configuración electrónica.

## 5 Marco Teórico

El papel de los maestros en la educación es tan importante que va más allá del dominio de su área de conocimiento, pues este quehacer implica el manejo de herramientas pedagógicas y didácticas, la construcción de estrategias y la consolidación de metodologías que lleven al estudiante al aprendizaje de un determinado conocimiento científico.

En relación con la formación de la persona, Toro et al., (2007) plantea que la educación en ciencias debe propender por el fomento del deseo y la voluntad de saber y por el desarrollo en los estudiantes de una actitud de rigor en el trabajo investigativo. Así mismo, debe preocuparse por desarrollar valores como la honestidad, la justicia y el respeto a las personas y a sus diferentes ideas y formas de pensar, y debe propender por una actitud ética frente a la vida sobre el planeta en todas sus expresiones. Se espera así, que el desarrollo de las competencias en ciencias contribuya a la formación de hombres y mujeres capaces de ejercer una ciudadanía ética, responsable y consciente de que toda sociedad requiere para su funcionamiento un conjunto de normas y principios básicos que garanticen la convivencia armónica entre sus integrantes y la de estos con la naturaleza. (p.13)

En esta perspectiva, los cambios en la enseñanza de las ciencias naturales, responden a las necesidades actuales de la sociedad, en donde las personas deben poseer ciertas competencias científicas y, además, poder desarrollar habilidades lógicas de pensamiento. Por ello, el desarrollo de los aspectos conceptuales que se defienden en esta investigación, se realizó desde las siguientes temáticas: la ciencia escolar y el lenguaje, la enseñanza de las ciencias naturales y de la

química en particular, el aprendizaje de las ciencias naturales, las estrategias de enseñanza en las ciencias naturales, el juego, las analogías y el campo conceptual de la configuración electrónica.

## **5.1 La Ciencia Escolar y el Lenguaje**

De acuerdo con Lemke (1997), de difusión construye significados, lo describe una semántica particular que genera similitudes y diferencias en su traducción y juega un papel relevante a razón de tejer con sentido el saber que descubre, constituyendo el factor fundamental para la comunicación entre personas pertenecientes a una misma comunidad científica.

Por lo tanto, se puede considerar al lenguaje en el ámbito escolar como una construcción social en el que intervienen la cultura y la forma en que cada ser humano ve el mundo y lo interpreta. El lenguaje es tanto una capacidad individual como grupal en la que influyen múltiples matices tanto de la persona que habla como de la persona que escucha; sus interpretaciones, el vocabulario que se utilice, las intenciones, el contexto, etc.

Por esta razón, según Triana (2006) el lenguaje influye de manera significativa en el modo de comunicarnos y por ende en el campo pedagógico. En este sentido la importancia del lenguaje en el quehacer docente, debe ser pensada no sólo desde la comunicación, sino también desde la facultad comunicativa, desarrollada en el aula de clase. De acuerdo con Jara (2012), el lenguaje constituye un sistema de comunicación potente y un instrumento idóneo que permite el proceso de enseñanza y aprendizaje del conocimiento científico en los estudiantes. Asimismo, este autor considera que la tarea de mejorar las habilidades lingüísticas de los estudiantes no es

tarea exclusiva del área de lenguaje, sino que debe ser responsabilidad de todo el profesorado. Por esto, es primordial que los docentes de todas las áreas del saber conozcan los conocimientos necesarios para aplicar en el aula sistemas de aprendizaje que ayuden a mejorar la comprensión y la producción tanto oral como escrita de sus estudiantes.

En cuanto a la enseñanza de las ciencias naturales según Montagut (2010), considera que son necesarios conocimientos lingüísticos, semánticos, esquemáticos, operativos y estratégicos para poder avanzar eficazmente en la resolución de los problemas científicos. Así pues, el lenguaje por excelencia es el instrumento mediador del aprendizaje de las ciencias. Puesto que una clase de ciencia es un espacio de comunicación entre el docente, experto en términos, y los estudiantes, en donde los lenguajes utilizados son la interfase explícita y observable del intercambio comunicativo. Es así que la construcción del conocimiento científico está fuertemente interrelacionada con el aprendizaje del lenguaje utilizado para comunicarlo.

En este mismo contexto, Toro et al., (2007) plantea que la educación en ciencias debe formar para el dominio del lenguaje de la ciencia, para la comunicación según distintas circunstancias y modalidades y en general, para la adaptación del ser humano a las situaciones cambiantes del mundo moderno. En este sentido, desde el punto de vista pedagógico, se debe tener en cuenta que, para lograr el dominio y la comprensión del lenguaje propio de las ciencias, el niño y la niña transita paulatinamente desde un universo de significados muy ligado a su realidad cercana, que se enriquece permanentemente, hasta alcanzar niveles cada vez más altos de abstracción y de generalización. (p.13)

Es por esto que la educación científica y en particular la enseñanza de las ciencias naturales es un proceso de culturización social que trata de conducir a los estudiantes más allá de las fronteras de su propia experiencia a fin de familiarizarse con nuevos sistemas de explicación, nuevas formas de lenguaje y nuevos estilos de desarrollo de conocimientos. Algunos ejemplos de los lenguajes específicos de las ciencias son la notación genética, los símbolos de los elementos utilizados en la formulación química, las curvas de nivel que representan el relieve en los mapas topográficos, los vectores usados para representar fuerzas, la nomenclatura binomial empleada en sistemática, los esquemas de circuitos eléctricos, las representaciones de redes alimentarias, los esquemas utilizados para representar moléculas, orgánulos o estructuras celulares, las representaciones convencionales de anatomía vegetal o animal. No obstante, la comunicación entre el docente y el estudiante en el área de ciencias naturales presenta una serie de dificultades, una de las cuales está asociada a la brecha que se produce entre el lenguaje cotidiano y el lenguaje científico erudito.

Frente a esto, Jiménez (2003) establece que tanto la instrucción, la enseñanza de las ciencias, como el aprendizaje, tienen lugar en gran medida, a través del lenguaje, o mejor dicho, a través de los diferentes lenguajes: hablado y escrito, lenguaje en términos cotidianos y lenguaje científico. Por esto, para que el aprendizaje se produzca tiene que haber comunicación, pues si la comunicación se rompe, el aprendizaje se dificulta o no se produce.

Con relación, a las ramas de la ciencia, la química por estar constituida de un gran número de teorías, leyes, conceptos abstractos (que describen la naturaleza íntima de la materia como aquello que no se puede ver y en muchos casos imaginar), presenta un lenguaje altamente simbólico y específico, que requiere en muchos casos de modelos analógicos y virtuales. Entre

los diversos lenguajes que se implementa en el aula de clase para comunicar el discurso de la química, se encuentra el lenguaje verbal en explicaciones y textos; el lenguaje gráfico, tanto de nivel macroscópico como de nivel atómico-molecular en dibujos y esquemas; lenguaje matemático en ecuaciones; lenguaje de fórmulas químicas en ecuaciones químicas, entre otros.

De acuerdo con Galagovsky (2014), más allá del uso de diversos lenguajes para describir los entes abstractos y sus propiedades, las explicaciones químicas provienen de modelos que permiten interpretar hechos macroscópicos a partir de modelar funcionamientos de nivel atómico y molecular. Pues, la ciencia recurre al uso de modelos para crear una situación menos compleja que pueda ser estudiada. (p. 786)

Por lo tanto, según Adúriz (1999) el modelo es una construcción imaginaria de un objeto o fenómeno que reemplaza a un aspecto de la realidad con la finalidad de poder realizar su estudio teórico. Por este motivo, el docente de química debe reflexionar sobre sus prácticas educativas en torno a la función del lenguaje desde una perspectiva didáctica, de tal manera que permita cambiar las actitudes negativas, la predisposición y el prejuicio hacia esta disciplina en los estudiantes.

## **5.2 La Enseñanza de las Ciencias Naturales en General y de la Química en Particular**

Las ciencias de la naturaleza constituyen la sistematización y formalización del conocimiento sobre el mundo natural, a través de la construcción de conceptos y la búsqueda de relaciones entre ellos, de forma que permite generar modelos que ayudan a comprenderlo mejor,

predecir el comportamiento de los fenómenos naturales y actuar sobre ellos, en caso necesario, para mejorar las condiciones de vida. La construcción de estos modelos explicativos y predictivos se lleva a cabo a través de procedimientos de búsqueda, observación directa o experimentación, y de la formulación de hipótesis que después han de ser contrastadas. Estos procedimientos han permitido la construcción del saber científico y se han extendido también a otros campos del saber por su capacidad de generar conocimiento.

Sin embargo, la enseñanza de las ciencias naturales presenta nuevos desafíos en estos tiempos de cambios acelerados, marcados por la hiper conectividad y una abundancia de información sin precedentes. La búsqueda de mayores niveles de cobertura y la redefinición de la equidad y de la calidad en el marco del derecho a la educación y la construcción de la ciudadanía genera desajustes con respecto a la enseñanza tradicional que imparte los docentes en las aulas de clases. Por este motivo, los cambios en la enseñanza de las ciencias naturales, responden a las necesidades actuales de la sociedad, en donde las personas deben poseer ciertas competencias que les permitan interactuar activa y conscientemente en su entorno, de tal modo, que se promueva una comprensión de la ciencia como una construcción humana, en un proceso de verdadera alfabetización científica.

Dicha alfabetización científica según Furió y Vilches (1997) está orientada a que la gran mayoría de la población disponga de conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver los problemas y necesidades de salud y supervivencia básicos, tomar conciencia de las complejas relaciones entre ciencia y sociedad y, en definitiva, considerar la ciencia como parte de la cultura de nuestro tiempo. Lógicamente, la enseñanza de las ciencias deberá contribuir a la consecución de dichos objetivos, con la

comprensión de conocimientos, procedimientos y valores que permitan a los estudiantes tomar decisiones y percibir tanto las utilidades de las ciencias y sus aplicaciones en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos como las limitaciones y consecuencias negativas de su desarrollo. Según Latorre y Sanfélix (2000), la alfabetización científica, incluye cinco componentes:

- Conocimiento de hechos significativos, conceptos, principios y teorías de la ciencia.
- Habilidad para aplicar el conocimiento relevante de la ciencia a las situaciones cotidianas de la vida.
- Habilidad para utilizar los procedimientos de la investigación científica.
- Comprensión de las ideas básicas sobre las características de la ciencia y sobre la importancia de las interacciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad.
- Posesión de actitudes basadas en una información fidedigna y de intereses relacionados con la ciencia.

En esta perspectiva, Caamaño (2011) considera que la contextualización de la ciencia en el aula de clase sólo es posible cuando se relaciona con la vida real y da respuesta a las necesidades e intereses de los estudiantes. Por lo cual, se debe partir de un enfoque basado en el contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos, ya que según Gómez (1996) la enseñanza contextualizada enfatiza en la naturaleza social del conocimiento; así, el estudiante aprende en relación con otras personas, a través de prácticas sociales, en situaciones reales y auténticas, mediante actividades que se realizan en un determinado contexto y cultura que le dan significado. Del mismo modo, este autor plantea que aprender a pensar científicamente implica



aprender a desarrollar, evaluar y revisar modelos, explicaciones y teorías, es decir, enfrentarse al oficio de hacer ciencia.

Por esto, la educación secundaria obligatoria ha de facilitar a todas las personas una alfabetización científica que haga posible la familiarización con la naturaleza y las ideas básicas de la ciencia y que ayude a la comprensión de los problemas a cuya solución puede contribuir el desarrollo tecnocientífico, facilitando actitudes responsables dirigidas a sentar las bases de un desarrollo sostenible. Y debe hacer posible, además, valorar e incorporar en forma de conocimiento válido el resultado de la experiencia y la información sobre la naturaleza que se recibe a lo largo de la vida. En síntesis, la ciencia en esta etapa debe estar próxima al estudiante y favorecer su familiarización progresiva con la cultura científica, llevando a enfrentarse a problemas abiertos y a participar en la construcción y puesta a prueba de soluciones tentativas fundamentadas.

Por otro lado, la química es la ciencia que estudia la materia, su constitución y estructura, las transformaciones que experimenta y las variaciones de energía con ellas asociadas. Como toda ciencia, el objetivo fundamental de la química es comprender la naturaleza, buscar explicaciones para los hechos y fenómenos observados y, usando conocimientos y métodos de trabajo propios, predecir qué ocurrirá en determinadas situaciones. Su estudio permite conectar al individuo con la realidad física y le proporciona los conocimientos necesarios para explicar aspectos básicos de la misma. Esta comprensión del mundo físico debería posibilitar a los estudiantes el reconocimiento básico de los materiales y de la permanente interacción de éstos con el medio en que se encuentran. Comprensión con la que se pretende fomentar una convivencia más armónica con el entorno natural.

En el caso de la enseñanza de la química en la escuela media ha pasado por distintas etapas referente a la formulación de sus finalidades, contenidos y métodos didácticos. Debido a que sus contenidos se presentan de una forma descontextualizados de las evidencias experimentales, de su génesis histórica y de sus aplicaciones en la vida diaria. Según Rodríguez y Domínguez (2016), la consideración de que los contenidos impartidos en química de bachillerato están muy alejados de la realidad provoca una desconexión de los estudiantes a su estudio, pues la asumen como inútil en su accionar diario. En este sentido, Machado (2006) sugiere que parte del rechazo que muchas veces la asignatura provoca en los estudiantes parte de que la misma se dicta desde un gran nivel de abstracción teórica, que comienza con el mundo submicroscópico de la química, es decir, aquel que no puede llegarse a observar de manera directa.

Entre las principales causas de la desconexión de los estudiantes se encuentra el uso de estrategias de enseñanza donde se utiliza mayormente el método expositivo y repetitivo, tal como lo afirma Lacueva (2000) citado por Rodríguez (2013) hay evidencia de que muchos estudiantes, luego de años de escolaridad, siguen sosteniendo en diversos campos, ideas contrarias al pensar científico, lo que manifiesta el fracaso de muchos métodos educativos, basados en la repetición simple de nociones y en la resolución mecánica de problema. (p.365)

De esta manera, se considera que la enseñanza de esta disciplina debe ser asumida con gran responsabilidad, teniendo en cuenta la diversidad de implicaciones didácticas y curriculares, en los procesos de producción y apropiación de conocimientos. Según Tejada (2012), la enseñanza de la química tiene como finalidad la preparación de los estudiantes para una adecuada inserción en la sociedad a través de los contenidos que forman parte de las diferentes materias

que componen el currículo escolar, los cuales deben ir destinados a adquirir conocimientos y a desarrollar actitudes y hábitos que garanticen una adecuada inserción.

De acuerdo con Johnstone (1991) citado por Galagovsky et al., (2003), la efectividad de la enseñanza de la química es dependiente de la capacidad del profesor para orientar los procesos de comunicación al interior del aula. Es decir, el lenguaje de esta disciplina puede actuar como acelerador o como obstáculo para que el estudiante pueda acceder a los tópicos abstractos. Así mismo, este autor manifiesta que es de gran importancia establecer una competencia comunicativa como instrumento para representar los tópicos de la química. Dado que la estructura conceptual de la química es un sistema complejo formado por tres niveles de representación: nivel de representación macroscópico, al que se puede acceder a través de los sentidos y que nos permite un acercamiento a lo que conocemos como mundo real; uno submicroscópico, más imaginativo, al que se puede acceder solo mediante el pensamiento y que permite constituir las explicaciones teóricas de los fenómenos; y otro simbólico, que permite expresar y representar (principalmente, de forma escrita) los fenómenos a nivel macro y submicroscópico.

Por otro lado, Caamaño (2003) considera que los contenidos curriculares de la química en la enseñanza secundaria deberían prestar mayor atención a los contenidos CTS (ciencia, tecnología y sociedad), a los procedimientos y competencias, y a las actitudes y los valores, es decir, presentar contenidos relacionados con problemas sociales donde se usen los conocimientos químicos para solucionarlos. Según Rodríguez (2013), existe una multitud de fenómenos cotidianos que pueden estudiarse desde el punto de vista químico. Así, la incorporación al aula de los procesos químicos cotidianos conlleva a un mejoramiento de la materia a enseñar por parte

del docente, al promover una renovación de las actividades y métodos de enseñanza y generar en los estudiantes un interés y una actitud más activa hacia la química, para buscar explicaciones al mundo que los rodea.

De esta forma, si los estudiantes logran conectar los fenómenos de la vida cotidiana con el estudio formal de la química podrán hacer uso de su experiencia para hacer significativo su aprendizaje, al no ver la química como una ciencia cuyo estudio está separado de las actividades que comúnmente realizan. A su vez Garritz (2010) considera que es importante empezar con la construcción de las conexiones entre los componentes motivacionales y cognitivas del aprendizaje estudiantil, debido a que la enseñanza está altamente cargada de sentimientos, suscitada y dirigida no sólo hacia personas, sino también hacia valores e ideales.

En relación a los valores, Nogués (1987) citado por Sanmartí (2009) señala que parece que sólo los valores son capaces de estabilizar la mente humana y es bien sabido que la actitud con la que una persona afronta el estudio de una determinada temática es una variable muy importante en relación al éxito del aprendizaje. (p.17)

### **5.3 El Aprendizaje de las Ciencias Naturales**

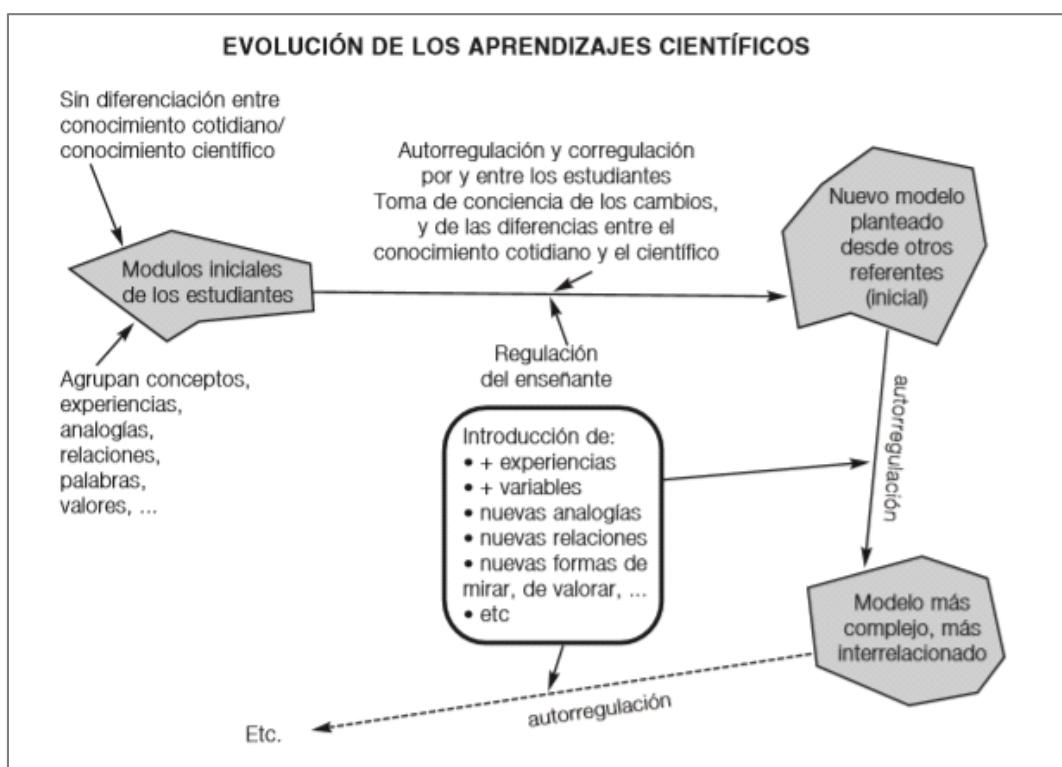
Según la didáctica de las ciencias, el proceso de aprendizaje en el estudiante está constituido por tres etapas: la comprensión, la asimilación y aplicación del conocimiento. En cuanto, la comprensión se realiza cuando los estudiantes son capaces de captar y concebir el nuevo conocimiento, de acuerdo a su estructura cognitiva, y preconcepciones que poseen según el

contexto y entorno en el cual se desenvuelven. En este proceso el docente cumple un rol fundamental, ya que sirve de moderador y guía en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes, puesto que considera sus ideas previas en un contexto conocido que es familiar para la mayoría de los estudiantes. Para que este tipo de enseñanza se desarrolle de manera eficaz se requiere que el contenido sea entregado de forma clara para que pueda ser asimilado. En otras palabras, que sea incorporado por los estudiantes para posteriormente aplicar dicho contenido y este sea interiorizado y acomodado por los estudiantes en sus estructuras cognitivas, propias de cada uno.

De acuerdo a lo anterior, el aprendizaje de la ciencia en los estudiantes no se verifica mediante una concepción arbitraria de hechos, principios y leyes, sino mediante una evolución de los conocimientos, hacia otros más complejos y coherentes con el punto de vista de la ciencia escolar. Según Oliva (2005), existen dos factores claves involucrados en el aprendizaje de las ciencias naturales. En primer lugar, el aprendizaje significativo, como rasgo identificador de todo aprendizaje que aspire a desarrollarse con un mínimo de estructuración, y, en segundo lugar, la actividad del alumno, como instrumento a través del cual este puede llegar a tener un control sobre su propio aprendizaje. Por lo tanto, la construcción de significados en el estudiante debería ser un objetivo expreso de cualquier enseñanza. Así que, el éxito de la enseñanza no se determina por lo que el profesor haga sino por lo que los estudiantes aprendan de manera integral. En consecuencia, parece haber dos factores claves, como el aprendizaje significativo, como rasgo identificador de todo aprendizaje que aspire a desarrollarse con un mínimo grado de estructuración y la actividad del alumno, como instrumento a través del cual éste puede llegar a tener un control sobre su propio aprendizaje.

**Figura 1**

*Evolución de los aprendizajes de los estudiantes desde una perspectiva holística. Fuente Neus Sanmartí (2009).*



#### 5.4 Marco del Modelo de Postprimaria Rural

Según el Ministerio de Educación Nacional (2019) define los modelos de educación flexible como propuestas de educación formal que permiten atender a poblaciones diversas o en

condiciones de vulnerabilidad, que presentan dificultades para participar en la oferta educativa tradicional (MEN). En Colombia, existen diversos Modelos flexibles y estos recubren distintas denominaciones: escuela nueva, aceleración del aprendizaje, postprimaria, telesecundaria, modelo de educación media académica rural (MEMA) etnoeducación, educación indígena, programa de educación continuada (CAFAM), servicio educativo rural. Estos modelos se caracterizan por atender a una población específica, especialmente en zonas rurales. Un elemento clave de los modelos flexibles es el multigrado cuya génesis encontramos en las escuelas unitarias.

Los cursos multigrado significa que las clases se llevan a cabo en un aula donde se combinan al menos dos niveles, siendo además incompletas, es decir, que sólo ofrecen enseñanza hasta cierto grado. Según Abós (2017) estas escuelas se conceptualizan precisamente desde el multigrado y la heterogeneidad, independientemente de su contexto. La denominación de multigrado encubre una realidad heterogénea de situaciones de las cuales dos son específicas: las escuelas unidocentes y las escuelas polidocentes multigrado donde dos o más docentes conducen la enseñanza (Rodríguez, 2004).

De acuerdo con Higuera et al., (2016), el modelo postprimaria rural asume el PEI como elemento central de toda la gestión que implica su desarrollo, destacando su formulación y permanente resignificación en función de responder, de manera flexible, a las demandas y necesidades que le impone el contexto rural y la comunidad educativa. Es por ello, que los componentes del modelo se articulan entre sí a través del PEI.

Por otro lado, el componente pedagógico refleja la intencionalidad de formación a través del enfoque por competencias, materializado en el aprendizaje significativo; el componente de Proyectos Pedagógicos Productivos es una estrategia que permite fortalecer competencias básicas y para el emprendimiento, al integrar los saberes de la comunidad y promover su participación en los procesos formativos de los estudiantes; el componente de Articulación con la comunidad local se refiere al papel que cumple la institución en la integración no sólo de los padres de familia sino del resto de la comunidad local, ubicada en su área de influencia; el componente de Organización, administración y gestión está dirigido a apoyar el desarrollo del modelo en cuanto a la programación de la oferta y los recursos (humanos, físicos y financieros) y la constitución de alianzas con otras entidades; finalmente, con el componente de Formación de docentes y directivos docentes se fortalecen las competencias que demanda el modelo para su óptima implementación. Un elemento de vital importancia que se incorporó al modelo y se debe tener en cuenta para su implementación, es la promoción del emprendimiento, en desarrollo de la apuesta por hacer de los ciudadanos del campo, empresarios del campo y contar con hombres y mujeres que preserven el medio ambiente, que propongan investigación, innovación y nuevas posibilidades de desarrollo de procesos productivos y de servicios.

## **5.5 Las Estrategias de Enseñanza de las Ciencias Naturales**

De acuerdo con Galiano (2014), la enseñanza de la química en la escuela media ofrece contenidos que se encuentran muy alejados de los intereses de los alumnos y de los problemas que intentan resolver los profesionales de esta área del conocimiento en la actualidad y de los métodos que ellos utilizan. En general, durante su enseñanza, no se contempla el carácter



humanístico de la química ni sus implicaciones sociales y se tienen poco en cuenta las interrelaciones con otras disciplinas como la biología, la física, la matemática o las ciencias de la tierra. Se emplean estrategias didácticas que favorecen poco la participación del alumno. Se dedica poco tiempo a la realización e interpretación de experiencias, a la planificación y realización de investigaciones, lo que conduce a no desarrollar en los alumnos habilidades tales como: observar, interpretar, argumentar, sacar conclusiones, redactar un informe, presentar un trabajo oralmente, participar en un debate, etcétera. Pocas veces se relaciona la química con las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y durante la evaluación, la mayoría de las veces, la actividad se centra en describir hechos o conceptos o en la resolución de ejercicios numéricos repetitivos.

Es por eso que los docentes, especialmente los de ciencias naturales están llamados de manera urgente a la aplicación de nuevas estrategias didácticas que les permitan a los estudiantes acceder al conocimiento, de una forma interesante y productiva que les permita desarrollar las siete habilidades propias del área como son identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y disposición para aceptar la naturaleza cambiante del conocimiento.

## **5.6 El juego en la Enseñanza de las Ciencias Naturales**

De acuerdo con Melo y Hernández (2014), el juego es una actividad que ha aportado a la construcción del individuo y a la sociedad. Es una actividad inherente al ser humano, vinculada al goce, al placer y a la diversión. Su importancia en el proceso de enseñanza y aprendizaje es

reconocida, pues se considera que enmarcado en una actividad didáctica potencia el desarrollo cognitivo, afectivo y comunicativo, que son aspectos determinantes en la construcción social del conocimiento.

Desde el terreno de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias los resultados de diferentes investigaciones señalan que el juego favorece la creatividad, el espíritu investigativo y despierta la curiosidad por lo desconocido, lo cual es un factor fundamental a la hora de generar preguntas. Puesto que el juego va más allá de una actividad recreativa que permite un gozo tanto profundo como sublime: permea todas las manifestaciones humanas y sus relaciones con el mundo, define el comportamiento y el desarrollo humanos en los ámbitos sociales, culturales, afectivos y, por supuesto, educativos, todos ellos relacionados con la construcción de conocimiento. (Melo y Hernández, 2014, p. 59)

En cuanto al desarrollo cognitivo, el antropólogo Gregory Bateson citado por Melo y Hernández (2014) considera que el juego sólo puede producirse en organismos que posean la capacidad de generar un proceso meta-comunicativo, el cual les permite distinguir diferentes tipos de mensajes, no sólo textuales, que están cargados de cierta información que ayuda a interpretar tanto el mensaje como la forma de relación que establece con el mundo. Considerando que en una comunicación no sólo se transmite información, también hay procesos de transformación, producto de la construcción de conocimiento. La comunicación abre la posibilidad de ser y expresarse libremente, sin restricciones ni condicionamientos, se convierte en un potenciador del desarrollo social del individuo en su contexto.

Por otro lado, Smith (1997) ve en el juego una actividad de representación de nivel cognitivo que ayuda a desarrollar la habilidad para conservar las representaciones del entorno aun cuando el individuo se enfrente a estímulos que no ha reconocido. Este mismo autor sugiere que el juego es un proceso cognitivo que se da a partir de las abstracciones que el niño realiza y sus respectivos significados, también por la forma de organización que se presenta de acuerdo con su propia experiencia. Además, Sarlé (2001) considera que la incorporación del juego en los procesos de enseñanza y aprendizaje exige del docente un cambio radical de su papel en el aula: debe dejar de ser un observador del proceso y un transmisor de conocimientos; debe dar paso a la participación y a la construcción con sus estudiantes.

De este modo, el juego en el ámbito educativo y desde la didáctica se convierte en un elemento significativo potenciador del aprendizaje que puede ser llevado al aula sin distinción de niveles educativos. En cuanto a los procesos de enseñanza, se emplean de acuerdo con la edad escolar, los intereses y necesidades, de tal manera que se emplean como potenciadores y dinamizadores de los procesos pedagógicos.

Por otra parte, las actividades basadas en juegos fomentan la participación, la sociabilidad, la creatividad, pero lo que nunca se puede olvidar y hay que hacer ver al estudiante es que detrás de un juego existen unos claros objetivos didácticos. Por lo cual, conviene tener presente según lo manifiesta Mondeja (2001) que el juego debe tener un conjunto de cualidades y requisitos que los hacen útiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje:

- Los juegos contribuyen a dinamizar las actividades de los estudiantes en muchas de las formas de organización de la enseñanza, donde una vez motivados desarrollan su actividad cognoscitiva.
- Mejoran indirectamente la eficiencia de los procesos educativos, dado que demandan una mayor actividad reflexiva por parte del profesor.
- Los juegos didácticos se han de emplear de forma planificada con las intenciones educativas y sus implicaciones en el aula.

Se puede decir que el empleo del juego permite activar la dimensión cognitiva del estudiante, desarrolla formas de conducta y habilidades, se adquieren nuevos conocimientos, e influyen en la conducta moral y crean las bases para que el estudiante se sienta motivado, activo y se interese por descubrir y profundizar contenidos. De igual manera Torres (2002) plantea que el juego permite la búsqueda de alternativas para el logro de objetivos, el respeto por las reglas, la iniciativa, el sentido común y la solidaridad con todos los que participan.

En relación con la enseñanza de los contenidos de la química el uso de juegos didácticos, se considera una buena opción para abordar el aprendizaje significativo ofreciendo la posibilidad de que el estudiante desarrolle su pensamiento crítico y obtenga confianza en su habilidad para resolver problemas. Andalucía (2010) plantea que los juegos didácticos en la enseñanza de la química tienen los siguientes objetivos:

- Cambiar el estudio tradicional, teórico y memorístico de la química, por un estudio activo, ameno.

- Inducir a que el estudiante se interese por el desarrollo concreto de los temas y ejercicios de química.
- Desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje en forma alegre, interesante y fructífera desde el inicio hasta el término de cada clase y durante todo el año escolar.
- Fomentar una enseñanza agradable y estilizada para la formación de talentos profesionales en la materia.
- Demostrar la eficiencia y eficacia de los diversos juegos didácticos en la enseñanza de la química, abordando la interdisciplinariedad con otras áreas.

### **5.7 Las Analogías en la Enseñanza de las Ciencias Naturales**

De acuerdo con Caamaño (2007), Los modelos ocupan un lugar sustancial en el currículo de ciencias, en general, y de química, en particular. De hecho, éste suele estructurarse adoptando los modelos como claves del repertorio de finalidades y contenidos de la enseñanza; y en coherencia con ello, se considera importante que los alumnos aprendan modelos, sepan cómo aplicarlos y desarrollen las competencias necesarias para ser capaces de (re)construirlos.

Junto a ellos se encuentran las analogías, recurso frecuente en el contexto escolar, cuyo valor radica en su potencial para desarrollar estrategias, habilidades y visiones epistemológicas de interés para la ciencia y para los procesos de modelización (Oliva, 2004). El uso de analogías en ciencias naturales es muy frecuente, varios autores hacen referencias a este tipo de estrategias que resulta apropiada para facilitar la comprensión de los conceptos científicos teóricos, conceptos para los que no existen ejemplos perceptibles en el entorno, como los asociados a la naturaleza de los átomos.

De acuerdo con Oliva et al., (2001), Las analogías son comparaciones entre dominios de conocimiento que mantienen una cierta relación de semejanza entre sí. Constituyen una herramienta frecuente en el pensamiento ordinario de las personas y ocupan también un lugar importante en el ámbito de la enseñanza, en general, y de la enseñanza de las ciencias, en particular. (p.71)

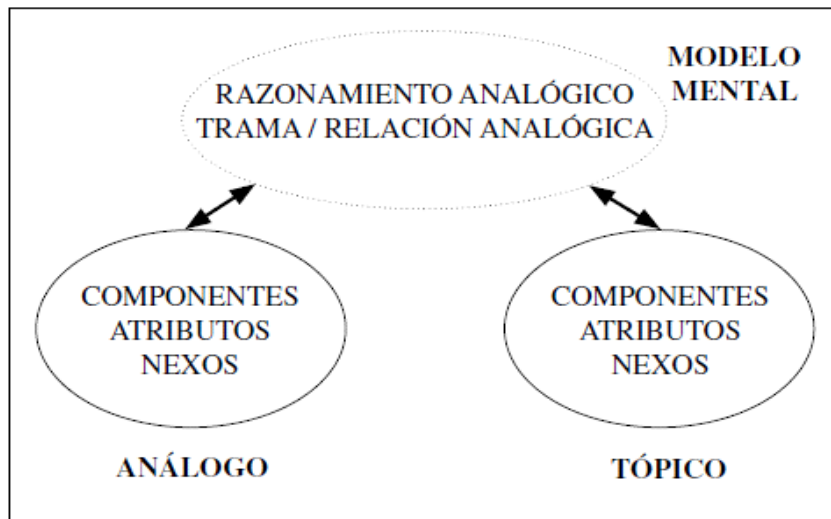
Es decir, qué las analogías actúan como un puente que acorta la distancia entre aquello que el profesor quiere que el estudiante aprenda y lo que realmente comprende. Con relación a lo anterior, las analogías en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales pueden utilizarse antes de explicar un nuevo concepto, como organizador previo; en este caso, deben ser simples, dirigidas a explotar las características superficiales de los fenómenos comparados; cuando van insertadas en el discurso del profesor o del texto, entonces puede ser algo más complejas. También pueden utilizarse después de la explicación de un nuevo concepto o fenómeno, como recapitulación; éstas han de ser más elaboradas y dirigidas a consolidar y retocar el modelo que los estudiantes han construido.

Por otro lado, el uso de analogías aparece ligado, de una parte, al aprendizaje en el ámbito conceptual; como ayuda en la comprensión y desarrollo de nociones abstractas o como recurso dirigido a cambiar las ideas intuitivas ya existentes. También se encuentra ligado al aprendizaje y desarrollo de procedimientos científicos, como el reconocimiento y diferenciación de conceptos, el establecimiento de las relaciones causales, la elaboración de predicciones, la formulación y evaluación de hipótesis, la evaluación de datos a favor y en contra de los modelos y teorías. Según Gonzales et al., (2005) el razonamiento que tiene lugar cuando se usa la analogía y que

permite que sólo se transfiera aquello que es semejante y útil del análogo para la comprensión del tópico se denomina razonamiento analógico. En las ciencias naturales el razonamiento analógico parece estar ligado a la indagación puesto que parte de la intuición y a través de los preconceptos y mediante un proceso inductivo se establecen relaciones con otros elementos y saberes. Además, Ramírez y Bolívar (2017) considera que el razonamiento analógico posee un carácter argumentativo y brota como elemento dinamizador a través de procesos inferenciales en las diferentes actividades cognitivas. De igual manera, resulta un recurso útil para el desarrollo de actitudes, normas y valores favorables al proceso de aprendizaje de las ciencias naturales.

**Figura 2**

*Estructura de la analogía. Fuente González et al., (2005).*



Por su parte, autores como Galagovsky, Adúriz Bravo (2001) y Greco (2004) citado por Buitrago (2015), hablan sobre el uso de analogías en el aula de clases a través de un modelo didáctico analógico (MDA) para poder acercar el conocimiento científico a la ciencia escolar. Este modelo didáctico analógico consta de cuatro momentos:

- Momento anecdótico: se utiliza una analogía en forma de juego, con distintas consignas para los estudiantes, ellos se familiarizan con el análogo y utilizan diferentes estrategias idiosincrásicas para resolverlas. Al final del juego se realiza una puesta en común en donde se ponen en evidencias las estrategias utilizadas.
- Momento de conceptualización sobre la analogía: se analizan las estructuras y funciones del análogo según la interpretación que hicieron los estudiantes en el primer momento, se negocian significados y se dejan por escrito, en una tabla de correlación conceptual (TCC), para ser utilizados luego en la comparación con la información científica que el docente se propone enseñar.
- Momento de correlación conceptual: se abordan los conceptos científicos. Los estudiantes deben buscar la correlación entre éstos y el análogo utilizado anteriormente, completando la TCC.
- Momento de la metacognición: tal como se fundamenta en el Modelo de Aprendizaje Cognitivo Consciente Sustentable (MACCS), la metacognición es fundamental para que los alumnos reflexionen y tomen conciencia sobre los conceptos nuevos que debieron incorporar y sobre los obstáculos que se les presentaron para abordar alguno o todas las consignas dadas. En el momento de la correlación conceptual discuten acerca de las limitaciones y alcances de la analogía que ellos logran percibir, desde sus estructuras cognitivas; este momento es transversal a los anteriores y también se lleva a cabo como una actividad final.



Por lo tanto, el trabajo con MDA propone un uso de las analogías con fines de enseñanza completamente nuevo y diferente al predominio tradicional, en el cual el docente expone la información analógica, la información científica y sus correspondencias. Sin embargo, es necesario comprender que el uso de analogías en el proceso de enseñanza y aprendizaje pueden generar riesgos o dificultades por su utilización inadecuada. Según Oliva (2006), las diferentes investigaciones relacionadas con el uso de analogías han concluido que algunas de las dificultades y problemas que presentan las analogías es que pueden no ser suficientemente familiares a los estudiantes. En muchos casos pueden ser más complejas que la realidad estudiada. Además, estas pueden generar concepciones erróneas, que se afianza aún más si son visualizadas por varios estudiantes y su interpretación literal puede conducir a un razonamiento rígido provocando dificultades en un aprendizaje posterior. Por otro lado, el estudiante se queda con el hecho anecdótico antes que el principio o la razón de ser que subyace en la analogía.

## **5.8 Modelo de Enseñanza con Analogías**

El uso de las analogías en el proceso enseñanza y aprendizaje lleva implícito el establecimiento de correspondencias, semejanzas y relaciones entre dos situaciones diferentes, la familiar (análogo) y la desconocida o nueva (tópico). Aunque ambas situaciones son parecidas, la analogía nunca será total, existirán siempre limitaciones y elementos no pertinentes entre el análogo y el tópico. Por este motivo surge la necesidad de un modelo que guíe el uso y la construcción de las analogías, es decir, un modelo que nos garantice el uso efectivo y la construcción de las analogías sobre la base de lo que los alumnos ya conocen.

Son varias las propuestas metodológicas que podemos encontrar en la bibliografía para usar y construir analogías. Como podemos ver en la Figura 3, una de tales propuestas se denomina “enseñanza con analogías” (Glynn, 1991; Glynn y Takahashi, 1998). La misma se elaboró a partir de la investigación del uso de analogías en libros de texto y por docentes en situaciones naturales de clase (Gallareta y Merino, 2006). Aunque esta propuesta fue modificada más tarde por Harrison y Treagust (1993) en base a las numerosas observaciones de aula que llevaron a cabo.

### Figura 3

*Fases o pasos de la enseñanza basada en analogías. Fuente Glynn, (1991); Glynn y Takahashi, (1998); citados por Gallareta y Merino, (2006).*

FASES O PASOS		CARACTERÍSTICAS	
1	Introducción del concepto o blanco.	Presentación del concepto a trabajar.	Pueden explorarse ideas, iniciar un ciclo de aprendizaje, brindar una explicación, etc.
2	Presentación del análogo.	Recordar o revisar con los alumnos una base conceptual o situación que sirva como referencia analógica.	Se presenta la analogía o el modelo analógico cuya familiaridad para los alumnos puede estimarse mediante la discusión y las preguntas.
3	Identificación de características relevantes del blanco y del análogo.	Explicar la analogía e identificar sus rasgos con una profundidad adecuada.	La adecuación debe ser acorde a su familiaridad para los alumnos y para la edad de los mismos.
4	Mapeo (cartografiado) de similitudes.	Se buscan las semejanzas entre el concepto y el análogo.	El docente y los alumnos identifican las principales características del concepto y establecen su paralelismo con las del análogo.
5	Indicación de dónde se rompe la analogía.	Observar y registrar las concepciones alternativas que los estudiantes pueden desarrollar y reconocer las áreas de no correspondencia.	Se debe disuadir a los alumnos de las conclusiones incorrectas que, con referencia al concepto, podrían elaborarse a partir del análogo (1).
6	Extracción de conclusiones.	Se elaboran las principales características del concepto.	Se articulan los aspectos familiares y no familiares.

Otra de las propuestas para trabajar con analogías es la de Zeitoun (1984) citado por Gallareta y Merino (2006). La misma se compone de una secuencia de nueve fases (la primera de ellas opcional): determinación de las habilidades de los estudiantes, evaluación del conocimiento previo acerca del tema a trabajar, análisis del material para el aprendizaje del tema, juicio sobre lo apropiado de la analogía que se selecciona, determinación de las características de la analogía, selección de estrategias de enseñanza y medios de presentación, presentación de la analogía, evaluación de los resultados y revisión. Cualquiera que sea la estrategia utilizada para el trabajo con analogías, al menos deben considerarse tres puntos básicos: presentar la información relevante, utilizar una analogía y efectuar un resumen conceptual. De acuerdo con Thiele y Treagust (1994) citado por Raviolo y Garritz (2007), los docentes deben contar con un modelo de enseñanza que guíe el uso de esas analogías (un decálogo).

#### **Figura 4**

*Decálogo para el uso de analogías. Fuente Thiele y Treagust (1994), citado por Raviolo y Garritz (2007).*

1. Contar con un repertorio de analogías para el tema. Prevenir que se va a presentar una.
2. Asegurarse que el análogo sea conocido. Indagar las concepciones sobre el análogo. También se aprende sobre el análogo.
3. Destacar las similitudes entre ambos dominios (análogo y objetivo).
4. Presentar más de una analogía con el mismo objetivo, que partan de distintos análogos para un mismo aspecto o concepto abstracto. Asegurarse de que las analogías provean una buena visualización de lo abstracto.
5. Establecer claramente los límites de la analogía o atributos no compartidos.
6. Recalcar la relación simétrica entre análogo y objetivo. También usar el objetivo para recrear el análogo.
7. Corroborar que se hayan retenido no solo los aspectos más superficiales de la analogía, sino los más profundos con mayor potencial de inferencia.
8. Evaluar la eficacia de la analogía y la posible permanencia o generación de concepciones alternativas asociadas a su introducción.
9. Solicitar que los propios alumnos y alumnas elaboren analogías y las expliquen. Aprovechar el interés generado por el potencial motivador de las analogías.
10. Promover la reflexión metacognitiva: ser conscientes de que se ha empleado una analogía como estrategia cognitiva.

## 5.9 Analogías Relacionadas con la Configuración Electrónica

En química, así como en todas las ciencias y en la vida diaria, se emplean analogías, metáforas o modelos para ayudar a explicar un fenómeno que no es observable. Diferentes estudios muestran que el estudio del átomo en los niveles básicos de la enseñanza de la química constituye uno de los temas más difíciles y complejos (Lee, 1993; García Carmona, 2006) citado por Franco Mariscal et al., (2017). Por tal razón, una forma motivadora de introducir la estructura electrónica de los átomos en el aula es a través de juegos educativos basados en analogías.

Para comenzar Santoiani (2006), en su trabajo de investigación denominado “El Hotel Cuántico” desarrolla un “modelo del modelo” a través de una analogía simple que facilita la comprensión y utilización de la configuración electrónica de los átomos. El modelo se basa fundamentalmente en comparar la estructura de cada átomo con la de un edificio muy particular poblado por electrones “huéspedes”.

### Figura 5

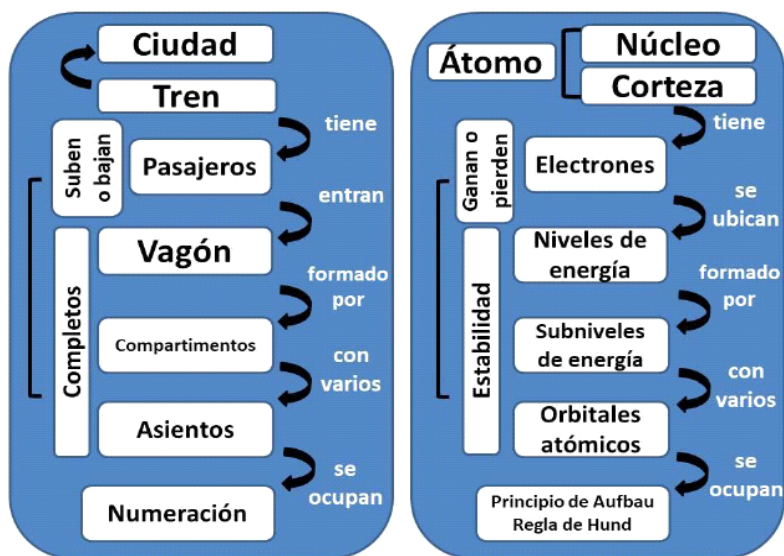
*Relaciones implicadas en la analogía entre el edificio y la configuración electrónica. Fuente Santoiani (2006).*

According to Schrödinger		In our Quantum building
LEVEL	(n)	FLOOR
SUBLEVEL	(l)	APARTMENT
ORBITAL	(m)	ROOM
SPIN	(s)	BED

Por otra parte, Franco Mariscal et al., (2017), en su trabajo de investigación denominado “El Tren Orbital” exponen cómo las analogías aplicadas a juegos educativos pueden ser de utilidad para construir conocimientos en un dominio específico de la química. Más concretamente, se trata de mostrar cómo los elementos de un tren pueden servir de base para construir analogías que faciliten la comprensión de la configuración electrónica de los átomos.

**Figura 6**

*Relaciones implicadas en la analogía entre el tren y la configuración electrónica. Fuente Franco Mariscal et al., (2017).*



## 5.10 Configuración Electrónica

Burns (2011), expone que, para deducir, la estructura electrónica de todos los átomos existentes, se debe partir de la distribución de los electrones en el hidrógeno, es por esto que, la mecánica cuántica precisa de tres números cuánticos: el número cuántico principal, el número

cuántico del momento angular y el número cuántico magnético. Estos números se derivan de la solución matemática de la ecuación de Schrödinger para el átomo de hidrógeno, y se utilizan para describir los orbitales atómicos e identificar a los electrones que están dentro. El número cuántico de espín es un cuarto número cuántico que describe el comportamiento de un determinado electrón y completa la descripción de los electrones en los átomos. Es así que los cuatro números cuánticos son suficientes para identificar por completo un electrón en cualquier orbital de cualquier átomo. En cierto modo, se considera al conjunto de los cuatro números cuánticos como el domicilio de un electrón en un átomo.

De acuerdo con Gutiérrez (1984), para entender el comportamiento electrónico de los átomos poli-electrónicos, es preciso conocer la configuración electrónica del átomo, es decir, la manera en que están distribuidos los electrones entre los distintos orbitales atómicos. Además, Mondragón (2010) expone que una gran parte de las propiedades físicas y todas las propiedades químicas de un elemento dependen de la corteza electrónica de los átomos que los componen. El ordenamiento que se presenta para cada átomo se conoce como configuración electrónica del estado fundamental o basal de los átomos. Esta corresponde al átomo aislado en su estado de mínima energía. Los electrones se organizan alrededor del núcleo en órbitas u orbitales. Estas órbitas corresponden a regiones del espacio en las que la probabilidad de hallar un electrón es alta y se caracterizan por poseer un determinado nivel de energía. También se conoce que dentro de un nivel de energía dado hay subdivisiones, que denominamos subniveles, así como la forma y orientación espacial de este, están determinados por los cuatro números cuánticos.

**Figura 7**

*Diagrama de energía de los orbitales atómicos. Fuente Solís (1994).*

Nivel (n)	Orbitales (l)	Total de orbitales	Número máximo de electrones en el nivel, según $2n^2$	
K (n = 1)	s (l = 0)	1 (ml = 0)	2	2
L (n = 2)	s (l = 0)	1 (ml = 0)	2	8
	p (l = 1)	3 (ml = -1, 0, 1)	6	
M (n = 3)	s (l = 0)	1 (ml = 0)	2	18
	p (l = 1)	3 (ml = -1, 0, 1)	6	
	d (l = 2)	5 (ml = -2, -1, 0, 1, 2)	10	
N (n = 4)	s (l = 0)	1 (ml = 0)	2	32
	p (l = 1)	3 (ml = -1, 0, 1)	6	
	d (l = 2)	5 (ml = -2, -1, 0, 1, 2)	10	
	f (l = 3)	7 (ml = -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3)	14	

### 5.11 El principio de Construcción

Se llama principio de construcción al conjunto de reglas que permiten ubicar a los electrones de un átomo en los diferentes orbitales. Este procedimiento se fundamenta en el

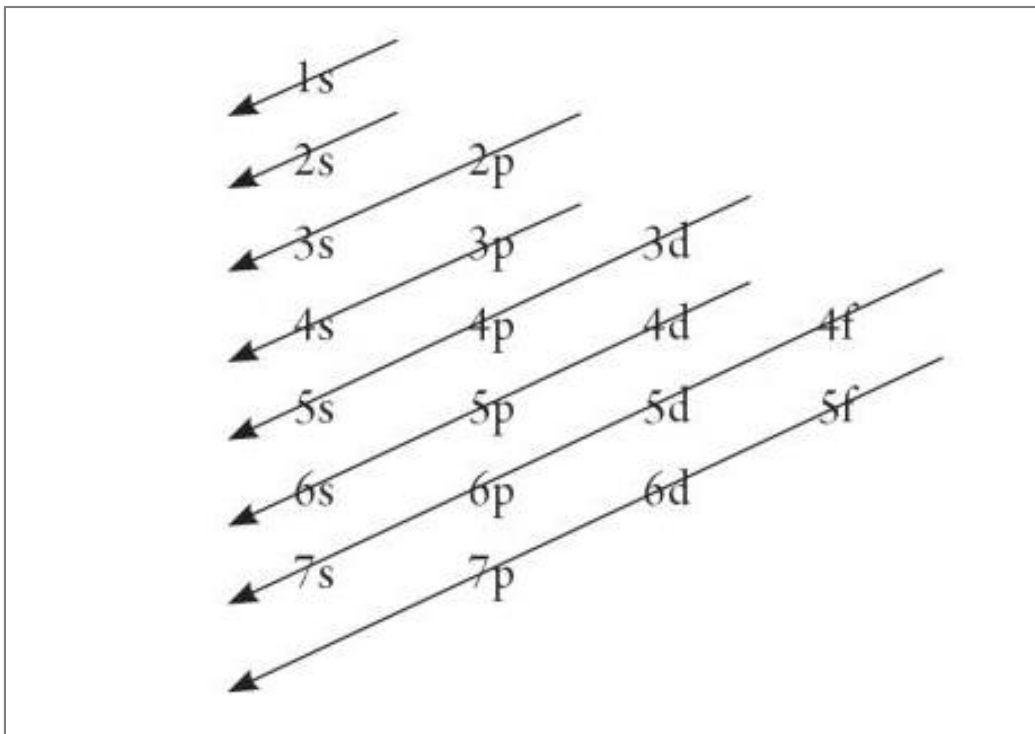
principio de Aufbau (esta palabra significa “construcción” en el idioma alemán). El principio de Aufbau establece que cuando los protones se incorporan al núcleo de uno en uno para construir los elementos, los electrones se suman de la misma forma a los orbitales atómicos. Este procedimiento da un conocimiento preciso de las configuraciones electrónicas de los elementos en el estado fundamental.

Para cada elemento, el átomo aislado (en fase gaseosa) tiene un diagrama de energía de orbitales que le es propio, diferente del diagrama de energía de orbitales de cualquier otro átomo. Aunque el diagrama de energía de orbitales de un átomo contiene todos los niveles y subniveles de energía posibles, sólo están ocupados los orbitales necesarios para ubicar los electrones del átomo; los de demás orbitales están vacíos. Los electrones en los átomos son atraídos por el núcleo y tienden a ocupar el orbital disponible de menor energía. De acuerdo con el Principio de exclusión de Pauli en un átomo no puede haber dos electrones con números cuánticos idénticos y el orden creciente de energía de los subniveles, que es el mismo en el que son ocupados por los electrones, es 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s...

### **Figura 8**

*Regla de las diagonales. Fuente Solís (1994).*





## 6 Metodología

La metodología de la investigación es de naturaleza cuantitativo de tipo cuasi-experimental. De acuerdo con Arias (2006), este tipo de investigación es netamente explicativa, por cuanto su propósito es demostrar que los cambios en la variable dependiente fueron causados por la variable independiente. Se puede establecer que, dentro de la investigación cuantitativa, este estudio se enmarca dentro la modalidad correlacional y cuasiexperimental, debido a que se propone analizar una serie de datos obtenidos de la aplicación de un cuestionario en un grupo experimental (Ge) y en otro de control (Gc), organizados ya para un propósito instructivo. Estos datos, se transforman en valores numéricos permitiendo evaluar la repercusión del modelo didáctico analógico, como estrategia para contribuir en el proceso de aprendizaje de conceptos inherentes a la composición interna de los átomos, en particular a los contenidos de configuración electrónica. Según Hernández et al., (2010), en los diseños cuasi-experimentales se manipula deliberadamente al menos una variable independiente, solo que en este tipo de experimentos se critica el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia de los grupos al inicio del experimento. En este diseño de tipo cuasi-experimental, los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, sino que los grupos ya están formados antes del experimento, la integración de dichos grupos es independiente al experimento.

**Figura 10**

*Variables de la investigación experimental de tipo cuasiexperimental. Fuente Arias (2006)*



**Tabla 4**

*Diseño básico de la investigación experimental de tipo cuasiexperimental. Fuente Arias (2006)*

Grupo	Medición (Preprueba)	Condición experimental	Medición (Posprueba)
Ge I	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
Gc I	O <sub>1</sub>	-----	O <sub>2</sub>

### 6.1 Hipótesis de la Investigación

**Hipótesis nula (H<sub>0</sub>):** El uso de un juego didáctico basado en una analogía favorece el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos en estudiantes de Postprimaria Rural.

**Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>):** El uso de un juego didáctico basado en una analogía no favorece el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos en estudiantes de Postprimaria Rural.

## 6.2 Contexto Educativo y Población

La estrategia didáctica se aplicó en la Institución Educativa La Troja ubicada en el municipio de Baraya. El colegio hace parte del organismo pedagógico oficial de la Secretaría de Educación del departamento del Huila. Tanto la población como la muestra está constituida por 20 estudiantes de postprimaria rural con edades comprendidas entre 9 y 15 años, en los que la mayoría se establecen en el primer y segundo estrato socioeconómico. Para su ejecución se tiene en cuenta dos grupos que son la base para analizar el efecto de la propuesta. En la selección no existe aleatoriedad ya que los grupos no son integrados de manera expresa para la investigación.

**Tabla 4**

*Población de la investigación experimental de tipo cuasiexperimental. Fuente de creación propia.*

Grupo de estudiantes	Cantidad de muestra	Número de estudiantes por sexo	
Ge I	10 estudiantes	5 hombres	5 mujeres
Gc I	10 estudiantes	1 hombre	9 mujeres

## 6.3 Desarrollo de la Investigación

El marco metodológico se fundamenta en cuatro fases principales (tabla X), durante las cuales se proponen los instrumentos, se desarrollan las actividades y se recolecta la información necesaria para el análisis y el cumplimiento de los objetivos descritos.

### ***6.3.1 Fase de Planificación***

La primera de ellas consiste en una considerable revisión bibliográfica, a fin de originar los diferentes marcos que componen este trabajo: el marco teórico disciplinar, epistemológico y el marco metodológico que provee los diferentes procedimientos investigativos. Esta etapa es constante en todo el proceso y se actualiza durante la última fase. Adicionalmente, se realizará un diagnóstico contextual sobre la situación curricular del área de ciencias naturales y educación ambiental, con la intención de identificar las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se utilizan en el proceso de formación de competencias científicas en los estudiantes dentro los módulos curriculares del modelo de Postprimaria Rural orientados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para la educación básica rural.

Por otro lado, para identificar las concepciones de los estudiantes sobre el concepto de configuración electrónica, se diseñará como instrumento de recolección de información un cuestionario de ideas previas atendiendo a la literatura relevante en la construcción de este tipo de instrumentos. Además, para su diseño se incluirá las recomendaciones, sugerencias y comentarios de investigadores y expertos en la enseñanza de la química atendiendo a requerimientos de un modelo de educación por competencias. Según Hernández et al, (2010), un cuestionario está constituido por un conjunto de preguntas respecto a una o más variables a medir. Para este caso,

el contenido de las preguntas es de contexto abierto. Para la sistematización de las respuestas, se crea un sistema de categorías y subcategorías a contrastar entre un momento inicial y uno final. Por lo tanto, la finalidad del cuestionario es recoger información significativa sobre el nivel de aprendizaje de los estudiantes con respecto a la temática propuesta, antes y después del proceso de intervención y aplicación de las actividades.

El estudio contempla un grupo control (Gc) formado por 10 estudiantes y un grupo experimental (Ge) formado igualmente por 10 estudiantes. El grupo control (Gc) recibe el tratamiento con el modelo didáctico tradicional de enseñanza utilizado hasta la fecha en el aula de clase y el grupo experimental (Ge) recibe el tratamiento con el modelo didáctico analógico propuesto en esta investigación y para el cual se desea conocer su impacto en la ganancia de aprendizaje del estudiante.

En el grupo experimental (Ge), el papel del educador será de coordinador y orientador de estos procesos, valorando aspectos como la actitud, el dominio conceptual, pedagógico y de identidad con el medio en el cual labora. Se destaca que debido a que se trabajará con Educación de Postprimaria Rural, es necesario generar y adaptar contenidos a las necesidades e intereses del contexto. Es por ello, que en el mismo nivel de educación básica rural se han establecido los dos grupos de trabajo, con el fin de establecer rutas de acción didáctica y favorecer en un futuro, mejores resultados en Pruebas Externas como Saber 11°.

### **6.3.2 Fase de Ejecución y Observación**

La segunda y tercera fase consiste en un ejercicio de diagnóstico, empleando como instrumento de indagación de ideas previas, la aplicación del cuestionario como preprueba. Este se aplicará de forma física para ambos grupos (Gc y Ge). Los resultados de la preprueba serán tabulados, analizados y evaluados para determinar el conocimiento de los estudiantes sobre el concepto de configuración electrónica. También, la prueba de diagnóstico tiene el objetivo de comparar el nivel de los estudiantes de ambos grupos antes de aplicar las actividades de la estrategia didáctica en el grupo experimental.

Tomando como punto de partida la experiencia realizada por Santoiani (2006) y Franco Mariscal et al, (2017), se diseñará una secuencia didáctica de aula acorde con las orientaciones de la cartilla de postprimaria rural en el área de ciencias naturales y educación ambiental para acercar a los estudiantes a un dominio de contenidos relacionados con la configuración electrónica de los átomos. Esta nueva propuesta presenta algunas ventajas respecto a las anteriores para abordar la temática, dado que la estrategia de aprendizaje utiliza como modelo didáctico analógico un hotel urbano basado en relaciones estructurales con el esquema de Aufbau. Además, la estrategia didáctica es bastante particular porque consta de un tablero de mesa, 156 bajalenguas que se utilizan a modo de fichas y un bombón de bingo metálico con 75 bolas enumeradas, generando una secuencia aleatoria de elementos químicos.

Teniendo en cuenta que una analogía puede basarse en similitudes superficiales, se pretende introducir el principio de construcción de la estructura electrónica de los átomos relacionando los niveles con los pisos del hotel urbano, sus habitaciones con los subniveles y las camas con los orbitales energéticos del átomo. Además, para resolver la actividad el estudiante debe identificar el elemento químico derivado del bombón de bingo metálico, después de ser

identificado, debe utilizar la cantidad de bajalenguas correspondiente al número atómico del elemento químico. Así, los electrones (huéspedes) representados a través de una bajalengua se deben distribuir en los niveles, subniveles y orbitales de menor a mayor energía en el tablero de mesa que representa el esquema de Aufbau; en el cual los estudiantes deben describir e identificar todos los elementos que conforman la analogía en la que se basa el juego didáctico.

Por otro lado, el número de jugadores en cada partida del juego didáctico es de dos estudiantes, actuando uno de ellos con el papel de revisor, el cual debe velar porque se cumpla correctamente las reglas del juego didáctico. De manera que las instrucciones que deben seguir los estudiantes para ubicar los huéspedes en sus habitaciones correspondientes son las siguientes:

- Los huéspedes se deben ubicar comenzando desde el primer piso del Hotel Periódico, teniendo en cuenta que no se pueden pasar al siguiente piso si no está lleno el anterior.
- Los huéspedes de un mismo átomo pueden ubicarse en el mismo piso y en la misma habitación. Por lo tanto, en una cama doble cualquiera sólo es posible ubicar dos, pero en sentido contrario; teniendo en cuenta el principio de exclusión de Pauli.
- En las habitaciones donde se encuentra más de dos camas dobles, se irán colocando de uno en uno y no por pares, siguiendo las indicaciones de la máxima multiplicidad.
- Los huéspedes que ocupan la misma cama se denominan apareados. En caso de que esté un solo, se dice que se trata de un huésped desapareado.
- Hay una excepción en el orden de ocupación de las habitaciones. La primera habitación del cuarto piso, se ocupa antes que la última habitación del tercer piso del Hotel Periódico.



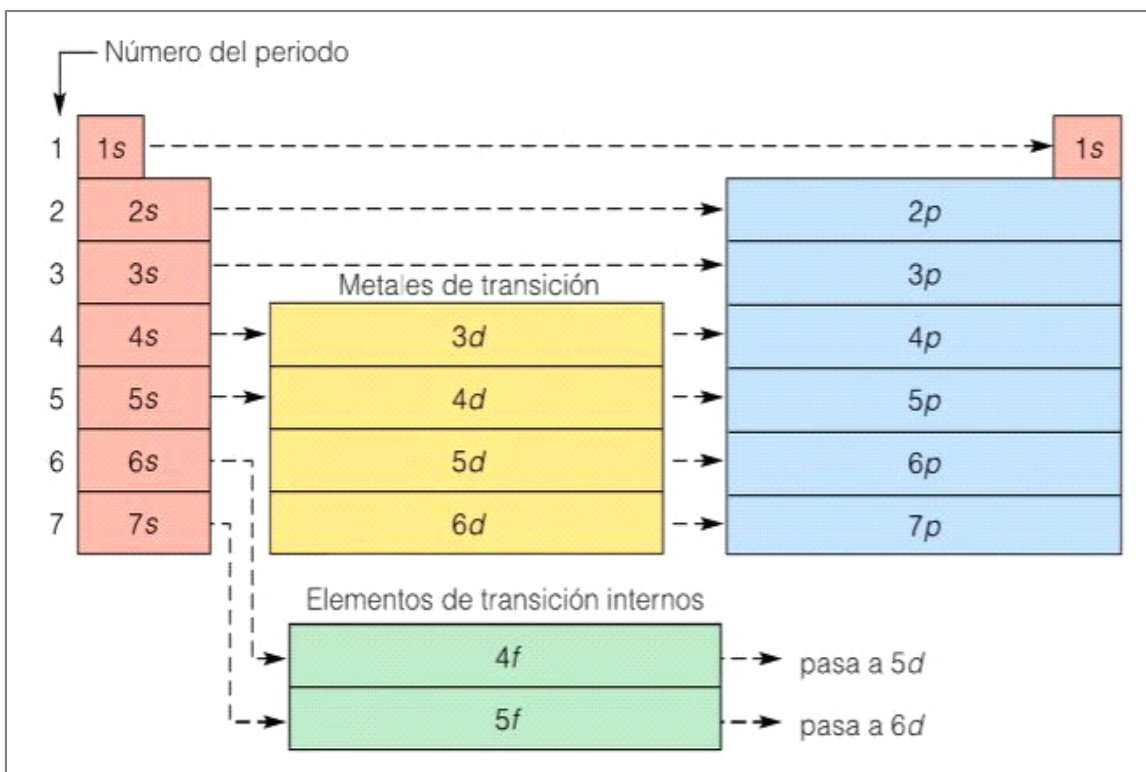
- Una vez instalados en el Hotel Periódico se debe resumir la distribución por niveles, subniveles y orbitales energéticos, haciendo uso de la configuración de tipo algebraica.
- Al momento de desalojar el Hotel Periódico, se debe seguir un orden inverso a su distribución inicial, a excepción que desocuparan antes los huéspedes de la primera habitación del cuarto piso seguido de la última habitación del tercer piso del Hotel Periódico.

Finalmente, se evalúa el desempeño de los dos grupos (Gc y Ge) y el conocimiento adquirido en el desarrollo de la estrategia didáctica por medio de una posprueba, que consta de las mismas preguntas establecidas en la primera prueba, con el objetivo de valorar todo un proceso de enseñanza y aprendizaje en el grupo experimental (Ge) y de comprobar la hipótesis de la investigación.

### **Figura 11**

*El orden de ocupación de los subniveles electrónicos está relacionado con la tabla periódica.*

*Tomado de Burns (2011).*



### 6.3.3 Fase de Reflexión

Con el propósito de dar respuestas puntuales a la problemática de aprendizaje del concepto de configuración electrónica, se hace necesario establecer una fase de reflexión que permita evaluar los resultados establecidos antes, durante y después de la implementación de la estrategia didáctica. El análisis de los datos se hace en su gran mayoría a través de la estadística descriptiva, utilizando la comparación de los resultados del preprueba y posprueba que presentan los estudiantes de los dos grupos ( $G_c$  y  $G_e$ ). Por esto los datos recogidos a partir de la aplicación del cuestionario serán procesados y tratados estadísticamente con el programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) en su versión 22 para el sistema operativo Microsoft Windows 10.

## **7 Resultados**

En el presente apartado se describe, se analizan y se interpretan los resultados obtenidos en el proceso de la investigación, según las directrices metodológicas propuestas anteriormente. En primera medida, se muestra la validación del cuestionario de ideas previas. Luego, se presenta la implementación de la estrategia didáctica, seguidamente se realiza una comparación entre las concepciones iniciales y finales registradas en los estudiantes tomando como referencia los cuestionarios aplicados antes y después de implementar la estrategia de enseñanza basada en el modelo didáctico analógico (MDA).

### **7.1 Fase de Planificación**

La investigación didáctica permite identificar problemas en las prácticas educativas (Medina et al., 2014). En este sentido, se hace primordial interpretar no solo lo que ocurre en la enseñanza, sino también en el aprendizaje de los individuos implicados. Por consiguiente, el planteamiento de este proyecto conllevó a revisar nuestra práctica en la enseñanza de los conceptos de configuración electrónica para poder identificar así las dificultades de aprendizaje, y de esta manera plantear acciones que permitieran mejorar e innovar nuestra labor en el aula.

Por tanto, la fase de planificación incluye las actividades de diseño y elaboración de las actividades para el desarrollo de la estrategia didáctica y los aspectos relacionados con la etapa de validación del cuestionario de ideas previas. Por este motivo, con el propósito de determinar el conocimiento que los estudiantes poseen acerca del concepto de configuración electrónica antes y

después de aplicar la estrategia didáctica, se construye un cuestionario de ideas previas con diez preguntas. Estas preguntas, abordan temáticas como niveles de energía, subniveles de energía, orbitales atómicos, electrones de valencia, principio de construcción, enlace químico y estabilidad química. Para su realización, se tiene como referencia el trabajo de investigación de Franco Mariscal et al, (2017), el cuestionario de García (2006), el banco de preguntas de química del ICFES y los conocimientos propios del tema.

Por otro lado, para garantizar que el cuestionario de ideas previas responda a los objetivos de la investigación, se hace necesario su validez a través de la valoración de investigadores y expertos, en este caso, docentes y profesionales del campo de la enseñanza de la química. La evaluación del cuestionario de ideas previas por expertos, se hace teniendo en cuenta cinco criterios: indagación de concepciones, claridad y uso del lenguaje apropiado, buena redacción e imágenes apropiadas. Es así que, en el Anexo F, se muestran los resultados de la validación del cuestionario de ideas previas por parte de los investigadores y expertos, quienes a partir de su experiencia académica y pedagógica realizaron diferentes aportes para la construcción y consolidación de los diferentes ítems relacionados con el concepto de la configuración electrónica, indicando que este instrumento es confiable y válido, y además permite la consecución de los objetivos de la investigación. Sin embargo, el cuestionario es sometido a una reestructuración atendiendo a las recomendaciones, sugerencias y observaciones de los investigadores y expertos que evaluaron este instrumento.

## **7.2 Fases de Ejecución y Observación**

La fase de ejecución incluye la aplicación del cuestionario de ideas previas diseñado, así como también, la puesta en marcha de la estrategia didáctica. Por otra parte, la fase de observación comprende el registro de lo que ocurre antes, durante y después de la ejecución de la propuesta de acción, así como también de su incidencia en la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes implicados.

Para clasificar los resultados de la preprueba y la posprueba, aplicados tanto al grupo experimental (Ge) como al grupo control (Gc), la información se organizó por categorías y subcategorías que permitieron hacer un comparativo entre los resultados del grupo experimental y el grupo control por cada categoría. Así pues, a cada una de las subcategorías se le asignó un valor numérico que corresponde a una escala ideal de progresión en las concepciones, desde posturas alternativas hasta constructos más sólidos y sustentados por el conocimiento científico. Posteriormente se procedió a su exportación al software estadístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) en su versión 22, en donde la información se sometió a un análisis simple con el análisis de los estadísticos (medias, frecuencias y desviaciones típicas) y el análisis de correlaciones entre las variables.


### **7.2.1 Reconocimiento de Ideas Previas**

Para el desarrollo de este trabajo, se utilizó un cuestionario de ideas previas conformado por preguntas abiertas (Ver Anexo A), el cual fue previamente validado y utilizado en ambos


grupos (Gc y Ge) como preprueba, con el objetivo de comparar las concepciones de los estudiantes frente al concepto de configuración electrónica antes de la implementación de la estrategia de aprendizaje basada en el modelo didáctico analógico (MDA).

**Figura 12**

*Cuestionario de ideas previas sobre el concepto de configuración electrónica.*




**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA**



**NOMBRE:****FECHA:****CURSO:**

**Querido estudiante:**  
Actualmente, me encuentro desarrollando el proyecto de investigación titulado: "El Hotel Periódico: un juego didáctico basado en una analogía para aprender configuración electrónica con estudiantes de postprimaria rural ", aprobado por la Universidad Surcolombiana, que tiene como objetivo, favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de configuración electrónica de los átomos; y a partir de ello construir una propuesta de enseñanza de la química utilizando el modelo TPACK. Por lo tanto, en el siguiente cuestionario encontrarás una serie de interrogantes frente a los cuales debes explicar lo que sucede y justificar la respuesta. Te recuerdo que los resultados del cuestionario se usarán con fines investigativos y académicos para el segundo periodo del año escolar.  
**¡Gracias por tu valiosa participación en esta investigación, que pretende contribuir a mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales en general, y de la química en particular, en nuestro departamento!**

1. Imagina que tienes un equipo o instrumento de bastante avance tecnológico y con él puedes observar la forma y estructura de un átomo de hidrógeno (H). Dibuja cómo verías el átomo de hidrógeno y coloca las partes posibles que identificarías durante tu observación.
2. Con las siguientes palabras: departamento/ cama/ sala/ dormitorio/ edificio/ cocina/ mesa de luz, se construyó un diagrama con la siguiente organización. El departamento está dentro del edificio, y el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.



**Tabla 5**

*Conceptos abordados en cada ítem del cuestionario de ideas previas. Fuente creación propia.*

<b>Temática</b>	<b>Ítem del cuestionario</b>
Estructura interna de la materia	2
Estructura atómica	1, 3
Electrones de valencia	5
Configuración electrónica	4, 6, 7, 10
Estabilidad química	9
Enlace químico	8

### **7.2.2 Análisis de los Resultados del Cuestionario (Preprueba)**

En primer lugar, se realizó el registro de frecuencias de cada respuesta del cuestionario para, posteriormente, calcular la media y la desviación estándar de cada grupo, mismos que se muestran en la Tabla 6, dichos resultados se analizaron mediante la prueba “T” de Student, que se emplea para evaluar si existen diferencias significativas entre dos grupos en cuanto a sus medias, específicamente cuando se trabaja con muestras independientes, es decir, sujetos diferentes bajo condiciones similares (Hernández et al., 2010). Para realizar esta prueba se verificó la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza.

Posteriormente se analizaron los valores correspondientes a cada subcategoría obtenidas del cuestionario del cuestionario de ideas previas. Así mismo, se muestra el análisis de la información que se obtuvo del cuestionario de ideas previas en ambos grupos (Ge y Gc).

**Tabla 6**

*Resultados obtenidos en la preprueba en el grupo experimental y control a través de la prueba “T” de Student.*

Prueba “T” de Student			
Grupo	Números de estudiantes	Media	Desviación estándar
Ge I	10	28,10	4,771
Gc I	10	29,90	5,216

**Pregunta 1****Figura 13**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

1. Imagina que tienes un equipo o instrumento de bastante avance tecnológico y con él puedes observar la forma y estructura de un átomo de hidrógeno (H). Dibuja cómo verías el átomo de hidrógeno y coloca las partes posibles que identificarías durante tu observación.

**Tabla 7**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

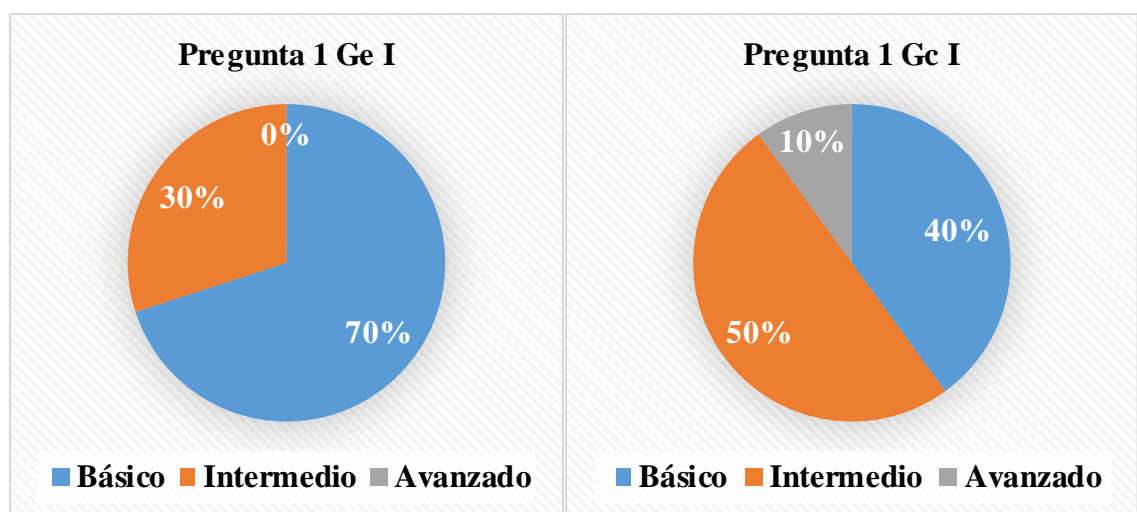
Categoría		Modelos Atómicos	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,70	0,483
	Intermedio	0,60	0,966
	Avanzado	0,00	0,000



Gc I	Básico	0,40	0,516
	Intermedio	1,00	1,054
	Avanzado	0,30	0,949

**Figura 14**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 1 (preprueba).*



En las gráficas se muestra un porcentaje representativo (70% y 40% respectivamente) en los dos grupos (Ge y Gc) para la subcategoría básico, por tal motivo se puede deducir que los estudiantes tienen para el primero momento de estudio, vagas nociones acerca de la estructura atómica. De igual modo, se evidencia un porcentaje considerable (30% y 50% respectivamente) para la subcategoría intermedio, en donde la mayoría de los estudiantes realizaron dibujos del átomo a través del modelo de Rutherford. Según De la Fuente et al., (2003) señala que el hecho de que los estudiantes representen el átomo a través el modelo de Rutherford pone de manifiesto que es lo que se presenta en la instrucción. Por otro lado, Posada (1993) corrobora que este tipo de resultados son frecuentes al momento de representar gráficamente un átomo. Aunque esta

tendencia disminuye con el nivel de instrucción, no llega a desaparecer del todo en los estudiantes.

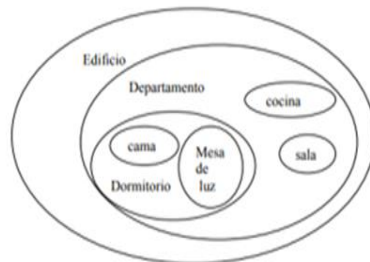
Por su parte, Coronel (2013) considera que la idea de átomo que prevalece en la mente de los estudiantes está asociada exclusivamente al modelo de Rutherford y en este sentido no hay indicios que revelen el conocimiento de otros modelos con lo cual puede pensarse en una fuerte vinculación con las imágenes del átomo que son socializadas a través de los medios de comunicación y de los libros de texto. Por este motivo, Valcárcel y Sánchez (2000) consideran que el correcto conocimiento de la estructura atómica se hace necesario para conceptualizar las sustancias puras y las transformaciones químicas, y con ello profundizar en la naturaleza de la materia.

## ***Pregunta 2***

### **Figura 15**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

2. Con las siguientes palabras: departamento/ cama/ sala/ dormitorio/ edificio/ cocina/ mesa de luz, se construyó un diagrama con la siguiente organización. El departamento está dentro del edificio, y el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.



- a. Diseña un diagrama similar al anterior para el caso de una gota de agua con las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ electrón/ gota de agua. Recuerda que debe existir una jerarquía de tamaño.
- b. Ahora recrea un diagrama similar a los anteriores, pero en este caso, vas a utilizar las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ célula/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ corazón/ electrón/ perro.

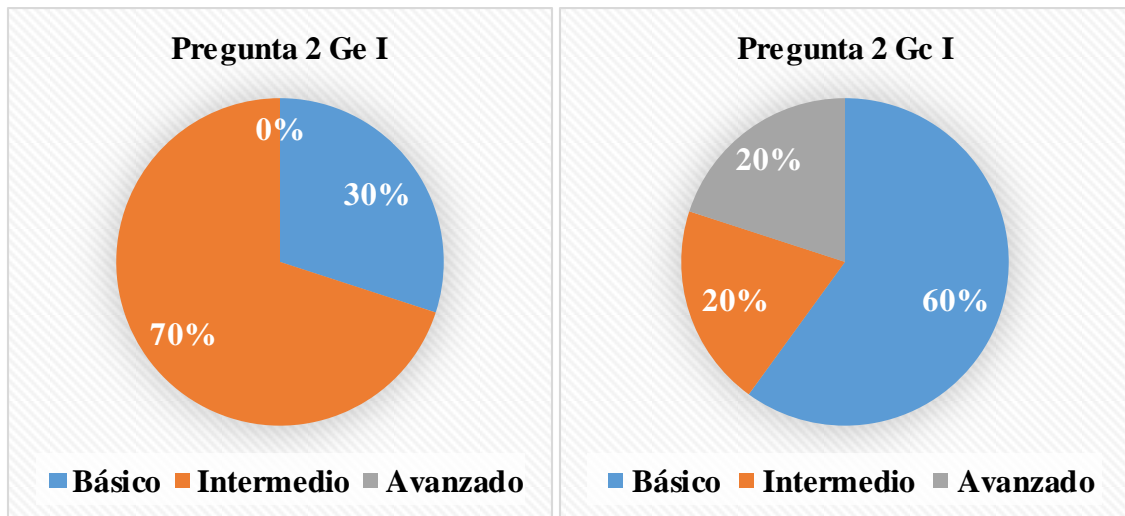
**Tabla 8**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Estructura Interna de la Materia	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,30	0,483
	Intermedio	1,40	0,966
	Avanzado	0,00	0,000
Gc I	Básico	0,60	0,516
	Intermedio	0,40	0,843
	Avanzado	0,60	1,265

**Figura 16**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 2 (preprueba).*



Un porcentaje de estudiantes de los dos grupos (70% y 20% respectivamente) se encuentra en la subcategoría intermedio. De igual modo, se evidencia un porcentaje considerable (30% y 60% respectivamente) para la subcategoría avanzado, demostrando tener cierta percepción de los niveles de inclusión de la materia, desde el macroscópico hasta el microscópico. Sin embargo, es importante destacar que algunos estudiantes de ambos grupos (Ge y Gc) en sus representaciones gráficas no lograron ubicar correctamente los quarks. Según Novack (1988), estos resultados hacen referencias a las dificultades de los estudiantes para integrar y organizar en niveles de inclusión a los conceptos de molécula, átomo, electrón, protón, neutrón en la estructura de la materia. Además, este autor señala que en lo que respecta a los quarks, se advierte su desconocimiento, lo que señalaría que en la instrucción no está incorporado este tema.

Por su parte, Galagovsky et al., (2003) consideran que estos conceptos son ideas que no se pueden percibir tangiblemente, sino que son abstractos; por esta razón es más fácil para algunos estudiantes relacionen dichos conceptos con cosas con las cuales interactúan más como lo es la naturaleza. Por este motivo, para que se realice un aprendizaje significativo, es fundamental que el alumno modifique sus modos de interpretar los fenómenos de acuerdo con sus necesidades de conocimiento, y a medida que se enfrenta a situaciones nuevas (Colombo et al., 1991).

### ***Pregunta 3***

#### **Figura 17**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

3. Completa el siguiente texto con las palabras que faltan:

“Los átomos se componen de núcleo y corteza. En el núcleo atómico se encuentran los \_\_\_\_\_, que tienen carga positiva, y los \_\_\_\_\_, que no tienen carga eléctrica. En la corteza atómica, girando alrededor del núcleo, se encuentran los \_\_\_\_\_, cuya carga eléctrica es \_\_\_\_\_ que la del protón, pero de signo \_\_\_\_\_. En un átomo, el número de \_\_\_\_\_ es igual al de \_\_\_\_\_; por tanto, un átomo es eléctricamente neutro”

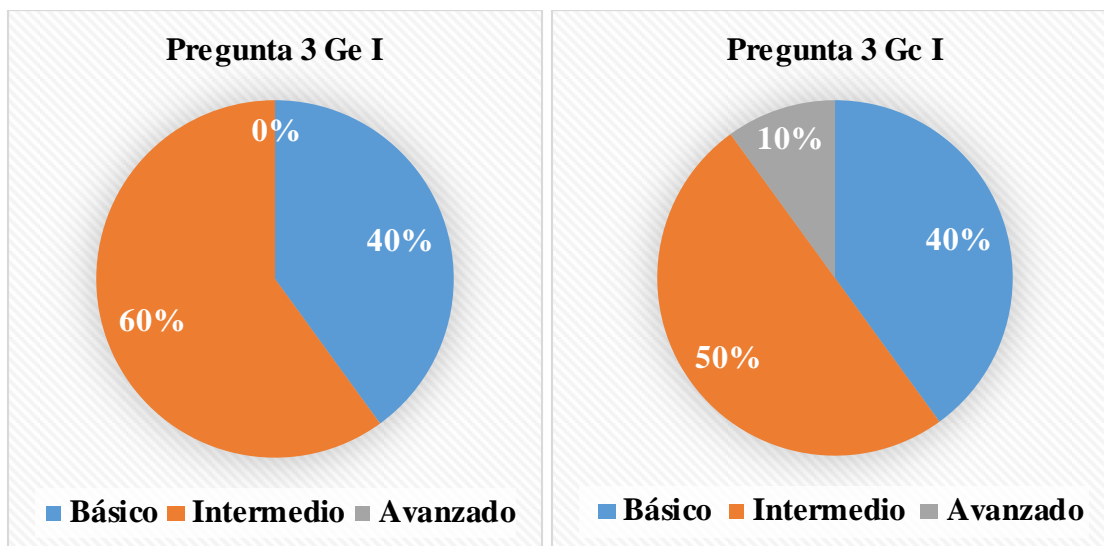
**Tabla 9**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Estructura Atómica	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,40	0,516
	Intermedio	1,20	1,033
	Avanzado	0,00	0,000
Gc I	Básico	0,40	0,516
	Intermedio	1,00	1,054
	Avanzado	0,30	0,949

**Figura 18**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 3 (preprueba).*



En esta pregunta se evaluó el conocimiento de los estudiantes sobre la naturaleza eléctrica de los átomos, como antesala en la comprensión de la configuración electrónica. En las gráficas anteriores, se muestra un porcentaje representativo (60% y 50% respectivamente) en los dos grupos para la subcategoría intermedio, por tal motivo se puede deducir que los estudiantes tienen nociones acerca de la naturaleza eléctrica de los átomos. De igual modo, se evidencia un porcentaje considerable (40% y 40% respectivamente) para la subcategoría avanzado para ambos grupos (Ge y Gc). No obstante, cabe resaltar que algunos estudiantes del grupo experimental (Ge) presentan algunas imprecisiones, como el hecho de pensar que el estado neutro del átomo equivale a que esté, simultáneamente, cargado positiva y negativamente. Según García (2006), en los estudiantes la idea errónea más frecuente frente a la naturaleza eléctrica del átomo, es la de considerar que el estado neutro es equivalente a no poseer cargas eléctricas; es decir, se confunde “tener carga” con “estar cargado” y, por tanto, “no tener carga” con “no estar cargado”. Además, Gutiérrez (2000) considera que los alumnos no comprenden con facilidad la universalidad de la composición atómica de la materia, pues establecen diferencias al respecto dependiendo del tipo de sistemas materiales presentados.

#### **Pregunta 4**

#### **Figura 1**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

4. Cuando escuchamos la palabra "vacaciones" pensamos en paseos, deportes, amigos y diversión. ¿En qué piensas cuando escuchas la palabra "Configuración Electrónica"? Puedes apoyar tus ideas en un dibujo.

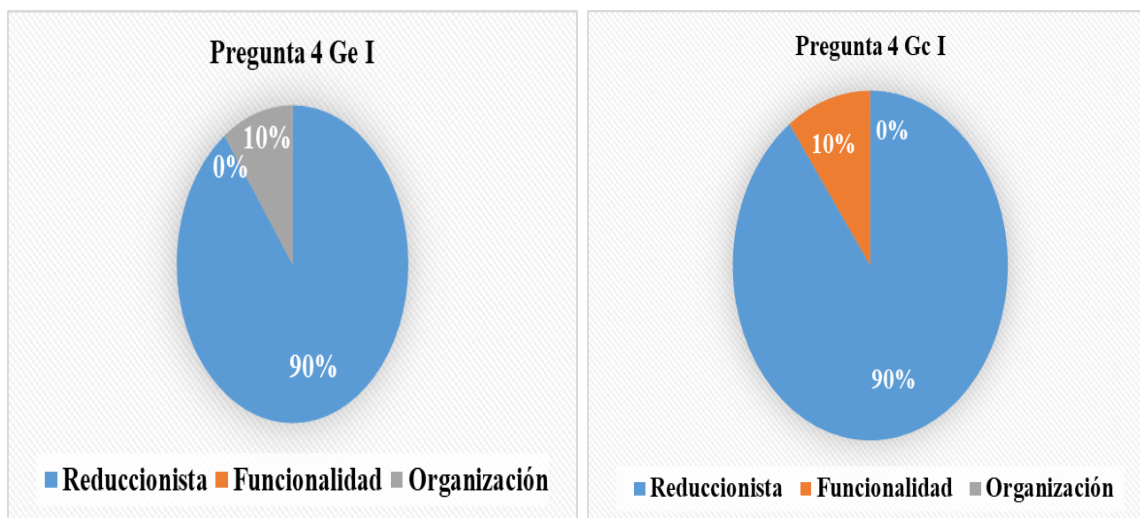
#### **Tabla 10**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

<b>Categoría</b>		<b>Definición de la Configuración Electrónica</b>	
<b>Grupo</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
Ge I	Reduccionista	0,90	0,316
	Funcionalidad	0,00	0,000
	Organización	0,30	0,949
Gc I	Reduccionista	0,90	0,316
	Funcionalidad	0,20	0,632
	Organización	0,00	0,000

#### **Figura 20**

*Porcentajes de respuestas del grupo experimental (Ge) para el ítem 4 (preprueba).*



La gráfica anterior, muestra un porcentaje considerable (90%) para la subcategoría reduccionista en el grupo experimental (Ge), lo que indica que probablemente, aun desconociendo el concepto de la configuración electrónica, los estudiantes presentan ideas previas construidas a partir de su propia experiencia cotidiana que permiten comprender la temática presentada en el ítem. De acuerdo con García (2006), es importante que los estudiantes adquieran un conocimiento básico y adecuado de la materia, ya que las propiedades físico químicas de un elemento vienen determinadas por la distribución de los electrones en el interior de sus átomos. Igualmente, el grupo control (Gc), con un porcentaje (90%) para la subcategoría reduccionista. También se presenta un porcentaje significativo para la subcategoría funcionalidad y organización (10%) en los dos grupos (Ge y Gc).

### ***Pregunta 5***

#### **Figura 21**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*



5. Los electrones se encuentran en la corteza del átomo girando alrededor del núcleo. La corteza está compuesta por distintos niveles o capas en las que se encuentra un cierto número de electrones. La distribución de los electrones en la capa más externa determina las propiedades físicas y químicas de los átomos y, por tanto, de la materia. A estos se les denomina electrones de valencia.

a. Dibuja un esquema para los átomos de Na, K, Cl y F con la distribución de los electrones en las distintas capas. Determina a qué grupo y periodo pertenecen.

ÁTOMOS	PROTONES	NEUTRONES	ELECTRONES
Sodio Na	11	11	11
Potasio K	19	19	19
Cloro Cl	17	17	17
Flúor F	9	9	9

b. Los elementos de una misma familia del sistema periódico tienen propiedades químicas parecidas. En el caso del sodio y el potasio son buenos conductores de electricidad. Mientras que el cloro y el flúor son sumamente reactivos y formadores de sales. ¿Cuál crees que es la razón para su comportamiento?

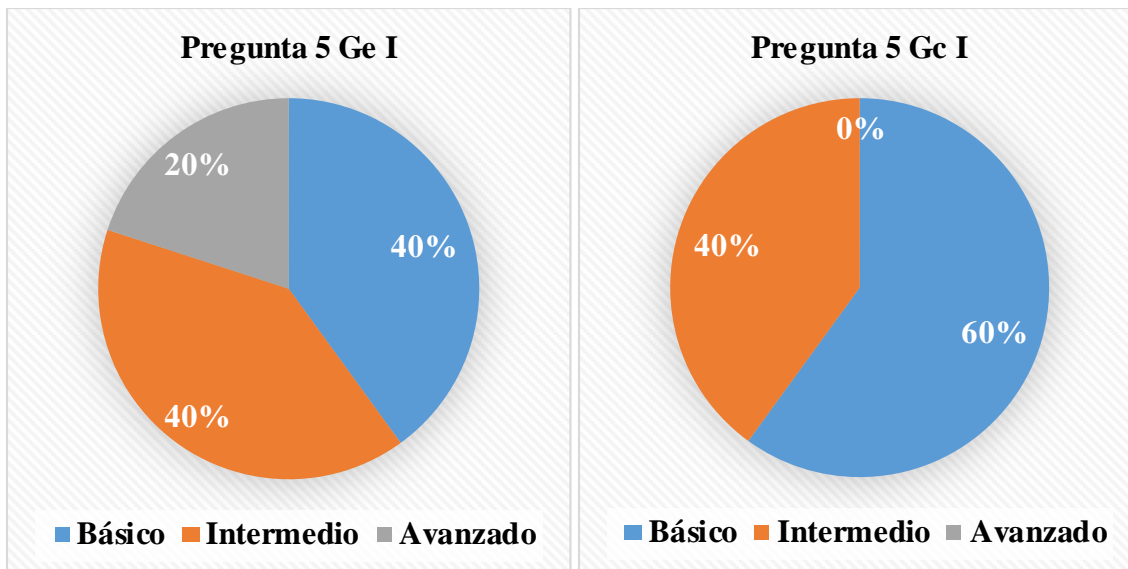
**Tabla 11**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Electrones de Valencia	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,50	0,527
	Intermedio	0,80	1,033
	Avanzado	0,30	0,949
Gc I	Básico	0,60	0,516
	Intermedio	0,80	1,033
	Avanzado	0,00	0,000

**Figura 22**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 5 (preprueba).*



En esta pregunta, se introduce la estructura electrónica de los elementos, y se resalta el papel de los electrones de valencia en la determinación de las propiedades fisicoquímicas de los elementos. De acuerdo con García (2004), este tipo de actividad busca que los estudiantes obtengan la distribución de los electrones en los distintos niveles de energía electrónica, sin hacer mención a los subniveles energéticos, y sean capaces, por tanto, de identificar el número de electrones de valencia. Finalmente, en la Figura 22, se evidencia que hay un porcentaje considerable en los dos grupos (Ge y Gc) para cada una de los niveles. El bajo porcentaje en la subcategoría avanzado (20% y 0% respectivamente), indica que no existe un conocimiento claro del concepto de configuración electrónica, ya que, los estudiantes no logran relacionar la cantidad de electrones que se pueden ubicar en un nivel de energía determinado y la concepción de electrones de valencia en esta.

### ***Pregunta 6***

**Figura 23**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

6. El magnesio es un elemento químico muy importante para muchos procesos que realiza el cuerpo humano. Por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea. Además, tiene como número atómico  $Z = 20$ , y se representa por su configuración electrónica de la siguiente manera:  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$ .
- a. ¿Qué representa los números y letra  $3p^6$  de la configuración electrónica?
- b. ¿En qué orbital se encuentra el último electrón de valencia?

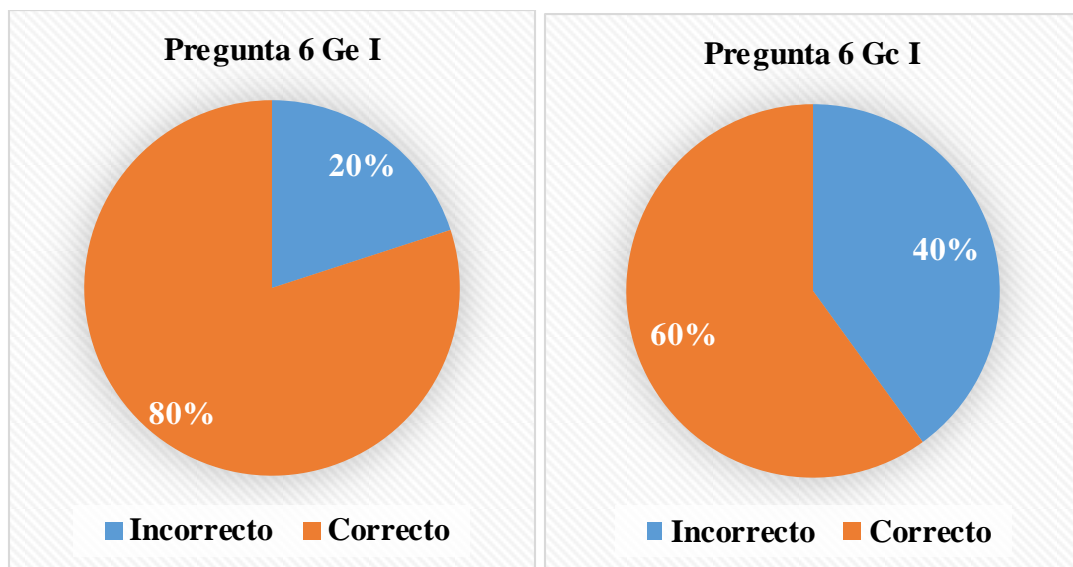
**Tabla 12.**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Electrones de Valencia	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Incorrecto	0,20	0,422
	Correcto	1,60	0,843
Gc I	Incorrecto	0,40	0,516
	Correcto	1,20	1,033

**Figura 24**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 6 (preprueba).*



En esta pregunta se muestra la distribución electrónica de un elemento metálico de la cual se debe reconocer los niveles de energía, subniveles de energía y el orbital atómico en el cual se encuentra el último electrón de valencia; en este caso la subcategoría correcta está presente en ambos grupos (80% y 60% respectivamente). Aunque, el grupo experimental (Ge) fue el de mayor resultado (80%), no representa un reconocimiento claro del concepto de electrones de valencia a partir de una configuración electrónica.

### ***Pregunta 7***

### **Figura 25**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

7. La profesora de ciencias naturales les pide a cuatro estudiantes que escriban la configuración electrónica para un átomo con 2 niveles de energía y 5 electrones de valencia. En la siguiente tabla se muestra la configuración electrónica que cada estudiante escribió.

Estudiante	DANIEL	MARIA	JUANA	PEDRO
Configuración	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^1 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^1 2s^2 2p^2$

- a. De acuerdo con la tabla, ¿Cuál fue el estudiante que escribió correctamente la configuración electrónica? ¿Por qué?  
 b. ¿A qué elemento químico corresponde la configuración electrónica?

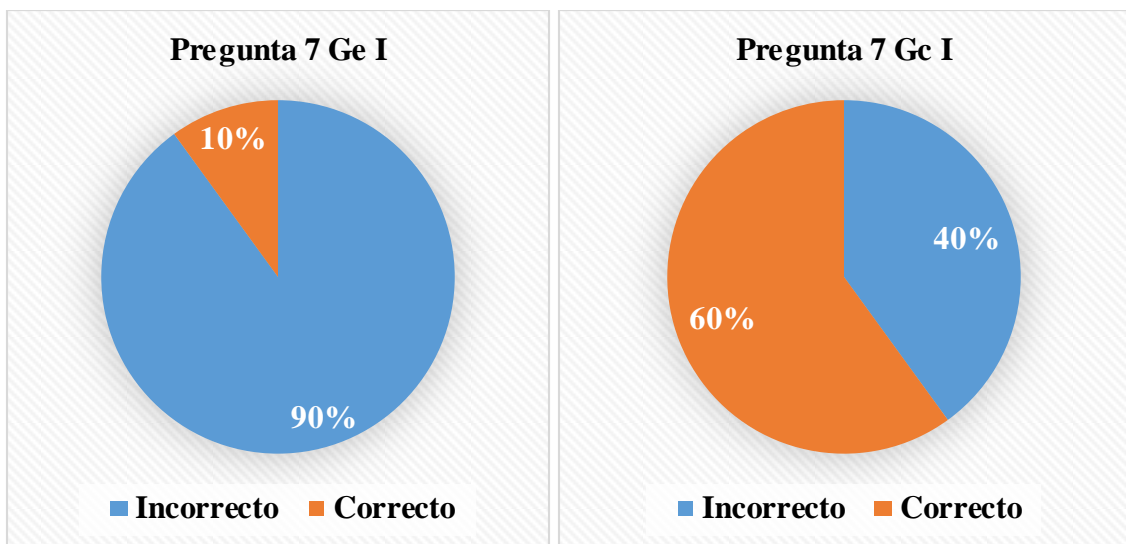
**Tabla 13**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Subniveles de Energía	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Incorrecto	0,90	0,316
	Correcto	0,20	0,632
Gc I	Incorrecto	0,40	0,516
	Correcto	1,20	1,033

**Figura 26**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 7 (preprueba).*



En esta pregunta se describe de distintas maneras la distribución electrónica de un elemento desconocido, a partir de la cual se debe reconocer a qué elemento químico corresponde dicha configuración electrónica, en la Figura 26, se evidencia porcentajes altos (90% y 40% respectivamente) para la subcategoría incorrecto. De acuerdo, con los resultados obtenidos en ambos grupos (Ge y Gc) se puede inferir que los estudiantes presentan dificultades para interpretar la información que proporciona la configuración electrónica de un elemento químico. Para el caso de la subcategoría correcta los porcentajes obtenidos (10% y 60% respectivamente), demuestra una vaga noción de la comprensión de la temática abordada en esta pregunta.

**Pregunta 8**

**Figura 27**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

8. De todos los elementos de la tabla periódica, los gases nobles son los más estables, desde el punto de vista químico. Esto quiere decir que los podemos encontrar en la naturaleza sin estar combinados con átomos de otros elementos. Sin embargo, los demás elementos químicos requieren enlazarse con otros átomos del mismo tipo o de otro tipo de elementos.

a. ¿Para qué crees que es importante que los átomos de elementos que no pertenecen a la familia de los Gases Nobles, hagan enlaces químicos? ¿Qué estructuras de estos átomos participan en los enlaces?

b. En la vida cotidiana, la sal de cocina (NaCl) es una sustancia química estable y no tóxica para los organismos. Sin embargo, cuando los átomos de cloro y de sodio están separados, son explosivos y altamente reactivos, llegando a ocasionar la muerte a los seres vivos cuando se ingieren ¿Por qué crees que estos elementos químicos son tóxicos al estar separados y cuando se enlazan no lo son?

Transferecia de un electrón

Na átomo de sodio

Cl átomo de cloro

Na<sup>+</sup> ión sodio

Cl<sup>-</sup> ión cloruro

cloruro sódico (NaCl)

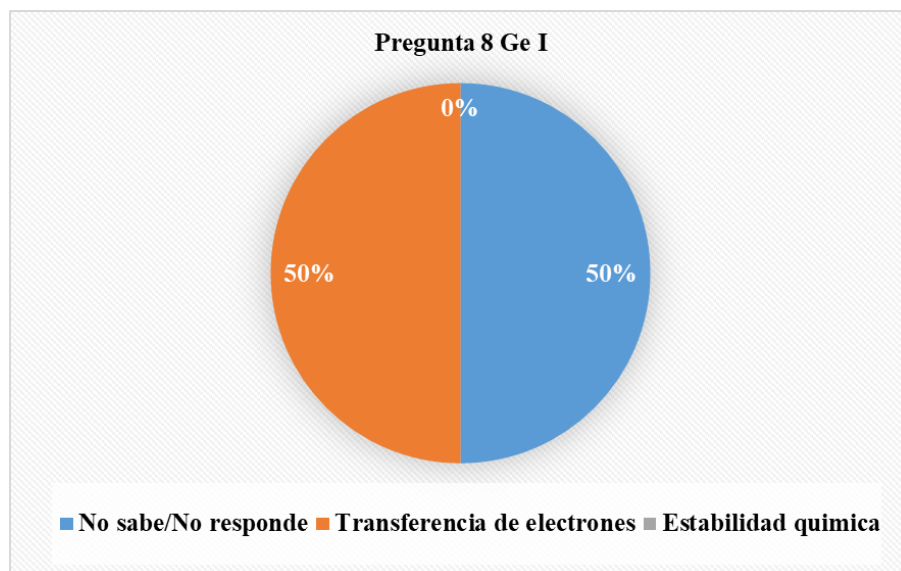
**Tabla 14**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Enlace Químico	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	No sabe/No responde	0,30	0,483
	Transferencia de electrones	1,40	0,966
	Estabilidad química	0,00	0,000
Gc I	No sabe/No responde	0,50	0,527
	Transferencia de electrones	0,80	1,033
	Estabilidad química	0,30	0,949

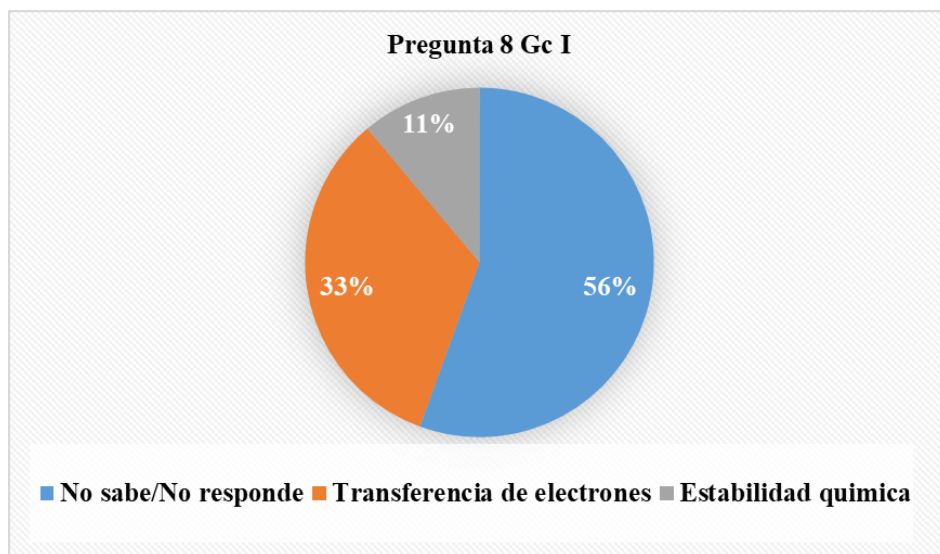
**Figura 28**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 8 (preprueba).*



**Figura 29**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 8 (preprueba).*



En esta pregunta se ofrece información sobre cómo los átomos alcanzan su estabilidad, en función del número de electrones de valencia que poseen para formar enlaces químicos. Asimismo, sirve de antesala para introducir explícitamente el carácter metálico y no metálico de los elementos. De esta manera, podemos identificar que las subcategorías más representativas ha



sido transferencia de electrones (50% y 33% respectivamente) y la menos representativa estabilidad química para ambos grupos (Ge y Gc), se puede inferir que los estudiantes suelen considerar que las uniones químicas se producen para formar moléculas y no para formar otras estructuras cristalinas más complejas. De acuerdo con Alvarado (2005), existe una marcada confusión con respecto a si el enlace químico consiste en la unión o en la interacción de átomos, electrones, moléculas, cargas, compuestos, sustancias, orbitales o iones, ya que los estudiantes no comprenden muy bien que un enlace químico no se establece únicamente a nivel interatómico, sino que también existen interacciones entre moléculas. Además, este autor señala que la idea del enlace químico como interacción electromagnética casi no aparece en los estudiantes de secundaria, para la mayoría el enlace es diferente en función de la posición de los elementos químicos en la tabla periódica.

De acuerdo con lo anterior, Taber (1997) considera que para lograr una comprensión del enlace químico en la enseñanza secundaria se debe partir de la construcción de un esquema basado en los principios electrostáticos y no del marco explicativo de que los átomos “*quieren tener ocho electrones en su última capa*”. Este mismo autor propone que el estudio del enlace se debería comenzar con el enlace metálico, seguido del iónico y posteriormente del enlace covalente, en estructuras como el diamante, y finalmente el enlace covalente en moléculas, con el objetivo de evitar que los estudiantes piensen en la existencia real de moléculas iónicas y metálicas. Sin embargo, Dhindas y Treagust (2004) sugieren que el enlace covalente debería ser enseñado en primer lugar seguido del enlace covalente polar y por último el enlace iónico, además propone introducir el enlace metálico como un tipo de enlace covalente.

### ***Pregunta 9***

### **Figura 30**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

9. Una manera en la que se agrupa los elementos en la tabla periódica es por sus propiedades físicas y químicas que comparten. Esto no es obra de casualidad, sino de su configuración electrónica y de los electrones de valencia que tienen en su último nivel de energía. Es por esto que en ciertos casos algunos átomos les hacen falta más electrones que a otros para alcanzar la estabilidad química. Por ejemplo, los átomos que tienen pocos electrones de valencia (menos de 4 electrones) y que, por tanto, tienden a perder sus electrones de valencia, se denominan metales; mientras que los átomos que tienden a ganar electrones se denominan no metales.

### **Metales Vs. No Metales**



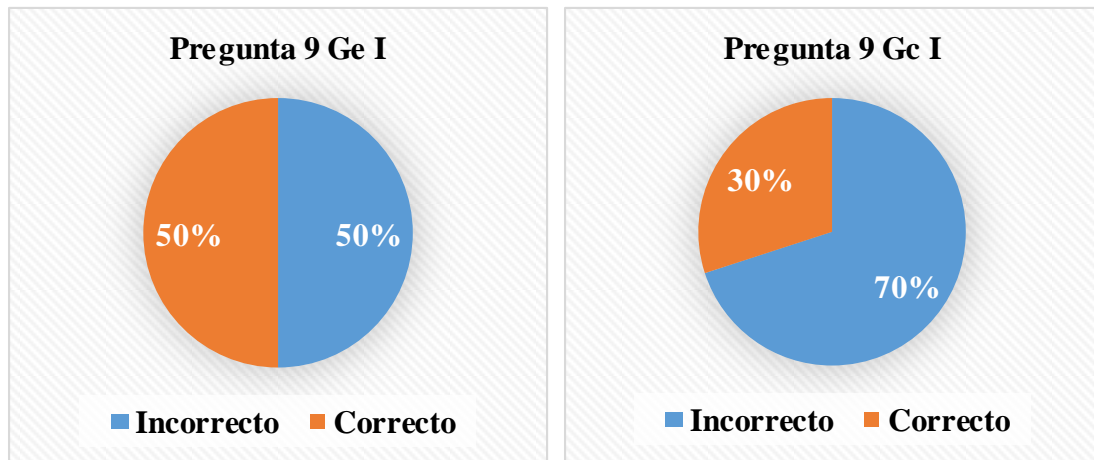
- La estructura electrónica del azufre (S) es (2, 8, 6), y la del potasio (K) (2, 8, 8, 1). ¿Cuál será el comportamiento de cada elemento con el fin de lograr su estabilidad química?
- Sean dos átomos A y B, cuyas estructuras electrónicas son, respectivamente, (2, 8, 1) y (2, 8, 7). ¿Cuál de ellos poseen un carácter metálico o no metálico?
- Dentro del conjunto de los elementos metálicos, hay unos que tienen mayor actividad electrónica que otros; es decir, que ceden con más facilidad sus electrones de valencia. Dados los siguientes elementos metálicos, cuyas estructuras electrónicas se acompañan, indica cuál presenta mayor carácter metálico (mayor actividad electrónica): Rb (2, 8, 18, 8, 1); Ca (2, 8, 8, 2); In (2, 8, 18, 18, 3).
- Del mismo modo, en los no metales también hay unos con más actividad electrónica que otros, en el sentido de que son más tendientes a ganar los electrones que le faltan. Haz lo mismo con los siguientes elementos no metálicos: Cl (2, 8, 7); S (2, 8, 6); P (2, 8, 5).
- La estructura electrónica del elemento que compone cierto material es (2, 8, 4). ¿Cuál será su carácter a temperatura ambiente?

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Aniones-Cationes	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Incorrecto	0,50	0,527
	Correcto	1,00	1,054
Gc I	Incorrecto	0,70	0,483
	Correcto	0,60	0,966

**Figura 31**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 9 (preprueba).*



Se pudo inferir a partir de las gráficas que, el 50% y el 70% de los estudiantes de cada grupo (Ge y Gc), no tienen claridad acerca de la manera como se distribuyen los elementos químicos en la tabla periódica teniendo en cuenta sus propiedades químicas. Por el contrario, solo el 50% y el 30% respectivamente, lograron responder de manera correcta a este interrogante, demostrando no solo reconocer el sistema de clasificación periódica de los elementos químicos,

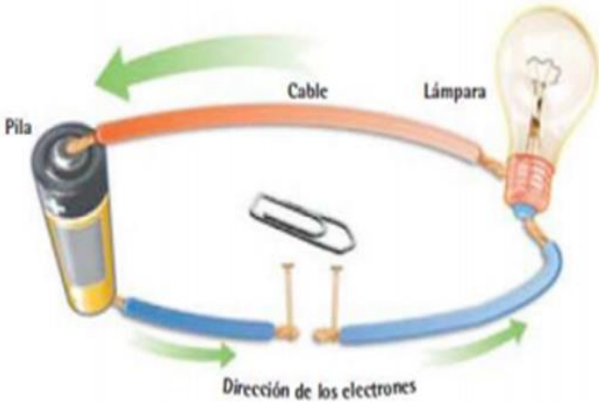
sino su importancia y relación con características más de orden microscópico. Dentro de las principales causas que pueden justificar los resultados obtenidos en este interrogante, está el manejo inadecuado o poco uso de la tabla periódica. De acuerdo con Franco y Oliva (2012), una de las principales dificultades que tienen los estudiantes en el manejo y comprensión de la tabla periódica se debe a que, la información que se encuentra en ellas difiere en sus estructuras o en su información contenida.

### ***Pregunta 10***

#### **Figura 32**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

10. La siguiente representación gráfica muestra un fenómeno cotidiano en donde a partir de energía química (pila) se transforma en energía eléctrica (encender el bombillo), por medio de unos cables que en su interior llevan cobre y de un interruptor (click) de característica metálica.



El diagrama muestra un circuito eléctrico simple. A la izquierda hay una pila (batería) con un cable rojo conectado a su terminal positivo y un cable azul conectado a su terminal negativo. El cable rojo va hacia la derecha y se conecta a la base de una lámpara incandescente. El cable azul va hacia abajo y luego hacia la izquierda, pasando por un interruptor metálico que está en posición abierta. Un clip de papel metálico está colocado sobre el interruptor, completando el circuito. Flechas verdes indican la dirección del flujo de los electrones: desde la pila, a través del cable rojo, la lámpara, el cable azul y el interruptor, de vuelta a la pila. El interruptor metálico está etiquetado como 'click'.

Dirección de los electrones

- ¿Cómo explicarías el fenómeno visto en el gráfico?
- ¿Consideras que los electrones o los protones participan en la liberación de la energía almacenada en la pila? ¿Por qué?
- Ahora bien, en la vida cotidiana haz visto que los metales conducen la electricidad y que sustancias como la goma o el plástico no lo hace. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores de electricidad? ¿Qué pasa en su estructura interna?
- ¿Crees que solo sustancias en estado sólido pueden conducir la electricidad, o también lo pueden hacer sustancias en estado líquido o gaseoso? Justifica tu respuesta.

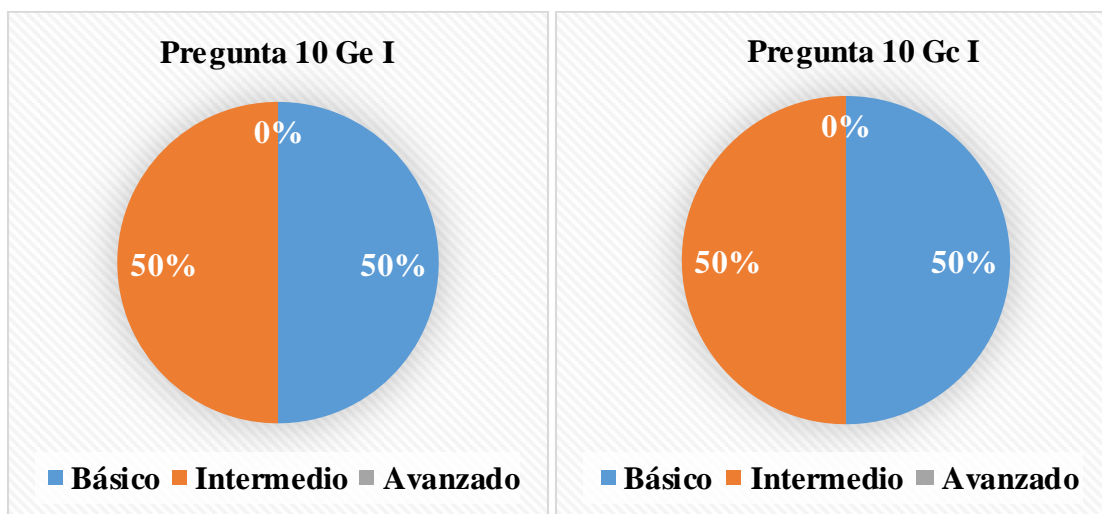
**Tabla 16**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Enlace Químico Iónico	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,50	0,527
	Intermedio	1,00	1,054
	Avanzado	0,00	0,000
Gc I	Básico	0,50	0,527
	Intermedio	0,80	1,033
	Avanzado	0,30	0,949

**Figura 33**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 10 (preprueba).*



En esta pregunta se ratifica el desconocimiento y la existencia de los errores conceptuales en los estudiantes, acerca de la relación de la distribución electrónica y la naturaleza eléctrica de los átomos. La pregunta pretendía aproximar a los estudiantes al manejo y comprensión de los conceptos básicos de la naturaleza de la electricidad de los átomos y los circuitos eléctricos. Según Parra et al., (2001) de acuerdo con el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), es necesario que los estudiantes conozcan los principios básicos en los cuales se fundamenta la tecnología que los rodea, junto con los efectos que su utilización tiene en el entorno. Además, teniendo en cuenta que la electricidad es una de las formas más usadas en el mundo, se hace necesario identificar las leyes básicas y los principios de funcionamiento de los circuitos eléctricos, así como conocer las magnitudes y su aplicación en la vida cotidiana. Según los resultados obtenidos se observa un alto porcentaje en la subcategoría básico para los dos grupos (50% y 50% respectivamente), lo cual indica que se confirma la inconsistencia al tratar de relacionar estos conceptos en una situación de la vida cotidiana. Por otro lado, en la subcategoría intermedio (50% y 50% respectivamente), se muestra un porcentaje que revela un rendimiento regular para esta pregunta. De acuerdo con Campos (2009), las dificultades para explicar un circuito eléctrico correctamente pueden ser el resultado de todos los conceptos que derivan de la experiencia informal a lo largo de la vida.

### ***7.2.3 Implementación de la Estrategia Didáctica***

De acuerdo con los resultados del diagnóstico y exploración de las ideas previas de los estudiantes, y considerando el reconocimiento de errores conceptuales que pudieran llegar a

influir en el aprendizaje de la temática establecida, se hizo necesario recapitular y fortalecer las nociones que se tiene de la configuración electrónica y de sus características.

La estrategia didáctica basada en el modelo didáctico analógico (MDA), se diseñó e implementó en el grupo experimental (Ge) teniendo como referente la propuesta pedagógica del modelo de postprimaria rural como se presenta en la Tabla 17. Cabe anotar, que la temática desarrollada sobre la configuración electrónica, hace parte del contenido programático del área de ciencias naturales y educación ambiental para la educación básica rural.

**Tabla 17**

*Estructura general de la intervención didáctica.*

<b>Cartilla de ciencias naturales y educación ambiental</b>			<b>Modelo didáctico analógico</b>
<b>Temática</b>	<b>Módulo</b>	<b>Guía de aprendizaje</b>	<b>Secuencia didáctica elaborada</b>
<b>Los primeros modelos atómicos</b>	Módulo 1 El universo y la materia	Guía 1 ¿De dónde salió la materia?	¿Cómo modelamos el comportamiento de la materia? Tiempo Sugerido: 2 horas
<b>La configuración electrónica de los átomos</b>	Módulo 1 El universo y la materia	Guía 2 ¿Cómo nos imaginamos la materia	La configuración electrónica Tiempo Sugerido: 2

		en su interior?	horas
<b>La tabla periódica</b>	Módulo 1 El universo y la materia	Guía 3 ¿Por qué se pueden organizar los elementos?	La tabla periódica de los elementos químicos Tiempo Sugerido: 2 horas

Para la implementación de la estrategia de aprendizaje, se creó una secuencia didáctica de aula integrada por tres sesiones semanales de dos horas aproximadamente cada una. En esta secuencia de aula, se incluyeron analogías y materiales de la vida cotidiana y de fácil obtención, acordes con los estándares y competencias propuestas por el Ministerio de Educación Nacional (MEN). Además, se pretendió así favorecer la interrelación de contenidos entre asignaturas, reforzar los saberes previos y, a la vez, incorporar nuevos conocimientos con un grado de profundidad acorde con la formación por competencias. En particular, todas las actividades de la secuencia didáctica buscaban que el estudiante se apropie del conocimiento como elemento fundamental e indispensable. Adicionalmente, la evaluación de la implementación de la estrategia en los estudiantes del grupo experimental (Ge) fue continua y flexible. Dicha evaluación, abordó aspectos como la autoevaluación, la heteroevaluación y la coevaluación, donde los estudiantes constantemente evaluaban las actividades de sus compañeros y le realizaban comentarios. Por otro lado, se llevaron a cabo clases magistrales durante este periodo de enseñanza y aprendizaje para el grupo control (Gc).



### *Descripción de la Secuencia Didáctica*

#### *7.2.3.1 Secuencia didáctica 1. ¿Cómo modelamos el comportamiento de la materia?*

Para el desarrollo de la estrategia de aprendizaje, se comenzó con la siguiente secuencia didáctica, constituida por dos actividades, cuyo objetivo principal es la comprensión de la importancia del átomo dentro de la composición de la materia, cómo surgió la idea del átomo, y la evolución del concepto a través de la historia, incluyendo las propuestas principales, sus autores, y por supuesto la manera en que el concepto pasó de ser una especulación a tener una comparación experimental. Según Capuano et al., (2007), dado que la química estudia distintos fenómenos utilizando modelos, es importante mostrarlos como construcciones provisionales e incompletas a través de estrategias que apunten a que el estudiante construya este concepto. Por otra parte, en la secuencia didáctica se pretende resaltar que la ciencia recurre al uso de modelos para crear una situación menos compleja que puede ser estudiada.

**Figura 34**

*Imagen de la primera secuencia didáctica.*

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: ¿CÓMO MODELAMOS EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA?**

**NOMBRE:**

**CURSO:**

**FECHA:**

**APRENDIZAJE ESPERADO**

- Valorar los modelos atómicos que dieron origen al actual, describiendo tanto la estructura como el comportamiento del átomo y sus electrones, y reconocer las propiedades de los elementos radiactivos identificando sus aplicaciones e impacto en su entorno.

**MODELANDO EL COCNOCIMIENTO**

Los científicos emplean modelos para facilitar el estudio de diversos fenómenos complejos, ya que mediante su uso logran describirlos de manera sencilla. Un ejemplo de ello es el modelo del estado del tiempo el cual depende de diversos factores para dar un resultado, algunos de estos son la presencia de nubes, captación de carbono en los océanos, corrientes de aire, presión atmosférica, etc. Los meteorólogos utilizan los modelos matemáticos y físicos para hacer más fácil el estudio del conjunto de factores y analizar las condiciones que van a predominar en determinado momento, por ejemplo, si habrá tormenta, sobre un país. Tal vez pueda parecer muy complicado, sin embargo, un modelo puede ser algo más sencillo como un mapa.

Asimismo, los científicos han utilizado a lo largo del tiempo modelos para el desarrollo de sus teorías. Algunas de ellas se han modificado debido a que se generan nuevos modelos que se ajustan mejor y describen de manera más adecuada los fenómenos.



**Tabla 18**

*Cuadro de identificación de las finalidades de aprendizaje. Fuente de creación propia.*

<b>Temática 1. Los primeros modelos atómicos</b>		
<b>Secuencia didáctica</b>	¿Cómo modelamos el comportamiento de la materia?	
<b>Aprendizaje Esperado</b>	Valorar los modelos atómicos que dieron origen al actual, describiendo tanto la estructura como el comportamiento del átomo y sus electrones, y reconocer las propiedades de los elementos radiactivos identificando sus aplicaciones e impacto en su entorno.	
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos atómicos</li> <li>• Modelo mecánico cuántico del átomo.</li> <li>• Partículas subatómicas: electrón, protón y neutrón</li> <li>• Número atómico.</li> <li>• Masa atómica.</li> <li>• Número de masa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce las características de cada uno de los modelos atómicos previos al actual.</li> <li>• Relaciona las partículas subatómicas con el número atómico, masa atómica y número de masa de cualquier elemento químico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra disposición al trabajo metódico y organizado.</li> <li>• Reconoce el impacto que produce la extracción de los materiales en el ambiente y cómo esto puede afectar la salud y el bienestar de la población y las generaciones futuras.</li> </ul>
<b>Tiempo asignado</b>		<b>2 horas</b>

La primera actividad de la intervención didáctica, consistió en la presentación de un video sobre historia del modelo atómico. Según González et al., (2003), los modelos se han construido a lo largo de la historia con el aporte de los diversos científicos. Los modelos se construyen por personas que se apropian de ellos, y van mejorándolos a medida que explican nuevos hechos. Por

lo tanto, según Capuano et al., (2007), se debe enseñar a los estudiantes que los modelos atómicos evolucionan con el paso del tiempo, en respuesta a las falencias explicativas que otros han presentado y a este proceso se suman avances tecnológicos en la historia. Además, estos autores resaltan la necesidad de reconocer que, dado que el átomo está alejado de la experiencia cotidiana, “sus modelos” son fundamentales para facilitar su comprensión.

### Figura 35

*Imagen de la actividad 1.*

**ACTIVIDAD 1**

1. Si tienes la posibilidad de conexión a internet, visualiza el video "La Historia del Modelo Atómico", en el cual encontrarás información sobre las aportaciones de cada uno de los modelos atómicos a lo largo del tiempo.  
<https://www.youtube.com/watch?v=H7rIhQdHi7o>



### Figura 36

*Fotografías del grupo experimental (Ge).*



Posteriormente, se dio paso a la segunda actividad, que pretendió que los estudiantes comprendieran los alcances y las limitaciones de los modelos como representación más cercana sobre el átomo. De igual forma, se buscó con esta actividad que el estudiantado reconociera los aportes de los científicos a través del tiempo, y la posibilidad de ver en forma cronológica la evolución de los modelos. En relación con esta instrucción, Capuano et al., (2007) consideran que es importante mostrar a los estudiantes, que una misma realidad puede describirse por modelos distintos y que a medida que avanza el conocimiento, se harán más detallados o profundos. Por lo tanto, el producto esperado como evidencia de aprendizaje, era la construcción de una historieta que describiera el proceso histórico de la creación del modelo atómico actual, sin profundizar en los principios de la mecánica clásica y cuántica ni recurrir a cálculos matemáticos, debido a que en este nivel de escolaridad los estudiantes no comprenden aún estos temas. Para el desarrollo eficaz de esta actividad, a los estudiantes se les dio las pautas previas para su elaboración.

**Figura 37**



Imagen de la actividad de evidencia de aprendizaje.

**ACTIVIDAD 2**

La obtención de un modelo atómico que satisfaga la mayoría de las observaciones científicas ha sido un proceso largo y que ha ido cambiando. Sin embargo, cada modelo forma parte de un proceso histórico y fue importante el contexto en el que se desarrolló. **Con el fin de que valores las aportaciones de cada uno de los modelos atómicos como parte de ese proceso histórico que contribuyó a la comprensión del proceso actual, realiza las siguientes actividades.**

1. Retoma todas las evidencias obtenidas en el desarrollo de la actividad anterior y elabora una línea de tiempo sobre la evolución de los modelos atómicos.
2. A partir de la línea de tiempo anterior construye una historieta sobre la evolución de los modelos atómicos. Recuerda que lo importante no es evaluar si sabes dibujar, así que puedes hacer uso de programas computacionales o descargar imágenes de internet para elaborar tu historieta y que los modelos atómicos describan lo que sus autores quisieron comunicar. Ahora bien, para construir tu historieta puedes utilizar viñetas y globos como los que se muestran a continuación:




Figura 38

Fotografías del grupo experimental (Ge).



### ***7.2.3.2 Secuencia didáctica 2. Configuraciones electrónicas y números cuánticos***

Para el desarrollo de la segunda secuencia didáctica, se planificaron dos actividades centradas en el modelo didáctico analógico, para describir con mayor facilidad los conceptos de números cuánticos y configuración electrónica de los átomos. De acuerdo con Pérez et al., (2007), algunas de las dificultades que tienen los estudiantes con respecto a los números cuánticos, es que se les dificulta asimilar este contenido, como un asunto probabilístico, ya que estos números determinan cual es la posible ubicación de los electrones contenidos en cualquier átomo. Así pues, se parte del hecho de que el átomo existe, más aún no se ha podido determinar cuál es su verdadera estructura, ni de qué forma están contenidos los electrones en él. Por el contrario, lo que se tiene aún sobre el átomo, son representaciones de su constitución y a partir de ellas se han hecho planteamientos sobre los números cuánticos. Por esta razón, es importante hallar maneras de que el estudiante tenga una aproximación o idea de lo que se quiere que se aprenda y comprenda.

Para lograr motivación en los estudiantes e ir superando dichas dificultades en el tema, se hizo el acercamiento al mundo microscópico por medio de una analogía, como estrategia pedagógica, con el fin de explicar la distribución de los electrones en los orbitales (s, p, d y f). Además, con la analogía se buscó que los y las estudiantes pudieran comprender y construir una dimensión sobre el porqué de la forma de cada orbital, la cantidad de electrones que este puede albergar, y de esta manera lograr bajo un método sencillo, explicar la naturaleza y funcionamiento de los números cuánticos. Las finalidades de enseñanza y aprendizaje de esta temática, se pueden ver en la Tabla 19.



**Tabla 19**

*Cuadro de identificación de las finalidades de aprendizaje. Fuente creación propia.*

<b>Temática 2. La configuración electrónica de los átomos</b>		
<b>Secuencia didáctica</b>	Configuraciones electrónicas y números cuánticos	
<b>Aprendizaje Esperado</b>	Aplicar los principios básicos de las configuraciones electrónicas y su relación con los números cuánticos para comprender el comportamiento del átomo.	
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configuraciones electrónicas y números cuánticos:</li> <li>• Principio de construcción de Aufbau.</li> <li>• Principio de exclusión de Pauli.</li> <li>• Principio de máxima multiplicidad o regla de Hund.</li> <li>• Principio de incertidumbre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifica los electrones de valencia en la configuración electrónica de los elementos y los relaciona con las características de éstos.</li> <li>• Distingue los números cuánticos de un electrón.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra disposición al trabajo metódico y organizado.</li> <li>• Reconoce el impacto que produce la extracción de los materiales en el ambiente y cómo esto puede afectar la salud y el bienestar de la población y las generaciones futuras.</li> </ul>
<b>Tiempo asignado</b>		<b>2 horas</b>

## Figura 39

*Imagen de la segunda secuencia didáctica.*

### ACTIVIDAD 1

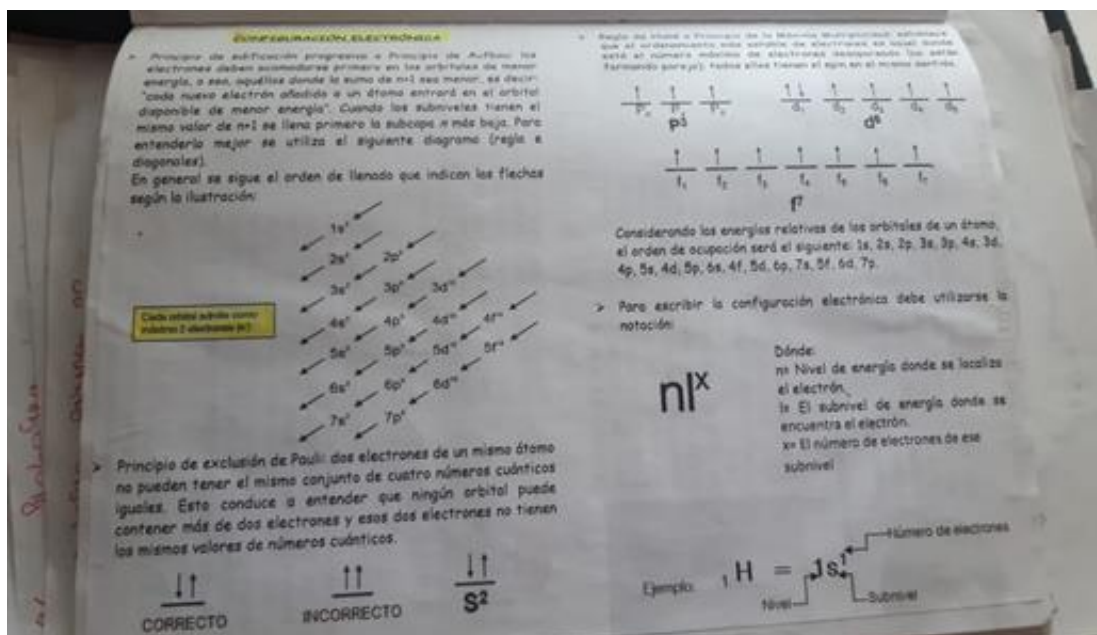
1. Para ayudarte a describir mejor los conceptos de números cuánticos, realiza lo siguiente:
  - a. Consigue globos de forma redonda y alargada, hilo y prepárate a soplar.
  - b. Tomaremos el ejemplo de  $n=2$ . ¿Qué valores de número cuántico secundario ( $l$ ) puede tener? ¿A qué letras corresponde? ¿Cuántas formas de globo distintas necesitas para ilustrar los orbitales?
  - c. En este ejemplo, número cuántico secundario ( $l$ ) puede tomar valores desde 0 hasta  $n-1=1$ , es decir, 0 y 1. Al utilizar la notación de letras, estarían  $s$  y  $p$ . En el caso del orbital  $s$ , el número cuántico magnético  $m$  únicamente puede tomar el valor de 0, por lo que solo tiene orientación posible. Infla el globo redondo (a la mitad de su capacidad) y amárralo. Sobre la superficie de este, escribe con el plumón la notación  $2s$ , que corresponde al orbital que representamos. ¿Cuántos electrones puede contener? Recuerda el principio de Pauli y dibuja los electrones en el globo.
  - d. Para el valor de *número cuántico secundario*  $l=1$ , al que corresponde el orbital con la letra  $p$ , el número cuántico magnético puede tomar los valores de  $-1, 0$  y  $+1$ , lo que significa que existen tres orientaciones posibles. Infla tres globos alargados, y amárralos. Sobre cada uno escribe la notación  $2p$  y dibuja los electrones que pueden tener.

Luego de realizar un planteamiento moderno del electrón en el tema de la estructura atómica, se planteó la segunda actividad a través de un juego didáctico centrado en una analogía. La finalidad de esta actividad, era permitir el acercamiento del estudiante a concepciones próximas sobre la posición del electrón. En este caso, los estudiantes aplicaban y ponían a prueba sus conocimientos, aproximándose al mundo macroscópico de la materia, y en conjunto con sus sentidos, aplicaban sus conocimientos sobre la regla de Hund, el principio de exclusión de Pauli y sobre los números cuánticos. Según Oliva et al., (2009), un primer contacto con la actividad de

modelar en química es la que lleva a cabo el estudiante cuando aprende los modelos enseñados que forman parte del currículo.

### Figura 40

Fotografías del grupo experimental (Ge).



Por otro lado, Tim (2004) considera que las analogías, las metáforas y los modelos concretos se encuentran entre las herramientas más utilizadas en la enseñanza, pues con frecuencia, tanto los docentes como los autores de libros de texto, utilizan analogías para explicar contenidos científicos y facilitar el proceso de aprendizaje de nuevos conceptos de una manera comprensible para los estudiantes. Dado que, una analogía guía a los estudiantes en la construcción de un modelo mental inicial del concepto a aprender basado en algo familiar. Así, ese modelo servirá para efectuar la transposición del nuevo conocimiento.

Por otra parte, Galagovsky et al., (2001) consideran que el razonamiento analógico es la llave que permitiría el acceso a los procesos de aprendizaje, ya que todo nuevo conocimiento incluiría una búsqueda de aspectos similares entre lo que ya se conoce y lo nuevo, lo familiar y lo no familiar. Asimismo, los juegos didácticos, desarrollados de forma individual o en grupo, ofrecen al estudiante la oportunidad de ser protagonistas de su aprendizaje. Es por esto que, la enseñanza a través del juego brinda posibilidades para crear y desarrollar una serie de estructuras mentales, que abren una vía al desarrollo del pensamiento abstracto, así como una estimulación en aspectos relacionados con la atención y el recuerdo, la creatividad y la imaginación del estudiante. Además, Franco Mariscal et al., (2012) consideran que los juegos en química, contienen dos elementos esenciales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Por un lado, constituyen un medio de enseñanza en sí mismo, y por otro, son una estrategia de enseñanza porque abordan los contenidos de química de una manera determinada.

#### **Figura 41**

*Fotografías del grupo experimental (Ge)*



De acuerdo con Unas (2012), las analogías actúan como un puente que acorta la distancia entre aquello que el docente quiere que el estudiante aprenda y lo que realmente comprende. Por su parte, Glynn (1991) concibe a las analogías como procesos, al señalar que una analogía es un

proceso de identificar similitudes entre diferentes conceptos. Es importante tener en cuenta que, una de las particularidades de las metodologías activas del aprendizaje, es permitir que el mismo estudiante sea quien construya su propio conocimiento. En consecuencia, durante el proceso de aprendizaje el docente no puede dar a conocer los resultados ni definir ningún concepto, puesto que su rol se limita a orientar la creación de ideas a través de contra preguntas.

### ***7.2.3.3 Secuencia didáctica 3. La tabla periódica de los elementos químicos***

Las actividades de la última secuencia didáctica, consistían en la elaboración de un organizador gráfico sobre las propuestas de clasificación de los elementos químicos de Antoine Lavoisier, Johann Döbereiner y John Newlands, y en la construcción de un juego de mesa sobre las propiedades fisicoquímicas de los elementos químicos de la tabla periódica. Por otro lado, la secuencia de aprendizaje está intercalada con explicaciones y ejercicios que permiten explicar con base a los elementos químicos reales, los conceptos de representación de Lewis, la distribución electrónica, las propiedades de los elementos metales, no metales y metaloides, entre otros temas.

De acuerdo con Doménech (2018), en la enseñanza de la química, la tabla periódica permite el aprendizaje de distintos conceptos vinculados al comportamiento de los elementos químicos, permitiendo ilustrar relaciones entre los niveles submicroscópicos de la estructura del átomo y los comportamientos químicos de los elementos. Sin embargo, en el aprendizaje de la tabla periódica, los estudiantes suelen encontrar problemas para desarrollar un interés sobre el tema. De acuerdo con Franco Mariscal et al., (2012), el desinterés en los estudiantes se relación

con aspectos como la excesiva memorización, la falta de conceptos previos como el concepto de átomo, las dificultades en la comprensión de asuntos como las magnitudes, la percepción de la periodicidad y su utilidad, y la coexistencia de datos de distintos niveles organizativos durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química.

## Figura 42

*Imagen de la tercera secuencia didáctica.*

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: LA TABLA PERIÓDICA DE LOS LEMNTOS QUÍMICOS**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**TODO SE PUEDE ORGANIZAR**

Las personas están acostumbradas a clasificar todo lo que les rodea, desde colores hasta animales, pasando por películas y música. Tú mismo realizas clasificaciones de las cosas que te rodean, aunque en ocasiones sea de manera inconsciente. Por ejemplo, sabes que alimentos son salados, dulces o amargos, eliges ropa adecuada para los diferentes climas o condiciones meteorológicas, y conoces qué materiales se pueden utilizar para distintas aplicaciones.

Pero no solo lo hacemos con cosas materiales, sino también con nuestro conocimiento. Los humanos, durante el desarrollo de la ciencia, han utilizado la clasificación de los objetos de estudio como un sistema que permite organizar y predecir el comportamiento de los fenómenos y materiales.



The illustration shows a clothing rack with several items hanging on it: a red handbag, a purple handbag, a grey dress, a blue pair of pants, a pink scarf, a pink top, a green jacket, and a brown belt. Below the rack, there are several pairs of shoes: a yellow high-heeled shoe, a black high-heeled shoe, a red high-heeled shoe, a red high-heeled shoe, and a yellow rubber boot.

Por otro lado, Galagovsky et al., (2013) consideran que la memorización de los nombres de los elementos de la tabla periódica, no implica que los hayan relacionado o interpretado, y que le reconozcan alguna utilidad, sentido y objetivo al tema como parte del currículo de ciencias en secundaria. Por lo tanto, según Olivera et al., (2015), el aprendizaje no puede quedarse en la memorización de los términos. Por el contrario, para estos autores, el aprendizaje debe propiciar

la construcción del lenguaje científico a partir de los propios estudiantes. Lo anterior, implica que se logre un aprendizaje en el que predomine la creatividad y la participación consciente de los implicados.

**Tabla 20**

*Cuadro de identificación de las finalidades de aprendizaje. Fuente de creación propia.*

<b>Temática 3. La tabla periódica</b>		
<b>Secuencia didáctica</b>	La tabla periódica de los elementos químicos	
<b>Aprendizaje Esperado</b>	Utilizar la tabla periódica como herramienta para obtener información de los elementos, identificando aquellos que se encuentran entre los recursos de tu región valorando su manejo sustentable.	
<b>Conocimientos</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Actitudes</b>
Tabla periódica. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antecedentes históricos.</li> <li>• Grupos o familias.</li> <li>• Periodos.</li> <li>• Metales, no metales y metaloides.</li> <li>• Bloques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconoce los antecedentes históricos que permitieron la construcción de la tabla periódica actual.</li> <li>• Ordena los elementos de la tabla periódica para obtener información sobre las características y propiedades de los mismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muestra disposición al trabajo metódico y organizado.</li> <li>• Reconoce el impacto que produce la extracción de los materiales en el ambiente y cómo esto puede afectar la salud y el bienestar de la población y las generaciones futuras.</li> </ul>

<b>Tiempo asignado</b>	<b>2 horas</b>
------------------------	----------------

En este mismo sentido, se propuso la construcción de un juego de mesa, que, por sus características y reglas, posibilitara la enseñanza de los elementos contenidos en la tabla periódica, debido a que dichos elementos son la columna vertebral de toda la química y por tanto, base de todos los conocimientos que los estudiantes de secundaria deberán aplicar hasta finalizar sus estudios no sólo en química, sino en ciencias en general. De acuerdo con Concepción (2004), las actividades que incluyen juegos pueden abordarse en cualquier momento de la clase, para comprobar la realización del trabajo independiente, motivar otras clases, consolidar y ampliar conocimientos, comprobar si los procesos científicos son asimilados por los estudiantes o para establecer si se cumplieron o no los objetivos trazados. Además, Franco Mariscal et al., (2012) consideran que son una herramienta lúdica con gran potencial para atraer la atención de los estudiantes, fomentar su motivación y favorecer su implicación en el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, se pueden constituir como un recurso de interés no sólo en los primeros acercamientos y en la familiarización con la tabla periódica actual, sino también para ayudar al estudiante en facetas relacionadas con la comprensión de la misma, su uso y aplicación, o su propia naturaleza.

### **Figura 43**

*Imagen de la tercera secuencia didáctica.*



## ACTIVIDAD 2

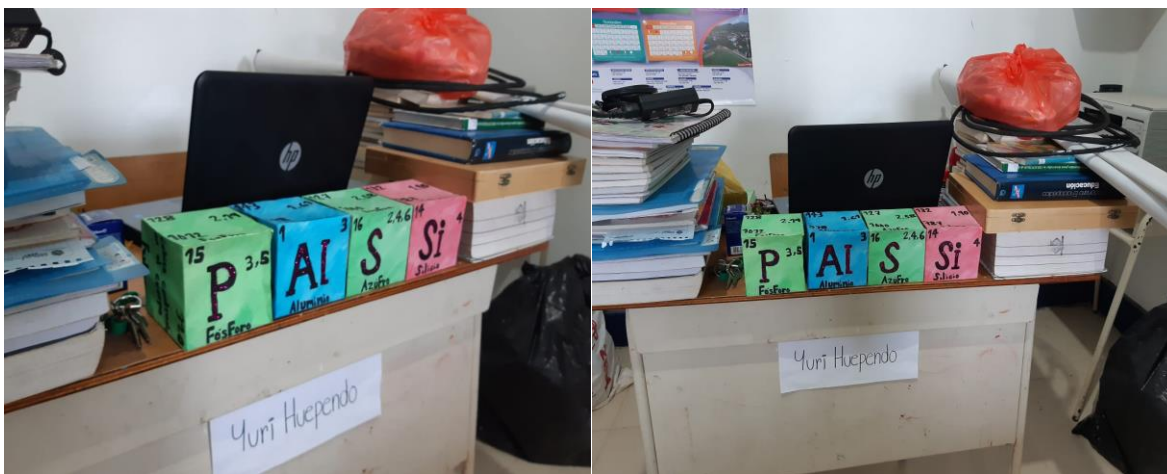
Hasta el momento has visto las características de la tabla periódica y por qué los elementos están colocados ahí de esa manera. Con el fin de que apliques la información y características de la tabla periódica y las relaciones con materiales de uso común, realiza la siguiente actividad:

1. Analiza la información que pueden obtener de una tabla periódica, incluyendo nombre de los elementos, símbolo, número atómico, masa atómica, y la información que les da la disposición en grupos, periodos, bloques, así como la existencia de metales, no metales y metaloides.
2. Investiga en libros o en internet el uso que se le da a los diferentes elementos de la tabla periódica de acuerdo con sus propiedades. Encuentre al menos un ejemplo para cada elemento.
3. Dibuja los materiales u objetos de uso común que encuentre en sus ejemplos y, en la parte de atrás, escribe las características de dicho material.
4. Organiza toda la información con el fin de construir un juego de mesa. Decide si se parecerá a un juego de cartas, de memoria, ajedrez, serpientes y escaleras. También puedes diseñarlo desde cero.
5. Elige los materiales que vas a utilizar. Puede ser cartulina, cartón, papel entre otros. También puedes incluir materiales reciclados, incluso aquellos que estén hechos con el mismo elemento para que puedas relacionarlos con materiales de uso diario. Define el objetivo del juego, las reglas, el sistema de puntos y números de jugadores.
6. Durante el desarrollo de tu juego, pueden incluirse destrezas como la predicción de propiedades de algunos materiales, sus configuraciones electrónicas y ubicación dentro de la tabla periódica. Cuando hayas terminado el diseño de tu juego, comparte con tu familia jugando e intercambiar experiencias.

La mayoría de los juegos de mesa elaborados por los estudiantes del grupo experimental (Ge) corresponde a cartas de los elementos representativos de la tabla periódica. La cantidad de información contenida en las mismas y el hecho de estar acompañadas de una imagen del propio elemento químico, facilitó la asimilación de esos conceptos y su relación con los usos actuales de cada elemento, el número atómico, sus valencias y el tipo de elemento de que se trata.

## Figura 44

*Fotografías del juego de mesa elaborado por los estudiantes del grupo experimental (Ge).*



#### 7.2.4 Prueba Final

Esta última fase de la investigación se fundamenta en la aplicación de la posprueba como instrumento para evaluar la incidencia de la estrategia en el aprendizaje de los estudiantes acerca del concepto de configuración electrónica. Igualmente, incluye el análisis respectivo de los resultados finales otorgados por los dos grupos de estudio.

### 7.2.4.1 Análisis de los Resultados del Cuestionario (posprueba)

A continuación, se muestra el análisis de la información que se obtuvo en la posprueba, la diferencia en el rendimiento de los dos grupos (Ge y Gc), así como también la comparación con la prueba inicial de ideas previas.

**Tabla 21**

*Resultados obtenidos en la posprueba en el grupo experimental y control*

Grupo	Números de estudiantes	Media	Desviación estándar
Ge I	10	48,20	1,814
Gc I	10	32,60	4,766

#### *Pregunta 1*

**Figura 45**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

1. Imagina que tienes un equipo o instrumento de bastante avance tecnológico y con él puedes observar la forma y estructura de un átomo de hidrógeno (H). Dibuja cómo verías el átomo de hidrógeno y coloca las partes posibles que identificarías durante tu observación.

**Tabla 22.**

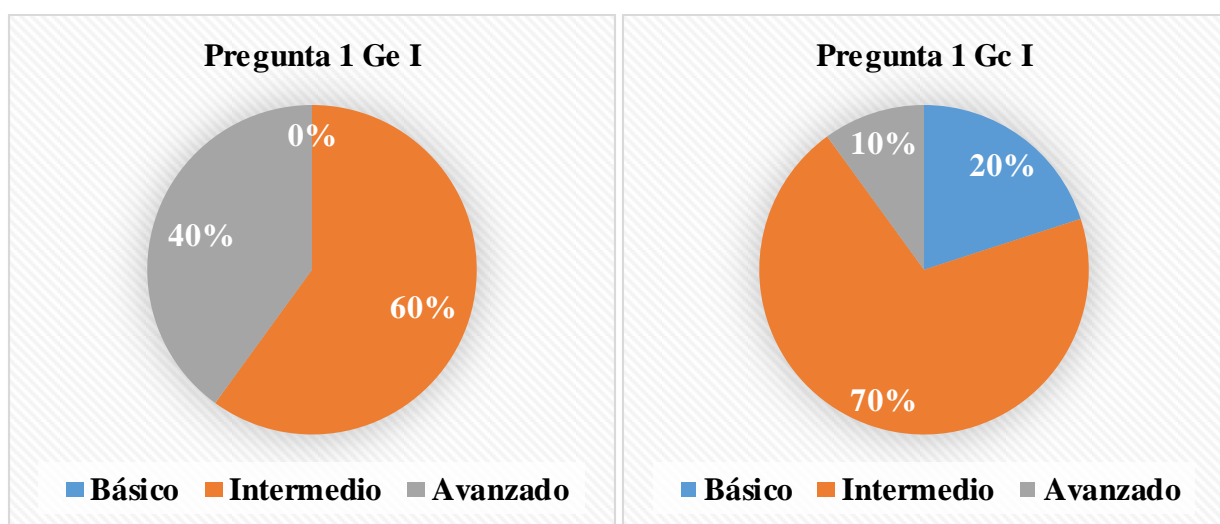
*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Modelos Atómicos	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,00	0,000
	Intermedio	1,20	1,033

	Avanzado	1,20	1,549
Gc I	Básico	0,20	0,422
	Intermedio	1,40	0,966
	Avanzado	0,30	0,949

**Figura 46**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 1 (posprueba).*



En comparación con la preprueba se observa un aumento considerable en la subcategoría avanzado del 40% y 10% respectivamente en ambos grupos (Ge y Gc), especialmente en el grupo experimental (Ge), por tal motivo se puede deducir cómo la metodología utilizada en los estudiantes favoreció el aprendizaje de que el átomo es una partícula neutra, constituida por partículas con cargas eléctricas. Es posible pensar que la enseñanza con base en la epistemología y la historia de los modelos atómicos fue muy apropiada, pues permitió la comprensión de la relación existente entre el desarrollo de la ciencia y de la tecnología. De acuerdo con Gallego y Uribe (2005), la enseñanza de las teorías y modelos ha de hacerse con una visión epistemológica


e histórica, que permitan que los estudiantes entiendan el significado de un modelo científico y lo que este representa en el desarrollo de la ciencia, para aumentar su capacidad de pensamiento crítico. De igual modo, se evidencia un porcentaje para subcategoría intermedio (60% y 70% respectivamente), lo que indica un cambio conceptual en los estudiantes sobre la temática de estructura atómica.

## Pregunta 2

### Figura 47

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

2. Con las siguientes palabras: departamento/ cama/ sala/ dormitorio/ edificio/ cocina/ mesa de luz, se construyó un diagrama con la siguiente organización. El departamento está dentro del edificio, y el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.



a. Diseña un diagrama similar al anterior para el caso de una gota de agua con las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ electrón/ gota de agua. Recuerda que debe existir una jerarquía de tamaño.

b. Ahora recrea un diagrama similar a los anteriores, pero en este caso, vas a utilizar las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ célula/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ corazón/ electrón/ perro.

### Tabla 23

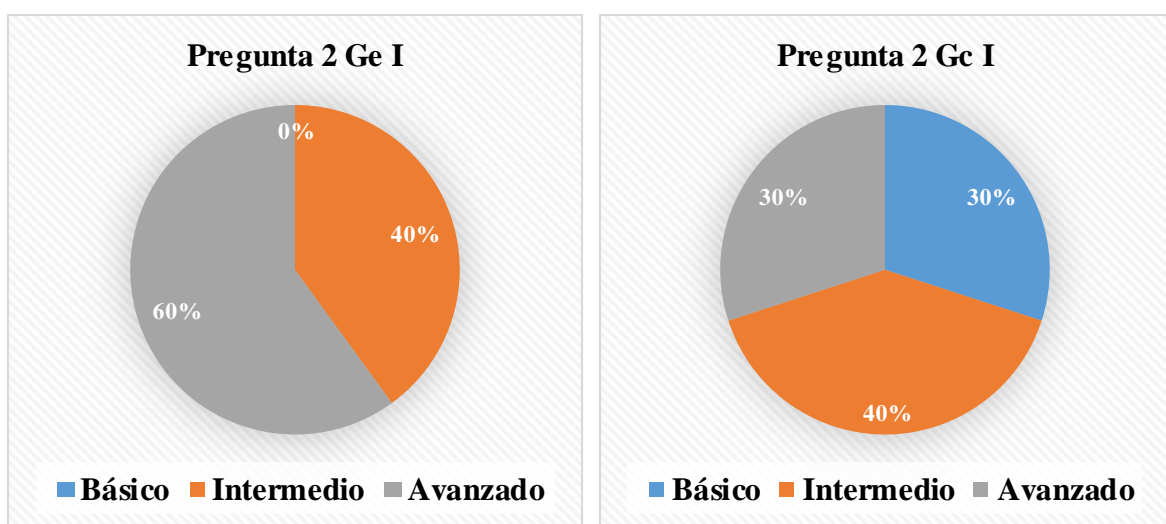
*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Estructura Interna de la Materia	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,00	0,000
	Intermedio	0,80	1,033

	Avanzado	1,80	1,549
Gc I	Básico	0,60	0,516
	Intermedio	0,40	0,843
	Avanzado	0,90	1,449

**Figura 48**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 2 (posprueba).*



Un porcentaje significativo de estudiantes de los dos grupos (60% y 30% respectivamente) se encuentra en la subcategoría avanzado, así pues, los estudiantes con este porcentaje analizan los datos de forma adecuada y comprenden los niveles de inclusión de la materia; aunque se muestra mayor dominio en el grupo experimental (Ge). Por otra parte, se muestran un porcentaje del 40% para la subcategoría intermedio en el grupo experimental (Ge), lo que demuestra que todavía prevalece el error conceptual al momento de organizar en niveles de inclusión a los conceptos de molécula, perro, corazón, átomo, gota de agua, electrón, protón, neutrón, quarks en la estructura de la materia. Según De la Fuente et al., (2003) considera en que

a esta edad los alumnos no poseen una estructura cognitiva en la cual tengan sentido los conceptos de la teoría atómica, y sus respuestas confirmarían que han aprendido memorísticamente (Llorens Molina, 1988; Enciso et al., 1987; Sanz et al., 1993). Probablemente, por tratarse de aspectos muy alejados de los directamente perceptibles por sus sentidos, cuyas dimensiones no les son familiares, los estudiantes no lo entienden (De la Torre, 1998). Por su parte, Modelo et al., (1994), señala que, aunque los estudiantes reconocen como parte más pequeña de la materia el átomo, existe una fuerte diferenciación según se refieran a objetos inanimados (mayoritariamente responden átomo) o a los seres vivos (mayoritariamente responden células).

### **Pregunta 3**

#### **Figura 49**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

3. Completa el siguiente texto con las palabras que faltan:

“Los átomos se componen de núcleo y corteza. En el núcleo atómico se encuentran los \_\_\_\_\_, que tienen carga positiva, y los \_\_\_\_\_, que no tienen carga eléctrica. En la corteza atómica, girando alrededor del núcleo, se encuentran los \_\_\_\_\_, cuya carga eléctrica es \_\_\_\_\_ que la del protón, pero de signo \_\_\_\_\_. En un átomo, el número de \_\_\_\_\_ es igual al de \_\_\_\_\_; por tanto, un átomo es eléctricamente neutro”

**Tabla 24**

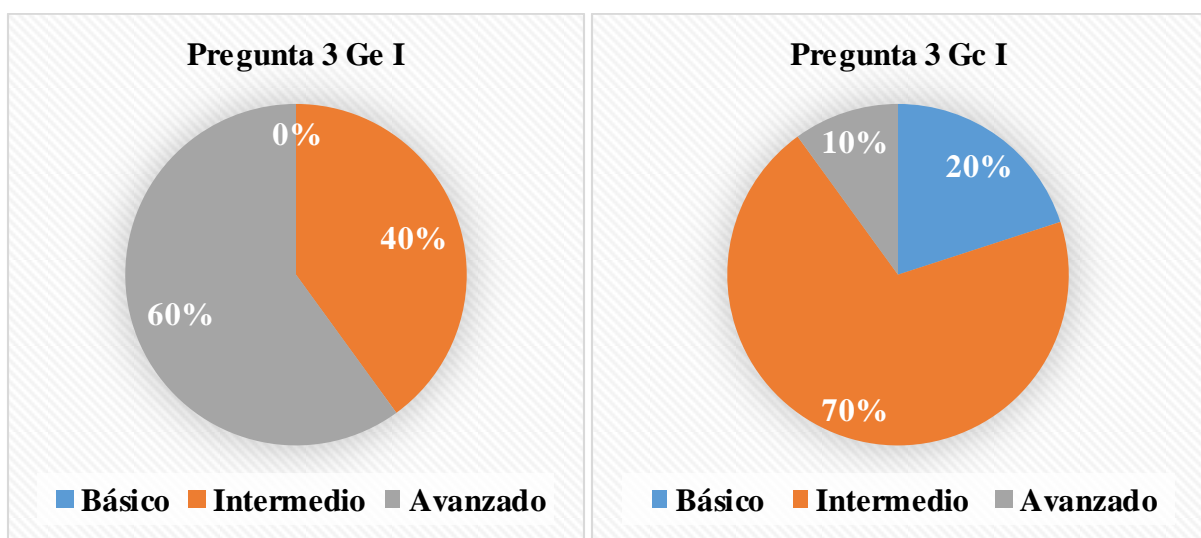
*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Estructura Atómica	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,00	0,000

	Intermedio	0,80	1,033
	Avanzado	1,80	1,549
Gc I	Básico	0,20	0,422
	Intermedio	1,40	0,966
	Avanzado	0,30	0,949

**Figura 50**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 3 (posprueba).*



En los dos grupos (Ge y Gc) se presenta un aumento importante en el porcentaje para la subcategoría avanzado (del 60% y 10% respectivamente), es decir que este grupo de estudiantes ya reconoce la estructura atómica. Sin embargo, en el grupo experimental (Ge), el 40 % de los estudiantes aún manifiesta tener confusión sobre el concepto átomo y su naturaleza eléctrica, tal como los expone Gil (1989) y Osterman et al., (2000), en sus estudios, Citado por De la Fuente et al., (2003, p. 129), el modelo de átomo que al parecer tiene la mayoría de los alumnos de secundaria es un modelo orbital con el núcleo en reposo y los electrones girando a su alrededor



aunque no saben por qué, indivisible y muy pequeño. Por otro lado, Llorens (1988) considera que las dificultades surgen de la naturaleza abstracta de los conceptos involucrados, de la exigencia de operar simultáneamente en los tres niveles de la química y de la necesaria precisión del lenguaje empleado.

**Pregunta 4**

**Figura 51**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

4. Cuando escuchamos la palabra "vacaciones" pensamos en paseos, deportes, amigos y diversión. ¿En qué piensas cuando escuchas la palabra "Configuración Electrónica"? Puedes apoyar tus ideas en un dibujo.

**Tabla 25**

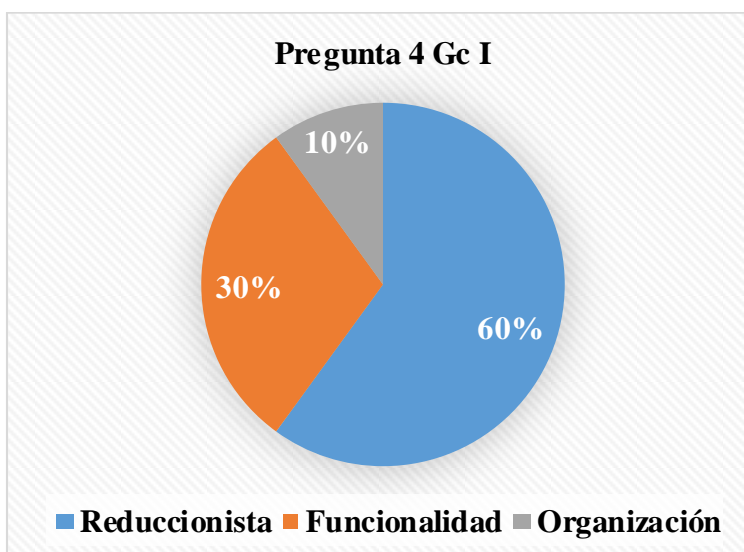
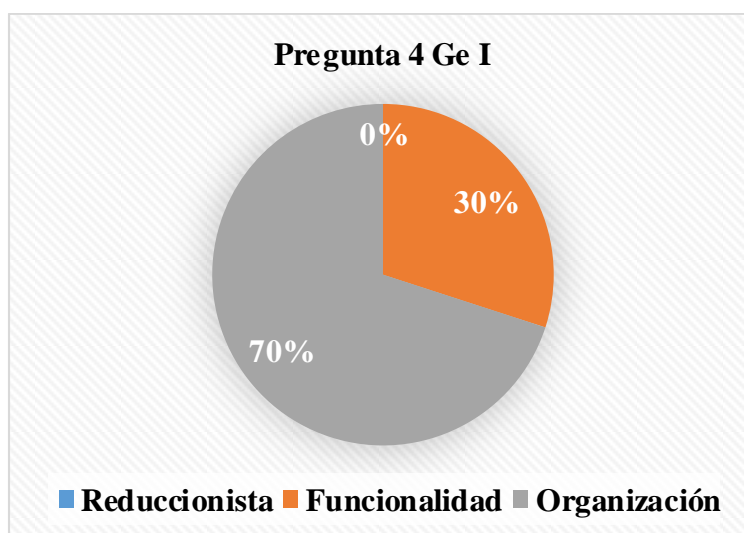
*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Definición de la Configuración Electrónica	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Reduccionista	0,90	0,316

	Funcionalidad	0,60	0,966
	Organización	2,10	1,449
Gc I	Reduccionista	0,60	0,516
	Funcionalidad	0,60	0,966
	Organización	0,30	0,949

**Figura 52**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 4 (posprueba).*



Se evidencia un notable porcentaje (70% y 10% respectivamente) para la subcategoría avanzado en los dos grupos (Ge y Gc), considerando que la estrategia utilizada en el grupo experimental (Ge) permitió que nuevos estudiantes entendieran la información suministrada y el concepto presente. De acuerdo con Franco Mariscal et al., (2017), un contenido que resulta esencial en el estudio del átomo en la etapa de secundaria es la enseñanza y aprendizaje de la configuración electrónica de los átomos, ya que, permite a los estudiantes adquirir un conocimiento básico y adecuado de la materia, debido a que las propiedades físicas y químicas de un elemento químico vienen determinadas por la distribución de los electrones en el interior del átomo. Por otro lado, los estudiantes que no tienen claro el concepto relevante en este ítem se encuentran en las subcategorías reduccionista y funcionalidad, porque son las que mejor se acomodan a sus juicios.

### ***Pregunta 5***

### **Figura 53**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

5. Los electrones se encuentran en la corteza del átomo girando alrededor del núcleo. La corteza está compuesta por distintos niveles o capas en las que se encuentra un cierto número de electrones. La distribución de los electrones en la capa más externa determina las propiedades físicas y químicas de los átomos y, por tanto, de la materia. A estos se les denomina electrones de valencia.

a. Dibuja un esquema para los átomos de Na, K, Cl y F con la distribución de los electrones en las distintas capas. Determina a qué grupo y periodo pertenecen.

ÁTOMOS	PROTONES	NEUTRONES	ELECTRONES
Sodio Na	11	11	11
Potasio K	19	19	19
Cloro Cl	17	17	17
Flúor F	9	9	9

b. Los elementos de una misma familia del sistema periódico tienen propiedades químicas parecidas. En el caso del sodio y el potasio son buenos conductores de electricidad. Mientras que el cloro y el flúor son sumamente reactivos y formadores de sales. ¿Cuál crees que es la razón para su comportamiento?

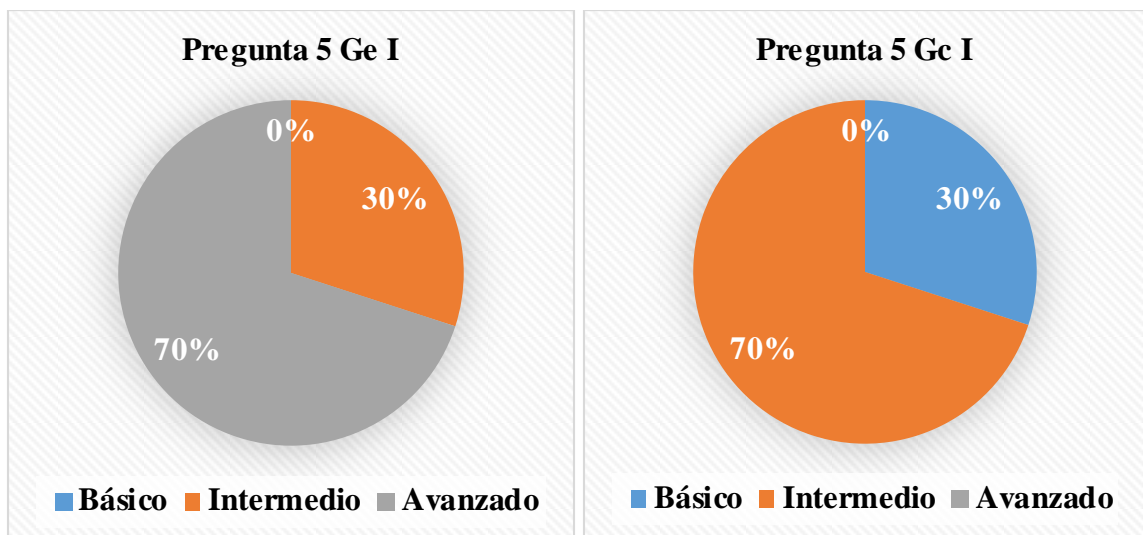
**Tabla 26**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Electrones de Valencia	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,00	0,000
	Intermedio	0,60	0,966
	Avanzado	2,10	1,449
Gc I	Básico	0,30	0,483
	Intermedio	1,40	0,966
	Avanzado	0,00	0,000

**Figura 54**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 5 (posprueba).*



La gráfica muestra un porcentaje (30% y 70% respectivamente) para la subcategoría intermedio en los dos grupos (Ge y Gc), lo que demuestra que los alumnos incluidos siguen interpretando de forma inapropiada la pregunta, fijándose solamente en la determinación del grupo y periodo al cual pertenecen los elementos químicos presentados. Por otra parte, se presenta con un porcentaje significativo del 70% en relación con la subcategoría avanzado en el grupo experimental (Ge), lo que indica que este grupo de estudiantes comprende de forma adecuada el concepto de electrones de valencia.

### ***Pregunta 6***

### **Figura 55**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

6. El magnesio es un elemento químico muy importante para muchos procesos que realiza el cuerpo humano. Por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea. Además, tiene como número atómico  $Z = 20$ , y se representa por su configuración electrónica de la siguiente manera:  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$ .

- ¿Qué representa los números y letra  $3p^6$  de la configuración electrónica?
- ¿En qué orbital se encuentra el último electrón de valencia?

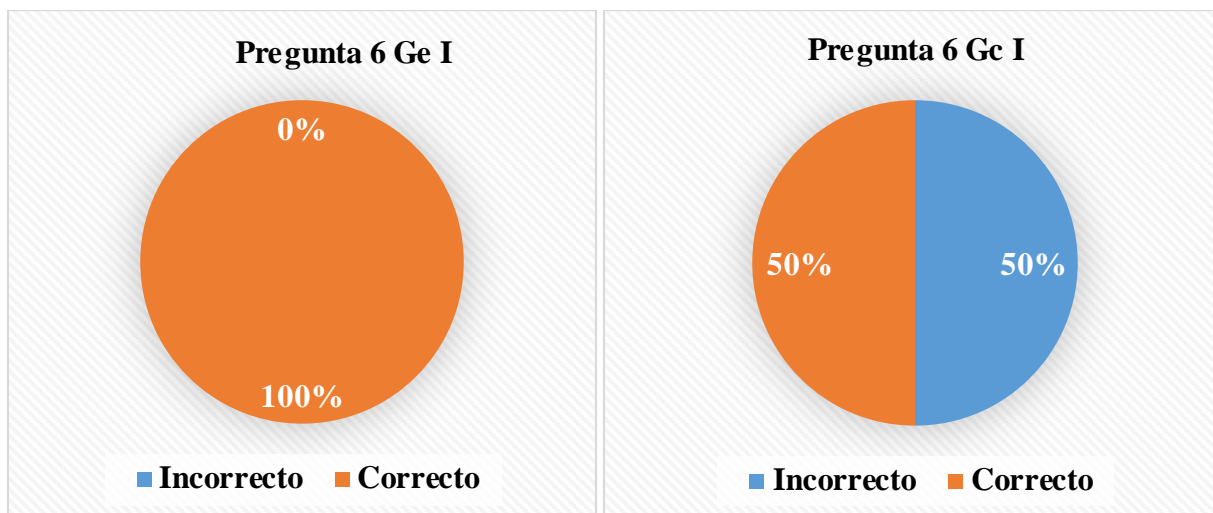
**Tabla 26**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Configuración Electrónica	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Incorrecto	0,00	0,000
	Correcto	2,00	0,000
Gc I	Incorrecto	0,50	0,527
	Correcto	1,00	1,054

**Figura 56**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 6 (posprueba).*



Hay una cantidad relevante de estudiantes (100% y 50%) en los dos respectivos grupos que se encuentran en la subcategoría correcto. Esto ratifica que los estudiantes incluidos en el grupo experimental (Ge) tienen una favorable comprensión de la información que se pueda extraer de la configuración electrónica de un elemento químico. Un dato interesante para este ítem, es reconocer la disminución considerable de estudiantes que se encontraban en la subcategoría incorrecto. Según Morwiek (1979) citado por Franco Mariscal et al., (2017), los alumnos de secundaria deberían aprender la forma que tiene la región o espacio que ocupan los electrones en los distintos niveles de energía, así como ser capaces de describir varios niveles de energía (1s, 2s, 2p, etc.) Asimismo, los alumnos deberían pensar el enlace químico en términos de solapamiento de orbitales, evitando el uso de argumentos matemáticos relacionados con funciones de onda y números cuánticos.

***Pregunta 7***

**Figura 57**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

7. La profesora de ciencias naturales les pide a cuatro estudiantes que escriban la configuración electrónica para un átomo con 2 niveles de energía y 5 electrones de valencia. En la siguiente tabla se muestra la configuración electrónica que cada estudiante escribió.

Estudiante	DANIEL	MARIA	JUANA	PEDRO
Configuración	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^1 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^1 2s^2 2p^2$

- De acuerdo con la tabla, ¿Cuál fue el estudiante que escribió correctamente la configuración electrónica? ¿Por qué?
- ¿A qué elemento químico corresponde la configuración electrónica?

**Tabla 27**

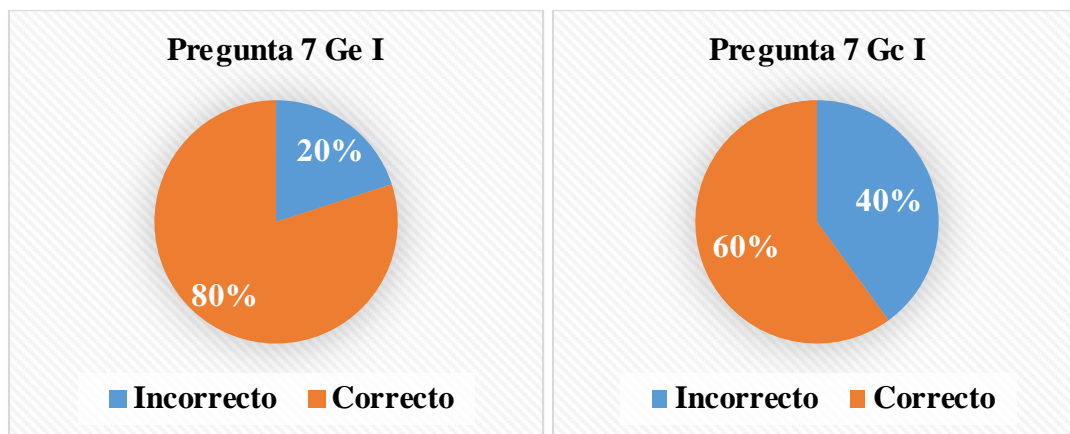
*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Subniveles de Energía	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Incorrecto	0,10	0,316
	Correcto	1,80	0,632
Gc I	Incorrecto	0,40	0,516
	Correcto	1,20	1,033

**Figura 58**

*Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 7 (posprueba).*





Al igual que en la preprueba, las gráficas muestran las diversas opiniones de los estudiantes. Un porcentaje relevante en los dos grupos (mayor en el Ge) respalda la subcategoría correcta, es decir, que la implementación del modelo didáctico analógico (MDA) parece ser una estrategia didáctica recomendable para la enseñanza del concepto de configuración electrónica. Además, según Alfonso (2011) contribuyen al desarrollo de las ciencias y a su comunicación, dejando en evidencia la gran importancia en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Cabe decir que esta metodología ha sido utilizada por los profesores como una herramienta, ya que, atribuye un desarrollo en las destrezas de razonamiento científico, para asimilar conceptos abstractos. Por otro lado, Gallego y Uribe (2005) dado el carácter abstracto del concepto de átomo y de los demás conceptos relacionados con este, se debe utilizar para su enseñanza modelos didácticos adecuados, con una secuencia lógica dentro del contexto histórico, para que los estudiantes construyan su propio modelo mental, acorde con el modelo científico.

### ***Pregunta 8***

**Figura 59**

Imagen del cuestionario de ideas previas.

8. De todos los elementos de la tabla periódica, los gases nobles son los más estables, desde el punto de vista químico. Esto quiere decir que los podemos encontrar en la naturaleza sin estar combinados con átomos de otros elementos. Sin embargo, los demás elementos químicos requieren enlazarse con otros átomos del mismo tipo o de otro tipo de elementos.

a. ¿Para qué crees que es importante que los átomos de elementos que no pertenecen a la familia de los Gases Nobles, hagan enlaces químicos? ¿Qué estructuras de estos átomos participan en los enlaces?

b. En la vida cotidiana, la sal de cocina (NaCl) es una sustancia química estable y no tóxica para los organismos. Sin embargo, cuando los átomos de cloro y de sodio están separados, son explosivos y altamente reactivos, llegando a ocasionar la muerte a los seres vivos cuando se ingieren ¿Por qué crees que estos elementos químicos son tóxicos al estar separados y cuando se enlazan no lo son?

El diagrama ilustra el proceso de formación de un enlace iónico. A la izquierda, se muestran dos átomos: un átomo de sodio (Na) con tres niveles de electrones y un átomo de cloro (Cl) con cuatro niveles de electrones. Una línea punteada verde indica la 'Transferencia de un electrón' desde el nivel más externo del sodio hacia el nivel más externo del cloro. A la derecha, se muestran los iones resultantes: un ión sodio (Na<sup>+</sup>) con dos niveles de electrones y un ión cloruro (Cl<sup>-</sup>) con cuatro niveles de electrones. Una línea horizontal los agrupa como 'cloruro sódico (NaCl)'. El símbolo '+' está sobre el Na<sup>+</sup> y el '-' está sobre el Cl<sup>-</sup>.

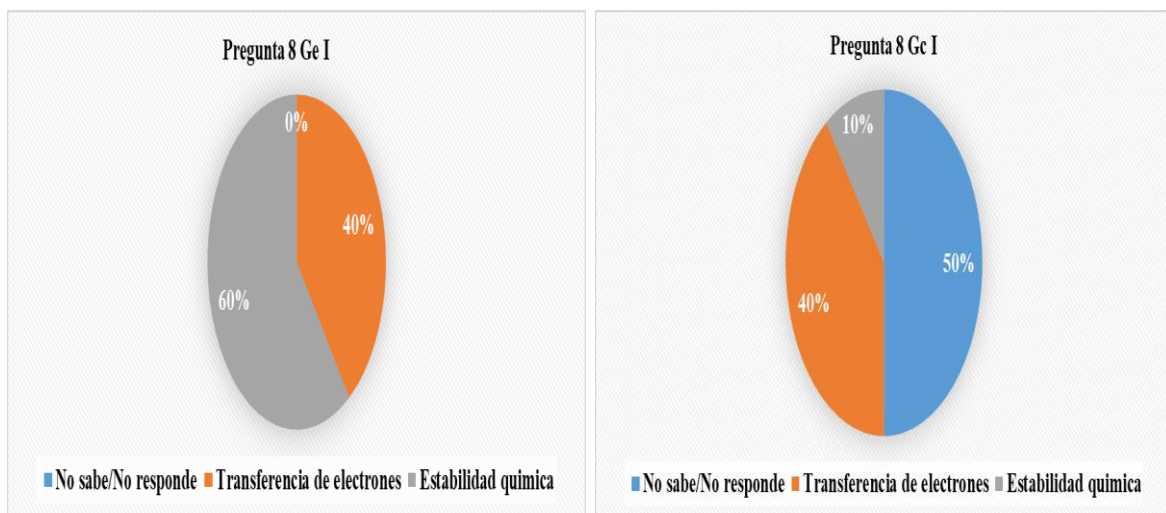
Tabla 28

Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.

Categoría		Enlace Químico	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	No sabe/No responde	0,00	0,000
	Transferencia de electrones	0,80	1,033
	Estabilidad química	1,80	1,549
Gc I	No sabe/No responde	0,40	0,516
	Transferencia de electrones	0,90	0,994
	Estabilidad química	0,30	0,949

Figura 60

Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 8 (posprueba).



En comparación con la preprueba de ideas previas, se evidencia que en los dos grupos (Ge y Gc) se mantiene un porcentaje considerable para cada una de las opciones de respuestas, sin embargo, se puede decir que muy pocos estudiantes logran cambiar su equivocada concepción de la temática (enlace químico) evaluada en este ítem, pues solo se logra un aumento del 60% y 10% en la subcategoría estabilidad química para los dos respectivos grupos. En consecuencia, los estudiantes presentan dificultades en la comprensión de la temática de enlace químico. Según García (2006) el concepto de enlace químico es considerado crucial dentro de la química, ya que de su correcta comprensión depende que el estudiante pueda desarrollar con éxito otras áreas de esta ciencia e incluso de la biología. Además, Taber (2002) considera que las concepciones alternativas de los estudiantes sobre enlace químico, en general, no puede considerarse que se forman fuera del salón de clases, dado el nivel de abstracción de este concepto y que las experiencias de los estudiantes con el enlace químico son muy indirectas, de modo que podemos atribuir las concepciones alternativas de los estudiantes a la forma en la que el tema es abordado en el salón, a los materiales que se utilicen y, sobre todo, a la representación que el estudiante construya sobre este concepto. Por otro lado, en estudios realizados por García (2006), se ha

encontrado que los estudiantes reconocen sólo dos tipos de enlace como verdaderos: los covalentes y los iónicos. Dado que el marco de trabajo del octeto sólo proporciona un modelo coherente para el enlace iónico y covalente, los estudiantes clasifican los enlaces metálicos, polares y los puentes de hidrógeno como alguna otra cosa distinta de verdaderos enlaces químicos.

De acuerdo con Sibanda y Hobden (2015), muchos de los errores conceptuales y la falta de comprensión del enlace químico que presenta los estudiantes están asociados a la forma en que se enseña, debido a que la mayoría de los profesores prefieren empezar por el nivel microscópico y terminar con el nivel macroscópico sin tener en cuenta la experiencia diaria de los estudiantes, lo que dificulta su aprendizaje. Según Dunlosky et al., (2013) psicológicamente los estudiantes aprenden partiendo de lo que es conocido para ellos, lo que les permite establecer relaciones con los nuevos conceptos y lograr así un aprendizaje significativo.

### ***Pregunta 9***

**Tabla 29**

*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

<b>Categoría</b>		<b>Aniones-Cationes</b>	
<b>Grupo</b>	<b>Subcategoría</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>
Ge I	Incorrecto	0,10	0,316
	Correcto	1,80	0,632
Gc I	Incorrecto	0,60	0,516

Correcto

0,80

1,033

**Figura 61**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

9. Una manera en la que se agrupa los elementos en la tabla periódica es por sus propiedades físicas y químicas que comparten. Esto no es obra de casualidad, sino de su configuración electrónica y de los electrones de valencia que tienen en su último nivel de energía. Es por esto que en ciertos casos algunos átomos les hacen falta más electrones que a otros para alcanzar la estabilidad química. Por ejemplo, los átomos que tienen pocos electrones de valencia (menos de 4 electrones) y que, por tanto, tienden a perder sus electrones de valencia, se denominan metales; mientras que los átomos que tienden a ganar electrones se denomina no metales.

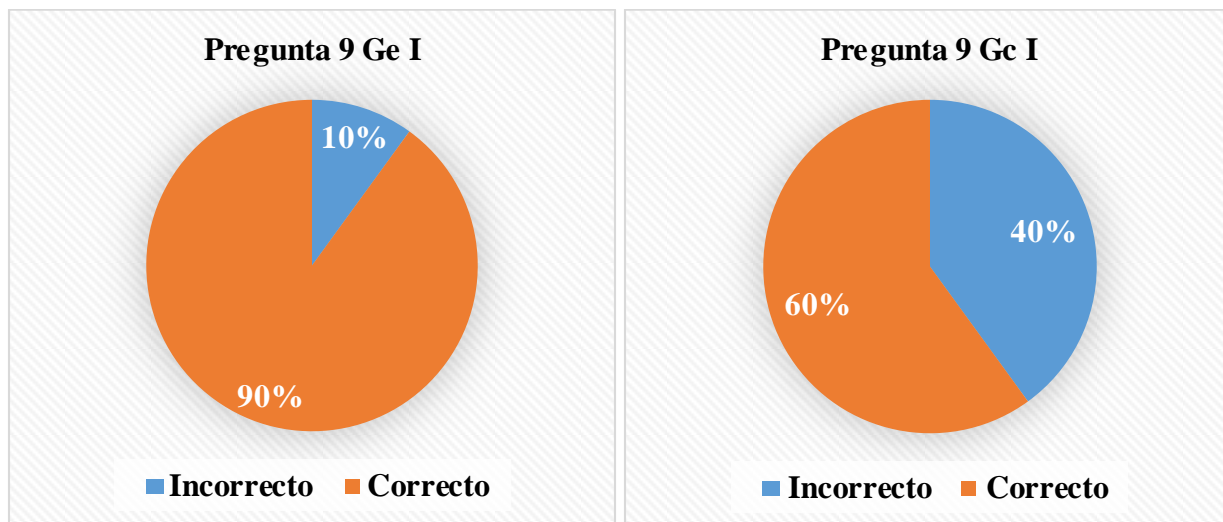
**Metales Vs. No Metales**



- La estructura electrónica del azufre (S) es (2, 8, 6), y la del potasio (K) (2, 8, 8, 1). ¿Cuál será el comportamiento de cada elemento con el fin de lograr su estabilidad química?
- Sean dos átomos A y B, cuyas estructuras electrónicas son, respectivamente, (2, 8, 1) y (2, 8, 7). ¿Cuál de ellos poseen un carácter metálico o no metálico?
- Dentro del conjunto de los elementos metálicos, hay unos que tienen mayor actividad electrónica que otros; es decir, que ceden con más facilidad sus electrones de valencia. Dados los siguientes elementos metálicos, cuyas estructuras electrónicas se acompañan, indica cuál presenta mayor carácter metálico (mayor actividad electrónica): Rb (2, 8, 18, 8, 1); Ca (2, 8, 8, 2); In (2, 8, 18, 18, 3).
- Del mismo modo, en los no metales también hay unos con más actividad electrónica que otros, en el sentido de que son más tendientes a ganar los electrones que le faltan. Haz lo mismo con los siguientes elementos no metálicos: Cl (2, 8, 7); S (2, 8, 6); P (2, 8, 5).
- La estructura electrónica del elemento que compone cierto material es (2, 8, 4). ¿Cuál será su carácter a temperatura ambiente?

**Figura 62**

Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 9 (posprueba).



Se presenta un aumento favorable (90% y 60% respectivamente) en los dos grupos para la subcategoría correcto, es decir que la estrategia utilizada en el grupo experimental (Ge) permitió en primer lugar que los estudiantes comprendieran los conceptos de distribución electrónica, subniveles de energía, orbitales atómicos y a través de estos lograr analizar de forma apropiada la información presentada para clasificar los elementos químicos de acuerdo a su carácter metálico y no metálico. En vista de que el porcentaje de alumnos restante en los dos grupos (mayor en el Gc) presenta dificultades en lo anterior, se puede decir que estos aún suponen que la distribución electrónica no tiene relación con la organización y clasificación de los elementos químicos dentro de la tabla periódica. Según Molina y Palomeque (2019) el aprendizaje de la tabla periódica de los elementos químicos no pasa, en la mayoría de los casos, de la etapa de memorización; los alumnos recuerdan información desconectada de su realidad.

**Pregunta 10**

**Figura 63**

*Imagen del cuestionario de ideas previas.*

10. La siguiente representación gráfica muestra un fenómeno cotidiano en donde a partir de energía química (pila) se transforma en energía eléctrica (encender el bombillo), por medio de unos cables que en su interior llevan cobre y de un interruptor (click) de característica metálica.

a. ¿Cómo explicarías el fenómeno visto en el gráfico?

b. ¿Consideras que los electrones o los protones participan en la liberación de la energía almacenada en la pila? ¿Por qué?

c. Ahora bien, en la vida cotidiana haz visto que los metales conducen la electricidad y que sustancias como la goma o el plástico no lo hace. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores de electricidad? ¿Qué pasa en su estructura interna?

d. ¿Crees que solo sustancias en estado sólido pueden conducir la electricidad, o también lo pueden hacer sustancias en estado líquido o gaseoso? Justifica tu respuesta.

**Tabla 30**

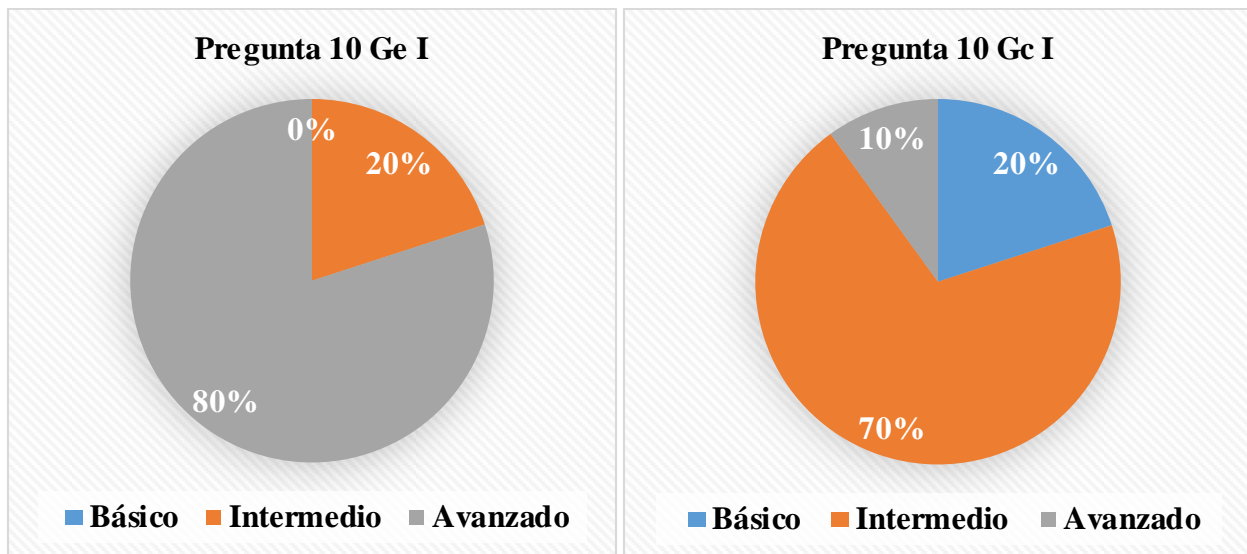
*Comparativo de los valores de la media y desviación estándar para cada subcategoría en el grupo experimental y control.*

Categoría		Enlace Químico Iónico	
Grupo	Subcategoría	Media	Desviación Estándar
Ge I	Básico	0,00	0,000
	Intermedio	0,40	0,843
	Avanzado	2,40	1,265
Gc I	Básico	0,30	0,483
	Intermedio	1,20	1,033
	Avanzado	0,30	0,949

**Figura 64**



Porcentajes de respuestas de los dos grupos para el ítem 9 (posprueba).



Hay un importante crecimiento en el número de estudiantes (80% y 10%) de los dos grupos (Ge y Gc) que se encuentran en la subcategoría avanzado, lo cual indica que las actividades utilizadas para explicar la función de la distribución electrónica y la relación con la naturaleza eléctrica de los átomos fueron fundamentales para el aprendizaje de los estudiantes. Por otra parte, un detalle particular de la comparación de los resultados de la preprueba con los de esta prueba, radica en que ambos grupos se mantienen en la subcategoría intermedio con un porcentaje (20% y 70% respectivamente), esto quiere decir que la mayor parte de los estudiantes ya logran diferenciar y definir los conceptos a partir de un circuito eléctrico básico. Algo contrario sucede en el Gc, en donde se muestra un porcentaje de 20% para la subcategoría básico, revelando algunas dificultades en el entendimiento de los conceptos evaluados en esta pregunta, ya que las ideas que expresan las estudiantes sobre los fenómenos electrostáticos propuestos son las fuentes de información primarias.



Por último, los resultados tabulados y analizados, mediante la aplicación del software estadístico, permitieron establecer que el grupo control (Gc) no mostró diferencia significativa entre los resultados de la preprueba y la posprueba, por lo cual se evidencia que los procesos de enseñanza tradicionales no generan cambios significativos en el aprendizaje del concepto de configuración electrónica. Mientras que, en los estudiantes del grupo experimental (Ge), se evidenció resultados positivos y significativos en la posprueba, después de la implementación de la estrategia didáctica, lo cual indica que la estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje, arrojó resultados significativos de aprendizajes en los estudiantes.

**Tabla 40**

*Comparativo de los valores de la media aritmética, desviación estándar y p-valor antes y después de la estrategia didáctica. Fuente de creación propia.*

Estadísticos Descriptivos	Ge I		Gc I	
	Preprueba	Posprueba	Preprueba	Posprueba
<b>Media</b>	28,10	48,20	29,90	32,60
<b>Desviación Estándar</b>	4,771	1,814	5,216	4,766
<b>p-valor</b>	<b>≤0,000</b>		<b>0,080</b>	

Además, según la prueba “T” Student para la comparación de medias la hipótesis alternativa se rechaza, es decir, las diferencias de medias son significativa antes y después de la implementación de la estrategia pedagógica basada en el modelo didáctico analógico (MDA) en el grupo experimental (Ge); esto se corrobora por el P-valor  $\leq 0.000$  que es inferior a la 0.05, el valor significancia.

Posteriormente se compararon los valores correspondientes a la media para cada subcategoría del cuestionario en la preprueba y en la posprueba del GE. Con este emparejamiento, se procedió a calcular la significancia bilateral mediante la prueba paramétrica t-student. En todos los casos, en donde los valores de significancia obtenidos fueron menores o iguales a  $\geq 0.05$  y mayores o iguales a  $\leq 0.000$ , se demuestran diferencias significativas entre el momento inicial y el momento final. Es decir, que en esos casos significaría que las concepciones del estudiantado participante se habrían movilizadas de unas subcategorías a otras. Estos resultados se muestran en la Tabla 41.

**Tabla 41**

*Prueba t-Student para cada pareja de subcategorías entre pre y post prueba del GE. Fuente de creación propia.*

<b>Categoría</b>	<b>Subcategorías</b>	<b>Media Preprueba</b>	<b>Media posprueba</b>	<b>P-valor (Significancia Bilateral)</b>
<b>Modelo Atómico</b>	<b>Básico</b>	0,70	0,00	<b>0,001</b>
	Intermedio	0,60	1,20	0,193
	<b>Avanzado</b>	0,00	1,20	<b>0,037</b>
<b>Estructura Interna de la Materia</b>	Básico	0,30	0,00	0,081
	Intermedio	1,40	0,80	0,270
	<b>Avanzado</b>	0,00	1,80	<b>0,005</b>
<b>Estructura Atómica</b>	<b>Básico</b>	0,40	0,00	<b>0,037</b>
	Intermedio	1,20	0,80	0,509

	<b>Avanzado</b>	0,00	1,80	<b>0,005</b>
<b>Definición de Configuración Electrónica</b>	<b>Reduccionista</b>	0,90	0,00	<b>0,000</b>
	Funcionalidad	0,00	0,60	0,081
	<b>Organización</b>	0,30	2,10	<b>0,005</b>
<b>Electrones de Valencia</b>	<b>Básico</b>	0,50	0,00	<b>0,015</b>
	Intermedio	0,80	0,60	0,726
	<b>Avanzado</b>	0,30	2,10	<b>0,005</b>
<b>Familias Químicas</b>	<b>No Sabe/No Responde</b>	0,30	0,10	<b>0,038</b>
	<b>Desequilibrio Electrónico</b>	1,20	1,40	<b>0,043</b>
	<b>Composición Interna</b>	0,30	0,60	<b>0,013</b>
<b>Configuración Electrónica</b>	Incorrecto	0,20	0,00	0,168
	Correcto	1,60	2,00	0,168
<b>Subniveles de Energía</b>	<b>Incorrecto</b>	0,90	0,10	<b>0,000</b>
	<b>Correcto</b>	0,20	1,80	<b>0,000</b>
<b>Enlace Químico 1</b>	<b>No Sabe/No Responde</b>	0,50	0,30	0,168
	<b>Requisitos</b>	0,80	1,40	<b>0,031</b>
	<b>Estabilidad Química</b>	0,30	0,00	<b>0,043</b>
<b>Enlace Químico 2</b>	<b>No sabe/No responde</b>	0,50	0,00	<b>0,015</b>
	Transferencias de electrones	1,00	0,80	0,678
	<b>Estabilidad química</b>	0,00	1,80	<b>0,005</b>
<b>Aniones y Cationes</b>	<b>Incorrecto</b>	0,50	0,10	<b>0,037</b>
	<b>Correcto</b>	1,00	1,80	<b>0,037</b>

<b>Enlace Químico</b>	<b>Básico</b>	0,50	0,00	<b>0,015</b>
	Intermedio	1,00	0,40	0,279
<b>Iónico 1</b>	<b>Avanzado</b>	0,00	2,40	<b>≤0,000</b>
<b>Enlace Químico Iónico 2</b>	<b>No Sabe/No Responde</b>	0,50	0,00	<b>≤0,000</b>
	<b>Propiedades Físicas</b>	1,30	0,70	<b>0,050</b>
	<b>Propiedades Fisicoquímicas</b>	0,30	1,30	<b>0,030</b>

De acuerdo con el comparativo de los valores de la media aritmética para cada subcategoría del GE, es visible que los resultados apuntan a que el modelo didáctico analógico (MDA) aplicado al grupo experimental, contribuye de manera significativa en el aprendizaje, a diferencia de los estudiantes que se encuentran en el grupo control, en el que se aplica el modelo didáctico tradicional. Como puede apreciarse en las Tablas 40 y 41, el logro por aplicar el modelo didáctico es mucho mayor, debido a que en la preprueba los estudiantes del grupo experimental reportaban concepciones alternativas en relación al concepto de configuración electrónica.

Por otro lado, la aplicación del modelo didáctico analógico (MDA) en el grupo experimental (Ge) aportó un mejor desempeño en las categorías de *modelo atómico, estructura interna de la materia, electrones de valencia, subniveles de energía, familias químicas, enlace químico y enlace químico iónico*. Es decir, que existen diferencias significativas entre cada subcategoría antes y después de la implementación de la estrategia de enseñanza, lo que cuantitativamente califica al modelo didáctico analógico como eficiente en la ganancia de aprendizaje en el estudiante.

### 7.2.5 *Fase de Reflexión*

En esta fase, se realiza una evaluación sobre los cambios o mejoras que se han producido por medio de la implementación de la estrategia didáctica. Se incluyen las actividades de análisis general de la propuesta, cumplimiento de los objetivos, conclusiones y recomendaciones.

En primer lugar, se logra diseñar una estrategia didáctica para favorecer el aprendizaje del concepto de configuración electrónica, por medio de un modelo didáctico analógico (MDA), orientada a estudiantes de básica secundaria rural. Su implementación, permite establecer un impacto positivo y favorable en el rendimiento, desempeño y adquisición del conocimiento, además proporciona el hallazgo de debilidades y fortalezas de los estudiantes en relación con la temática desarrollada.

Por otro lado, la identificación de los saberes previos sobre el concepto de configuración electrónica, se logró a través de la aplicación de un cuestionario, que permitió identificar y comparar el nivel de conocimiento de los estudiantes de ambos grupos (Ge y Gc), antes de aplicar las actividades de la estrategia, y de esta manera conocer si eran iguales o si había diferencia entre ellos que pudieran incidir en los resultados. La evaluación de la incidencia de la propuesta didáctica en el aprendizaje de los estudiantes, se llevó a cabo mediante la aplicación de la posprueba, el cual establece resultados favorables y de mejoramiento en relación con el desempeño alcanzado en el cuestionario de ideas previas.

## 8 Conclusiones

Se comprobó la hipótesis de investigación planteada: El uso de un juego didáctico basado en una analogía favorece el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos en estudiantes de postprimaria rural. Lo anterior, se comprobó mediante análisis estadístico de comparación de medias pruebas T-Student antes y después de la aplicación de la estrategia pedagógica, rechazando la hipótesis alternativa planteada: El uso de un juego didáctico basado en una analogía no favorece el aprendizaje de los contenidos sobre configuración electrónica de los átomos en estudiantes de postprimaria Rural.

Por consiguiente, se puede argumentar que el proceso llevado a cabo a través de la estrategia didáctica basada en el modelo didáctico analógico (MDA), le permite al docente disponer de herramientas didácticas dinámicas, que inciden en la atención, interés y motivación de los estudiantes; factores que se lograron evidenciar durante el desarrollo de las secuencias didácticas y que en clases impartidas antes de aplicar la propuesta no se manifestaban, pues los estudiantes mantenían una actitud ajena al aprendizaje de la química, escuchando pasivamente lo que el docente decía. Es importante destacar también, que, a través de la observación secuencial del comportamiento del grupo experimental (Ge), se pudo evidenciar que estos estudiantes en comparación a los del grupo control (Gc) preguntaban más y demostraban mayor interés hacia los temas en clase; acciones que promueven el desarrollo de la investigación y de habilidades como la creatividad y el pensamiento crítico.

Por otro lado, una acción que refuerza el modelo didáctico analógico (MDA) es que, los estudiantes expongan sus conclusiones, conceptos y procedimientos frente al grupo. Esto permite

la asesoría del profesor en tiempo real y hace que los estudiantes reconozcan sus oportunidades en el aprendizaje de los temas relacionados con el concepto de configuración electrónica. Así mismo, la exposición de conceptos claves y la retroalimentación, permite al estudiante validar las fuentes de información, la veracidad de la información y ubicarlo en un nivel de comprensión de los temas antes de ser evaluado.

Igualmente, la secuencia de actividades empleadas proporcionó un proceso de exploración, aplicación, comprobación y reestructuración de ideas, brindando cierto grado de efectividad en el cambio conceptual. Sin embargo, se evidencia la existencia de ciertos conceptos erróneos que persisten en algunos estudiantes y se oponen a su transformación, como es el caso de la idea que se tiene de la distribución electrónica y la tabla periódica. Lo que indica que se debe de revisar la actividad implementada para su enseñanza, teniendo cuidado principalmente en la explicación que se le da en términos de electrones de valencia y orbitales atómicos, pues es a partir de aquí en donde se genera su mala interpretación.

Finalmente, la presente investigación constituye un insumo importante en el proceso de resignificación del PEI en el que se encuentra actualmente la Institución Educativa la Troja, en el municipio de Baraya, aportando a la transformación curricular a partir de una estrategia pedagógica constructivista. De igual manera, este estudio es transversal debido a que los resultados y conclusiones a los que se llega son aplicables en otras unidades de aprendizaje. Asimismo, es posible concluir que es de suma importancia utilizar el aprendizaje basado en juegos como estrategia de enseñanza y aprendizaje debido a que permite a los estudiantes un mayor entendimiento y significación de los aprendizajes de diferentes conceptos en química.

## 9 Recomendaciones

Antes de finalizar, es de gran importancia aclarar que, aunque los resultados en general de la investigación fueron favorables, consideramos necesario mencionar algunas recomendaciones que serán útiles en la implementación de estrategias de enseñanza en el ámbito de la química, identificadas en la intervención didáctica y aplicación de la secuencia de clase.

Para empezar, es necesario poner en consideración el hecho de que no hay aprendizaje sin motivación y aún más cuando el estudiantado no relaciona las temáticas con elementos o vivencias de su vida cotidiana. Por tal motivo, se deben establecer herramientas que logren promover conductas acertadas en el aula e intensificar el proceso cognoscitivo aminorando principalmente la falta de interés y la falta de atención. Así pues, si se quiere alcanzar aprendizajes significativos, lo primero que se debe hacer es identificar las dificultades de aprendizaje que presenta el estudiantado y a partir de estas concepciones, realizar las respectivas reformas a las prácticas pedagógicas e idear las estrategias didácticas que se ajusten permitiendo fomentar la evolución conceptual.

Finalmente, la estrategia didáctica se puede complementar con la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). De esta manera, se generaría un ambiente de interés y motivación en el evento pedagógico, además permiten favorecer y potencializar el aprendizaje colaborativo en los estudiantes, transformando la clase en un espacio agradable donde el estudiante aprende y comparte con sus compañeros y docentes. Dado que la enseñanza y el aprendizaje de la química, al estar mediadas por las TIC, no solo mejoran la dinámica de la



clase, sino que se hacen más comprensibles. Esto, debido en parte, a que la química es una disciplina cuyos modelos y fundamentos teóricos requieren de mucha imaginación para que el estudiante pueda comprender los conceptos abstractos, y es así, como la tecnología puede contribuir, por ejemplo, con las presentaciones de figuras tridimensionales.

## Referencias Bibliográfica

Abós, P. y Boix, R. (2017). Evaluación de los aprendizajes en escuelas rurales multigrado. *Aula Abierta* 45, 41-48.

Adúriz Bravo, A. y Galagovsky, L. (1997). Modelos científicos y modelos didácticos en la enseñanza de las ciencias naturales.

Alvarado Zamorano, C. (2005). La estructura atómica y el enlace químico desde un punto de vista disciplinario. *Enseñanza de las Ciencias*, 1-5.

Andalucía, F. D. (2010). Didáctica de la química a través de los juegos. *Revista digital para profesionales de la enseñanza* 11, 1-10.

Araque, N. y Barrio, J. (2010). Atención a la diversidad y desarrollo de procesos educativos. *Prisma Social: Revista de Ciencias Sociales*, 4, 1-37.

Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas, Venezuela: Episteme.

Bastidas, J. (2013). Diseño e implementación de una unidad de enseñanza potencialmente significativa para la enseñanza y el aprendizaje de la configuración electrónica en grado décimo

mediante las nuevas tecnologías: estudio de caso en la Institución Educativa Montecarlo-Guillermo Gaviria Correa, del municipio de Medellín. Trabajo de grado. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Burns, R. A. (2011). Estructura atómica: iones y átomos. Fundamentos de química 5<sup>a</sup> edición. Pearson Educación S.A, México.

Bustos, A. (2010). Aproximación a las aulas de escuela rural: heterogeneidad y aprendizaje en los grupos multigrado. *Revista de Educación*, 352, 353-378.

Buitrago, L. M. (2015). Las analogías como estrategia de enseñanza en el Aprendizaje del campo conceptual de la respiración. Tesis. Maestría en Enseñanza de las Ciencias. Universidad Autónoma de Manizales.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos como estrategia de enseñanza. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 1.

Caamaño, A. (2005). Contextualizar la ciencia. Una necesidad en el nuevo currículo de ciencias. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 46, 5-8.

Caamaño, A. (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. *Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Barcelona. Universidad Autónoma de Barcelona.

Caamaño, A. (2011). Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(69), 21-34.

Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? Los trabajos prácticos investigativos. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 70, 83-91.

Capuano, V., Dima, G., Botta, I. L., Follari, B., de la Fuente, A., Gutiérrez, E., y Perrotta, M. T. (2007). Una experiencia de aula para la enseñanza del concepto de modelo atómico en 8.º EGB. *Revista iberoamericana de educación*, 44(2), 1-12.

Castrillón, C. (2016). Estrategia didáctica para la enseñanza del modelo mecánico cuántico del átomo, mediante la implementación de la unidad de producción de conocimiento. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Cerecero Torres, J. E. (2009). Influencia del juego como estrategia didáctica en el aprendizaje de la química. Toluca, México, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Cervantes, N. V. (2006). Diseño, desarrollo y evaluación de un programa de estrategias para la enseñanza de la química, Tesis. Maestría en Investigación y Desarrollo de la Educación. Universidad Iberoamericana, Ciudad de México.

Concepción, J. (2004). Estrategia didáctica lúdica para estimular el desarrollo de la competencia comunicativa en idioma inglés de estudiantes de especialidades biomédicas. Tesis.

Doctorado en Ciencias Pedagógicas. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Centro de Estudio de Educación Superior, Facultad de Educación a Distancia. Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Chona, G., Arteta J., Fonseca, G., Ibáñez, X., Martínez, S., Pedraza, M. y Gutiérrez, M. (2006). ¿Qué competencias científicas desarrollamos en el aula? Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis, (20), 62-79.

De La Fuente, A. M., Perrotta, M. T., Dima, G., Gutiérrez, E., Capuano, V. C., & del Rosario Follari, B. (2003). Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8° de EGB). Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 21(1), 123-134.

De la Torre, A.C. (1998). Cómo explicar lo grande y lo pequeño. Revista de Enseñanza de la Física (APFA), 11(1),53-56.

Domènech, J. (2019). Retorno a Karlsruhe: una experiencia de investigación con la Tabla Periódica para aprender la estructura y propiedades de los elementos químicos. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 16(1), 1201.

Dunlosky, J., Rawson, K.A., Marsh, E. J., Nathan, M.J. y Willingham, D.T. (2013). Improving students learning with effective learning techniques: promising directions from cognitive and educational psychology. Psychological Science Public Interest, 14(1), 4-58.

Felipe, A. E., Gallarreta, S. C. y Merino, G. (2006). Aportes para la utilización de analogías en la enseñanza de las ciencias. Ejemplos en biología del desarrollo. *Revista Iberoamericana De Educación*, 37(6), 1-10.

Franco Mariscal A. J. y Oliva Martínez J. M. (2012). Dificultades de comprensión de nociones relativas a la clasificación periódica de los elementos químicos: La opinión de profesores e investigadores en educación química. *Revista Científica* 16(2), 53-71.

Franco Mariscal, A. J., Oliva Martínez, J. M. y Bernal Márquez, S. (2012). Una revisión bibliográfica sobre el papel de los juegos didácticos en el estudio de los elementos químicos. Primera parte: los juegos al servicio del conocimiento de la Tabla Periódica. *Educación Química* 23(3), 338-345.

Franco Mariscal, A. J.; Franco Mariscal, R. y García, G. S. (2017). El tren orbital: un juego educativo basado en una analogía para aprender la configuración electrónica en secundaria. *Revista Electrónica Ludus Scientiae (RELus)*, 1(2),1-13.

Furió, C. y Vilches, A. (1997). Las actitudes del alumnado hacia las Ciencias y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. En L. La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias en la Educación Secundaria (pp. 47-71). Barcelona: Editorial Horsori.

Fernández G, J., González, G. Benigno, M, Moreno. (2005). La Modelización con analogías en los textos de ciencias de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(3), 430-439.

Jara, R. (2012). Modelos didácticos de profesores de química en formación inicial. Un modelo de intervención docente para la enseñanza del enlace químico y la promoción de competencias de pensamiento científico a través de narrativas. Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Jaramillo, B. Y. y Mercado, V. H. (2003). Guía didáctica integrada para la enseñanza de la relación entre la distribución electrónica y el enlace químico. Trabajo de grado. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia.

Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *J. Computer Assisted Learning*, 7, 75-83.

Galagovsky, L. y Adúriz Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales: El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.

Galagovsky, L.; Rodríguez, M.; Stamati, N. y Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 107-121.

Galagovsky, L. y Bekerman D. (2014). La química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 8(3),952-975.

Galiano, J. (2014). Estrategias de enseñanza de la química en la formación inicial del profesorado, Provincia Santiago del Estero (Argentina). Tesis de doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia.

Gallego Badillo, R. y Uribe Beltrán, M.V. (2005). Enseñanza de los modelos atómicos en programas de ingeniería. *Educación y Educadores*, 1(8), 67-76.

Garriz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*, 21(1), 2-15.

García Carmona, A. (2004). Introducción a la configuración electrónica de los átomos en los niveles básicos de enseñanza. *Alambique*, 40, 25-34.

García Carmona, A. (2006). La estructura electrónica de los átomos en la escuela secundaria. Un estudio de los niveles de comprensión. *Educación química*, 17, 414-423.

García, J. J. (2003). Didáctica de las ciencias resolución de problemas y desarrollo de la creatividad, Bogotá, Magisterio.

García, J.J. y Cauich Canul, J.F. (2008). ¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente. *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, 20(50), 111-122.



Greco, M. (2004). La enseñanza de los niveles de organización en sistemas biológicos. Un modelo didáctico analógico. Universidad Nacional San Martín, Buenos Aires, Argentina.

Glynn, S. M. (1991). "Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model", en Glynn, S. M.; Yeany, R. H., y Britton, B. K. (eds.): The psychology of learning science, Hillsdale, New Jersey, Erlbaum, pp. 219-240.

Gómez Moliné, M. y Sanmartí, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje, Educación Química, 11(2), 266-273.

Guapacha Largo, G. I. (2013). El juego como estrategia en la enseñanza-aprendizaje de la nomenclatura inorgánica. Manizales, Colombia.

Gutiérrez, R. (2004). La modelización y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Alambique, 42, 8-18.

Gutiérrez, L., y Posada, J. (1984). Química I grado 10, Educar editores, Bogotá, Colombia.

Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010). Metodología de la Investigación 5<sup>a</sup> edición. México D.F: Mc Graw Hill.

Hernández, G. (2006), Jugando con símbolos, Educación Química, 17(2), 187-188.

Hernández, C. (2005). Foro Educativo Nacional 2005. ¿Qué son las Competencias Científicas?

Higuera, P. S. y Mejía, C.J. (2016). Evaluación del modelo de educación flexible Postprimaria en Colombia. Análisis empírico a través de variables instrumentales y método de emparejamiento. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Economía. Bogotá. Colombia.

Lacueva, A. (2000). Ciencia y tecnología en la escuela. España: Editorial Laboratorio Educativo.

Lara, M. J. y Vásquez, A. Y. (2004). Propuesta de enseñanza-aprendizaje para la relación de la distribución electrónica con la periodicidad de los elementos químicos de la tabla periódica. Trabajo de grado. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.

Lemke, J. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las ciencias, Barcelona,24(1), 5-12.

Linares Lópezlage, R. M. (2006). El uso de las analogías en los cursos del departamento de química de la Universidad del Valle. Revista Educación y Pedagogía, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, 18(45), 133-139.

Linares Lópezlage, R.M. (2004). Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de química. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona, España.

Llorens, J.A. (1988). Propuesta y aplicación de una metodología para el análisis de la adquisición de conceptos en la introducción a la teoría atómica molecular: percepción de los hechos experimentales, sus representaciones y el uso del lenguaje en alumnos de formación profesional y bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 200-202.

Marcano K. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Instituto Pedagógico de Caracas. Venezuela

Machado, M. (2006). Didáctica de la enseñanza de química. XIII reunión de educadores de Química. Universidad Nacional del Rosario. Rosario, Argentina.

Martínez Aznar, M.M. y Bárcena Martín, A. (2006). El aprendizaje de competencias en química a través de la resolución de situaciones problemáticas abiertas. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, 2148-2153

Martínez, H. (2012). Metodología de la Investigación. México: Cengage Learning.

Medina, A., Herrán, A. y Domínguez, M. (2014). Fronteras en la investigación de la didáctica, Madrid (España). Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED.

Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias* 21 (3), 343-358.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias en formación inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 289-302.

Melo Herrera, M. P. y Hernández Barbosa, R. (2014). El juego y sus posibilidades en la enseñanza de ciencias naturales. *Innovación Educativa*, 14(66), 41- 64.

Mínerva Torres, C. (2002). El juego: una estrategia importante. *Educere. Revista Venezolana de Educación*, 6(19), 289-296.

McMillan, J. y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa 5ª edición*. Pearson Educación, S.A, Madrid, España.

Mondeja, D., Zumalacárregui, B., Martín, M. y Ferrer, C. (2001). Juegos didácticos: ¿útiles en la educación superior? *Revista Electrónica de la Dirección de Formación de Profesionales del Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba*, 6, 65-76.

Mondragón, C., Peña, L., Sánchez M., Arbeláez, F. y González D. (2010). *Hipertexto química 1*. Editorial Santillana S. A.

Montoya, W. (2012). *Enseñanza de la estequiometría con un enfoque sistemático*. Universidad Nacional de Colombia, Colombia

Morales, P. (2003). Metodologías activas en la enseñanza de la química general. Pontificada Universidad Católica de Perú. Revista de Química, 39, 39-50.

Montagut B, P. (2010). Los procesos de enseñanza y aprendizaje del lenguaje de la química en los estudiantes universitarios. Educación Química, 21(2), 126-138.

Molina, M.C. y Palomeque, L. (2019). La tabla periódica como fundamento para el aprendizaje de la química y la construcción de conocimiento. Revista de la academia colombiana de ciencias exactas, física y naturales. 43(167), 285-290.

Oliva, J.M.; Aragón, M.M., Bonat, M. y Mateo, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. Enseñanza de las Ciencias, 21(3), 429-444.

Oliva, J. M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2(1).

Oliva, J.M. (2004). El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de ciencias. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3(3).

Oliva, J.M. (2005). Las analogías como recurso didáctico para el profesorado de biología. Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Biología), Universidad de Zaragoza.

Oliva, J.M. (2006). Actividades para la enseñanza y aprendizaje de la química a través de analogías. *Eureka*, 3(1), 104-114.

Oliva, J.M. y Aragón, M.<sup>a</sup> M. (2009a). Contribución del aprendizaje con analogías al pensamiento modelizador de los alumnos en ciencias: marco teórico. *Enseñanza de las ciencias*, 27 (2), 195- 208.

Oliva, J.M. y Aragón, M.<sup>a</sup> M. (2009b). Aportaciones de las analogías al desarrollo de pensamiento modelizador de los alumnos en química. *Educación Química*, 20, 41-54.

Olivera, A.C., Mazzitelli, C.A. y Guirado, A.M. (2015). El conocimiento construido por los alumnos en las clases de química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 77-94.

Osorio, U. A. (2005). Estrategias de enseñanza y aprendizaje para relacionar los conceptos de la distribución electrónica con los de la periodicidad de los elementos de la tabla periódica. Trabajo de grado. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia.

Parra, L.F., Duarte, J.E. y Fernández, F.H. (2014). Propuesta didáctica para la enseñanza de circuitos eléctricos básicos. *Rev.investig. desarro. innv*, 4(2), 138-147.

Pérez Juste, R., Galán Gonzales, A. y Quintanal Díaz, J. (2012). *Métodos y diseños de investigación en educación*. Madrid: UNED.

Peirano, C., Puni, S. y Astorga, M. (2015). Educación rural: oportunidades para la innovación. Cuadernos de Investigación Educativa. 6, (1), Montevideo, Uruguay.

Posada, J.M. (1993). Concepciones de los alumnos de 15-18 años sobre la estructura interna de la materia en el estado sólido. Enseñanza de las Ciencias, 11(1), 12.

Quintanilla, M. (2006). Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia. Enseñar ciencias en el nuevo milenio. Ediciones PUC. Santiago de Chile.

Raviolo, A. y Garritz, A. (2007). Uso de analogías en la enseñanza de la química: necesidad de elaborar decálogos e inventarios. Alambique, 51, 28-39.

Rodríguez, Y. (2004). Estrategias de enseñanza docente en escuelas multigrado. En Educación y procesos pedagógicos y equidad: cuatro informes de investigación, GRADE, Perú, pp. 131-192.

Rodríguez, M. (2004). La teoría del aprendizaje significativo. Trabajo presentado en la Primera Conferencia Internacional sobre Mapas Conceptuales. Pamplona.

Rodríguez, E. (2013). El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica. ARJÉ, 7(2), 363-373.

Rodríguez, B. F. C. & Hernández, T. E. (2016). El lenguaje como una estrategia para el aprendizaje de los temas del currículo de las ciencias. *Bio-grafía. Escritos sobre la biología y su enseñanza*. 9 (17), 73-88.

Rigas, P. y Valanides, N. (2004): "Teaching biology with written analogies", University of Cyprus.

Sarlé, M. P. (2001). Juego y aprendizaje escolar. Los rasgos del juego en la educación infantil. Buenos Aires, Argentina. Editorial Novedades Educativas.

Sanz, A., Gómez, M.A. y Pozo, J.I. (1993). Influencia de la instrucción en la utilización del modelo de partículas. *Enseñanza de las Ciencias*, 281-282.

Santoiani, C.S. (2006). El hotel cuántico. Universidad Nacional de Mar del Plata. Argentina.

Sibanda, D. y Hobden, P. (2015). Planning a teaching sequence for the teaching of chemical bonding. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 19(1), 23-33.

Sierra, R. (1996). Tesis Doctorales y Trabajos de Investigación Científica. Editorial Paraninfo. Madrid.



Schwartz, S. y Pollishuke, M. (1998). Aprendizaje activo. Una organización de la clase centrada en el alumno 2ª edición. Narcea S.A.; Madrid, España.

Taber, K.S. (1997). Student understanding of ionic bonding: ¿molecular versus electrostatic framework? *School Science Review*, 78(285), 85-95.

Taber, K.S. (2002). *Chemical Misconceptions-Prevention, Diagnosis and Cure*. Londres: Royal Society of Chemistry.

Thiele, R.B. y Treagust, D.F. (1994). “An Interpretative Examination of High School Chemistry Teachers Analogical Explanations”. *Journal of Research in Science Teaching*, 14(3), 227-242.

Tim, C. F. (2004). “Use of Analogies to Teach General Biology to Non-Biology Majors”, triannual newsletter, 8 (1), Centre for Development of Teaching and Learning (C.D.T.).

Tejada, C., Villabona, A. y Chicangana, C. (2012). Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza del concepto de valencia). *Revista virtual de la Universidad Católica del Norte*, 38, 1-16.

Trinidad Velasco, R. y Garriz, A. Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 92-105.

Torres, J.A. (2005). El uso de analogías y modelos analógicos en la enseñanza de la química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá, Colombia.

Toro, B. (2007). Fundamentación conceptual del Área de Ciencias Naturales.

Unas, Y.T. (2012). Uso de las analogías como una estrategia para la enseñanza y aprendizaje de reacción química. Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.



Valderrama, P. L., Rayo, A.D., Suesca, C. F. y Soler, C. M. (2017). Números cuánticos: una alternativa didáctica para su enseñanza y aprendizaje. Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis.

Valcárcel, M. V., Sánchez, G. y Ruiz, M. (2000). El estudio del átomo en la educación secundaria. Alambique, 26, 83-94.

Villaro Ábalos, E. (2012). Ideas previas sobre átomos y enlace químico. Desarrollo de una estrategia didáctica en la educación secundaria. Master Universitario. Facultad de letras y educación, Universidad de la Rioja.

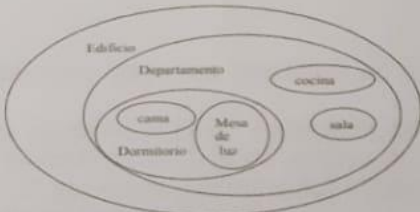
## Anexos

### Anexo A. Cuestionario de indagación de ideas previas y finales.

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: LA CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_ **CURSO:** \_\_\_\_\_

**Querido estudiante:**  
Actualmente, me encuentro desarrollando el proyecto de investigación titulado: "El Hotel Periódico: un juego didáctico basado en una analogía para aprender configuración electrónica con estudiantes de postprimaria rural ", aprobado por la Universidad Surcolombiana, que tiene como objetivo, favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de configuración electrónica de los átomos; y a partir de ello construir una propuesta de enseñanza de la química utilizando el modelo TPACK. Por lo tanto, en el siguiente cuestionario encontrarás una serie de interrogantes frente a los cuales debes explicar lo que sucede y justificar la respuesta. Te recuerdo que los resultados del cuestionario se usarán con fines investigativos y académicos para el segundo periodo del año escolar.  
¡Gracias por tu valiosa participación en esta investigación, que pretende contribuir a mejorar la calidad de la enseñanza de las ciencias naturales en general, y de la química en particular, en nuestro departamento!

1. Imagina que tienes un equipo o instrumento de bastante avance tecnológico y con él puedes observar la forma y estructura de un átomo de hidrógeno (H). Dibuja cómo verías el átomo de hidrógeno y coloca las partes posibles que identificarías durante tu observación.
2. Con las siguientes palabras: departamento/ cama/ sala/ dormitorio/ edificio/ cocina/ mesa de luz, se construyó un diagrama con la siguiente organización. El departamento está dentro del edificio, y el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.  


  - a. Diseña un diagrama similar al anterior para el caso de una gota de agua con las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ electrón/ gota de agua. Recuerda que debe existir una jerarquía de tamaño.
  - b. Ahora recrea un diagrama similar a los anteriores, pero en este caso, vas a utilizar las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ célula/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ corazón/ electrón/ perro.

3. Completa el siguiente texto con las palabras que faltan:

"Los átomos se componen de núcleo y corteza. En el núcleo atómico se encuentran los \_\_\_\_\_, que tienen carga positiva, y los \_\_\_\_\_, que no tienen carga eléctrica. En la corteza atómica, girando alrededor del núcleo, se encuentran los \_\_\_\_\_, cuya carga eléctrica es \_\_\_\_\_ que la del protón, pero de signo \_\_\_\_\_. En un átomo, el número de \_\_\_\_\_ es igual al de \_\_\_\_\_; por tanto, un átomo es eléctricamente neutro"

4. Cuando escuchamos la palabra "vacaciones" pensamos en paseos, deportes, amigos y diversión. ¿En qué piensas cuando escuchas la palabra "Configuración Electrónica"? Puedes apoyar tus ideas en un dibujo.

5. Los electrones se encuentran en la corteza del átomo girando alrededor del núcleo. La corteza está compuesta por distintos niveles o capas en las que se encuentra un cierto número de electrones. La distribución de los electrones en la capa más externa determina las propiedades físicas y químicas de los átomos y, por tanto, de la materia. A estos se les denomina electrones de valencia.

a. Dibuja un esquema para los átomos de Na, K, Cl y F con la distribución de los electrones en las distintas capas. Determina a qué grupo y periodo pertenecen.

ÁTOMOS	PROTONES	NEUTRONES	ELECTRONES
Sodio Na	11	11	11
Potasio K	19	19	19
Cloro Cl	17	17	17
Flúor F	9	9	9

b. Los elementos de una misma familia del sistema periódico tienen propiedades químicas parecidas. En el caso del sodio y el potasio son buenos conductores de electricidad. Mientras que el cloro y el flúor son sumamente reactivos y formadores de sales. ¿Cuál crees que es la razón para su comportamiento?

6. El magnesio es un elemento químico muy importante para muchos procesos que realiza el cuerpo humano. Por ejemplo, regula la función de los músculos y el sistema nervioso, los niveles de azúcar en la sangre, y la presión sanguínea. Además, tiene como número atómico  $Z = 20$ , y se representa por su configuración electrónica de la siguiente manera:  $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2$ .

a. ¿Qué representan los números y la letra  $3p^6$  de la configuración electrónica?  
 b. ¿En qué orbital se encuentra el último electrón de valencia?

7. La profesora de ciencias naturales les pide a cuatro estudiantes que escriban la configuración electrónica para un átomo con 2 niveles de energía y 5 electrones de valencia. En la siguiente tabla se muestra la configuración electrónica que cada estudiante escribió.

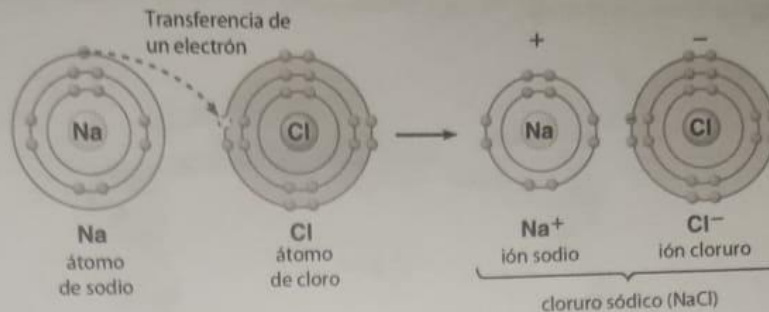
Estudiante	DANIEL	MARIA	JUANA	PEDRO
Configuración	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^1 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^1 2s^2 2p^2$

a. De acuerdo con la tabla, ¿Cuál fue el estudiante que escribió correctamente la configuración electrónica? ¿Por qué?  
 b. ¿A qué elemento químico corresponde la configuración electrónica?

8. De todos los elementos de la tabla periódica, los gases nobles son los más estables, desde el punto de vista químico. Esto quiere decir que los podemos encontrar en la naturaleza sin estar combinados con átomos de otros elementos. Sin embargo, los demás elementos químicos requieren enlazarse con otros átomos del mismo tipo o de otro tipo de elementos.

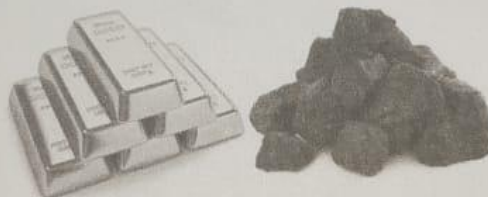
a. ¿Para qué crees que es importante que los átomos de elementos que no pertenecen a la familia de los Gases Nobles, hagan enlaces químicos? ¿Qué estructuras de estos átomos participan en los enlaces?  
 b. En la vida cotidiana, la sal de cocina (NaCl) es una sustancia química estable y no tóxica para los organismos. Sin embargo, cuando los átomos de cloro y de sodio están separados, son explosivos y altamente reactivos, llegando a ocasionar la muerte a los

seres vivos cuando se ingieren ¿Por qué crees que estos elementos químicos son tóxicos al estar separados y cuando se enlazan no lo son?



9. Una manera en la que se agrupa los elementos en la tabla periódica es por sus propiedades físicas y químicas que comparten. Esto no es obra de casualidad, sino de su configuración electrónica y de los electrones de valencia que tienen en su último nivel de energía. Es por esto que en ciertos casos algunos átomos les hacen falta más electrones que a otros para alcanzar la estabilidad química. Por ejemplo, los átomos que tienen pocos electrones de valencia (menos de 4 electrones) y que, por tanto, tienden a perder sus electrones de valencia, se denominan metales; mientras que los átomos que tienden a ganar electrones se denominan no metales.

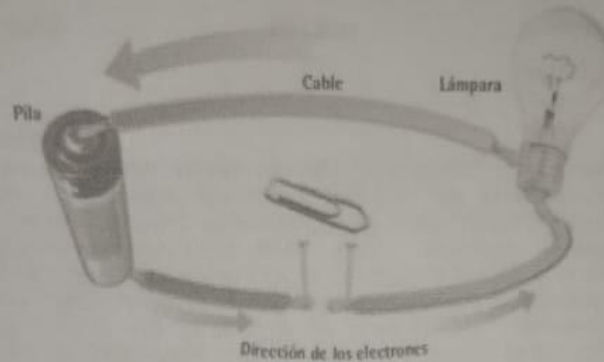
### Metales Vs. No Metales



- La estructura electrónica del azufre (S) es (2, 8, 6), y la del potasio (K) (2, 8, 8, 1). ¿Cuál será el comportamiento de cada elemento con el fin de lograr su estabilidad química?
- Sean dos átomos A y B, cuyas estructuras electrónicas son, respectivamente, (2, 8, 1) y (2, 8, 7). ¿Cuál de ellos posee un carácter metálico o no metálico?
- Dentro del conjunto de los elementos metálicos, hay unos que tienen mayor actividad electrónica que otros; es decir, que ceden con más facilidad sus electrones de valencia. Dados los siguientes elementos metálicos, cuyas estructuras electrónicas se acompañan, indica cuál presenta mayor carácter metálico (mayor actividad electrónica): Rb (2, 8, 18, 8, 1); Ca (2, 8, 8, 2); In (2, 8, 18, 18, 3).
- Del mismo modo, en los no metales también hay unos con más actividad electrónica que otros, en el sentido de que son más tendientes a ganar los electrones que le faltan. Haz lo mismo con los siguientes elementos no metálicos: Cl (2, 8, 7); S (2, 8, 6); P (2, 8, 5).
- La estructura electrónica del elemento que compone cierto material es (2, 8, 4). ¿Cuál será su carácter a temperatura ambiente?



10. La siguiente representación gráfica muestra un fenómeno cotidiano en donde a partir de energía química (pila) se transforma en energía eléctrica (encender el bombillo), por medio de unos cables que en su interior llevan cobre y de un interruptor (click) de característica metálica.



- ¿Cómo explicarías el fenómeno visto en el gráfico?
- ¿Consideras que los electrones o los protones participan en la liberación de la energía almacenada en la pila? ¿Por qué?
- Ahora bien, en la vida cotidiana haz visto que los metales conducen la electricidad y que sustancias como la goma o el plástico no lo hace. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores de electricidad? ¿Qué pasa en su estructura interna?
- ¿Crees que solo sustancias en estado sólido pueden conducir la electricidad, o también lo pueden hacer sustancias en estado líquido o gaseoso? Justifica tu respuesta.

## Anexo B. Secuencia didáctica 1. ¿Cómo modelamos el comportamiento de la materia?

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: ¿CÓMO MODELAMOS EL COMPORTAMIENTO DE LA MATERIA?**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

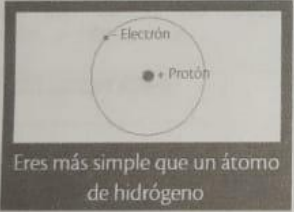
**APRENDIZAJE ESPERADO**

➤ Valorar los modelos atómicos que dieron origen al actual, describiendo tanto la estructura como el comportamiento del átomo y sus electrones, y reconocer las propiedades de los elementos radiactivos identificando sus aplicaciones e impacto en su entorno.


**MODELANDO EL COCNOCIMIENTO**

Los científicos emplean modelos para facilitar el estudio de diversos fenómenos complejos, ya que mediante su uso logran describirlos de manera sencilla. Un ejemplo de ello es el modelo del estado del tiempo el cual depende de diversos factores para dar un resultado, algunos de estos son la presencia de nubes, captación de carbono en los océanos, corrientes de aire, presión atmosférica, etc. Los meteorólogos utilizan los modelos matemáticos y físicos para hacer más fácil el estudio del conjunto de factores y analizar las condiciones que van a predominar en determinado momento, por ejemplo, si habrá tormenta, sobre un país. Tal vez pueda parecer muy complicado, sin embargo, un modelo puede ser algo más sencillo como un mapa.

Asimismo, los científicos han utilizado a lo largo del tiempo modelos para el desarrollo de sus teorías. Algunas de ellas se han modificado debido a que se generan nuevos modelos que se ajustan mejor y describen de manera más adecuada los fenómenos.



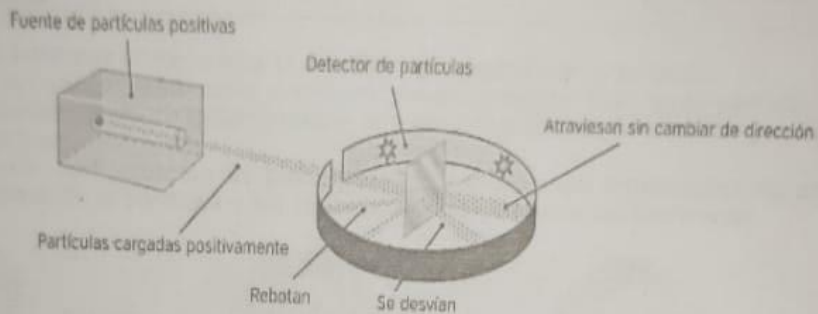
Eres más simple que un átomo de hidrógeno



**ACTIVIDAD 1**

1. Si tienes la posibilidad de conexión a internet, visualiza el video "La Historia del Modelo Atómico", en el cual encontrarás información sobre las aportaciones de cada uno de los modelos atómicos a lo largo del tiempo.  
<https://www.youtube.com/watch?v=H7rIhQdHi7o>
2. Las primeras ideas acerca de la estructura de la materia fueron propuestas, hace unos 2.400 años, por los griegos Demócrito y Leucipo, a partir de razonamientos lógicos. Sin embargo, la primera teoría atómica basada en evidencias experimentales fue enunciada por John Dalton recién en 1770, tomando como base las ideas de los atomistas griegos.
  - a. ¿Cuál es la principal diferencia entre el origen de las ideas de los atomistas griegos y la teoría atómica de Dalton?

- b. Revisa el modelo de Dalton y con un compañero discute si la representación y sus componentes podrían explicar las interacciones eléctricas y la presencia de cargas. Compartan su discusión con otra pareja y lleguen a un consenso.
- c. Dibuja el modelo de átomos de oxígeno y átomos de hidrógeno, según la teoría de Dalton, y su combinación para formar la sustancia agua.
3. Los modelos atómicos de Rutherford y Bohr son similares en algunos aspectos, y son más complejos que los de Dalton y Thomson; sin embargo, evolucionaron a partir de estos últimos. Con el objetivo de que visualices mejor estos modelos, haz lo siguiente:
- a. Revisa la representación del modelo de Rutherford y con un compañero discute por qué algunas partículas alfa se desviaban y otras rebotaban. Consideren las características de las partículas utilizadas.



- b. Realiza esquemas sencillos que ilustren los modelos de Rutherford y Bohr.
- c. Una vez que tengas los esquemas compara ambos modelos e identifica sus similitudes y diferencias.

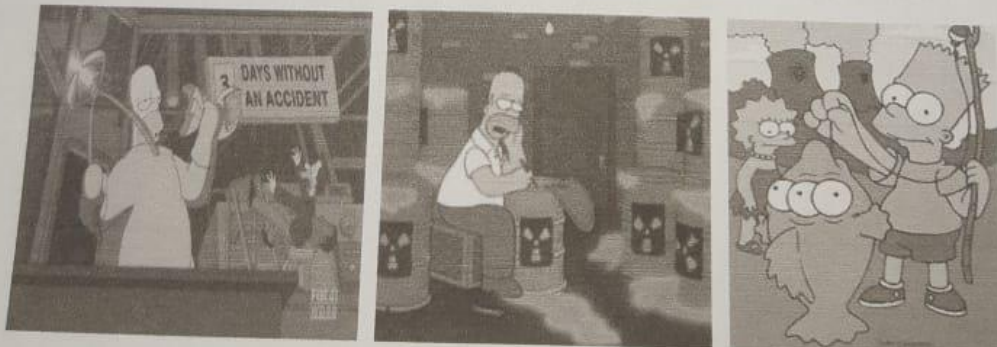
CARACTERISTICAS	RUTHERFORD	BOHR
SIMILITUDES		
DIFERENCIAS		



7. Elabora una tabla con la información que se te solicita de los cinco modelos atómicos vistos en clase. Para ello, deberás interpretar cada modelo para poder incluir en la tabla sus características, ventajas y desventajas.

MODELO ATÓMICO	AÑO	CARACTERÍSTICAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Dalton				
Thomson				
Rutherford				
Bohr				
Mecánico cuántico				

8. Las radiaciones producen caída de cabello, problemas visuales, tumores y cáncer, entre otras patologías. Explica cuál sería los efectos de la radiactividad en los seres vivos generada por la planta nuclear de Springfield en la famosa serie estadounidense de comedia "Los Simpson".

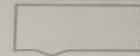


## ACTIVIDAD 2

La obtención de un modelo atómico que satisfaga la mayoría de las observaciones científicas ha sido un proceso largo y que ha ido cambiando. Sin embargo, cada modelo forma parte de un proceso histórico y fue importante el contexto en el que se desarrolló.

**Con el fin de que valores las aportaciones de cada uno de los modelos atómicos como parte de ese proceso histórico que contribuyó a la comprensión del proceso actual, realiza las siguientes actividades.**

1. Retoma todas las evidencias obtenidas en el desarrollo de la actividad anterior y elabora una línea de tiempo sobre la evolución de los modelos atómicos.
2. A partir de la línea de tiempo anterior construye una historieta sobre la evolución de los modelos atómicos. Recuerda que lo importante no es evaluar si sabes dibujar, así que puedes hacer uso de programas computacionales o descargar imágenes de internet para elaborar tu historieta y que los modelos atómicos describan lo que sus autores quisieron comunicar. Ahora bien, para construir tu historieta puedes utilizar viñetas y globos como los que se muestran a continuación:




3. Con la historieta que has diseñado, realiza un escrito de máximo 10 líneas en el cual espongas tu reflexión y punto de vista sobre la importancia de la evolución de los modelos atómicos.

## Anexo C. Secuencia didáctica 2. Configuración electrónica y los Números Cuánticos

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: CONFIGURACIONES ELECTRÓNICAS Y LOS NÚMEROS CUÁNTICOS**

**NOMBRE:** \_\_\_\_\_ **CURSO:** \_\_\_\_\_ **FECHA:** \_\_\_\_\_

**EL ORDEN LÓGICO DE LA VIDA**



¿En qué piensas cuando escuchas la palabra "configuración"? Seguramente lo primero que te viene a la mente es la configuración de la computadora o de tu teléfono celular. Es cierto que configuramos estos dispositivos para que funcionen del modo en que deseamos. También podemos configurar nuestras cuentas de correo o de redes sociales y "acomodarlas" a nuestros gustos. En estos casos, lo que hacemos es establecer un orden en nuestros aparatos que nos parece lógico, sin embargo, la configuración no sólo está ligada con la tecnología, también la podemos encontrar en todos los aspectos de nuestro día a día. Cabe mencionar que el orden no es característica que todos llevemos a cabo diariamente.

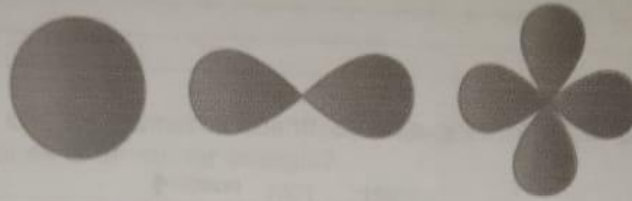
**APRENDIZAJE ESPERADO**

- Aplicar los principios básicos de las configuraciones electrónicas y su relación con los números cuánticos para comprender el comportamiento del átomo.

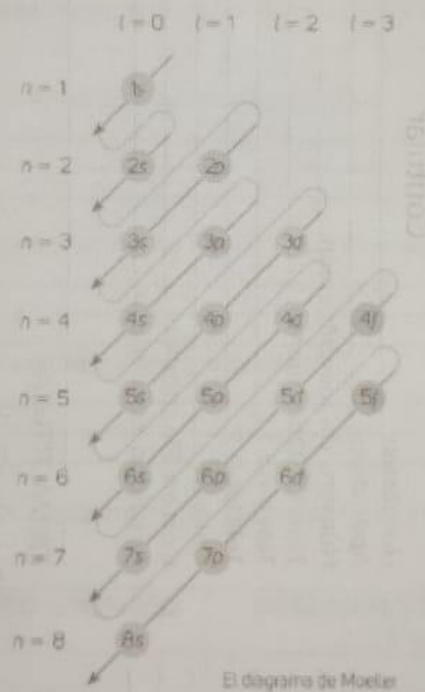
**ACTIVIDAD 1**

1. Para ayudarte a describir mejor los conceptos de números cuánticos, realiza lo siguiente:
  - a. Consigue globos de forma redonda y alargada, hilo y prepárate a soplar.
  - b. Tomaremos el ejemplo de  $n=2$ . ¿Qué valores de número cuántico secundario ( $l$ ) puede tener? ¿A qué letras corresponde? ¿Cuántas formas de globo distintas necesitas para ilustrar los orbitales?
  - c. En este ejemplo, número cuántico secundario ( $l$ ) puede tomar valores desde 0 hasta  $n-1=1$ , es decir, 0 y 1. Al utilizar la notación de letras, están serían s y p. En el caso del orbital s, el número cuántico magnético  $m$  únicamente puede tomar el valor de 0, por lo que solo tiene orientación posible. Infla el globo redondo (a la mitad de su capacidad) y amárralo. Sobre la superficie de este, escribe con el plumón la notación  $2s$ , que corresponde al orbital que representamos. ¿Cuántos electrones puede contener? Recuerda el principio de Pauli y dibuja los electrones en el globo.
  - d. Para el valor de *número cuántico secundario*=1, al que corresponde el orbital con la letra p, el número cuántico magnético puede tomar los valores de -1, 0 y +1, lo que significa que existen tres orientaciones posibles. Infla tres globos alargados, y amárralos. Sobre cada uno escribe la notación  $2p$  y dibuja los electrones que pueden tener.





- e. Como cada uno de ellos debe tener una orientación diferente, colócalos orientados en los tres distintos ejes X, Y y Z. ¿Cuál es la cantidad máxima de electrones que puede haber en cada orbital?
2. Sigue las flechas marcadas en el diagrama de Moeller, desmenúzalo por completo y expresa en una misma línea el orden de los orbitales de manera ascendentes de energía hasta el orbital 8s.




---



---



---



---



---

a. ¿Qué puedes observar con respecto al orden de los números cuánticos principales  $n$ ? ¿Siempre van en orden ascendente?

---

---

---

b. ¿Qué sucede con los números cuánticos angulares  $l$ ? ¿Cuál presenta mayor energía? ¿Cuál es el de menor energía?

---

---

---

c. Siguiendo el principio de Aufbau, ¿Cuál es el primer orbital en llenarse? ¿Cuál es el último? ¿Por qué?

---

---

---

3. El neón, con 10 electrones, tiene sus orbitales  $2p$  completos. Observa el diagrama de Moeller y responde:

a. ¿Qué orbital es el siguiente en orden energético?

---

---

---

b. ¿Cuántas orientaciones (valores de número cuántico angular) tiene ese orbital?

---

---

---

c. ¿Cuántos electrones puede recibir ese orbital?

---

---

---

4. Construye los siguientes diagramas de ocupación de orbitales del sodio y del magnesio.

ELEMENTO	NÚMERO ATÓMICO	DIAGRAMA DE OCUPACIÓN DE ORBITALES
Sodio	11	
Magnesio	12	

5. Con base en el diagrama, escribe la configuración electrónica algebraica de ambos elementos.

Na: \_\_\_\_\_

Mg: \_\_\_\_\_

## ACTIVIDAD 2

Con el fin de que apliques estos principios básicos y las relaciones para que comprendas el comportamiento de los átomos de los diferentes elementos, realiza la siguiente actividad:

1. Retoma todas las evidencias obtenidas a lo largo de la actividad anterior, así como los conceptos, reglas y principios que se revisaron.
2. Con el uso del juego didáctico denominado "Hotel Periódico", organiza los electrones de un elemento químico en cada orbital, subnivel y nivel de energía.  
Nota: El número de jugadores en cada partida es de dos estudiantes, actuando uno de ellos con el papel de revisor, que debe velar porque se cumpla correctamente las reglas del juego didáctico. Ahora bien, la distribución de los huéspedes (electrones) en el "Hotel periódico" es bastante peculiar. Su primer nivel solo tiene una habitación denominada "s". La habitación admite como máximo dos huéspedes ubicados en una cama doble. Los pisos (niveles de energía) siguientes tienen habitaciones "p", que admiten un máximo de seis huéspedes. Las habitaciones "d" un máximo de diez huéspedes y las habitaciones "f" un máximo de catorce huéspedes.
3. Desarrolla la configuración electrónica de cinco elementos químicos obtenidos al azar en el bombo de bingo metálico. Para ello, puedes utilizar los diagramas de ocupación de orbitales y el diagrama de Moeller.  
Nota: Recuerda las instrucciones que deben seguir los huéspedes para que lo hagas de la mejor manera posible.
  - Los huéspedes se deben ubicar comenzando desde el primer piso del "Hotel Periódico", teniendo en cuenta que no se pueden pasar al siguiente piso si no está lleno el anterior.
  - Los huéspedes de un mismo átomo pueden ubicarse en el mismo piso y en la misma habitación. Por lo tanto, en una cama doble cualquiera sólo es posible ubicar dos, pero en sentido contrario; teniendo en cuenta el principio de exclusión de Pauli.
  - En las habitaciones donde se encuentra más de dos camas dobles, se irán colocando de uno en uno y no por pares, siguiendo las indicaciones de la máxima multiplicidad.
  - Los huéspedes que ocupan la misma cama se denominan apareados. En caso de que esté un solo, se dice que se trata de un huésped desapareado.
  - Hay una excepción en el orden de ocupación de las habitaciones. La primera habitación del cuarto piso, se ocupa antes que la última habitación del tercer piso del "Hotel Periódico".
  - Al momento de desalojar el "Hotel Periódico", se debe seguir un orden inverso a su distribución inicial, a excepción que desocuparan antes los huéspedes de la primera habitación del cuarto piso seguido de la última habitación del tercer piso del Hotel Periódico.



## Anexo D. Secuencia didáctica 3. La tabla periódica de los elementos químicos

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES EDUCACIÓN AMBIENTAL**  
**TE TOCA A TI: LA TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS**

**NOMBRE:**

**CURSO:**

**FECHA:**

### **TODO SE PUEDE ORGANIZAR**

Las personas están acostumbradas a clasificar todo lo que les rodea, desde colores hasta animales, pasando por películas y música. Tú mismo realizas clasificaciones de las cosas que te rodean, aunque en ocasiones sea de manera inconsciente. Por ejemplo, sabes que alimentos son salados, dulces o amargos, eliges ropa adecuada para los diferentes climas o condiciones meteorológicas, y conoces qué materiales se pueden utilizar para distintas aplicaciones.

Pero no solo lo hacemos con cosas materiales, sino también con nuestro conocimiento. Los humanos, durante el desarrollo de la ciencia, han utilizado la clasificación de los objetos de estudio como un sistema que permite organizar y predecir el comportamiento de los fenómenos y materiales.



### **APRENDIZAJE ESPERADO**

- Reconocer regularidades en las propiedades físicas y químicas de sustancias elementales representativas en la tabla periódica.
- Clasificar los elementos en la tabla periódica, relacionando sus propiedades con materiales de uso común.

### **ACTIVIDAD 1**

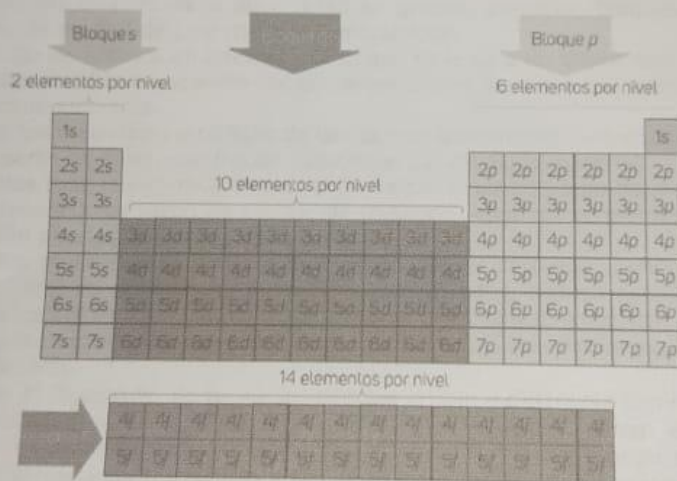
Antes de las aportaciones de Mendeléiev, otros científicos propusieron otras formas de clasificar los elementos. Para conocer algunas de ellas, realiza lo siguiente:

1. Investiga en fuentes confiables las propuestas de clasificación de los elementos químicos de Antoine Lavoiser, Johann Döbereiner y John Newlands. Identifica los

1. Investiga en fuentes confiables las propuestas de clasificación de los elementos químicos de Antoine Lavoisier, Johann Döbereiner y John Newlands. Identifica los criterios de clasificación que utilizaron esos científicos y las razones por las que sus aportaciones no prosperaron.
2. Elabora una línea de tiempo y, con la ayuda de tu maestro, reflexiona sobre la importancia de estos intentos en la clasificación de los elementos químicos. Incluye las aportaciones de Mendeléiev en su línea de tiempo.

Es momento de que empieces a relacionar las características de las configuraciones electrónicas de los diversos elementos comprendidos en la tabla periódica con algunos usos que se les da en objetos y materiales que se emplean de manera cotidiana.

3. Desarrolla la configuración electrónica de los primeros cuatro periodos de la tabla periódica. Si lo deseas, puedes utilizar la notación Kernel dispuesta en la tabla periódica escolar.
4. Observa si existe alguna tendencia en sus electrones de valencia y espacios disponibles antes de llenar por completo los orbitales. Relaciona los orbitales ocupados con los bloques s, p, d y f. ¿Todos coinciden?



5. Relaciona el número de electrones de valencia con las propiedades de los elementos metales, no metales o metaloides. ¿Encuentras alguna relación entre las propiedades de estas agrupaciones?
6. Realiza una lista de diez a quince objetos elaborados con metales que haya en tu hogar o en la escuela. Clasifica los objetos de acuerdo con el metal del que están elaborados.
7. Indica qué propiedades de los metales se aprovechan para elaborar cada uno de los objetos.



- 8.** Elabora una tabla en la que resumas la información anterior y contesta las siguientes preguntas.
- ¿Cuál es el metal más utilizado?
  - ¿Qué propiedades de los metales permiten el uso que se les da a los objetos producidos por este tipo de elementos químicos favorecen el uso de los objetos?
  - ¿Qué importancia tienen los metales en tu vida diaria?
  - ¿Qué otros elementos diferentes a los metales conocen y les das uso en tu vida diaria?

## **ACTIVIDAD 2**

Hasta el momento has visto las características de la tabla periódica y por qué los elementos están colocados ahí de esa manera. Con el fin de que apliques la información y características de la tabla periódica y las relaciones con materiales de uso común, realiza la siguiente actividad:

- Analiza la información que pueden obtener de una tabla periódica, incluyendo nombre de los elementos, símbolo, número atómico, masa atómica, y la información que les da la disposición en grupos, periodos, bloques, así como la existencia de metales, no metales y metaloides.
- Investiga en libros o en internet el uso que se le da a los diferentes elementos de la tabla periódica de acuerdo con sus propiedades. Encuentre al menos un ejemplo para cada elemento.
- Dibuja los materiales u objetos de uso común que encuentre en sus ejemplos y, en la parte de atrás, escribe las características de dicho material.
- Organiza toda la información con el fin de construir un juego de mesa. Decide si se parecerá a un juego de cartas, de memoria, ajedrez, serpientes y escaleras. También puedes diseñarlo desde cero.
- Elige los materiales que vas a utilizar. Puede ser cartulina, cartón, papel entre otros. También puedes incluir materiales reciclados, incluso aquellos que estén hechos con el mismo elemento para que puedas relacionarlos con materiales de uso diario. Define el objetivo del juego, las reglas, el sistema de puntos y números de jugadores.
- Durante el desarrollo de tu juego, pueden incluirse destrezas como la predicción de propiedades de algunos materiales, sus configuraciones electrónicas y ubicación dentro de la tabla periódica. Cuando hayas terminado el diseño de tu juego, comparte con tu familia jugando e intercambiar experiencias.

**Anexo E.** Perfiles de los expertos.

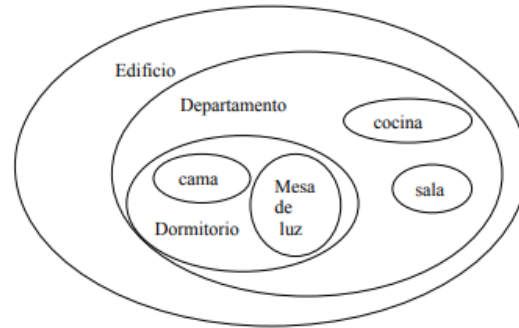
<b>Experto</b>	<b>Profesión</b>	<b>Estudios de Posgrado</b>
<p><b>Experto 1</b> José Joaquín García García</p>	<p>Licenciado en Biología Universidad del Tolima</p>	<p>Magíster en Docencia de la Química Universidad Pedagógica Nacional Doctor en Didáctica de las Ciencias Universidad de Granada (España)</p>
<p><b>Experto 2</b> Elías Francisco Amórtegui Cedeño</p>	<p>Licenciado en Biología Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Magister en Educación Universidad Pedagógica Nacional Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales Universidad de Valencia</p>
<p><b>Experto 3</b> Liliana Chavarro</p>	<p>Licenciada en Biología y Química Universidad Surcolombiana</p>	<p>Magister en Educación Universidad Surcolombiana</p>
<p><b>Experto 4</b> Martha Libia Andrade</p>	<p>Licenciada en Ciencias de la Educación: Química y Biología Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia</p>	<p>Especialista en Pedagogía de la Expresión Lúdica Universidad Surcolombiana</p>
<p><b>Experto 5</b> Mabel Tatiana Torrente Díaz</p>	<p>Licenciada en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología Universidad Surcolombiana</p>	<p>Magister en Educación Docencia e Investigación Universitaria Universidad Surcolombiana</p>
<p><b>Experto 6</b> Paula Milena Parra</p>	<p>Licenciada en Biología Universidad Pedagógica Nacional</p>	<p>Especialista en Didáctica y Aprendizaje Universidad Pedagógica Nacional Magister en Educación Universidad Pedagógica Nacional</p>

**Anexo F.** Matriz de validación de preguntas para indagación de concepciones sobre configuración electrónica

PREGUNTA	Indaga concepciones		Claridad		Lenguaje		Redacción		Imágenes		Comentarios
	Si	No	Clara	Confusa	No Adecuado	Adecuado	No adecuado	Adecuada	Apropiado	Inapropiado	
1. Imagina que tienes un equipo o instrumento de bastante avance tecnológico y con el puedes observar la forma y estructura de un átomo de hidrógeno (H). Dibuja cómo verías el átomo de hidrógeno y coloca las partes posibles que identificarías durante tu observación.											
<b>Experto 1</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 3</b>		X	X			X		X			El texto se puede acompañar con una imagen de la situación planteada en la pregunta (un niño con un microscopio). Al pedir exclusivamente la estructura del átomo de hidrógeno, hace ver que no indaga concepciones o que se está direccionando la concepción. Sería oportuno hacer una primera pregunta en la que se indague de que está constituida la materia o pedir que el estudiante represente la

											estructura macroscópica y microscópica de un objeto.
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X			X		X			En (avance tecnológico y con él) considero falta tilde.
<b>Experto 6</b>	X		X			X		X			Ninguno

2. Con las siguientes palabras: departamento/ cama/ sala/ dormitorio/ edificio/ cocina/ mesa de luz, se construyó un diagrama con la siguiente organización. El departamento está dentro del edificio, y el dormitorio, la sala y la cocina están dentro del departamento, etc.



- a. Diseña un diagrama similar al anterior para el caso de una gota de agua con las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ electrón/ gota de agua. Recuerda que debe existir una jerarquía de tamaño.
- b. Ahora recrea un diagrama similar a los anteriores, pero en este caso, vas a utilizar las siguientes palabras: átomo/ neutrón/ célula/ núcleo/ protón/ molécula/ quarks/ corazón/ electrón/ perro.

<b>Experto 1</b>		X		X			X			X	Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X	X		Ninguno
<b>Experto 3</b>	X		X			X		X	X		Ninguno
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X	X		Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X			X		X	X		Considero que la pregunta es muy extensa y lo que se va a obtener es similar, buscar una

											manera de reducir a una sola pregunta.
<b>Experto 6</b>	X		X			X	X			X	Se debería de redactar el enunciado número dos de otra manera ya que es confusa; yo empezaría por los niveles de complejidad de los conceptos.
<p>3. Completa el siguiente texto con las palabras que faltan:  “Los átomos se componen de núcleo y corteza. En el núcleo atómico se encuentran los _____, que tienen carga positiva, y los _____, que no tienen carga eléctrica. En la corteza atómica, girando alrededor del núcleo, se encuentran los _____, cuya carga eléctrica es _____ que la del protón, pero de signo _____. En un átomo, el número de _____ es igual al de _____; por tanto, un átomo es eléctricamente neutro”</p>											
<b>Experto 1</b>	X		X			X			X		Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X			X			X		Ninguno
<b>Experto 3</b>		X	X			X			X		Se sugiere recrear un contexto para la pregunta: el profesor de química le ha pedido a Juan que complete .... E indagar por ¿cómo se encuentran distribuidos los electrones dentro de un átomo? Mediante una representación del estudiante.
<b>Experto 4</b>	X		X			X			X		Ninguno

<b>Experto 5</b>	X		X		X		X			Revisar esta parte del enunciado: (se encuentran los _____, cuya carga eléctrica es _____ que la del protón, pero de signo _____). Supongo yo, que se presenta confuso
<b>Experto 6</b>	X		X		X		X			Se debería diseñar desde otra situación que suscite la experiencia utilizando estados de la materia, algún experimento o descubrimiento a nivel atómico.
4. Cuando escuchamos la palabra “vacaciones” pensamos en paseos, deportes, amigos y diversión. ¿Qué te hace pensar la expresión “Configuración Electrónica”? Puedes apoyar tus ideas de un dibujo.										
<b>Experto 1</b>	X		X		X		X			Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X		X		X			Ninguno
<b>Experto 3</b>	X		X		X		X			La palabra configuración se puede cambiar por distribución sería más apropiado para el contexto.
<b>Experto 4</b>	X		X		X		X			Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X		X		X			Considero que se debe dejar el

											espacio para hacer el dibujo.
<b>Experto 6</b>		X	X			X	X				Pueden empezar con un concepto que los oriente hacia lo que están preguntando, por ejemplo: “cuando pensamos la palabra mezcla” Pensaría que a través de la escritura expresarán lo que para ellos significa la configuración electrónica (que no es una expresión, recuerden que la configuración electrónica es la ubicación de los electrones en los orbitales teniendo en cuenta los niveles de energía)
<p><b>5.</b> Ya sabemos que los electrones se encuentran en la corteza del átomo girando alrededor del núcleo. La corteza está compuesta por distintos niveles o capas en las que se encuentra un cierto número de electrones. La distribución de los electrones en la capa más externa determina las propiedades físicas y químicas de los átomos y, por tanto, de la materia. A estos se les denomina electrones de valencia.</p> <p><b>a.</b> Dibuja un esquema para los átomos de Na, K, Cl y F con la distribución de los electrones en las distintas capas. Determina a qué grupo y periodo pertenecen.</p> <p><b>b.</b> Los elementos de una misma familia del sistema periódico tienen propiedades químicas parecidas. En el caso del sodio y el potasio son buenos conductores de electricidad. Mientras que el cloro y el flúor son sumamente reactivos y formadores de sales. ¿Cuál crees que es la razón para su comportamiento?</p>											
<b>Experto 1</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X			Ninguno
											Cuando se indagaran

<b>Experto 3</b>		X	X			X		X		<p>concepciones, en la pregunta la idea es incluir la menor cantidad de conceptos</p> <p>El termino ya sabemos no es adecuado ¿Quién? No indaga concepciones Con el dibujo de un solo elemento.</p> <p>Si se pretende identificar las características de un átomo, podría plantear varias imágenes y que el estudiante marque cuál cree que es un átomo.</p>
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X		Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X		X			X		<p>La afirmación “ya sabemos” da por entendido que ellos ya saben, pero tal vez respondieron mal la pregunta 3. Por otro lado, considero primero revisar otras formas de indagar esta concepción (menos teóricas y</p>



											más prácticas) porque creo que la pregunta va a obtener respuestas netamente erradas o imprecisas.
<b>Experto 6</b>		X	X			X		X			Podrían empezar dando un contexto al estudiante, por ejemplo, en “x alimentos podemos encontrar porcentajes de Sodio, Potasio.
<p>6. El elemento químico Magnesio tiene un número atómico de <math>Z = 20</math>, y se representa por su configuración electrónica de la siguiente manera: <math>1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2, 3p^6, 4s^2</math>.</p> <p>a. ¿Qué representan los números y la letra <math>3p^6</math> de la configuración electrónica?</p> <p>b. ¿En qué orbital se encuentra el último electrón de valencia?</p>											
<b>Experto 1</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 3</b>		X		X		X		X			La pregunta no indaga concepciones. Se podría direccionar la pregunta a, si hay alguna relación de la tabla periódica con la distribución de los electrones.
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X			X		X			Le colocaría más en contexto, como el magnesio es uno de los elementos que se utiliza para

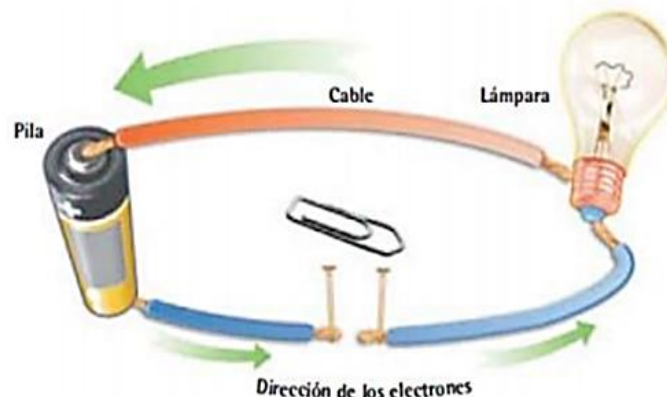
											fabricar el tajalápiz...										
<b>Experto 6</b>		X	X			X		X			Ninguno										
<p>7. La profesora de ciencias naturales les pide a cuatro estudiantes que escriban la configuración electrónica para un átomo con 2 niveles de energía y 5 electrones de valencia. En la siguiente tabla se muestra la configuración electrónica que cada estudiante escribió.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Estudiante</th><th>DANIEL</th><th>MARIA</th><th>JUANA</th><th>PEDRO</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Configuración</td><td><math>1s^2 2s^2 2p^5</math></td><td><math>1s^2 2s^1 2p^4</math></td><td><math>1s^2 2s^2 2p^3</math></td><td><math>1s^1 2s^2 2p^2</math></td></tr> </tbody> </table> <p>a. De acuerdo con la tabla, ¿Cuál fue el estudiante que escribió correctamente la configuración electrónica? ¿Por qué?  b. ¿A qué elemento químico corresponde la configuración electrónica?</p>												Estudiante	DANIEL	MARIA	JUANA	PEDRO	Configuración	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^1 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^1 2s^2 2p^2$
Estudiante	DANIEL	MARIA	JUANA	PEDRO																	
Configuración	$1s^2 2s^2 2p^5$	$1s^2 2s^1 2p^4$	$1s^2 2s^2 2p^3$	$1s^1 2s^2 2p^2$																	
<b>Experto 1</b>	X		X			X		X	X		Ninguno										
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X	X		Ninguno										
<b>Experto 3</b>	X		X			X		X			Ninguno										
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X	X		Ninguno										
<b>Experto 5</b>	X		X			X		X			Considero que esta pregunta es práctica de resolver para los estudiantes.										
<b>Experto 6</b>	X		X			X		X	X		Ninguno										
<p>8. De todos los elementos de la tabla periódica, los gases nobles son los más estables, desde el punto de vista químico. Esto quiere decir que los podemos encontrar en la naturaleza sin estar combinados con átomos de otros elementos. Sin embargo, los demás elementos químicos requieren de enlazarse con otros átomos del mismo tipo o de otro tipo de elementos.</p> <p>a. ¿Para qué crees que es importante que los átomos de elementos que no pertenecen a la familia de los Gases Nobles, hagan enlaces químicos? ¿Qué estructuras de estos átomos participan en los enlaces?</p> <p>b. En la vida cotidiana, la sal de cocina (NaCl) es una sustancia química estable y no tóxica para los organismos. Sin embargo, cuando los átomos de cloro y de sodio están separados, son explosivos y altamente reactivos, llegando a matar a un ser vivo cuando se ingieren ¿Por qué crees que estos elementos son tóxicos al estar separados y cuando se enlazan no lo son?</p> <p>c. ¿Cuál es el modelo más apropiado para representar el enlace químico del cloruro de sodio (NaCl) o sal de cocina, en estado sólido? Dibújalo</p>																					
<b>Experto 1</b>	X		X			X		X			Ninguno										
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X			Ninguno										
											Esta pregunta										

Experto 3	X		X			X		X			indaga concepciones, pero del concepto de enlace químico, considero que se puede omitir.
Experto 4	X		X			X		X			Ninguno
Experto 5	X			X		X		X			Considero necesario contextualizar la situación de los gases nobles. La pregunta b, podría hacerse mediante gráficas (poniendo el cloro con sus características iniciales y al sodio con las suyas, luego la reacción y sus nuevas propiedades) ¿Y para pregunta c, los estudiantes han tenido conceptualización de geometría molecular?
Experto 6	X		X			X		X			Sería pertinente mostrar un poco el contexto histórico de la tabla periódica para que los estudiantes

											<p>puedan entender porque los gases nobles se destacan por su estabilidad química. Deben ser cuidadosos con el uso de las mayúsculas.</p>
<p><b>9.</b> En ciertos casos algunos átomos les hacen falta más electrones que a otros para alcanzar la estabilidad química. Los átomos que tienen pocos electrones de valencia (menos de 4 electrones) y que, por tanto, tienden a perder sus electrones de valencia, se denominan metales; mientras que los que tienden a ganar electrones se denominan no metales.</p> <p><b>a.</b> La estructura electrónica del azufre (S) es (2, 8, 6), y la del potasio (K) (2, 8, 8, 1). ¿Cuál será el comportamiento de cada elemento con el fin de lograr su estabilidad química?</p> <p><b>b.</b> Sean dos átomos A y B, cuyas estructuras electrónicas son, respectivamente, (2, 8, 1) y (2, 8, 7). ¿Cuál de ellos posee un carácter metálico o no metálico?</p> <p><b>c.</b> Dentro del conjunto de los elementos metálicos, hay unos que tienen mayor actividad electrónica que otros; es decir, que ceden con más facilidad sus electrones de valencia. Dados los siguientes elementos metálicos, cuyas estructuras electrónicas se acompañan, indica cuál presenta mayor carácter metálico (mayor actividad electrónica): Rb (2, 8, 18, 8, 1); Ca (2, 8, 8, 2); In (2, 8, 18, 18, 3).</p> <p><b>d.</b> Del mismo modo, en los no metales también hay unos con más actividad electrónica que otros, en el sentido de que son más tendientes a ganar los electrones que le faltan. Haz lo mismo con los siguientes elementos no metálicos: Cl (2, 8, 7); S (2, 8, 6); P (2, 8, 5).</p> <p><b>e.</b> La estructura electrónica del elemento que compone cierto material es (2, 8, 4). ¿Cuál será su carácter a temperatura ambiente?</p>											
<b>Experto 1</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 2</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 3</b>	X		X			X		X			Esta pregunta indaga concepciones, pero del concepto de enlace químico, considero que se puede omitir.
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X			Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X			X		X			Considero que las 5 preguntas se pueden sintetizar.
											Deben tener en

Experto 6	X		X			X		X		<p>cuenta signos de puntuación y redacción en especial con “Los átomos que tienen pocos electrones de valencia (menos de 4 electrones) y que, por tanto, tienden a perder sus electrones de valencia, se denominan metales” Deben ser más explícito a introducción del punto 9 (resaltar la estabilidad atómica de los elementos) para que puedan reconocer el contexto de cada pregunta.</p> <p>Para el punto 9 (e) deben primero, contextualizar al estudiante frente a la relación de la temperatura de acuerdo al material y la estructura electrónica, puede ser en la introducción del punto 9.</p>
-----------	---	--	---	--	--	---	--	---	--	---

10. La siguiente representación gráfica muestra un fenómeno cotidiano en donde a partir de energía química (pila) se transforma en energía eléctrica (encender el bombillo), por medio de unos cables que en su interior llevan cobre y de un interruptor (click) de característica metálica.



- ¿Cómo explicarías el fenómeno visto en el gráfico?
- Ahora bien, en la vida cotidiana haz visto que los metales conducen la electricidad y que sustancias como la goma o el plástico no lo hace. ¿Por qué crees que los metales son buenos conductores de electricidad? ¿Qué pasa en su estructura interna?
- ¿Crees que solo sustancias en estado sólido pueden conducir la electricidad, o también lo pueden hacer sustancias en estado líquido o gaseoso? Justifica tu respuesta.

Experto 1	X		X			X		X	X		Ninguno
Experto 2	X		X			X		X	X		Ninguno
Experto 3	X		X			X		X	X		¿Consideras que los electrones o los protones participan en la liberación de la energía almacenada en la pila? ¿Por qué? Para no direccionar la concepción se sugiere preguntar: ¿Qué hace activar la liberación de la energía

											almacenada en la pila?
<b>Experto 4</b>	X		X			X		X	X		Ninguno
<b>Experto 5</b>	X		X			X		X	X		Ninguno
<b>Experto 6</b>	X		X			X		X	X		El punto 10 (a) es muy general, deben especificar que quieren con la pregunta, si un punto de vista desde lo físico o químico.

INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA  
 ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
 PLAN DE ESTUDIOS DE POSTPRIMARIA RURAL

<b>PERIODO ESCOLAR: SEGUNDO</b>	<b>ASIGNATURA: QUÍMICA</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO: 3 SEMANAS</b>
<b>EJES TEMATICOS</b>	<b>LA ESTRUCTURA DE LA MATERIA</b>	<b>LA ESTRUCTURA DEL ÁTOMO</b>
<b>UNIDAD DE APRENDIZAJE</b>	<b>EL ÁTOMO Y LA TABLA PERIÓDICA</b>	

CARTILLA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL			METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA		
DESEMPEÑOS	CONTENIDOS	COMPEIENCIAS TRANSVERSALES	ESTRATEGIAS	ACTIVIDADES I.A.P.	EVALUACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establezco relaciones entre las características macroscópicas y microscópicas de la materia y las propiedades físicas y químicas de las sustancias que la constituyen.</li> <li>• Caracterizo la estructura interna del átomo según el modelo escolar presentado, reconociendo la existencia de un núcleo y niveles electrónicos de energía.</li> <li>• Realizo inferencias a partir del número atómico y másico de un determinado átomo, la cantidad de protones, electrones y neutrones que los componen.</li> <li>• Esquematizo la distribución de los electrones por niveles para una determinada</li> </ul>	<p><b>Los primeros modelos atómicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El modelo de Bohr.</li> <li>• El modelo moderno.</li> </ul> <p><b>La configuración electrónica de los átomos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La composición de los átomos.</li> <li>• Número atómico y número másico.</li> <li>• Representación de los números atómico y másico.</li> <li>• Isótopos e isóbaros.</li> </ul> <p><b>La tabla periódica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La clasificación de los elementos.</li> <li>• Ubicación de las categorías de los elementos químicos en la tabla periódica.</li> <li>• Metales, no metales y gases nobles.</li> <li>• Características de los distintos grupos.</li> </ul>	<p>COMPETENCIAS LINGÜÍSTICAS (CL)</p> <p>COMPETENCIAS MATEMÁTICAS (CM)</p> <p>COMPETENCIAS DIGITALES (CD)</p> <p>COMPETENCIAS SOCIALES Y CÍVICAS (CSC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción a la noción de modelo atómico.</li> <li>• Formulación de espacios de lectura comprensiva para fomentar la creatividad en la construcción de relatos históricos sobre el origen y el desarrollo de la ciencia a través de la historia.</li> <li>• Creación de espacios que incentiven la autonomía del alumno en la construcción del conocimiento.</li> <li>• Ejercitación para el empleo del lenguaje simbólico y matemático de los contenidos adquiridos.</li> <li>• Creación de espacios de trabajo para el fomento y mejoramiento de la comprensión lectora.</li> <li>• Empleo de actividades experimentales como</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de una imagen y de ideas previas.</li> <li>• Descripción y comparación de los modelos atómicos de Thomson y Rutherford.</li> <li>• Reconocimiento de las similitudes y diferencias del modelo atómico de Bohr y el modelo mecano-cuántico moderno.</li> <li>• Utilización de la regla de las diagonales para la confección de las configuraciones electrónicas de determinados átomos.</li> <li>• Identificación del significado del número másico (A) y atómico (Z).</li> <li>• Representación de determinados átomos con sus correspondientes Z y A.</li> <li>• Investigación y confección de una cronología del trabajo efectuado en la construcción de la tabla periódica, identificando a los científicos</li> </ul>	<p><b>Diagnóstica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indagación de los saberes previos.</li> </ul> <p><b>Formativa</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Docente con rol activo en el acompañamiento del aprendizaje del estudiante.</li> <li>• Actitud proactiva del alumno en la participación, generación de debates, argumentación y experimentación.</li> <li>• Intercambio de trabajos entre pares para su coevaluación.</li> <li>• Observación continua del compromiso con las actividades presentadas y la actitud con los demás estudiantes.</li> </ul> <p><b>Sumativa final</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integración de los contenidos trabajados.</li> <li>• Evaluación escrita, individual o grupal.</li> <li>• Evaluación oral.</li> </ul>



<p>cantidad de átomos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explico condiciones de cambio y conservación en diversos sistemas, teniendo en cuenta transferencia y transporte de energía y su interacción con la materia.</li> <li>• Identifico aplicaciones comerciales e industriales del transporte de energía y de las interacciones de la materia.</li> <li>• Utilizar adecuadamente la tabla periódica para obtener información de la estructura atómica de un elemento dado.</li> </ul>			<p>medio de aplicación de los nuevos contenidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades de integración de contenidos y autoevaluación.</li> </ul>	<p>participantes y su aporte elaborado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda de información sobre las diversas aplicaciones de los metaloides y gases nobles a la actividad industrial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoevaluación de la unidad de aprendizaje.</li> </ul>
---	--	--	---	---	---

**Anexo H.** Plan de estudios de la Institución Educativa la Troja-Baraya.

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA LA TROJA-BARAYA  
ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL  
PLAN DE ESTUDIOS DE POSTPRIMARIA RURAL**

<b>DIARIO DE CLASE ESTUDIANTEL</b>		
<b>ÁREA DE CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL</b>		
<b>NOMBRE:</b>	<b>TEMA:</b>	<b>ASIGNATURA:</b>
<b>¿Qué hemos aprendido hoy?</b>		
<b>¿Cómo lo hemos aprendido?</b>		
<b>¿Qué he entendido bien?</b>		
<b>¿Qué cosas no acabo de entender?</b>		

**Anexo I.** Formulario de consentimiento del proceso.

**FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN ESTADÍSTICA**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:** \_\_\_\_\_

**FORMULARIO DE CONSENTIMIENTO DEL PROCESO**

El presente proyecto de investigación requiere en una fase inicial y de manera indispensable la participación de \_\_\_\_\_ la \_\_\_\_\_.

En este contexto lo invitamos a participar de manera voluntaria mediante la realización de \_\_\_\_\_, para el desarrollo de dicho proyecto. Con esta investigación esperamos aportar elementos para enriquecer la formación del profesorado y los procesos de enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales en la región y a nivel nacional.

Sus respuestas serán confidenciales y en los resultados de la investigación utilizaremos un pseudónimo, y su uso será exclusivamente de carácter investigativo, por tanto, no implicará consecuencias académicas o evaluativas.

Si usted tiene preguntas sobre el proyecto, puede ponerse en contacto con \_\_\_\_\_, investigador del proyecto, al correo \_\_\_\_\_ o al teléfono \_\_\_\_\_.

Si está de acuerdo con lo anteriormente planteado, le solicitamos firmar este documento como manifestación de su consentimiento para participar de manera voluntaria aportando la información solicitada para el estudio.

\_\_\_\_\_  
Firma del participante

\_\_\_\_\_  
Nombre de uno de los Investigadores