

**APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL CONCEPTO ENLACE QUIMICO  
MEDIANTE EL USO DE MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTACIONALES  
(MECS) EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES.**

**GLORIA PATRICIA SANCHEZ PRIETO 2006263793**

**ALEXANDER MEDINA GUTIERREZ 2006263318**

**TESIS**

**Para obtener el grado de:**

**Licenciados en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y  
Educación Ambiental**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE EDUCACION  
LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN CIENCIAS  
NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL  
NEIVA-HUILA  
2011**

**APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DEL CONCEPTO ENLACE QUIMICO  
MEDIANTE EL USO DE MATERIALES EDUCATIVOS COMPUTACIONALES  
(MECS) EN ESTUDIANTES DE LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES.**

**GLORIA PATRICIA SANCHEZ PRIETO 2006263793**

**ALEXANDER MEDINA GUTIERREZ 2006263318**

**TESIS**

**Para obtener el grado de:**

**Licenciados en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y  
Educación Ambiental**

**Asesor de tesis**

**Carlos Arturo Franco Ruiz**

**Magister de Química**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE EDUCACION  
LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN CIENCIAS  
NATURALES Y EDUCACION AMBIENTAL  
NEIVA-HUILA  
2011**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

**Firma del jefe de programa**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del director de tesis**

**Neiva, Junio del 2011**

## **Agradecimientos**

Nuestros más profundos agradecimientos a nuestro director y tutor de Tesis, MDQ. Carlos Arturo Franco Ruiz, profesor adscrito al programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana en las cátedras de química inorgánica, química analítica, fisicoquímica y software en química; por su dedicación, valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo. Por su capacidad para guiar nuestras ideas, ha sido un aporte invaluable, no solamente en el desarrollo de esta tesis, sino también en nuestra formación como investigadores.

Al Magister Luis Javier Narváz Zamora, profesor adscrito al programa de Licenciatura en Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana en las cátedras de didáctica de la química, química general e investigación pedagógica, por su desinteresada colaboración y permanente disposición en nuestro proyecto de investigación y por brindarnos el espacio para llevar a cabo la investigación del grupo de la muestra control.

A la Ingeniera Química Carmen Pinzón, adscrita al programa de Ingeniería de Petróleos quien dirigió la cátedra de química general en el programa de ciencias, por brindarnos el espacio para llevar a cabo la investigación del grupo experimental.

De igual manera, un agradecimiento y a la vez un reconocimiento a todos los estudiantes del programa de ciencias naturales que hicieron parte de esta investigación.

A la Universidad Surcolombiana, la Máxima Casa de Estudios de la región, y al Programa de Ciencias Naturales porque nos permitieron el espacio para desarrollar este trabajo de tesis.

A todos nuestros futuros colegas, amigos, amigas y todas aquellas personas que han sido importantes para nosotros durante todo este tiempo. A todos los maestros que aportaron a nuestra formación.

*“Mil gracias...A todos y cada uno de los que lean y han leído este trabajo porque, por ese simple hecho, ya forman parte de él”.*

## DEDICATORIAS

*Gloria Patricia Sánchez*

A ti Dios todopoderoso, que es el que me da la fuerza espiritual para seguir adelante cuando tengo un tropiezo, con tu ayuda puedo vencer los obstáculos y seguir adelante, sabes lo esencial que has sido en mi posición firme de alcanzar esta meta, y a quien debo este triunfo profesional, esta alegría que sea para tu Gloria. Mil gracias por la sabiduría, el conocimiento y la fortaleza que me has brindado para llevar a cabalidad las metas trazadas, los meritos que sean para ti Dios todopoderoso.

A mi familia que están siempre ahí, en las buenas y en las malas, principalmente a mi madre Ahide Prieto, quien ha sido mi ejemplo a seguir, tu perseverancia y esfuerzo son las virtudes que herede de ti. Siempre me has dado tu apoyo incondicional, por todo tu trabajo y dedicación, por darme una formación académica y sobre todo humanista y espiritual.

A mis hermanos John, Bella y Adrian, que les sirva como ejemplo para seguir adelante con sus proyectos de vida. Aprovecho para expresarles que cuando de verdad quieren algo, luchan por ello; que cuando las cosas son difíciles se disfrutan mucho más, y que sepan que el mejor regalo para una madre, es el triunfo de sus hijos. Gracias por las alegrías que me han brindado y por compartir conmigo este gran triunfo. Los quiero mucho.

A mi amigo y compañero de tesis Alexander Medina por el tiempo dedicado a este trabajo y por todo lo que me ha enseñado, ojalá sea el primero de muchos triunfos. Y a mis profesores de primaria, bachillerato y universidad, por sus ejemplos de profesionalidad que nunca he olvidado, en especial a la psicóloga Judith Palacios por sus consejos y apoyo incondicional, no tengo palabras para agradecerle, porque usted es como un ángel del cielo

*Alexander Medina Gutiérrez—dedicatoria*

Quiero dedicar esta Tesis a Dios, quien me permite levantarme cada día, con la alegría de vivir y de seguir luchando por mis sueños, quien me ha iluminado el camino y no me ha dejado desfallecer en los momentos difíciles; a toda mi familia que me apoya todo el tiempo en especial mis padres Aurora y Rodrigo, a mis hermanos Ángela, William y Diego, quienes por su comprensión y ayuda me han enseñado a afrontar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento, a mis tíos por el amor y los consejos que me han brindado porque siempre he contado con ellos en todo momento.

Gracias también, a mi amiga y compañera de tesis Gloria Patricia Sánchez, sin su apoyo, paciencia y confianza no hubiera tenido el impulso de seguir adelante hasta culminar esta meta muy importante para nuestras vidas profesionales y personales.

Por último y no menos importantes gracias a mis maestros, por transmitirme sus conocimientos que contribuyeron a mi formación profesional.

Les debo a todos y cada uno de ellos, lo que soy como persona y como profesional, mis principios, mis valores y sobre todo mi perseverancia, acompañado siempre de amor y felicidad. A todos ellos, muchas gracias de todo corazón.

## TABLA DE CONTENIDO

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	20
1.1 PROBLEMÁTICA GENERAL.....	20
1.2. Definición del problema de investigación.....	20
1.3. Pregunta general o problema de investigación .....	21
1.3.1 Hipótesis.....	21
1.4 Objetivos de Investigación .....	22
1.4.1 Objetivo General.....	22
1.5 Justificación .....	23
2. MARCO TEÓRICO .....	26
2.1 FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	26
2.2 Definición de conceptos.....	27
2.3 Importancia del Tema .....	46
2.4 Diagnóstico del tema. ....	47
2.4.1 Aprendizaje significativo .....	47
2.4.2 Aprendizaje de representaciones. ....	49
2.4.3 Aprendizaje de conceptos. ....	49
2.3.4 Aprendizaje de proposiciones.....	49
2.3.5 Teoría de Asimilación Ausubeliana.....	50
2.4 Investigaciones afines al tema .....	50
2.5 <i>Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico.</i>	56
3. METODOLOGÍA .....	59

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO.....	59
3.2. Contexto Socio-Demográfico.....	60
3.3. Población y Muestra .....	61
3.4. Instrumentos .....	63
3.7.1 Análisis para la Aplicación y Viabilidad de la Prueba Piloto.....	77
3.7.2 Análisis Cuantitativo para la Etapa Experimental .....	79
3. 8. Manual de codificación .....	80
4. RESULTADOS.....	82
4.1 Estructura Cognitiva Inicial .....	83
4.2 Estructura cognitiva final.....	84
4.4 Prueba de Hipótesis.....	105
4.6 Análisis Complementarios: tecnologías de la información y comunicación y aplicación de un software de química. “SOQUIM” .....	109
CONCLUSIONES .....	112
RECOMENDACIONES .....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Ideas de las referencias relacionadas con el tema de investigación.....	51
Tabla 3.1. Índice de validez del contenido del cuestionario.....	78
Tabla 3.2 Cuantificación de las respuestas correspondientes a los conceptos objeto de estudio.....	79
Tabla 3.3. Cuantificación de las respuestas correspondientes a los conceptos objeto de estudio.....	80
Tabla 3.4 manual de codificación de variables.....	81
Tabla 4.1 estructura cognitiva inicial “grupo control”.....	85
Tabla 4.2 medidas de tendencia del pretest “grupo control”.....	87
Tabla 4.3 estructura cognitiva final “grupo control.....	89
Tabla 4.4 medidas de tendencia del postest “grupo control”.....	91
Tabla 4.5 estructura cognitiva inicial “grupo experimental”.....	94
Tabla 4.6 medidas de tendencia del pretest “grupo experimental”.....	97
Tabla 4.7 estructura cognitiva final “grupo experimental.....	99
Tabla 4.8 medidas de tendencia del postest “grupo experimental”...	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1.diseño de portada del software.....	71
Figura 3.2.modulo de los contenidos.....	72
Figura 3.3. Hipertexto e hipermedia dentro del modulo de contenido.....	73
Figura 3.4.Tabla periódica interactiva.....	73
Figura 3.5. Laboratorio virtual.....	74
Figura 3.6. Simulaciones interactivas.....	75
Figura 3.7.módulo de nosotros.....	76
Grafica 4.1. Grado de significación inicial de los conceptos de la muestra control. ....	86
Grafica 4.2. Grado de significación final de los conceptos de la muestra control.....	91
Grafica 4.3 Diferencia de la estructura cognitiva de la muestra control.....	92
Grafica 4.4. Grado de significación inicial de los conceptos de la muestra. Experimental.....	96
Grafica 4.5. Grado de significación final de la muestra experimental.....	100
Grafica 4.6 Diferencia de la estructura cognitiva de la muestra experimental..	104
Grafica 4.7 Diferencia de la estructura cognitiva final de la muestra control Vs la muestra experimental.....	105
Grafica 4.8 Prueba de hipótesis .....	108

## RESUMEN

En la actualidad la educación ha sido trascendental en el proceso de renovación, donde el docente puede utilizar como ayuda didáctica las nuevas tecnologías de las herramientas virtuales u objetos de aprendizaje con el fin de incentivar el interés y la motivación en los estudiantes.

La implementación y desarrollo de MECs (materiales educativos computacionales) como medios interactivos de aprendizaje que permiten el acceso a la información en general (textos, imágenes, gráficos, etc.), implica un incremento en la predisposición para aprender conceptos de química, lo que constituye una de las condiciones que favorecen el aprendizaje significativo.

De este modo, se ha creado "SOQUIM", software educativo sobre enlace químico, como herramienta virtual y como un recurso útil en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química y del tema enlace químico, ya que contiene técnicas multimediales en su diseño, que ayudan a la retención y adquisición del conocimiento. Este software se diseñó para aplicarlo en estudiantes universitarios del primer semestre del programa de licenciatura en ciencias naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva, además está dirigido a estudiantes de educación media.

En el objeto de aprendizaje, la información se encuentra organizada de manera jerarquizada según su complejidad, aunque el usuario tiene la posibilidad de ingresar a cualesquiera de los 5 módulos según su interés, encontrando en el primer módulo los contenidos en los cuales hay 13 hipervínculos relacionados con la temática inherente a enlace químico, entre los cuales se resaltan: partículas elementales, estructura atómica, clasificaciones periódicas, propiedades periódicas, etc., en el segundo módulo está la tabla periódica interactiva, en el tercer módulo el laboratorio virtual; en el cuarto, las

simulaciones de enlace iónico y covalente y finalmente el modulo de nosotros ,en el cual están los nombres de los autores de esta investigación.

“SOQUIM” se diseño y elaboró con los programas *FLASH CS4* y Action Script fue el lenguaje de programación que se utilizó.

Ahora bien, el componente pedagógico del MEC se basa en uno de los modelos más recientes, el constructivismo. El modelo constructivista se refleja en la versatilidad y aspecto flexible del manejo del aplicativo, por tanto este ofrece un manejo del hipertexto de forma manejable y clara, llevando de pantalla en pantalla la información pertinente al tema correlacionándolo por todo el programa. Podemos decir que posee un buen nivel de motivación, lo cual es una herramienta esencial para el aprendizaje significativo.

La investigación se inicia haciendo una caracterización de la estructura cognoscitiva inicial del grupo control y del grupo experimental, la cual es desarrollada en dos cursos de química correspondientes al primer semestre de la licenciatura en ciencias naturales, a través de un cuestionario donde se seleccionaron los conceptos más importantes de enlace químico. Las respuestas se someten al rigor de una escala Likert.El juicio de expertos en cuanto a la validez lo profieren 5 profesores del área de química, tres de ellos adscritos al programa de ciencias naturales.

Por su parte, al grupo control se le desarrollaron los contenidos soportados en la enseñanza tradicional y de igual forma se procedió aplicar el pos test. En consonancia se aplica el software a la muestra experimental. Y la etapa final corresponde al pos test para indagar la estructura cognitiva final.

Los resultados muestran que la estrategia didáctica de la aplicación del software le permitió al grupo objeto de estudio experimental, alcanzar un 85.16% de aprendizaje significativo de los conceptos asociados a enlace

químico, es decir un 16.36% adicional de aprendizaje o conocimiento significativo de los 25 conceptos abordados en la investigación frente al 7% del grupo control, el cual a su vez supera el tope del 5% planteado por Runyon Haber (1986) <sup>1</sup> para este tipo de experiencias.

La comprobación de la hipótesis propuesta, demuestra que el grado de aprendizaje significativo adquirido por el grupo de estudiantes, como variable independiente, se debe a la estrategia didáctica del uso de MECs.

**Palabras Clave: MECs, software, enlace químico, didáctica, aprendizaje significativo, química.**

---

<sup>1</sup> RUNYON, R.P y Haber, A . Estadística par alas ciencias sociales. México: Adisson Wesley Iberoamericana.1986.

## **ABSTRACT**

Today education has been momentous in the renewal process, which teachers can use as teaching aids new technology of virtual tools or learning objects in order to encourage interest and motivation in the students.

The development and implementation of MECs (computation educational materials) as an interactive means of learning that allow access to information in general (text, images, graphics, etc.) Implies an increased willingness to learn concepts of chemistry, which is one of the conditions that foster meaningful learning.

This way, "SOQUIM" has created educational software on chemical bond, as virtual tool and as a useful resource in the process of teaching - learning of the chemistry and of the topic chemical bond, since it contains multimedial technologies in his design, which they help to the retention and acquisition of the knowledge. This software I design to apply it in University students in the first semester of the undergraduate program in natural sciences of the university surcolombiana of Neiva, in addition it is directed for students of average education.

In the learning object, the information is organized into a hierarchy way according to his complexity, though the user has the possibility of entering to any of 5 modules according to his interest, finding in the first one I modulate the contents in which there are 13 hyperlinks related to the subject matter inherent in chemical bond, between which they are highlighted: elementary particles, atomic structure, periodic classifications, periodic properties, etc., in the second one I modulate this one the periodic interactive table, in the third module the

virtual laboratory, in the quarter, the simulations of ionic bond and covalente and finally the module of us, in which there are the names of the members of this investigation.

"SOQUIM" you design and it elaborated with the programs FLASH CS4 and Action Script was the language of programming that was used.

Now then, the pedagogic component of the MEC is based on one of the most recent models, the constructivismo. The model constructivista is reflected in the versatility and aspect Flex of the managing of the application, therefore this one offers a managing of the hypertext of manageable and clear form, taking of screen on screen the pertinent information to the topic correlating it for the whole program. We can say that there possesses a good level of motivation, which is an essential tool for the significant learning.

The investigation begins doing a characterization of the cognitive initial structure of the group control and quasiexperimental group, which is developed in two courses of chemistry corresponding to the first semester of the master in natural sciences, across a questionnaire where the most important concepts of chemical bond were selected. His answers surrender to the rigor of a scale Likert. The experts' judgment as for the validity it is dropped by 5 teachers of the area of chemistry, three of them assigned to the program of natural sciences. The instrument serves to consider the cognitive structure so much initial and final, of the group control and quasiexperimental.

For your part, to the group control he was developed by the contents supported in the traditional education and from equal form one came the pos applied test. In agreement the software is applied to the quasiexperimental sample. And the final stage corresponds to the pos test to investigate the cognitive final structure.

The results show that the didactic strategy of the application of the software allowed him the group object of quasiexperimental study, to reach 85.16 % of significant learning of the concepts associated with chemical bond, that is to say 16.36 additional % of learning or significant knowledge of 25 concepts approached in the investigation opposite to 7 % of the group control, which in turn overcomes the ceiling of 5 % raised by Runyon Haber (1986) for this type of experiences.

The checking of the proposed hypothesis demonstrates that the degree of significant learning acquired by the group of students, as independent variable, owes to the didactic strategy of MECs's use.

.Key words: MECs, software, chemical bond, didactics, significant learning, chemistry.

## INTRODUCCIÓN

La formación de los estudiantes debe ser coherente con los avances científicos y tecnológicos, de ahí, la relación entre la ciencia y la tecnología en busca de una estrategia didáctica, para lograr niveles significativos de aprendizaje, en nuestro caso particular de química, especialmente en la temática inherente al enlace químico.

Actualmente, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) constituyen una poderosa herramienta para la enseñanza de las ciencias, que propician el aprendizaje cooperativo y fomentan la participación e interacción entre los estudiantes y el profesor en un ambiente virtual más allá de las aulas convencionales. Entre sus ventajas se encuentra la mayor participación, compromiso y motivación de los estudiantes por aprender <sup>2</sup>.

Los procesos tecnológicos, son hechos que resultan de gran interés para los estudiantes<sup>3</sup>. Como lo afirman Solbes y Vilches <sup>4</sup> .entre otros. Este enfoque didáctico resulta ser más efectivo frente a la enseñanza disciplinar tradicional. De otro lado, el uso de los computadores como medio didáctico ofrece posibilidades para recopilar y contrastar información, para proporcionar rápida retroalimentación, para simular situaciones y de esta manera potenciar las habilidades de los estudiantes para resolver problemas aplicando en

---

<sup>2</sup> Jiménez V. G.; Llitiós V. A Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la química. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 3 (1), (2006).

<sup>3</sup> Catebiel, V. Enseñanza de la química con un enfoque CTS, su vinculación con el cambio actitudinal de los estudiantes. Revista TED. No extra. Pág. 11 – 18. (2003).

<sup>4</sup> Solbes, J. y Vilches, A. Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), pp. 53-58. (1991).

situaciones reales los conocimientos construidos, y, muy especialmente, el uso de los computadores conecta con el interés que los nuevos medios despiertan en los estudiantes, según Barbera y San José<sup>5</sup>.

En lo que se refiere a la actitud de los estudiantes hacia las ciencias básicas, no es un secreto que existe cierta renuencia de parte de estos hacia su estudio y su comprensión, de hecho, la bibliografía didáctica se ha venido encargando en poner de manifiesto esta situación<sup>6</sup>. Y se ha encargado también de buscar soluciones a dicha problemática, para algunos autores, los modelos de procesamiento de información junto con los modelos constructivistas constituyen hoy dos de las más importantes perspectivas en investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias.

El concepto de enlace químico es complejo por todos sus constructos epistémicos y por los subtemas que abarca, fundamental en la enseñanza de la química, tanto en el bachillerato como en diferentes contextos universitarios, en particular, en la enseñanza de las ciencias naturales. Por ende se decidió diseñar un software educativo como estrategia didáctica para la construcción de este contenido en los estudiantes del primer semestre de Ciencias Naturales. Para lograr tal fin, nos fué de gran utilidad tanto el apoyo en una fuente muy importante, la Metodología de las Ciencias Humanas<sup>7</sup>.

---

<sup>5</sup> Barbera, O. Sanjose, V. Juegos de Simulación por ordenador, un útil para la enseñanza en todos los niveles. Enseñanza de las Ciencias. Vol 8. No 1. (1990). 46 – 51 p.

<sup>6</sup> González Manjón, D.: Adaptaciones curriculares. Málaga: Aljibe. (1994)

<sup>7</sup> Giroux, S. & Tremblay, G. Metodología de las Ciencias Humanas. La investigación en acción. (1a ed. en castellano) México. Fondo de cultura económica. (2004).

# **1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1 PROBLEMÁTICA GENERAL**

Debido a que el concepto de enlace químico es uno de los más complejos en la disciplina de la química, porque presenta grandes dificultades para su entendimiento en los estudiantes de diferentes contextos, la comunidad de especialistas ha realizado esfuerzos a nivel mundial por dar cuenta de algunas alternativas de solución a dicha situación. Ni los estudiantes de secundaria ni los de primer semestre de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (CINEA) son ajenos de esta problemática, lo cual amerita la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras.

Los objetos de aprendizaje son técnicas o herramientas virtuales recientes que se han planteado como recursos para el buen desarrollo y el buen entendimiento de un tema en específico, que proporciona de una manera distinta, la consecución, construcción y reconstrucción del conocimiento, diferente a como se realiza; por ejemplo, por medio de un aprendizaje mecánico.

## **1.2. Definición del problema de investigación**

Este proyecto de investigación busca establecer otra alternativa didáctica, que permita a los estudiantes del primer semestre de Ciencias naturales, de la universidad Surcolombiana del municipio de Neiva; construir conocimiento significativo acerca del enlace químico, donde puedan asimilar los conceptos relacionados con este tema, y se relacionen con el uso del MEC.

Por ende es necesario buscar documentación pedagógica y conceptual, que logre cautivar la curiosidad por aprender, utilizando además una herramienta informática, que contextualice la realidad del estudiante y compagine con el conocimiento que se pretende construir, para que sea significativo y divertido en los jóvenes.

### **1.3. Pregunta general o problema de investigación**

¿Es posible lograr aprendizaje significativo del concepto Enlace Químico en estudiantes del primer semestre de CINEA mediante el uso del MEC (SOQUIM)?.

#### **1.3.1 Hipótesis**

- Hipótesis alterna: El aprendizaje significativo del concepto enlace químico en estudiantes de primer semestre en CINEA depende de la implementación del MECs “SOQUIM”.

#### **1.3.2 Variables**

- **Dependiente:**
  - Aprendizaje significativo del concepto de enlace químico
- **Independiente:**
  - Aplicación del MEC “SOQUIM”

## 1.4 Objetivos de Investigación

### 1.4.1 Objetivo General

Elaborar y aplicar una estrategia didáctica, diferente a la convencional que haga frente a las dificultades que suelen tener los estudiantes en el aprendizaje de la temática de enlace químico.

### 1.4.2. *Objetivos específicos*

1. Diseñar y aplicar un objeto de aprendizaje como estrategia para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje del concepto de enlace químico.
2. Mostrar la efectividad y pertinencia del manejo de un MEC como estrategia constructivista para alcanzar el aprendizaje significativo del concepto de enlace químico.
3. Incentivar el interés y la motivación de los estudiantes, a través del software educativo, ya que es una de las condiciones que favorecen el aprendizaje significativo.
4. Promover un cambio didáctico tanto en el docente como en el aula, propiciando a futuro un acercamiento de la escuela con la juventud, y además una interacción más activa entre alumnos y maestros, con el fin de aprehender de una manera significativa.

## 1.5 Justificación

La aplicación de la presente propuesta investigativa pretende mostrar que se pueden emplear estrategias innovadoras para tratar de resignificar el concepto de enlace químico.

Se busca en este proyecto reconocer los MECs como estrategia dentro de un enfoque constructivista para alcanzar aprendizaje significativo del concepto enlace químico, para que pueda ser empleado por los diferentes docentes no solo de química si no de las Ciencias Naturales en General.

Tras largos años de investigaciones referentes a la enseñanza de las ciencias, se ha coincidido que se presentan diversas dificultades en el aprendizaje de la química, especialmente en el tema enlace químico.<sup>8</sup>

Muchos miembros de la comunidad química son de la idea de Kutzelnigg<sup>9</sup>, quien indica que «el enlace químico es un fenómeno altamente complejo que elude todos los intentos de una descripción sencilla». De lo cual se puede deducir como conclusión que la mayoría de los estudiantes, presentan algunas dificultades en la aprehensión del concepto de enlace químico por su complejidad.

---

<sup>8</sup> POSADA, J.M. De. Estudio de los constructos de los alumnos y análisis secuencial de libros de texto en los niveles BUP y COU en relación con la estructura de la materia y enlace químico. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España. São Paulo, Brasil: Miguel de Cervantes. Resumen en *Enseñanza de las Ciencias*, 1993, 11(3), 351-353 p.

<sup>9</sup> KUTZELNIGG, W. Chemical Bonding in Higher Main Group Elements. *Angewandte Chemie. International Edition in English*, 23, 1984 p. 272-295.

Continuando con algunas investigaciones como los estudios que plantea Boo<sup>10</sup>, indican que los estudiantes de química de 17 años de edad presentan grandes dificultades para distinguir entre los diferentes tipos de enlaces, también presentan dificultades en cuanto relacionan los cambios energéticos de las relaciones químicas con la ruptura y/o formación de enlaces.

En la actualidad autores como Posada, García, Narváez entre otros, trabajan constantemente en la implementación de métodos didácticos que cautiven el interés del estudiante por construir un conocimiento sólido, alcanzando un aprendizaje significativo. Campanario y Moya<sup>11</sup> señalan el diseño de unidades didácticas como una de las tendencias más recientes y afortunadas para la enseñanza de la ciencia.

Este tema es primordial en grado decimo, pues es en este curso donde inicia su enseñanza, esto es de acuerdo a los estándares propuestos por el ministerio de educación de la república de Colombia. Pero maestros también muestran limitantes que fortalezcan la enseñanza constructivistas por la alta complejidad del contenido.

Sin embargo, la investigación se realizó con estudiantes de primer semestre de CINEA, de la Universidad Surcolombiana de Neiva, ya que en este semestre se enfatiza sobre el tema enlace químico, el cual está en el microdiseño curricular de la química general.

Con todo lo anterior se diseñó una estrategia didáctica apoyada en los MECs “materiales educativos computacionales” para mejorar el rendimiento cognitivo

---

<sup>10</sup> BOO, H.K. Students' understanding of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 1998, p.569-581.

<sup>11</sup> CAMPANARIO, J.M. Y Moya, A. ¿Cómo enseñar ciencias?. Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 1999, p. 179-192.

en los jóvenes, ya que numerosos estudios han mostrado la utilidad didáctica de las nuevas tecnologías, como medios interactivos de comunicación que permiten el acceso a toda clase de información (textos, imágenes, tipos diferentes de datos, gráficas, etc.), como instrumentos para la resolución de ejercicios y problemas, como herramientas que efectúan simulaciones de los experimentos y de los fenómenos científicos, o para medir y controlar experimentos de laboratorio .<sup>12</sup>

De esta manera, se espera que los recursos didácticos promuevan la motivación por el estudio en maestros-alumnos, demostrando así, estar a nivel de las exigencias sociales que permitan la innovación y la investigación en los jóvenes del siglo XXI. Por consiguiente, el nuevo conocimiento adquirido por los alumnos sobre enlace químico se espera que dependa de la efectividad y la pertinencia del manejo de MECs en el aprendizaje significativo acerca de este contenido en los estudiantes en cualquier contexto.

---

<sup>12</sup> PONTES, A. Aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información en la educación científica. 1a parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 2005. p. 2-18.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.

En la actualidad los alumnos del primer semestre del programa de ciencias naturales, con edades comprendidas entre los 16- 19 años de edad, poseen preconceptos superficiales acerca de enlace químico; esta aseveración se corroboró con la aplicación del pretest al grupo control y grupo experimental, ya que no es fácil asimilarlo y visualizarlo en el contexto social del estudiante. Además, a los alumnos se les dificulta construir un conocimiento sólido, sin alcanzar un aprendizaje significativo, principalmente por la falta de métodos didácticos que cautiven su interés en la química; esta aseveración se basa en diversos estudios realizados en el campo de las nuevas tecnologías y su implicación en la Química.

Por consiguiente, se pretende abarcar los conceptos, de enlace químico, hibridación, estructura de Lewis, estructura atómica, las clases de enlace: iónico, metálico y covalente, asimismo se tendrá en cuenta la tabla periódica, en especial la propiedad de electronegatividad y la ley del octeto, entre otros, ya que, el dominio de los conceptos científicos por los sujetos promueve en ellos un aumento del nivel de los conceptos espontáneos. También indica que un concepto espontáneo debe evolucionar hasta alcanzar un determinado nivel para que el sujeto pueda adquirir un concepto científico afín.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> VYGOTSKY, L.S., (1962). Thought and language. Cambridge: MIT Press. Traducción portuguesa de Camargo, J.L. 1991. Pensamiento e linguagem. São Paulo (Brasil): Martins Fontes.

Se aplica como estrategia educativa, una herramienta virtual “MEC” como objeto de aprendizaje, que permita desarrollar un conocimiento significativo en el estudiante y que facilite relacionar la teoría con la práctica.

Por otro lado, numerosos estudios han mostrado la practicidad didáctica de las nuevas tecnologías, como medios interactivos de comunicación que permiten el acceso a toda clase de información (textos, imágenes, tipos diferentes de datos, gráficas, etc.), como instrumentos para la resolución de ejercicios y problemas, como herramientas que efectúan simulaciones de los experimentos y de los fenómenos científicos, o para medir y controlar experimentos de laboratorio <sup>14</sup> .

Igualmente se tienen en cuenta las referencias principales, pues aportan a los objetivos esenciales, los cuales están relacionados con el tema de investigación, cuyas conclusiones de enlace químico en estudiantes de bachillerato, aprendizaje significativo expuesto en el artículo de Galagovsky <sup>15</sup> y la aplicación de la tecnología en diferentes investigaciones de la química, permiten fundamentar la problemática planteada: “ la eficacia del manejo de una herramienta virtual “ MEC” , en el aprendizaje significativo del concepto enlace químico en estudiantes del primer semestre de CINEA, de Neiva, Huila, Colombia”

## **2.2 Definición de conceptos**

En este escrito se hace énfasis al tema de enlace químico, siendo esta una temática compleja la cual representa un reto importante para los profesores

---

<sup>14</sup> LONG, R.R. Review of Articles on Information Technology in School Science. *School Science Review*, 262, pp. 146-150. 1991.

<sup>15</sup> GALAGOVSKY, L. Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable, parte 1: El modelo teórico. *Enseñanza de las ciencias*. 22(2), 2004, p.229-240.

que tienen que abordarlo en el bachillerato especialmente en el grado décimo o en el de las licenciaturas en ciencias en general y de la química en particular.

A continuación se exponen algunos conceptos referenciados que son fundamentales para nuestro proyecto, ya que son la base fundamental y nos aclara sobre terminología y análisis de otras investigaciones que es relevante en este proyecto de investigación:

Para que los estudiantes entiendan los conceptos de enlace químico, deben tener claro la estructura del átomo, este a sido el principal problema de estudio para los físicos, quienes no consideran sus propiedades químicas y que en última instancia debe ser explicada por una teoría de estructura atómica. De acuerdo con Chamizo <sup>16</sup> .

Es posible concebir que pueden existir varias explicaciones sobre por qué las partículas en la materia están unidas y cómo de esta manera dan origen a todo lo que nos rodea; sin embargo, una de ellas, la explicación científica es la que nos interesa analizar.

Dice Linus Pauling <sup>17</sup> , explícitamente que «el concepto de enlace químico es el concepto más valioso en química. Su desarrollo en los pasados 150 años ha

---

<sup>16</sup> CHAMIZO, J.A la Enseñanza de la Historia de la Ciencia con Modelos Recurrentes. Enseñanza de la Ciencias.facultad de Química, UNAM, mexico D.F.VII congreso. . (2005).

<sup>17</sup> PAULING, L. The nature of the chemical bond-1992.*Journal of Chemical Education*, 69(6), 1992 p. 519-521

sido uno de los grandes triunfos del intelecto humano». Gillespie <sup>18</sup> califica al enlace químico como una de las seis grandes ideas de la química.

Para muchos investigadores, el concepto de enlace químico es la unión entre dos o más átomos para formar una entidad de orden superior, como una molécula o una estructura cristalina. Para formar un enlace hay dos reglas que deben ser cumplidas como la regla del dueto y la regla del octeto.

Los primeros planteamientos sobre la naturaleza de los enlaces químicos surgieron a principios del siglo XII, y suponían que ciertos tipos de especies químicas eran vinculados por ciertos tipos de afinidades químicas.

Es importante indicar que el enlace químico es una situación de equilibrio, donde las fuerzas de atracción entre los átomos son contrarrestadas por fuerzas equivalentes y de sentido contrario (fuerzas de repulsión). El punto de equilibrio suele ser caracterizado por el radio de enlace y la energía de enlace. La explicación de las fuerzas involucradas en un enlace químico es descrita por las leyes de la electrodinámica cuántica. Sin embargo al ser un problema de muchos cuerpos se recurre con frecuencia a teorías simplificadas. Estas teorías dan una idea más o menos buena de la situación real.

El modelo propuesto por Lewis, para representar las estructuras moleculares, fue la base para establecer que:

Los enlaces químicos están representados por líneas entre átomos ó palos conectando esferas, pero en el lenguaje químico es el efecto que causan dos átomos lo suficientemente cerca para estar a más baja energía que cuando ellos están a otra distancia y es del orden de 100 kj por mol.

---

<sup>18</sup> GILLESPIE, R.J. The great ideas of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 74(7), pp. 862-864. 1997.

Las fuerzas atractivas que mantienen juntos los átomos que conforman una molécula, se explican por la interacción de los electrones que ocupan los orbitales más exteriores de ellos. Las propiedades periódicas como la energía de ionización y la afinidad electrónica, predicen la transferencia directa de electrones entre elementos y conforman enlaces de tipo iónico ó compartir los electrones de los niveles más externos para formar enlaces de tipo covalente y así lograr configuraciones más estables (de gas noble).

La concepción generalmente aceptada de lo que es un enlace químico, se puede expresar en términos de los siguientes autores: (Jones, Netterville, Johnston y Wood,) <sup>19</sup>: "las fuerzas que mantienen unidos los átomos en diversos tipos de sustancias"... la naturaleza de las fuerzas químicas dentro de los compuestos... las fuerzas químicas se clasifican... enlaces iónicos... enlaces covalentes... y enlaces metálicos..."

Toda ciencia involucra una selección de procesos. Ningún científico observa todo. Los químicos con el fin de explicar el comportamiento y las propiedades de las moléculas, han ideado teorías de validez relativa, ya que no todas las propiedades pueden ser explicadas satisfactoriamente por solo una de ellas; de esas teorías las más aceptadas son:

#### Teoría del enlace valencia

Supone que solo los electrones del último nivel de energía o electrones de valencia, participan en la formación de enlaces, siendo compartidos con los átomos en el enlace covalente y ocurriendo transferencia, con formación de iones, en el enlace iónico

---

<sup>19</sup> JONES, NETTERVILLE, JOHNSTON y WOOD. Química. - México D.F., México: Editorial Interamericana, S.A. 361 p. 1971.

## Teoría del orbital molecular

Considera que los electrones de los átomos enlazados pertenecen a la molécula como un todo y su distribución probabilística ocurre en niveles de energía moleculares en forma similar o como se distribuyen en los átomos en nivel de energía atómica.

### Tipos de enlace

Se distinguen tres tipos de enlace:

#### 1. Enlace iónico

Es el formado entre dos átomos con una apreciable diferencia en el valor de sus electronegatividades. Este enlace se origina cuando se transfiere uno o varios electrones, desde el átomo de baja electronegatividad al otro que posee un alto valor de ella. Debido al intercambio electrónico, los átomos se cargan positiva y negativamente, estableciéndose así una fuerza de atracción electrostática que los enlaza; por esta razón el enlace iónico se llama también electro covalente.

#### 2. Enlace metálico

Se presenta en los metales. Estos forman agregados en donde no se encuentran átomos si no iones positivos en posiciones fijas y próximas. Los electrones de valencia son los encargados de contrarrestar las repulsiones electrostáticas entre los iones negativos al actuar como una nube negativa que se desplaza a través de todo el sólido metálico.

Se ha observado que a medida que aumenta la carga nuclear del elemento metálico, el enlace metálico se hace más fuerte, la distancia entre los iones son menores y por consiguiente aumenta la densidad del metal, su dureza y su punto de fusión.

La nube electrónica permite explicar la alta conductividad eléctrica y calorífica de los metales, pues se desplaza a través de todo el metal.

### 3. Enlace covalente

Es el formado por la unión de dos átomos que poseen igual electronegatividad, o poca diferencia de ella. En ninguno de los dos casos ocurre transferencia de los electrones que participan en el enlace ya que ellos al aparearse quedan compartidos entre los átomos enlazados. Esto implica que los electrones del enlace actúan como estabilizantes para ambos átomos y de esta manera, en muchos compuestos los átomos que participan adquieren la configuración electrónica de un gas noble.

El enlace covalente ocurre especialmente en la unión de un no metal consigo mismo o con otro no metal diferente.

#### Clasificación del enlace covalente

El enlace covalente se puede clasificar atendiendo varios factores:

A: el número de electrones compartidos. Si se comparten dos electrones el enlace es covalente sencillo o simple o saturado

Si son cuatro, los electrones compartidos, el enlace es doble.

Si son seis, los electrones compartidos, el enlace es triple.

B: la diferencia de electronegatividades entre dos átomos enlazados hace que el enlace sea: covalente no polar si la diferencia es cero.

Covalente polar si la diferencia es mayor que 0,5 y menor de 1,7. En este caso, los electrones de enlace permanecerán más tiempo alrededor del átomo con mayor tendencia a atraerlos (Con mayor electronegatividad) originándose con

ello una carga parcialmente negativa en ese átomo y por consiguiente una parcialmente positiva, en el menos electronegativo.

C: al número de electrones que aporta cada átomo al enlace. Si aportan igual número de electrones, se dice que el átomo es covalente normal.

Si un solo átomo aporta electrones y el otro no, se dice que el enlace es covalente coordinado o dativo.

### Teoría de Lewis de la unión química

En 1916 fueron propuestas varias ideas importantes y novedosas acerca de las uniones químicas, las que se debieron a dos químicos americanos y un alemán: Lewis, Langmuir y Kossel, respectivamente. Entre las ideas propuestas destacaban que:

1. Los electrones tienen un papel fundamental en el enlace químico
2. En los compuestos iónicos hay una transferencia de uno o más electrones de un átomo a otro. El resultado es la formación de iones positivos y negativos
3. En compuestos covalentes hay participación mutua de pares electrónicos entre los pares de átomos enlazados.
4. Los átomos participan en la formación de enlaces hasta la adquisición de un grupo estable de ocho electrones en sus capas externas, es decir de un octeto.

### Regla del octeto

- Debe establecerse un esqueleto estructural lo mas simétrico posible, con los átomos que nos indica la formula molecular. El

elemento que sirve como átomo central para realizar la distribución o unión de los otros, con mayor simetría, debe ser el menos electronegativo, cuando sea posible.

- El H nunca puede ser átomo central. Cuando en la fórmula del compuesto inorgánico existen hidrógenos y oxígenos, ellos siempre van unidos formando grupos O-H.
- Los elementos del grupo VIIA, ya poseen 7 electrones de valencia, deben formar un solo enlace covalente normal; si forman otros adicionales ellos serán dativos.
- El oxígeno puede presentar tres tipos de enlace:

A. Dos enlaces simples

B: Uno doble

C: un enlace covalente dativo

- Los elementos del grupo VA tienen 5 electrones de valencia y por lo tanto pueden formar tres enlaces simples, o uno simple y uno doble, o uno triple. Si existen más de tres enlaces, los adicionales serán dativos
- El carbono y demás elementos del grupo IVA forma cuatro enlaces simples o uno doble y dos simples o uno triple y uno simple o dos dobles.
- Para localizar los enlaces dativos en una estructura propuesta es necesario conocer a cual familia pertenecen los elementos implicados en el enlace. Así por ejemplo el oxígeno pertenece al grupo VIA, o sea que posee seis electrones de valencia; si en la estructura sobre el oxígeno existen seis electrones de un enlace entonces el enlace que tiene será dativo hacia él. Igual planteamientos se puede hacer para

elementos de otros grupos. El número de enlaces dativos es igual al número de cargas formales positivas.

Para seleccionar la mejor estructura, entre varias propuestas para un compuesto, se deben tener en cuenta las siguientes condiciones.

A: la mejor estructura es aquella en la cual la carga formal sobre cada uno de los átomos es igual a cero, lo que indica la ausencia de enlaces dativos.

B: si la condición (a) se cumple en varias estructuras, ellas se consideran igualmente buenas.

C: si la condición (a) no se cumple en ninguna de las estructuras propuestas, se elige como mejor la que presente menor número de cargas formales positivas

D: si se presentan varias estructuras con las mismas cargas formales positivas, pero localizados en diferentes átomos se elige como mejor aquella en la cual la carga formal negativa se encuentre sobre el átomo más electronegativo.

### **Carga formal, covalencia, y covalencia normal**

Se llama covalencia de un átomo en una molécula, al número de enlaces covalentes que se presentan alrededor del átomo en la fórmula estructural, y covalencia normal al número de electrones que le faltan a un átomo, en su estado electrónico natural, para adquirir la configuración de un gas noble.

Taber<sup>20</sup>, ha realizado estudios para entender las concepciones de los estudiantes acerca del enlace iónico, encontrando que explican este enlace de acuerdo a tres conjeturas distintas:

---

<sup>20</sup> TABER, K. S. Misunderstanding the ionic bond, *Education in Chemistry*, 31(4) (1994) p.100–103

- **La conjetura de la valencia:** consiste en que la configuración electrónica determina el número de enlaces iónicos que se forman.

Por ejemplo, en el caso del cloruro de sodio, la conjetura de la valencia limita el sodio y el cloro a formar un solo enlace iónico puesto que dichos iones tienen una carga de magnitud 1.

- **La conjetura histórica:** los enlaces se forman sólo entre los átomos que aceptan y donan los electrones.

- **La conjetura de solamente fuerzas:** los iones interactúan con los demás iones a su alrededor pero no se encuentran unidos por un enlace iónico sino solamente «Por fuerzas». Así, se forman dos tipos de enlaces

Según Taber <sup>21</sup> estas tres conjeturas demuestran una interpretación molecular del enlace iónico haciendo énfasis en el proceso de formación de iones e ignorando la estructura cristalina

Encontró que los estudiantes que explican el enlace covalente de acuerdo al marco del octeto, tienden a pensar que, en el enlace covalente, los átomos comparten electrones para obtener capas externas completas.

El concepto de electronegatividad fue ideado por el químico estadounidense Linus

Pauling <sup>22</sup> . Siendo esta, la medida de la capacidad de un átomo para atraer electrones según la escala de Pauling se asigna un valor máximo de electronegatividad de 4.0 que corresponde al átomo de flúor, por otra parte la

---

<sup>21</sup> TABER, K. S. *Understanding Chemical Bonding*. Tesis de doctorado no publicada. Inglaterra: Instituto Roehampton, Universidad de Surrey. 1997.

<sup>22</sup> PAULING, Op. cit.,p. 519-521

electronegatividad mínima es de 0.7 que corresponde al cesio, cabe destacar que los valores de la electronegatividad de la tabla periódica crecen de izquierda a derecha.

En general los valores de la electronegatividad de los átomos determinan el tipo de enlace que forman, ya sea enlace covalente o iónico, de este modo enlace iónico, se da cuando la diferencia es mayor que 1.7 y posteriormente cuando la diferencia es menor de 1,7 se denomina enlace covalente.

Debido a que el alumno entra en cuestionamiento con sus ideas previas y el nuevo conocimiento que se le presenta, de acuerdo a investigaciones realizadas, los estudiantes entre los 15 y 19 años al dar respuestas con lo relacionado a enlace químico, fueron pocos los que contestaron que existían cambio de atracción dada por la diferencia de electronegatividad de los átomos<sup>23</sup>. Sin temor a equivocarse Linus Pauling ha sido el científico que mas aportaciones ha realizado para comprender la naturaleza de enlace químico. Las investigaciones en esta área le valieron a Pauling el premio Nobel de Química en 1954.

Actualmente su libro es citado por varios autores en el mundo científico de la química. Vale la pena destacar que 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.

En el proceso de enseñanza con materiales educativos computacionales versus el proceso de enseñanza convencional o tradicional, en el cual la mayoría de maestros recitan su tema en el aula de clase, se podrá observar y comparar, dando como resultado esperado un aprendizaje significativo por

---

<sup>23</sup> POSADA, J.M. Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: Influencia del contexto. Enseñanza de las Ciencias, 14(3), 1996 p. 303-314

parte del objeto de aprendizaje “MEC” de la herramienta de aprendizaje de multimedia, afirmando la hipótesis sobre el nuevo tipo de enseñanza que se debe aplicar en las aulas de clase y que los maestros se den cuenta que en las aulas de clase no solo debe haber tiza, tablero y voz, si no que hay una cantidad de ayudas didácticas que se pueden aplicar en la enseñanza de la química ,que les permite a los docentes tener varias opciones para preparar e innovar las clases : plan A, plan B y hasta plan C.

De acuerdo con Lemke<sup>24</sup> , propone que las nuevas tecnologías de la información y la comunicación hacen posible que los estudiantes aprendan sobre la ciencia y sobre el mundo natural con múltiples medios y en múltiples entornos de aprendizaje.

De ser así, el alumno debe contar con la orientación del maestro; el cual cumple el papel de ser mediador de conocimientos y puede facilitar la aprehensión de dichas temáticas por medio de herramientas virtuales.

El proceso de enseñanza con herramientas virtuales es fundamental para que los estudiantes puedan interactuar con este mecanismo y al mismo tiempo adquirir conocimiento sobre algún tema en específico, para esta investigación el tema de enlace químico, el cual es una de las temáticas más complejas en la química.

Es importante que los estudiantes vivifiquen la realidad de la ciencia con la tecnología, las cuales van de la mano y pueden ser útil, para alcanzar un aprendizaje significativo con ciertas herramientas virtuales las cuales pueden lograr la motivación de los estudiantes.

---

<sup>24</sup> LEMKE, Jay L. Investigar para el Futuro de la Educación Científica: nuevas formas de Aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las ciencias. University of Michigan. Estados Unidos 2006, 24(1). (2006). Retomado el día 17 de noviembre del 2009.

### 2.2.1 Referentes Teóricos Epistémicos y Psicológicos del Constructivismo y Líneas de Investigación

Los MECs son materiales educativos computacionales, que propician el diseño de un ambiente de aprendizaje efectivo y por eso es necesario conocer y aplicar las teorías epistemológicas, psicológicas y sociológicas del aprendizaje como fundamento para esta aceptación.

A continuación se exponen las fuentes teóricas del modelo y así como las líneas de investigación:

Mediante la interacción entre teorías epistemológicas como las planteadas por Karl Popper, Imre Lakatos, Thomas Kuhn, Karl Paul Feyerabend, Stephen Toulmin, Newton Smith, Edgar Morin y Gaston Bachelard, entre otros, junto con teorías de la psicología cognitiva como las planteadas por Jean Piaget, George Kelly, y David Ausubel, entre otros, y teorías sociológicas como las planteadas por Jurgen Habermas y Vigotsky. Han logrado que se estructuren los modelos didácticos que se enuncian a continuación:

Cuando se conciertan congruentemente las teorías epistemológicas con teorías de la psicología cognitiva y la sociología, resulta una estructuración de modelos didácticos constructivistas denominados como: Cambio conceptual, propuesto por Posner et al, apoyado en la epistemologías de Kuhn y de Toulmin y en la psicología Piagetiana; el constructivismo Humano, planteado por Joseph Novak, fundamentado en la epistemología de Toulmin y en la psicología de Ausubel; La investigación en la escuela, planteado por Rafael Porlán, basado en las epistemologías de Morin y de Newton Smith y de la psicología de Kelly; El cambio conceptual, metodológico y actitudinal, propuesto por Daniel Gil, fundamentado en la psicología de Ausubel y la epistemología de Toulmin; Aprendizaje significativo por medio del cambio conceptual, planteado por José Ignacio Pozo, apoyado en la epistemología de Imre Lakatos y en las psicologías

de Ausubel y de Piaget; La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias por investigación, donde incluye los MECs “materiales educativos computacionales”, planteado por Álvaro Galvis, fundamentado en la sociología de Vigotsky, en las epistemologías de Lakatos y de Toulmin y en las Psicologías de Piaget y Ausubel.

Todos estos modelos didácticos tienen fundamentos conceptuales en las teorías epistémicas psicológicas y sociológicas.

Los modelos más representativos pertinentes al tema objeto de investigación es el propuesto por Gil <sup>25</sup>, el cual se basa en los siguientes pilares:

El concepto de enseñanza –aprendizaje a partir de conocimientos teóricos: conceptos, leyes y teorías.

Los componentes didácticos en la dimensión histórico-epistemológicos de los conocimientos científicos.

La interrelación de educación, ciencia, tecnología y sociedad.

El ambiente del aula y del medio externo y su influencia en los procesos de enseñanza –aprendizaje de las ciencias.

Las actitudes de los alumnos: científicas y hacia las ciencias.

Los fundamentos epistemológicos y didácticos de los docentes y alumnos. Ahora bien, el contexto conceptual de la estrategia didáctica computacional, como una forma de lograr el aprendizaje significativo por investigación se expone en los siguientes capítulos.

---

<sup>25</sup> GIL, (1987). Los programas Guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Investigación en la escuela .8 (3) p 3-12.

Las visiones filosóficas de ciencia de Thomas Kuhn (1978) e Imre Lakatos (1989), la de Karl Popper, Posner et al. (1982), han propuesto un modelo de cambio conceptual que tuvo gran acogida en la década del ochenta.

Donde este modelo, a pesar de que existan varias condiciones para el cambio conceptual, hay cuatro que parecen ser comunes en la mayoría de los casos:

1. *Al existir una insatisfacción con las concepciones existentes.* Es improbable que científicos y alumnos hagan cambios radicales en sus conceptos a menos que perciban que no tienen ningún sentido.
2. *Al haber una nueva concepción debe ser perceptible.* El individuo debe tener la capacidad de entender el nuevo concepto y tener apropiación de este.
3. *La concepción nueva debe ser inicialmente plausible.* Los nuevos conceptos adoptados debe por lo menos parecer tener la capacidad de resolver los problemas generados por sus predecesores.
4. *La concepción nueva debe mencionar la posibilidad de un programa de investigación productivo.* El nuevo concepto debe tener el potencial de ser desarrollado en otras áreas, de abrir nuevas posibilidades.

De acuerdo al modelo de Posner et al.<sup>26</sup>, existen las condiciones para el cambio conceptual cuando hay insatisfacción con la concepción que se tiene y cuando el individuo se encuentra con una nueva concepción (científicamente aceptada) que es perceptible y le parece laudable y productiva.

De igual forma, la investigadora Susan Carey se basa en el modelo kuhniano de cambio de paradigma para explicar el cambio conceptual desde el ámbito de

---

<sup>26</sup> POSNER, G. Strike, Kherson P y Gertzog, W. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. Science Education :66 (2).1982 ,p.211-227.

la Psicología Cognitiva. Según Carey, los seres humanos nacemos con técnicas de conocimientos en algunos dominios, como el del lenguaje, el de los objetos físicos y el de los números, que nos permiten organizar los estímulos del mundo exterior. Entonces Carey destaca que los conceptos pueden evolucionar o aprenderse a partir de lo que llama *cambio conceptual*.

Ahora bien, la contrariedad del modelo piagetiano/popperiano de conflicto cognitivo, y el modelo kuhniano de Posner et al. Se basa en que ellos sugieren el cambio conceptual como una sustitución de una concepción por otra en la estructura cognitiva del aprendiz. De esta manera, la suele interpretar muchos investigadores y docentes.

Los investigadores consideran que este tipo de cambio conceptual es inexistente. Es decir, cuando se están discutiendo de cambiar concepciones alternativas aprendidas de modo significativo, o sea, por aprendizaje significativo en el sentido empleado por Ausubel y Novak (1983). Se refieren a concepciones alternativas “resistentes al cambio”.

Los significados al ser productos de aprendizajes significativos, no son “borrables”. No es admitido pensar que un conflicto cognitivo y/o una nueva concepción laudable, clara y productiva conducirá la sustitución de una concepción alternativa significativa. Debido a que las estrategias de cambio conceptual son bien sucedidas, en términos de aprendizaje significativo, lo que hacen es agregar nuevos significados a las concepciones preexistentes, sin borrar o reemplazar los significados que ya tenían. Entonces, la concepción se vuelve más elaborada, o más esencial, en términos de significados agregados a ella, o desarrolla sin perder su afinidad.

Teoría constructivista del Aprendizaje

Son varios los representantes de esta teoría en las cuales se contrasta las tendencias de la investigación psicológica y educativa. Como las teorías de Piaget, vygotsky , y ausubel .

De acuerdo con Méndez <sup>27</sup> . El constructivismo se fundamenta en las experiencias previas o pasadas en las cuales realiza nuevas construcciones mentales, es decir que conocimiento previo da nacimiento a conocimiento nuevo, osea es asumir que nada viene de nada.

#### Teoría del constructivismo social

El constructivismo social procede del constructivismo puro y el simple constructivismo es una teoría que pretende explicar cual es la naturaleza del conocimiento humano.

Vigotsky <sup>28</sup>, uno de los representantes de esta teoría, muestra que el conocimiento se adquiere por la interacción con el entorno y por la zona de desarrollo próximo en donde los pares más competentes o los mayores ayudan a los estudiantes a adquirir el conocimiento. El aprendizaje es colaborativo y el estudiante es activo. Los MECs encuentran un pilar en esta teoría debido a que actualmente el mundo virtual esta en nuestro entorno y todos interactuamos en el de la misma forma que con las demás personas. Todos están aprendiendo y ya saben en un grado mayor o menor. En este sistema computacional los que son más competentes ayudan a los que son menos, porque están en todas partes dispuestos a colaborar.

#### 2.2.2 Las TICS y el diseño y aplicación de un software de química.

---

<sup>27</sup> MÉNDEZ (2002) .Disponible desde internet en :

[http://www.cca.org.mx/ds/cursos/cep21/modulo\\_1/main0\\_35.htm](http://www.cca.org.mx/ds/cursos/cep21/modulo_1/main0_35.htm)

<sup>28</sup> VYGOTSKY, L.S., OP .CIT. . Thought and language. Cambridge: MIT Press. Traducción portuguesa de Camargo, J.L. 1991. Pensamiento e linguagem. São Paulo (Brasil): Martins Fontes.

La existencia de variadas estrategias didácticas apoyadas con recursos TIC's, cuyas características (animaciones integradas, simulaciones, imágenes, etc.), permiten lograr un mayor grado de comprensión intelectual por parte de los estudiantes y el desarrollo de determinadas competencias.

Desde el constructivismo social se sostiene que el conocimiento, el significado y la comprensión sólo se dan cuando el estudiante se involucra en una actividad intencionalmente educativa y significativa, cuando participa activamente de modo individual como en la resolución de problemas en un grupo colaborativo. El profesor –facilitador del aprendizaje, guía las tareas grupales y promueve la generación de ambientes colaborativos y cooperativos de construcción del saber. Entender que los alumnos deben asumir un rol activo en la construcción de conocimientos, implica concebir la implicación de un sujeto cognoscente y el andamiaje de agentes mediadores, tales como el docente, los compañeros y las TIC's.

La investigación en Didáctica de las Ciencias en torno al uso de las TIC's coincide en señalar los beneficios del uso pedagógico y los riesgos de la utilización indiscriminada o con escasa fundamentación didáctica.

La integración de las TIC's permite atender los objetivos de aprendizaje, las dificultades que muestran los estudiantes acorde con los diferentes enfoques de enseñanza de las ciencias, las orientaciones para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje y las bondades de las PC e Internet. La evolución de las TIC's permite su uso en un proceso

Social de construcción de significados, conocimientos y resolución de problemas, en el que el estudiante no sólo procesa datos, sino que interpreta y genera nueva información.

Este instrumento de aprendizaje, es decir los MECs debe reflejar los datos generales, objetivos de aprendizaje (a quién va dirigido) y el contenido como tal. Este objeto de aprendizaje es un elemento que puede tener enlaces a sitios externos o internos del Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA), enlaces a elementos multimedia como Imágenes, Video, Audio, etc.

#### Tecnología educativa crítica

Este paradigma de la Tecnología Educativa parte desde un aspecto socio-cultural plantea la necesidad de seleccionar, combinar y utilizar las ayudas tecnológicas en forma crítica, contextualizada y como estratégica didáctica en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Fainholc <sup>29</sup> menciona que esta teoría se apoya en los cimientos de la psicología cognitiva, interactiva y constructivista, su comprensión y aplicación se enmarcan en la propuesta de la sociología de la educación.

Se fundamenta en la educación reflexiva generada con los medios tecnológicos y la creatividad del individuo como ente social, cuyo fin es generar un individuo educado, crítico, analítico y creativo tecnológicamente.

#### 2.2.3 Diseño del Software de Química

El diseño del software de química se realizó en el lenguaje de programación Action Script 3.0 mediante el programa Flash CS4 versión de evaluación. La versión de Flash CS4 es una efectiva herramienta creada por Adobe que ha superado las mejores expectativas de sus creadores. Flash fue creado con el fin

---

<sup>29</sup> Fainholc .Disponible desde internet en: [www.me.gov.ar/hweb/proy/cediproefAINHOLC](http://www.me.gov.ar/hweb/proy/cediproefAINHOLC), B. (2000) Publicación CEDIPROE.

de realizar animaciones de carácter innovador y diseños llamativos para la web, así como para crear plataformas virtuales.

Las razones que han convertido a Flash CS4 en el programa de animaciones interactivas de mayor acogimiento escogido por la mayoría de los diseñadores web profesionales y aficionados son varias.

Flash ha logrado innovar con muchas aplicaciones, creando un ambiente dinámico, con muchas y aplicaciones interactivas que permiten al usuario ver la web como algo interesante, no estático. Con Flash se puede crear de modo fácil y rápido animaciones de todo tipo, desde un botón a un complejo software.

Ahora bien, el lenguaje de programación Flash, es acción script, a cada versión se mejora y ofrece un abanico de posibilidades cada vez mayor, al mismo tiempo genera dinamismo, Flash nos ofrece la posibilidad de ser la plataforma para aplicaciones web de un manera real.

### **2.3 Importancia del Tema**

El concepto de enlace químico es fundamental para el entendimiento de la interacción entre los átomos y las moléculas, lo cual es básico para la enseñanza de la química en los jóvenes de bachillerato. Para alcanzar este fin, se busca implementar un método didáctico basado en materiales educativos computacionales como objeto de aprendizaje (MECs), siendo una herramienta interactiva, que captive y mejore eficientemente la construcción de este conocimiento.

Además con este instrumento, facilita la labor docente en la enseñanza, logrando cumplir los altos estándares de calidad que exige la sociedad actual, asimismo el alumno disfrutara el área de la química, ya que estará acorde al

entorno cultural en que se desenvuelve y podrá relacionar con amplitud la teoría con la práctica.

Este proyecto de investigación pretende desarrollar un aprendizaje significativo con este concepto, para que los jóvenes del siglo XXI, puedan innovar con nuevas nociones sobre la estructura atómica y de paso alcanzar un pensamiento científico.

## **2.4 Diagnóstico del tema.**

Después de hacer un recorrido bibliográfico, a continuación se enuncian algunas definiciones que se han elaborado sobre aprendizaje significativo y luego se muestran algunos aportes de las investigaciones que se han llevado a cabo acerca del concepto de enlace químico, y el manejo de simuladores como una estrategia para alcanzar el aprendizaje significativo.

### **2.4.1 Aprendizaje significativo**

Ausubel, uno de los exponentes de esta teoría, considera que el estudiante aprende en contextos y temas que le permiten relacionarlos con las experiencias de su diario vivir. De no ser así, no hay aprendizaje significativo, el estudiante asumiría rol pasivo y su aprendizaje carecería de sentido.

De igual forma, el autor al resumir su obra plantea las siguientes palabras “: averígüese lo que el estudiante ya sabe y enséñese consecuentemente”.

El aprendizaje significativo es un proceso que relaciona la interacción entre el conocimiento nuevo, el anteriormente adquirido y una estructura esencial del conocimiento propia del alumno enmarcado dentro de un contexto, y que además le representará una funcionalidad en un momento determinado de su vida.

Según Ausubel et al <sup>30</sup>, en el aprendizaje significativo los conocimientos se incorporan de manera sustantiva en la estructura cognitiva del aprendiz. Esto se logra siempre y cuando el estudiante relaciona los nuevos conocimientos con los anteriormente adquiridos; pero es de gran interés que el alumno muestre un afán desaforado por aprender y aplicar los conceptos que se le estén mostrando.

En este orden de ideas, el aprendizaje significativo aborda algunos elementos didácticos y condiciones que garantizan la asimilación, representación y aplicación de conceptos facilitados por el maestro, para así adquirir un significado para si mismo.

Del aprendizaje significativo se evidencia que es un proceso no literal ni arbitrario, donde el nuevo conocimiento adquiere significados para el alumno y el conocimiento previo queda enriquecido, mejor diferenciado, mejor elaborado en relación con los significados ya presentes y, lo mejor, más estable. Moreira y Masini <sup>31</sup>.

El aprendizaje significativo ocurre en tres etapas básicas que varían de acuerdo a su complejidad, estas se enunciarán a continuación:

---

<sup>30</sup> AUSUBEL, D. Novak, J.D. Hanesian, H. psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. (2a ed.). Mexico: trillas. (1987).

<sup>31</sup> MOREIRA, Marco Antonio, Caballero, concesa & Rodríguez P, Mariluz. Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje. Burgos, Espanha: Servicio de publicaciones de la Universidad de Burgos. 2004. 86 p.

### **2.4.2 Aprendizaje de Representaciones.**

Se considera el aprendizaje más básico de todos y a su vez el cimiento de los mismos. Para Ausubel, el aprendizaje representacional se ocupa de los significados de símbolos o palabras aisladas y la representación de cada uno con su objeto equivalente. Es decir no se trata solamente de una asociación entre el símbolo y objeto sino que se pueda introducir en su estructura cognoscitiva de una manera sustentable y no arbitraria.

### **2.4.3 Aprendizaje de conceptos.**

Es una forma más avanzada del aprendizaje por representación, además en éste se pretende representar un concepto adquirido en una sola palabra, determinado por sus características las cuales sirven para identificarlo. Según Ausubel <sup>32</sup>, los conceptos son atributos designados mediante algún símbolo o signo, es decir un aprendizaje de representaciones más elaborado.

### **2.3.4 Aprendizaje de proposiciones.**

Es un tipo de aprendizaje que exige establecer una relación potencialmente significativa entre dos o más conceptos ya que es primordial en este aprendizaje captar el significado de las ideas expresadas en forma de proposiciones. El aprendizaje de proposiciones implica la combinación de varias ideas independientes, que después de combinadas en un orden preciso la idea resultante es más que la simple suma de los significados de las ideas individuales, produciendo un nuevo significado.

---

<sup>32</sup> AUSUBEL.Op.cit.

### **2.3.5 Teoría de Asimilación Ausubeliana**

Esta teoría trata de la asimilación de nuevos conceptos o información en la estructura cognoscitiva del individuo de manera no arbitraria y sustantiva según Ausubel et al <sup>33</sup>.

En otras palabras, esta teoría se aplica de acuerdo a la interacción de la nueva información con los preconceptos en el aprendiz, según Ausubel esta jerarquización produce a su vez una organización conceptual que él definió como aprendizaje: subordinado, supraordinado y combinatorio, explicados a continuación:

Aprendizaje subordinado; este se desarrolla cuando la nueva información es asimilada bajo los parámetros del preconcepto existente en la estructura cognoscitiva del individuo. (Subsunción)

Aprendizaje supraordinado; se presenta cuando la nueva información adquiere mayor relevancia, obligando una subsunción a los preconceptos.

Aprendizaje combinatorio; se concibe como aquella combinación de la nueva información con los conocimientos previos, generando un equilibrio en la estructura cognoscitiva en la persona.

### **2.4 Investigaciones afines al tema**

A continuación se presentan algunas investigaciones realizadas que pueden estar involucradas en la búsqueda del aprendizaje significativo del concepto de enlace químico. En la tabla 2.1 se expone las investigaciones afines al problema, uso de simuladores y aprendizaje significativo en la química, los cuales son la base de referencia para la investigación que se realizó.

---

<sup>33</sup> AUSUBEL, ibid.

Tabla 2.1.  
Ideas afines al problema de investigación.

Autor	Nombre de la Investigación	Conclusiones del Autor
Posada, J.M. (1999) <sup>34</sup>	Concepciones de los Alumnos sobre Enlace Químico antes, Durante y Después de la Enseñanza Formal. Problemas De Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La naturaleza del enlace covalente no es bien entendida por la mayoría de los alumnos después de haber sido abordado durante años en el currículo. Aunque se consigue introducir a través del currículo, la idea de que ciertas sustancias gaseosas son moleculares, la naturaleza de la unión no es bien comprendida. La introducción de las estructuras de Lewis presenta una indudable importancia didáctica; sin embargo, éstas se usan para la idea de compartición de electrones como factor justificador de la atracción de los átomos.</li> <li>• Cuando se presenta la fuerza electrostática como explicación en la unión de los iones en el enlace iónico y la compartición de electrones en el enlace covalente, probablemente hacemos pensar a los alumnos que esta última se trata de una nueva fuerza, diferente a las cuatro que todos conocemos (electromagnética, gravitatoria, débil y fuerte). En otros textos, aunque no se cometen errores conceptuales, no queda suficientemente clara la naturaleza del enlace covalente.</li> </ul>

<sup>34</sup> POSADA.J.M. Concepciones de los Alumnos Sobre el Enlace Químico Antes, Durante y después de la Enseñanza Formal del Aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias. 1999. p17 (2) 227-245 .

Autor	Nombre de la Investigación	Conclusiones del Autor
Domínguez, J; Martínez, F; De Santa Ana, E; Cárdenas, A; Mingarro, V. (2005) <sup>35</sup> .	Uso del ordenador en la enseñanza de la química en bachillerato. Lecciones interactivas de química utilizando simulaciones modulares integradas. Enseñanza de las ciencias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son muy pocos los textos analizados que aportan pruebas sobre la realidad de los iones y sus diferencias con los átomos (Posada, 1993)<sup>36</sup>. La mayoría, se trata de un complicado proceso de construcción de significados en el que nuevos problemas son observados desde la óptica de lo que se conoce significativamente (memoria semántica experiencia).</li> <li>• Con los datos obtenidos podemos concluir que las fuerzas intermoleculares han sido menos interiorizadas por los alumnos que el enlace covalente y, por tanto, menos utilizadas en sus explicaciones. Observamos que las fuerzas de Van der. Waals y los enlaces de hidrógeno reciben una atención muy inferior al de otros enlaces. De esta forma se contribuye a que quede explícita (aunque no comprendida) la unión entre los átomos para formar la molécula pero no que quede suficientemente clara la relación que existe entre las diferentes moléculas.</li> <li>• Puede ser argumentado que, si bien no se aportan pruebas sobre la realidad de los iones en la unidad sobre el enlace químico, el concepto de <i>ion</i> es utilizado en otras secciones del currículo, como <i>equilibrio iónico</i> y <i>redox</i> entre otros. Algunos alumnos asimilan este concepto pero otros no distinguen entre <i>átomo</i> y <i>ion</i>. Verán, en el equilibrio iónico de un ácido, no una ionización sino una disociación. Los superíndices utilizados para la notación de los iones</li> </ul>

<sup>35</sup> DOMÍNGUEZ, J; Martínez, F; De Santa Ana, E; Cárdenas, A; Mingarro, V. Uso del ordenador en la enseñanza de la química en bachillerato. Lecciones interactivas de química utilizando simulaciones modulares integradas. Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII congreso.2005.

<sup>36</sup> POSADA, J.M. Estudio de los constructos de los alumnos y análisis secuencial de libros de texto en los niveles BUP y COU en relación con la estructura de la materia y enlace químico. Tesis doctoral. Op.cit.1993.p. 351-353.

son interpretados erróneamente por muchos alumnos que los consideran como subíndices o protones ganados en el caso de los cationes . De este modo, la comprensión del material resulta difícil o hasta incomprensible para muchos estudiantes y, en lugar del entendimiento, se instaura el memorismo.

Autor	Nombre de la Investigación	Conclusión del Autor
García Franco, Alejandra <sup>1</sup> y Garritz Ruiz, Andoni <sup>2</sup> <sup>37</sup>	Desarrollo De Una Unidad Didáctica: El Estudio Del Enlace Químico En El Bachillerato	<ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="764 604 1474 1045">□ Pudimos darnos cuenta, al final de la estrategia didáctica, que los alumnos tienen (o siguen teniendo, en algunos casos) la idea de que los modelos de enlace químico son explicaciones alternativas, sólo aplicables, cada uno de ellos, a un tipo de sustancia, es decir, que no tienen elementos en común. Solbes y Vilches (1991) han encontrado que es frecuente que los libros de texto aborden cada uno de los modelos de enlace como descripciones reales y correctas más que como aproximaciones con limitaciones inherente</li> <li data-bbox="764 1066 1474 1182">□ Existen algunas investigaciones que muestran que, en la práctica, muchos alumnos no llegan a comprender conceptualmente un tema aunque éste les sea de interés.</li> <li data-bbox="764 1203 1474 1329">□ Esta consideración es paralela a la propuesta de Novak, que considera la existencia de un continuo entre <i>aprendizaje significativo</i> y <i>aprendizaje memorístico</i>.</li> <li data-bbox="764 1350 1474 1465">□ Los contenidos de este nivel preconsciente son accesibles a la conciencia mediante esfuerzos de atención y búsqueda en la MLP.</li> </ul>

<sup>37</sup> GARCÍA-Franco, A. y Garritz, A. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato, Enseñanza de las Ciencias, 24(1), 111-124 2006.

□ Los expertos en la disciplina sobre la que versa la información son los que pueden evaluar la corrección de los conceptos a ser utilizados como nexos. Un *aprendizaje receptivo significativo* (Novak, 1999) y correcto puede considerarse un caso especial del MACCS, en el cual el sujeto realiza un *aprendizaje sustentable* en forma autónoma, con el sólo requerimiento de tener acceso a la información que quiere aprender

---

Autor	Nombre de la Investigación	Conclusiones del Autor
Galagovsky, Lydia R.(2004) <sup>38</sup>	Del Aprendizaje Significativo al aprendizaje sustentable. Parte 1: El modelo teórico.	<p>□ Algunas investigaciones muestran, que en la práctica, muchos alumnos no llegan a comprender conceptualmente un tema aunque éste les sea de interés.</p> <p>□ Esta consideración es paralela a la propuesta de Novak, que considera la existencia de un continuo entre <i>aprendizaje significativo</i> y <i>aprendizaje memorístico</i>.</p> <p>□ Los contenidos de este nivel preconsciente son accesibles a la conciencia mediante esfuerzos de atención y búsqueda en la MLP.</p>

---



---

<sup>38</sup> GALAGOVSKY, L. Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable, parte 1: El modelo teórico. Enseñanza de las ciencias. 22(2), 2004, p.229-240.

Novack  
(1987)<sup>39</sup>

Constructivismo humano:  
un consenso emergente.

Un *aprendizaje receptivo significativo* Novak y correcto puede considerarse un caso especial del MACCS, en el cual el sujeto realiza un *aprendizaje sustentable* en forma autónoma, con el sólo requerimiento de tener acceso a la información que quiere aprender.

Los expertos en la disciplina sobre la que versa la información son los que pueden evaluar la corrección de los conceptos a ser utilizados como nexos.

El autor propone examinar el vínculo entre la psicología del aprendizaje humano y el conocimiento filosófico.

Ahora bien, el constructivismo se refiere, en alguna forma, a la idea de que tanto los individuos como los grupos de individuos construyen ideas sobre cómo funciona el mundo.

---

---

<sup>39</sup> NOVACK, J.D. Ponencia presentada en el Segundo Seminario Internacional sobre Errores Conceptuales y Estrategias Educativas en la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Ithaca, NY: 27 de Julio de 1987.

## ***2.5 Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico***

En la investigación efectuada por García Y Garrits<sup>40</sup>, se resalta la decisión de abordar los elementos que son comunes a los diversos modelos de enlace, más allá de hacer una exposición y explicación exhaustiva de las características de cada uno de ellos.

En esta investigación se considera que se pueden ubicar todos los modelos de enlace bajo un mismo marco conceptual, cuestión que ha permanecido ajena a la enorme mayoría de los libros de texto de química y a la enseñanza en los niveles preuniversitarios.

### ***2.5.1 Concepciones de los Alumnos sobre Enlace Químico antes, Durante y Después de la Enseñanza Formal. Problemas de Aprendizaje.***

Esta es una investigación que surge de la necesidad de analizar los problemas de aprendizaje con respecto a los conceptos sobre enlace químico antes, durante y después de haber sido expuestos con métodos de la enseñanza tradicional.

Se reconocen la concepciones más características de los alumnos con relación a sustancias moleculares, sustancias iónicas, el uso que hacen los estudiantes de la teoría de enlace para interpretar formulas químicas simples que encuentran en sus textos y explicaciones en clase, también se identifica el modo en que son interiorizados los nuevos conceptos, los conceptos básicos que resultan difíciles de asimilar y su causa existente.

---

<sup>40</sup> GARCÍA-Franco, A. y Garritz, A. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato, Enseñanza de las Ciencias, 24(1), 111-124 2006.

El autor de esta investigación encuentra que la mayoría de los estudiantes presentan ideas procedentes del mundo macroscópico que guían sus predicciones llevándolas a resultados incorrectos:

Esta tendencia disminuye a medida que aumenta el nivel de estudio de química.

Aunque se consigue introducir, a través del currículo, la idea de que ciertas sustancias gaseosas son moleculares, la naturaleza de la unión no es bien comprendida. Los alumnos que aún no han comenzado la enseñanza formal de la química creen que existen fuerzas atractivas electrostáticas, o de otra naturaleza no descrita, capaces de acercar los átomos en el enlace.

Para los estudiantes mayores, la unión es debida al enlace covalente; sin embargo, no entran en detalles sobre la naturaleza de este enlace. Este hecho se puso de manifiesto también en las grabaciones de situaciones de clase.

La naturaleza del enlace covalente no es bien entendida por la mayoría de los alumnos después de haber sido abordado durante años en el currículo.

### ***2.5.2 Uso del Ordenador en la Enseñanza de la Química en Bachillerato. Lecciones Interactivas de Química Utilizando Simulaciones Modulares Integradas***

Domínguez, Martínez, de Santa Ana, Cárdenas, Mingarro, <sup>41</sup>. En su investigación reconocieron que el ordenador es una herramienta de grandes posibilidades educativas. Observaron que si éste se utiliza adecuadamente, puede ser un instrumento de trabajo motivador y potenciador de aprendizajes debido a que el uso de las TIC mejora la motivación y el aprendizaje permitiendo integrar la teoría con la práctica, y también permite simular y

---

<sup>41</sup> DOMÍNGUEZ, J; Martínez, F; De Santa Ana, E; Cárdenas, A; Mingarro, Op.cit.

entender experiencias que no se pueden realizar experimentalmente en los laboratorios escolares.

Ellos en su experiencia encontraron que: La utilización de recursos informáticos en el aprendizaje de la química, en paralelo habitualmente utilizado en la enseñanza de esta asignatura, implica un incremento en la predisposición para aprender conceptos de química, lo que constituye una de las condiciones que favorecen el aprendizaje significativo.

### **2.5.3 Utilización didáctica de programas de simulación para el aprendizaje de técnicas de laboratorio en ciencias naturales**

El uso de un programa de simulación, como recurso complementario al desarrollo de las prácticas de laboratorio real, fue la base de la investigación efectuada por Pontes, Martines, y Climent.<sup>42</sup> ellos comprobaron que la utilización de programas de simulación servían de ayuda efectiva a los estudiantes del grupo experimental a comprender mejor las técnicas y conceptos básicos que se utilizan en las experiencias de química, contribuyendo especialmente a mejorar el rendimiento de los alumnos que presentan mayores deficiencias de aprendizaje.

Tal como plantea Moore, citado por Pontes, Martines y Climent. (2001), “el uso de software educativo y el desarrollo de actividades adecuadas da ayuda mejorar el rendimiento de los estudiantes en el desarrollo de trabajos prácticos, en ciencias experimentales como la química”.

---

<sup>42</sup> Pontes, A., Martínez, M.P. y Climent, M.S. (2001). Utilización didáctica de programas de simulación para el aprendizaje de técnicas de laboratorio en ciencias experimentales. *Anales de Química*. 97(3), 44-54.

### 3. Metodología

#### 3.1 Enfoque Metodológico

El problema de investigación se desarrolla desde el enfoque cuantitativo, el cual viene dado por el diseño de un instrumento de medición, en el cual se evalúa la estructura cognitiva inicial y final de los estudiantes, ante ciertos ítems, por lo cual se utilizó el diseño de una escala de Likert, la cual nos permite recoger o medir la estructura cognitiva de los estudiantes y darle una valoración. Para Hernández <sup>43</sup> un “Enfoque cuantitativo: usa recolección de datos para probar hipótesis con base a la medición numérica y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento”. Esta investigación obedece al cumplimiento de los criterios.

El aporte de esta investigación se consolida con la propuesta de un modelo constructivista y como estrategia didáctica el diseño y elaboración de un software educativo de química para reafianzar los conceptos inherentes al enlace químico.

Este proyecto de investigación buscó establecer una alternativa didáctica, que permitiera a los estudiantes del primer semestre de ciencias naturales y educación ambiental, construir un conocimiento significativo acerca de enlace químico, donde pudieran asimilar los conceptos relacionados con este tema, y se relacionaran con el uso de software educativo.

Además, despertar las motivaciones por la química y lograr cautivar la curiosidad por aprender, utilizando además una herramienta informática, que

---

<sup>43</sup> HERNÁNDEZ y cols. Metodología de la investigación. 3° edición Mexico. D.F.Mexico M.C graw Hill. 2003.

contextualizara la realidad del estudiante y compaginara con el conocimiento que se pretendió enseñar, para que fuera significativo y divertido en los jóvenes.

De esta manera, se espera que los recursos didácticos promuevan la motivación por el estudio en maestros-alumnos, demostrando así, estar a nivel de las exigencias sociales que permitan la innovación y la investigación en los jóvenes del siglo XXI.

Por consiguiente, el nuevo conocimiento adquirido por los alumnos sobre enlace químico dependerá de la efectividad y la pertinencia del manejo de MECs en el aprendizaje significativo acerca de este contenido en estudiantes del primer semestre de CINEA, como se muestra en los resultados.

### **3.2. Contexto Socio-Demográfico.**

La población escogida correspondió a estudiantes del primer semestre de licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental vinculados a la UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA de la ciudad de Neiva, Colombia, matriculados en el segundo periodo académico del año 2010.

La escogencia de esta población obedeció a que la variable dependiente de enlace químico se aborda en el microdiseño de química general, como también se aborda en grado decimo

La población estudiantil tiene entre un rango de 16 y 19 años de edad.

La selección de esta población se da debido a que la variable dependiente “Enlace Químico” se aborda en el microdiseño curricular del programa de química en ciencias naturales y educación ambiental, en la universidad Surcolombiana de Neiva.

La elección de la institución se debe a la facilidad de aplicación del proyecto de investigación a los estudiantes, además es apropiado porque se cuenta con

dos grupos en los cuales se pretende dejar un grupo de control y otro experimental. Además goza de una buena infraestructura.

### **3.3. Población y Muestra**

La población escogida se corresponde con los estudiantes de química, del 1 ° semestre del código 2010-B de la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental de la ciudad de Neiva, en el Departamento del Huila, Colombia.

Los integrantes de la muestra experimental corresponden a un grupo de 18 estudiantes asignados como el grupo-01 y 20 estudiantes del grupo 02, quienes fueron la muestra control.

Cabe destacar que se tomó un grupo de seis personas como objeto de estudio para la aplicación de la prueba piloto, el proceso de la elección de la muestra obedece al muestreo aleatorio simple porque todos los miembros de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos, Giroux y Tremblay <sup>44</sup> . Además los estudiantes presentan un rango promedio en sus capacidades cognitivas, ya que han adquirido contenidos en el área de la química en iguales condiciones.

Los integrantes de la muestra experimental fueron 18 estudiantes del grupo 01, y los 20 estudiantes del grupo 02, corresponden al grupo de la muestra

---

<sup>44</sup> GIROUX, S. & Tremblay, G. Metodología de las Ciencias Humanas. La investigación en acción. (1a ed. en castellano) México. Fondo de cultura económica. 2004.

control. En ambas aulas los estudiantes presentan edades que oscilan entre los 16 y los 19 años de edad.

Franja cuyo desarrollo mental corresponde con las operaciones formales o de pensamiento hipotético deductivo propuesto por Piaget.

### **3.4. Instrumentos**

Se diseñó un cuestionario (anexo 1), que se aplicó antes y después del uso del MECs, para su elaboración se necesitó el apoyo de expertos en el tema de la química y de diversos artículos científicos relacionados con la unidad de enlace químico. Además se sometió a prueba de validez y confiabilidad por parte de cinco expertos en esta área, posteriormente se piloteó de acuerdo a lo propuesto por Giroux y Tremblay <sup>45</sup>

Este instrumento retoma los temas primordiales sobre enlace químico, el cual se implementó para recolectar datos de la etapa cognitiva inicial y final, para evaluar el cambio cognitivo en los 18 estudiantes del grupo experimental 01 y 20 estudiantes en el grupo control 02. Todo ello se realizó para determinar la efectividad de la estrategia didáctica que se planteó en esta investigación de sesgo constructivista.

### **3.5. Diseño de la Investigación**

La base de este proyecto es el aprendizaje significativo del enlace químico, para ello se realizó un análisis estadístico, ya que esta investigación se entiende como un modelo cuantitativo, permitiendo exponer los resultados en términos numéricos; logrando de esta manera que esta indagación sea objetiva. Además, el diseño tiene como soporte el método experimental, propuesto por Giroux y Tremblay (2004).

Conjuntamente el problema planteado en este trabajo es una variable discreta, lo cual es pertinente para aplicar un pre-test para medir el nivel de conocimiento

---

<sup>45</sup> Ibid.,p.17

de los estudiantes sobre el contenido de enlace químico, con el fin de saber sus conceptos previos acerca del tema. Esta investigación presenta dos partes: una preliminar y una en ejecución, esta última se divide en una inicial y otra final.

**3.5.1 Parte Preliminar.** Las preguntas del test fueron sometidas a una prueba de validez y confiabilidad, sometiéndolo a un juicio de cinco expertos, licenciados en el área de química, con el fin de cuantificar su índice de validez. Ellos referenciaron el test junto con el plan de evaluación para poder observar la pertinencia de las preguntas con relación a la temática inherente del enlace químico, y de esta manera se incluyeron las recomendaciones de los expertos.

Tomando en cuenta las preguntas sobre el contenido, la aprobación de este por parte de los expertos y un resultado significativo en la prueba piloto, es decir la aplicación del pre test, son necesarios para determinar la eficacia de la hipótesis.

Las preguntas incluidas en el cuestionario recogen los conceptos más relevantes de la unidad temática de enlace químico sugerida por el grupo de expertos, y por lo tanto incluidos para el mejoramiento de una enseñanza y aprendizaje relevante acerca del tema.

La plataforma informática es una página web interactiva diseñada en flash para que recreara el contenido y se tornara interesante; pudiera relacionar lo cotidiano con lo teórico; presentara reseñas históricas de los científicos más destacados y que permitieron avanzar en esta cuestión; y finalmente se evaluó al estudiante con un test, el cual no está incluido en el software, debido a que el instrumento de evaluación se desarrolló en medio físico o impreso.

**3.5.2 Parte de Ejecución.** Después de ser piloteada y avalada por los expertos se procede a ejecutar el cuestionario en la muestra experimental y

control. En la etapa inicial correspondiente al pre test que da cuenta de la estructura cognitiva inicial.

Posteriormente se aplica el software a la muestra experimental. Y la etapa final corresponde al pos test para indagar la estructura cognitiva final.

Por su parte, al grupo control se le desarrollaron los contenidos soportados en la enseñanza tradicional y de igual forma se procedió aplicar el pos test.

### **3.5.3 .Detalles del diseño del software “SOQUIM”**

Es importante destacar que para implementar la unidad temática seleccionada en el grupo experimental, se escogió como estrategia didáctica, el diseño de un software denominado “SOQUIM” (software sobre la temática de enlace químico). Fue elaborado por los autores Alex Medina – Patricia Sánchez y el director de tesis Carlos Arturo Franco del programa de Ciencias Naturales de la Universidad Surcolombiana de Neiva. En el diseño y programación participo el ingeniero Uriel Ramírez.

Es un diseño que puede ser utilizado en el proceso de enseñanza y aprendizaje porque contiene todos los elementos de un software educativo. Presenta una guía didáctica básica que se puede completar, tiene los dos tipos de contenidos: conceptuales y procedimentales, suficientes ejemplos de aplicación, interactividad media, con animaciones e imágenes, laboratorio, etc.

Contiene todos los recursos, es decir, para mostrar un recurso no remite a otras páginas, directamente se puede acceder a videos de química muy cortos y animaciones dentro del contenido. Todos los elementos interactivos funcionan correctamente.

Es fácil de navegar en el, ya que el menú es visible en todos los elementos que lo conforman. Presenta un lenguaje sencillo y está disponible en español.

## **Detalles del software**

1) Como funciona.

2) De qué Consta.

3) Para tener en cuenta.

1) Como Funciona:

-El Software "Enlace Químico" es una aplicación desarrollada en flash cs4, versión beta.

-lenguaje de programación: Acción Script 3.0.

-Esta no necesita un proceso de instalación, simplemente ejecutar el icono Enlace Quimico.exe y listo.

2) De Que Consta:

El Software "Enlace Químico" consta de un menú que contiene 5 opciones, permitiendo al usuario navegar de una forma rápida por todas las opciones. A continuación se describe cada una de las opciones que contiene el Software "Enlace Químico".

### **\* CONTENIDOS**

Esta opción contiene 13 temas que le permiten al usuario entender todo lo relacionado con la temática inherente a Enlace Químico además cuenta con una opción de referencias que contiene la bibliografía o información fuente que permitió desarrollar este software.

OBJETIVO: Desarrollar competencias inherentes a la temática de enlace químico. Mediante la implementación de una estrategia pedagógica y didáctica en la cual se haga el uso de las nuevas tecnologías (software de Química) en el proceso pedagógico escolar.

#### \* TABLA PERIODICA

Esta opción contiene una tabla periódica dinámica y con la información de sus elementos, los cuales están organizados en filas y columnas según sus propiedades Químicas los elementos aparecen ordenados por su número atómico .Al pasar el mouse por

Cada uno de ellos se obtendrá información sobre el nombre, la configuración electrónica y La masa atómica del mismo .Haciendo clic en un elemento se obtendrá mayor información, como el punto de fusión el punto de ebullición y descripción del mismo. Además contiene un botón con la opción otros iones que muestra el nombre de 10 iones comunes diferentes.

OBJETIVO: identificar los elementos de la tabla periódica, según sus propiedades Químicas y características.

#### \* LABORATORIO

Esta opción contiene un pequeño laboratorio dinámico e interactivo y utiliza 6 reactivos. El Usuario tendrá que entrar en cada uno de los 6 reactivos para que el software le arroje los resultados del laboratorio, de lo contrario el usuario no sabrá cuales serán los resultados o conclusiones.

OBJETIVO: Diferenciar o conocer los distintos tipos de enlaces (IONICO – COVALENTE), por conductividad eléctrica.

## \* SIMULACIONES INTERACTIVAS

Esta opción contiene 2 simulaciones ("Enlace Ionico", "Enlaces Covalente"). La Simulación "Enlace Iónico" permite al usuario entender conceptos acerca de este Tema.

La simulación "Enlaces Con Moléculas Covalente" es un pequeño test que trabaja con 8 moléculas covalentes.

El usuario podrá entrar en cada una de esas moléculas y responder las preguntas propuestas, si el usuario se equivoca 3 veces por respuesta, el software automáticamente le arroja la respuesta, la siguiente pregunta y una pequeña animación acerca de la pregunta.

El usuario tendrá disponible la tabla periódica en cada molécula Covalente, Esto con el fin de facilitarle una ayuda a la hora de dar su respuesta.

OBJETIVO: determinar e identificar los principales tipos de enlace químico, mediante diferentes medios como; texto, Imágenes fijas y/o imágenes en movimiento (animaciones).

## \* NOSOTROS

Esta opción contiene el nombre de las personas que intervinieron en el desarrollo del proyecto.

### 3) Para Tener En Cuenta:

- Para un mejor desempeño del software se recomienda:

Cerrar las aplicaciones que consuman bastante memoria RAM, y tener como mínimo 512Mb de RAM, Así las animaciones no serán lentas.

- Se deben instalar unos tipos de fuentes que están adjuntos al proyecto.

#### **3.5.4 .Creación y diseño del software denominado “SOQUIM” software de enlace químico.**

A continuación se destacan algunas pautas propias al diseño del software.

Esta herramienta virtual sirve para encaminar el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de la química, apoyando la labor del docente y despertando el interés y las motivaciones en temáticas inherentes a la química; en este software se integran componentes como audio, video, hipertexto e hipermedia donde por medio de imágenes interactivas, simulaciones y diversas animaciones se presentan didácticamente los contenidos, los cuales refutan de fuentes bibliográficas de gran notoriedad.

Cabe resaltar que, este software se destaca por su fácil uso e instalación en los equipos, como también su calidad de entorno audiovisual y de contenidos; podemos decir que posee un buen nivel de motivación para el estudiante a la hora de aprender.

“SOQUIM” se diseño y elaboró con programas de diferentes aplicabilidades y enfoques, los cuales cumplieron con las siguientes funciones: *FLASH CS4* fue la base del software, ya que permitió integrar hipertexto, movimiento, gráficos, fotogramas, animaciones, hipervínculos e imágenes interactivas, logrando que el programa tuviera cualidades como la interacción ordenador- usuario y su fácil navegación. Action Script fue el lenguaje de programación que se utilizó, el cual permitió realizar este software.

Con la integración de estos componentes sistémicos se logro obtener un software de tipo flexible, interactivo y motivador, con el cual los estudiantes despertaron sus intereses y motivaciones del aprendizaje mediante herramientas virtuales. Además, cada una de las pantallas mantiene un formato, donde, en la parte superior se encuentran los títulos animados

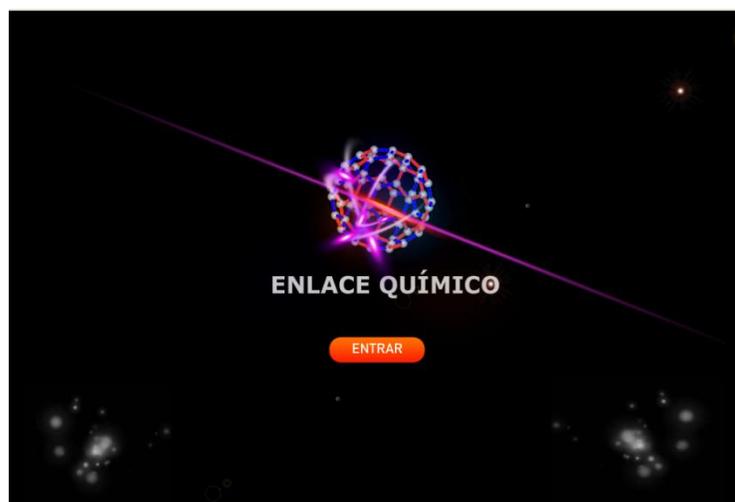
(banners), esto permite que el usuario perciba que tema se está abarcando en cada momento. Por otro lado, en el transcurso de la aplicación se encuentran diversas ayudas y complementos referentes al tema.

El componente pedagógico del software se basa en uno de los modelos de mayor impacto en las últimas décadas, el constructivismo, estructurado tecnológicamente dentro de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

El modelo constructivista se refleja en la versatilidad y aspecto flexible del manejo del software, por tanto, este ofrece un manejo del hipertexto de forma amigable y clara, llevando de pantalla en pantalla la información pertinente al tema correlacionándolo por todo el programa. El constructivismo pedagógico plantea que el aprendizaje realmente significativo es evidenciado en la construcción de cada estudiante, capaz de moldear su ordenación mental y alcanzar un mayor nivel, de complejidad, integración y autoaprendizaje, es decir una verdadera formación donde el protagonista es el estudiante que cumple con sus propias expectativas; el software ofrece esta posibilidad ya que en él se puede navegar por diferentes rutas de acceso.

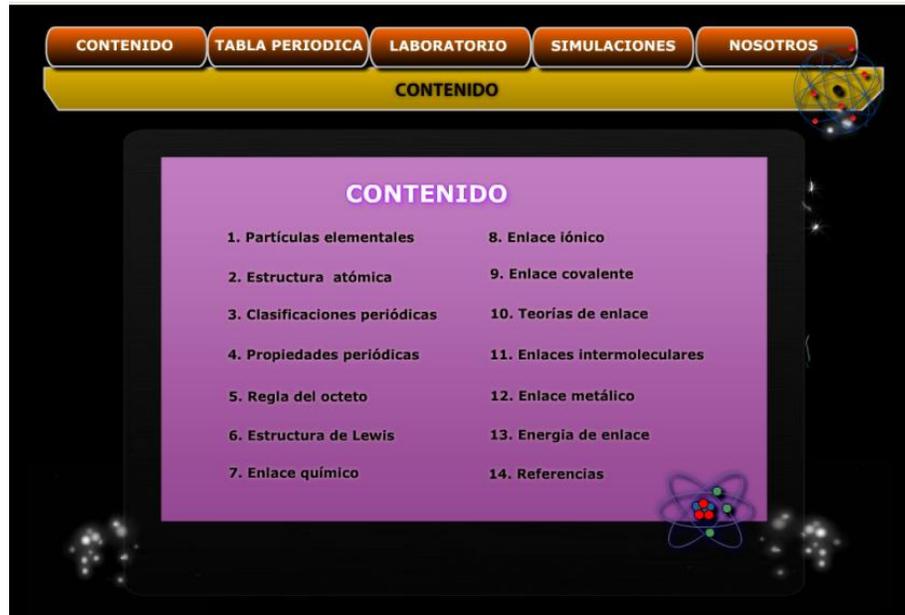
La figura 3.1. muestra el diseño portada del software, con un fondo de color negro, en el cual aparece la molécula de fullereno con destellos de luces de diferentes colores con un montaje de audio, con un contraste de átomos animados que asemejan burbujas en movimiento, en la parte inferior esta el botón "ENTRAR".

Cabe resaltar que, antes de ingresar al portal del software, este cuenta con un botón de ayuda, este se introdujo con el objeto de apoyar la manipulación del software; explica todo lo que necesita saber el usuario del programa para utilizarlo sin problemas y sacar el máximo beneficio, como también lo que hay que tener en cuenta para un mejor desempeño del software.



**Figura 3.1.diseño de portada del software.**

En el software, la información se encuentra organizada de manera jerarquizada según su complejidad, aunque el usuario tienen la posibilidad de ingresar a cualquiera de los 5 módulos según su interés, encontrando en el primer modulo los contenidos en los cuales hay 13 hipervínculos relacionados con la temática inherente a enlace químico ,los cuales son: partículas elementales, estructura atómica, clasificaciones periódicas ,propiedades periódicas, regla del octeto, estructura de Lewis, enlace químico, enlace iónico, enlace covalente, teorías de enlace, enlaces intermoleculares, enlace metálico, energía de enlace y referencias; en el segundo modulo esta la tabla periódica interactiva ,en el tercer modulo esta el laboratorio virtual ,en el cuarto modulo las simulaciones de enlace iónico y covalente y finalmente el modulo de nosotros ,en el cual están los nombres de los integrantes de esta investigación.



**Figura 3.2.modulo de los contenidos.**

La figura 3.2 muestra el módulo de los contenidos en donde se describe la temática inherente a enlace químico, incluida las referencias bibliográficas, como también se integra el hipertexto, movimiento, gráficos, animaciones, hipervínculos y videos tomados de la web, sin necesidad de tener una conexión a internet.

Logrando que el programa tuviera cualidades como la interacción ordenador-usuario en un ambiente realista, de manera innovadora entre los diferentes módulos de información y entre pantalla tras pantalla.



(a)



(b)

Figura 3.3 Hipertexto e hipermedia dentro del modulo de contenido.

En la figura 3.3 (a y b) se detallan los contenidos temáticos los cuales se distribuyen de forma coherente, donde cada uno de ellos se vincula con el otro de manera no directa, dando la posibilidad de aclarar los conceptos no claros y la facilidad de los hipervínculos. En la figura (a) se observan los principales tipos de enlace: iónico, covalente y metálico, cada uno de ellos con imágenes y sus respectivos videos. En la figura (b) se observa una animación interactiva de radio atómico.



(a)



(b)

### Figura 3.4. Tabla periódica interactiva

En la figura 3.4 se muestra el módulo de la tabla periódica interactiva, este diseño es muy original, cada casilla cuenta con dos hipervínculos diferentes en el primero al pasar el mouse en cualquier elemento, en la parte superior aparece un recuadro en el cual se detallan las características generales del elemento, como el nombre, el número atómico, la masa atómica, la electronegatividad, el estado de oxidación y la valencia. Igualmente, al dar clic se detallan las características específicas de cada elemento. Además cuenta con un hipervínculo de iones comunes con sus respectivos nombres. En la figura b, se observa el módulo de tabla periódica dando el pantallazo de la etiqueta específica.



(a)



(b)

### Figura 3.5. Laboratorio virtual

En la figura 3.5. (a) aparece el módulo de laboratorio virtual para que el estudiante logre obtener conceptos, comprender mejor los tipos de enlace que forman ciertos compuestos, de manera experimental, en la figura (b) se

presentan una serie de reactivos y el usuario sigue las pautas que lo llevaran a la interpretación de los resultados.



(a)

(b)

### Figura 3.6 simulaciones interactivas

En la figura 3.6 (a) aparece la simulación del enlace covalente, en la portada principal aparecen 8 moléculas distintas, cada una tiene un hipervínculo de un test, para autoevaluar al estudiante y a la medida que vaya respondiendo automáticamente se van graficando los átomos con sus respectivos electrones. En la figura b, aparece la animación de la formación de un compuesto iónico. Además de estas simulaciones, dentro del software esta la simulación referente a la configuración electrónica y el llenado de los orbitales de cada uno de los elementos.

Además de estos módulos se encuentran varios artículos de interés químico-cotidiano en el transcurso de la navegación.



**Figura 3.7 modulo de nosotros.**

En la figura 3.7 muestra el logotipo de la universidad surcolombiana, máxima casa de estudio de la región y el grupo que hizo parte del diseño, elaboración y aplicación del software.

### **3.6. Recolección de Datos**

El método y la técnica escogida son importantes para sistematizar la información, pues el tratamiento de los datos, es de acuerdo a las respuestas de los estudiantes. El resultado determina las relaciones entre las variables, donde la variable independiente es la pertinencia del MECs sobre los estudiantes del primer semestre de ciencias naturales y el aprendizaje significativo del concepto de enlace químico como variable dependiente, Para la recolección de datos en esta investigación se empleo como instrumento un cuestionario, ver anexo 1, que previamente fue sometido a unos criterios de validez y confiabilidad, a través de juicios de expertos, para determinar si en realidad involucra su medición conceptual, el significado inherente al enlace químico. Por otro lado, la confiabilidad del instrumento se demuestra estimándole sus medidas de tendencia como la desviación estándar, la varianza, la moda, la mediana y la media. El índice de validez de contenido es revisado por cinco expertos sobre el tema.

Luego de cumplir los requisitos previos, como la supervisión de los expertos, se procedió a la aplicación del pre-test, a la muestra de 18 estudiantes, que corresponde al grupo experimental, de la misma forma en 20 estudiantes del grupo control en el grupo -02, en donde se evaluaron los conocimientos previos acerca de enlace químico.. Después de implementar la estrategia (software) en el grupo experimental y la enseñanza tradicional en el grupo control, se les aplico el post-test a los dos grupos. De esta manera se procedió a la recolección de datos y con los resultados, se analizó la utilidad del diseño y la incidencia del MECs para los alumnos en cuanto a la construcción de un aprendizaje significativo de enlace químico.

Después de adquirir los datos se organizaron los resultados en tablas de datos y finalmente en gráficos que ayudaron a dar una interpretación de la situación real sobre el conocimiento del contenido por parte de los estudiantes involucrados.

### **3.7. Tipo de análisis**

#### **3.7.1 Análisis para la Aplicación y Viabilidad de la Prueba Piloto**

Los cinco expertos revisaron a fondo las preguntas que fueron aplicadas a los dos grupos que formaron parte de la investigación, de acuerdo a una serie de puntos que se le asignaron a cada interrogante allí planteados según los siguientes criterios: precisión, es decir que no presenta ambigüedad la respuesta; la relación entre lo que se pregunta y el tema central; la pertinencia de la pregunta para ser incluida en el test; creatividad en el cuestionario; la efectividad del instrumento para alcanzar aprendizaje significativo.

La puntuación máxima fue uno y la mínima cero las cuales se le asignaron a cada pregunta del cuestionario.

Los índices de validez de contenido manifestados por 5 expertos, es decir la pertinencia del cuestionario para medir la razón de validez de contenido se calcularon con el siguiente algoritmo, Cohem y Swerdlik <sup>46</sup> .

$$crv = \frac{n_e - N / 2}{N / 2}$$

En donde CRV es la razón de validez de contenido, ne es el número total de expertos y N es el número de expertos que consideran apropiado el ítem. De acuerdo con Narváez <sup>47</sup> .

El juicio de los cinco expertos consultados se muestra en la tabla 3.1.

**Tabla 3.1.**  
**Índice de validez del contenido del cuestionario**

ITEMES DEL CUESTIONARIO																									
EXPERTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>1</b>																									
<b>2</b>																									
<b>3</b>																									
<b>4</b>																									
<b>5</b>																									
<b>Total</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>CRV</b>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

<sup>46</sup> COHEM, R Y SWERDLIK .Confianza en pruebas y evaluación psicológicas: introducción a las pruebas (4ª ed.) Mexico: Mc Graw Hill.

<sup>47</sup> NARVÁEZ. Javier. Aprendizaje significativo de conceptos químicos. (1a edición). Universidad Sur colombiana de Neiva. 2007 p.60

Esta tabla nos muestra la confiabilidad en el cuestionario, el cual se aplicó en el grupo control y el grupo experimental. De acuerdo con los expertos los ítems eran apropiados y pertinentes para aplicarlos en el grupo control y el grupo experimental.

### **3.7.2 Análisis Cuantitativo para la Etapa experimental**

Después de ser evaluado por los expertos, y cumplir con los parámetros del test, se procedió a una etapa experimental, donde se aplicó este cuestionario, para observar la pertinencia de estos interrogantes en el instrumento didáctico que mejore el aprendizaje significativo de los estudiantes. Además este se aplicó como pre test, para recabar los preconceptos del estudiante y luego este mismo como post- test para saber si hubo cambios en los conceptos.

**Tabla 3.2** Cuantificación de las respuestas correspondientes a los conceptos objeto de estudio.

<b>Respuestas</b>	<b>Valor de puntaje</b>
<b>Totalmente de acuerdo</b>	5
<b>De acuerdo</b>	4
<b>Sin opinión</b>	3
<b>En desacuerdo</b>	2
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	1

Si esta valoración cuantitativa de las respuestas se invierte, es decir si hay tendencia por la respuesta totalmente en desacuerdo, quedaría como se muestra en la tabla.3.3

Tabla 3.3 Cuantificación de las respuestas correspondientes a los conceptos objeto de estudio.

---

<b>Respuestas</b>	<b>Valor de puntaje</b>
<b>Totalmente de acuerdo</b>	1
<b>De acuerdo</b>	2
<b>Sin opinión</b>	3
<b>En desacuerdo</b>	4
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	5

---

### **3. 8. Manual de codificación**

De acuerdo con Giroux y Tremblay <sup>48</sup> , a partir de las variables planteadas al inicio de la investigación, se proceden a codificarse, como se muestra en la tabla 3.4. Cabe resaltar que los conceptos de cada uno de los ítems, están como anexos.

---

<sup>48</sup> GIROUX, S. & Tremblay, Op.cit.p.18

**Tabla 3.4 Manual de codificación para variables involucradas en el estudio**

Nombre de la variable	Tipo de variable	Contenido	Escala de medición	Numero	Modalidades o valor	Código
La pertinencia del MECs educativo	Independiente	Como resolver problemas relacionados con enlace químico de manera creativa	Ordinal	01	Problema resuelto	2
					Problema sin resolver	1
Aprendizaje significativo	Dependiente	Que opinan los estudiantes de los conocimientos relacionados con enlace químico	Ordinal	02	Numero de aciertos	1

## RESULTADOS

En este capítulo se exponen los resultados que revelaron los 38 estudiantes, del 1° semestre de CINEA recordando que la población objeto de estudio se corresponde con el Grupo 01 con 18 estudiantes y el grupo 02 con 20 estudiantes de la USCO, como se planteó en la metodología, así mismo las etapas de recolección fue aleatorio. Teniendo en cuenta esta información se procedió a plantear una estructura cognitiva, por consiguiente se analizo una inicial y una final, para entender mejor las falencias y el cambio conceptual que se genera con el MECs “SOQUIM”, asimismo se elaboro su respectiva matriz, para ello se necesito recabar los datos que se obtuvieron en del pre- test, el cual se aplico al inicio de la investigación y un post- test utilizando este mismo instrumento, el cual se realizo al final.

Para evaluar los datos recolectados, fueron sometidos a un análisis estadístico, en las que se les aplicó la desviación estándar, la varianza, las medidas de tendencia central; la moda, la media aritmética entre otras; las matrices para la sistematización de datos, y las graficas describirán mejor esta investigación.

Todo esto tiene como único fin comprobar la estrategia didáctica que se implementó, es decir probar en ultimas la Hipótesis. Para ello, se utilizó una prueba Z, la que nos permitió, tomar la decisión o no, de la hipótesis propuesta según lo planteado por Narváez (Narváez, 2007).<sup>49</sup>

---

<sup>49</sup> <sup>49</sup> Ibíd., p.74.

En cuanto al desarrollo de la matriz, se tiene como fundamento el autor Narváez, (2007) <sup>50</sup> que de igual permitió caracterizar los datos en un sistema de codificación.

Este apartado presenta varias secciones, en las cuales y en su orden se describen los siguientes aspectos: en primer lugar se describe la estructura cognitiva inicial del grupo objeto de estudio, en segundo lugar la estructura cognitiva final, cabe resaltar que los datos expuestos corresponden a la muestra control y experimental, con los datos anteriores se docima la hipótesis propuesta.

#### ***4.1 Estructura Cognitiva Inicial***

A partir de las respuestas diseñadas y otorgadas n el pre-test, las cuales son propuestas para la muestra de estudiantes de la USCO, ahora son sometidos al rigor de la estadística para su respectiva sistematización, a partir de una matriz para la muestra control y otra para la muestra experimental expuesta en la tabla 4.1 y 4.5 respectivamente.

Como se plantea en el artículo de Giroux y Tremblay <sup>51</sup>, (Métodos y técnicas de muestreo), sea cual sea el método de investigación empleado siempre se deben recabar los datos en un manual de codificación, que consiste en pasar los datos en bruto a una matriz que permitirá hacer un análisis cuantitativo. En

---

<sup>50</sup> Ibid., p.66.

<sup>51</sup> Giroux y Tremblay.Op.cit.p.19

nuestro caso, este manual de codificación cuenta con unas características básicas.

La matriz está representada de la siguiente manera: de izquierda a derecha la primera columna de casos corresponde a todos los estudiantes que se evaluaron con el MECs, están repartidos en 20 filas para el grupo control y 18 para el grupo experimental, ya que son el total de estudiantes. Mientras tanto la primera fila de arriba, corresponde a los ítems, los cuales son los números y en su orden las veinticinco preguntas en el cuestionario.

#### ***4.2 Estructura cognitiva final***

Para determinar el cambio conceptual se aplicó el pos-test, las cuales fueron propuestas para las muestras de estudiantes de la USCO, se sometieron a la sistematización, a partir de las matrices expuesta en las tablas 4.3 y 4.7, esta tiene las mismas especificaciones planteadas en la estructura cognitiva inicial

Tabla 4.1 estructura cognitiva inicial "pretest" del grupo control.

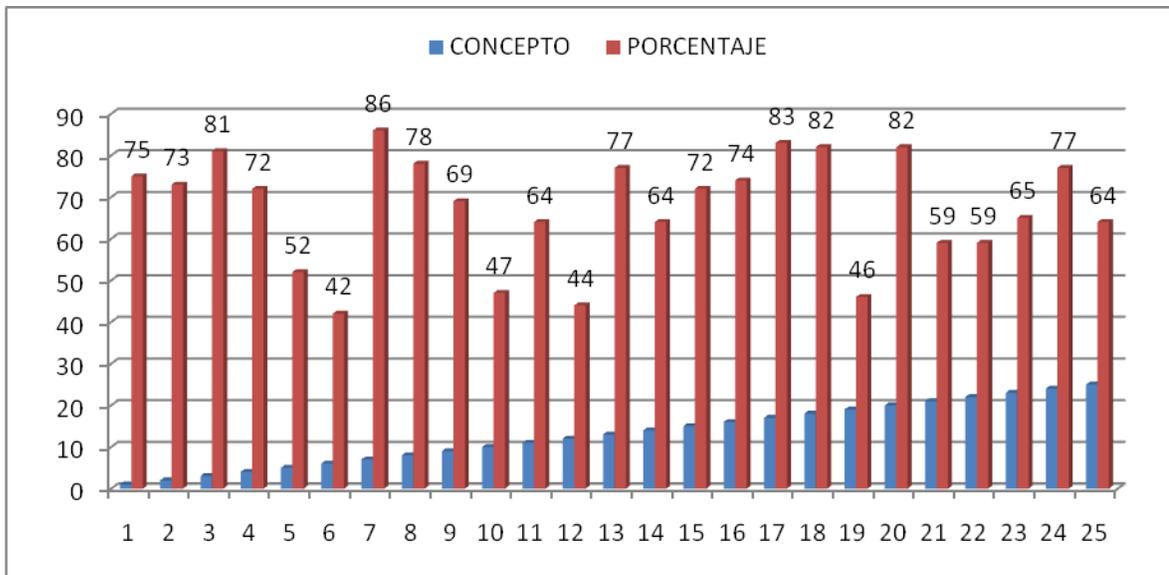
CASOS	ITEMS																									PUNTAJE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	4	2	5	5	1	2	4	5	4	1	5	1	5	4	4	2	4	5	2	5	1	2	3	5	5	86
2	4	4	5	4	3	1	4	4	2	2	2	3	4	3	4	4	5	4	1	4	4	3	4	4	4	86
3	4	4	4	4	2	2	5	4	3	2	4	2	4	3	4	3	4	3	3	4	2	2	3	4	4	83
4	3	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4	1	4	4	4	3	4	5	4	2	4	5	2	2	4	83
5	4	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4	2	4	3	4	4	4	4	2	4	4	3	4	4	4	90
6	4	4	4	4	2	3	5	4	3	2	4	3	2	3	4	3	4	4	2	5	2	3	2	4	4	84
7	4	4	5	5	2	4	5	5	5	1	4	2	4	2	4	4	5	4	2	5	4	2	4	5	5	96
8	4	4	4	5	4	2	5	4	4	1	4	1	5	4	4	3	4	5	2	4	1	4	2	4	1	85
9	3	4	5	4	5	2	5	2	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	4	4	2	4	3	4	1	85
10	2	1	5	4	2	4	5	4	4	2	5	2	5	4	4	4	5	4	1	5	5	4	2	4	2	89
11	3	4	2	4	4	2	4	2	2	2	2	2	4	3	4	4	3	4	2	4	4	4	4	4	2	79
12	5	4	5	4	2	2	5	4	4	1	3	2	4	3	4	4	5	2	2	5	1	2	3	4	2	82
13	3	4	3	4	2	1	4	4	4	3	2	3	4	3	4	4	4	4	2	2	2	4	3	4	4	81
14	2	1	1	1	2	1	4	4	4	2	2	2	4	2	3	4	5	4	1	4	4	2	4	4	2	69
15	4	4	4	4	2	2	3	3	4	2	1	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	85
16	5	4	5	2	2	1	4	2	3	5	5	1	2	3	4	4	5	5	1	4	2	2	4	4	5	84
17	5	5	5	5	4	1	5	5	4	3	2	5	4	3	2	4	5	5	5	5	5	3	5	4	5	104
18	3	5	5	5	1	3	5	5	4	3	3	2	4	3	3	5	3	5	2	4	4	2	4	4	1	88
19	4	4	4	2	5	2	4	5	2	1	3	3	2	2	3	4	2	4	2	4	2	4	2	2	2	74
20	5	5	4	2	1	1	2	4	2	3	2	2	4	4	2	4	4	4	2	4	2	2	3	3	3	74
TOTAL	75	73	81	72	52	42	86	78	69	47	64	44	77	64	72	74	83	82	46	82	59	59	65	77	64	1687
% acierto	75	73	81	72	52	42	86	78	69	47	64	44	77	64	72	74	83	82	46	82	59	59	65	77	64	67,48

A partir de los datos de la tabla 4.1 se pueden esbozar los siguientes resultados:

Los conceptos mejor definidos por el grupo corresponden con la definición de los conceptos de hibridación, enlace iónico con un 86%, 83%, de acierto respectivamente.

Por su parte el concepto de mayor grado de dificultad en su interpretación es el de propiedades periódicas, con un grado de acierto del 42%.

El grado de aprendizaje obtenido en la fase inicial por los estudiantes del grupo control, para cada concepto se muestra en la grafica 4.1, en ella se destaca el análisis planteado anteriormente.



**Grafica 4.1. Grado de significación inicial de los conceptos para la muestra control.**

En general, el grupo objeto de estudio de la muestra control, posee como punto de partida conceptual un 67,48%, el cual es producto de su experiencia cotidiana pasada.

Las medidas de tendencia correspondientes al pretest de la muestra control se detalla en la tabla 4.2:

**Tabla 4.2 Medidas de tendencia del pretest, grupo control**

Desviación estándar	Varianza	Media	Máximo	Mínimo	Puntaje Total	% de acierto
7,6	57.60	84,35	104	69	1687	67.48

Ahora bien, como se evidencia en la tabla 4.2, el grado de acierto del grupo es del 67.48% frente a los conceptos del pretest, situación que revela un conocimiento aceptable de la temática estudiada.

De este modo, se detallan los siguientes aspectos:

El máximo puntaje esperado para la prueba es de 2500 puntos, frente a 1687 alcanzados.

El valor mínimo obtenido por estudiante alguno en la prueba es de 69 puntos de 125 posibles, igualmente, el valor máximo obtenido es de 104, los demás puntajes se encuentran dispersos entre estos dos valores.

En general los datos de las medidas de tendencia central muestran que el grupo control en su punto de partida posee un admisible nivel de significación de los conceptos inherentes a la temática de enlace químico. Una posible interpretación que podemos darle a la situación, es que este grupo ya tenía unos preconceptos en cierta medida semielaborados, puesto que en el desarrollo normal de la clase de química, los estudiantes ya habían sido partícipes de constructos de significados.

Tabla 4.3 estructura cognitiva final "Postest" del grupo control.

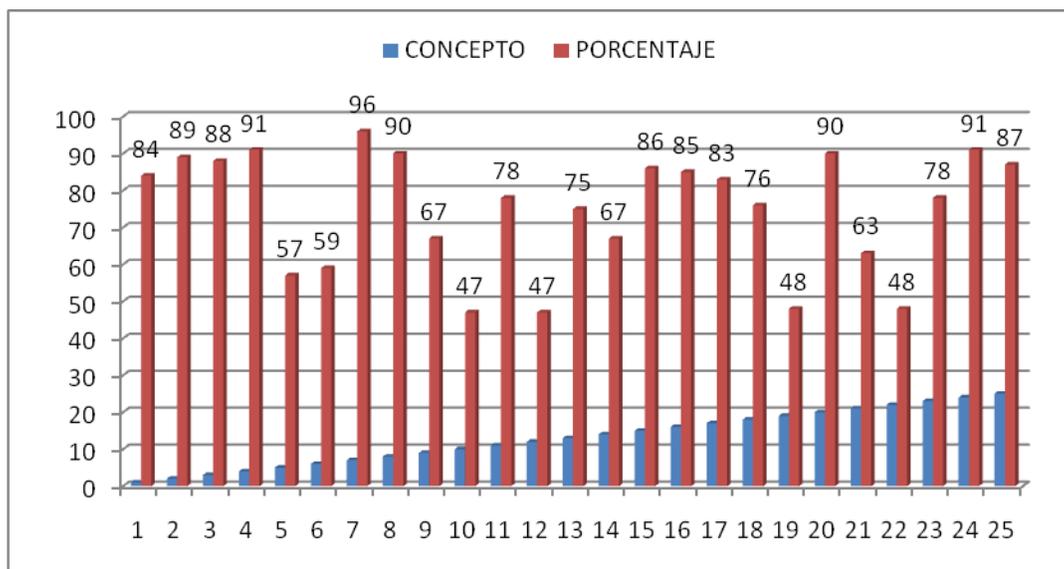
CASOS	ITEMS																									PUNTAJE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	1	5	5	1	5	5	5	109
2	4	5	2	4	2	1	5	5	4	3	4	2	4	3	4	4	4	4	2	5	2	2	4	4	4	87
3	4	5	4	5	1	3	5	5	1	2	5	1	4	2	4	5	5	4	2	5	2	2	2	5	5	88
4	4	4	5	4	4	1	5	5	2	4	5	2	4	4	5	4	5	5	2	4	4	4	5	5	5	101
5	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	2	2	4	4	4	4	2	2	4	4	2	4	4	4	86
6	4	5	5	4	2	2	4	4	4	2	5	1	4	2	3	4	3	2	2	1	2	3	4	4	5	81
7	4	4	5	5	2	4	5	5	5	1	4	2	4	2	4	4	5	4	2	5	4	2	4	5	5	96
8	4	4	2	5	4	1	5	4	2	3	4	3	4	4	5	2	3	4	2	4	3	2	3	4	2	83
9	4	4	5	5	5	4	5	5	3	3	4	4	3	4	4	4	4	5	2	5	2	4	4	3	1	96
10	2	5	5	4	2	4	5	5	4	2	2	4	4	2	5	5	4	2	2	5	5	1	4	5	4	92
11	5	5	2	5	2	4	5	2	4	1	2	2	4	2	5	5	4	2	1	5	5	2	3	5	5	87
12	4	5	5	4	2	1	5	5	4	1	4	3	5	4	5	5	5	4	2	5	4	2	4	5	5	98
13	4	4	5	4	1	4	4	5	2	3	5	4	4	4	5	4	5	4	2	5	2	3	4	5	4	96
14	5	4	5	5	4	5	5	5	2	5	2	2	4	3	4	5	5	4	2	5	1	4	5	4	5	100
15	5	4	5	5	4	5	5	5	5	1	2	2	1	2	5	5	5	5	4	5	4	1	4	5	5	99
16	5	4	5	5	1	4	5	5	3	1	2	1	4	4	5	3	3	5	5	5	1	2	5	5	5	93
17	5	4	5	5	4	4	5	5	2	1	5	1	5	3	5	5	5	5	4	5	5	1	5	5	5	104
18	4	5	5	5	4	1	5	4	3	1	5	4	5	5	3	4	2	4	2	4	2	2	3	5	5	92
19	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	2	3	3	4	4	4	2	2	4	4	4	4	4	4	89
20	4	5	5	4	2	4	5	3	4	3	5	4	2	5	2	4	3	4	5	4	2	4	2	4	4	93
TOTAL	84	89	88	91	57	59	96	90	67	47	78	47	75	67	86	85	83	76	48	90	63	48	78	91	87	1870
% acierto	84	89	88	91	57	59	96	90	67	47	78	47	75	67	86	85	83	76	48	90	63	48	78	91	87	74,8

A partir de los datos de la tabla 4.3 se pueden esbozar los siguientes resultados:

Los conceptos mejor definidos por el grupo corresponden con la definición de los conceptos de propiedades periódicas, hibridación, con un 91% y 96% de acierto respectivamente.

Por su parte el concepto de mayor grado de dificultad en su interpretación es el de enlace covalente, con un grado de acierto del 47%.

El grado de aprendizaje logrado por los estudiantes del grupo de estudio para cada concepto se muestra en la grafica 4.2, en ella se destaca el análisis planteado anteriormente.



**Grafica 4.2. Grado de significación final de los conceptos del grupo control.**

En general el grupo control alcanza un punto de llegada conceptual al 74,8 %, el cual es producto del uso de la metodología convencional.

**Tabla 4.4 Medidas de tendencia del postest.**

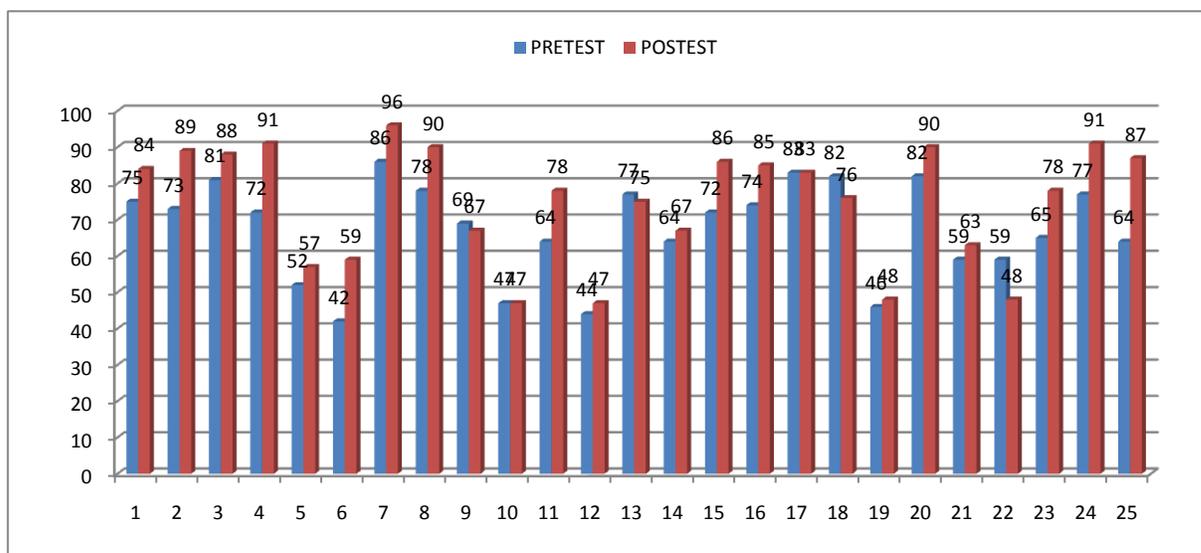
Desviación estándar	Varianza	Media	Máximo	Mínimo	Puntaje Total	% de acierto
7.18	51.63	93.45	109	81	1870	74.8

Ahora bien, como se evidencia en la tabla 4.4, el grado de acierto del grupo es del 74.8% frente a los conceptos del postest, situación que revela un mejoramiento conceptual del 7 % de la temática estudiada.

El grupo finaliza con una estructura cognitiva que supera el promedio teórico de la misma (1250 puntos) en 620 puntos; el máximo puntaje esperado para la prueba es de 2500 puntos, frente a 1870 alcanzados.

En general los datos de las medidas de tendencia central muestran que el grupo control en su estructura cognitiva final posee un nivel de resignificación

un poco mayor, comparado con su punto de partida inicial frente a los conceptos inherentes a la temática de enlace químico.



**Grafica 4.3 Diferencia de la estructura cognitiva del grupo control**

Tal como lo muestra la grafica 4.3, los conceptos de enlace covalente, estructura de Lewis, enlace iónico, entre otros, no tuvieron un mejoramiento significativo, en algunos hubo desaprehensión de conceptos, por su parte los conceptos que experimentaron mayor resignificación fueron energía de ionización, propiedades periódicas y enlace metálico con una diferencia del 9%,19% y 23% respectivamente

Tabla 4.5 estructura cognitiva inicial "Pretest" del grupo experimental.

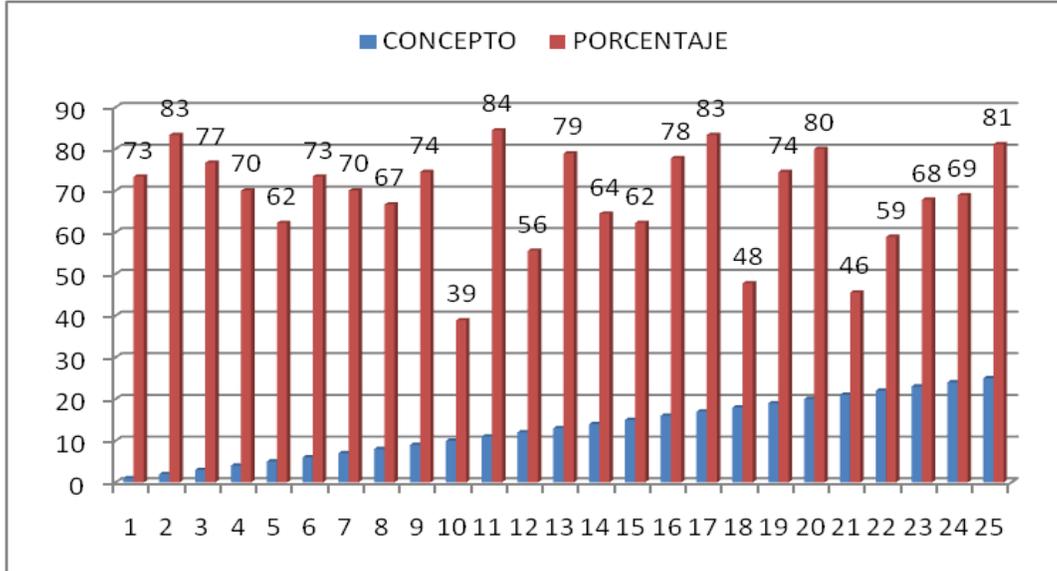
CASOS	ITEMS																									PUNTAJE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	5	4	5	5	1	5	4	5	4	2	4	4	4	2	5	4	4	1	5	5	1	2	4	4	4	93
2	2	4	4	2	4	4	4	4	3	3	4	2	2	2	4	4	3	4	3	2	2	4	3	4	2	79
3	4	5	5	4	2	1	4	4	4	2	5	4	4	4	4	4	4	2	2	4	2	2	4	4	4	88
4	4	2	4	4	4	5	4	3	3	2	4	3	4	3	4	4	4	4	2	4	2	2	2	3	4	84
5	4	5	5	4	4	5	4	4	2	1	5	2	5	4	1	4	5	4	1	5	2	2	4	4	5	91
6	3	5	3	5	4	5	5	1	3	2	2	3	2	2	3	4	4	2	9	5	1	3	1	2	4	83
7	3	5	5	4	3	2	4	3	5	2	5	4	4	3	3	2	5	3	3	4	2	3	4	4	2	87
8	3	4	4	4	4	1	4	2	4	2	4	4	4	3	2	4	4	2	2	3	2	4	2	2	4	78
9	2	4	2	2	2	5	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4	4	4	83
10	4	4	4	4	2	5	3	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	4	4	90
11	4	2	2	4	2	5	4	3	4	2	4	2	4	2	4	2	3	2	3	4	3	3	2	2	4	76
12	5	5	5	1	4	1	3	4	4	2	5	3	4	4	4	5	4	4	2	5	5	1	4	4	5	93
13	2	5	5	2	2	5	2	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	98
14	2	4	3	4	3	4	3	3	2	2	4	2	2	2	3	2	4	2	4	2	2	4	2	4	4	73
15	5	4	5	4	5	5	1	5	5	1	5	1	5	2	1	5	5	1	5	5	1	5	5	5	5	96
16	5	5	1	1	5	1	5	1	5	1	5	1	5	5	1	5	5	1	5	5	1	1	5	5	5	85
17	5	4	5	5	1	5	3	5	5	1	5	1	5	4	1	5	5	1	5	5	1	1	5	1	5	89
18	4	4	2	4	4	2	2	2	4	2	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	2	2	4	82
TOTAL	66	75	69	63	56	66	63	60	67	35	76	50	71	58	56	70	75	43	67	72	41	53	61	62	73	1548
% de acierto	73	83	77	70	62	73	70	67	74	39	84	56	79	64	62	78	83	48	74	80	46	59	68	69	81	68,8

A partir de los datos de la tabla 4.5 se pueden esbozar los siguientes resultados:

Los conceptos mejor definidos por el grupo corresponden con la definición de los conceptos de propiedades periódicas, estructura de Lewis, con un 83.3%,84.4%, de acierto respectivamente.

Por su parte el concepto de mayor grado de dificultad en su interpretación es el de enlace covalente, con un grado de acierto del 39%.

El grado de aprendizaje logrado por los estudiantes del grupo de estudio para cada concepto se muestra en la grafica 4.4, en ella se destaca el análisis planteado anteriormente.



**Grafica 4.4. Grado de significación inicial de los conceptos de la muestra experimental.**

En general, el grupo experimental posee como punto de partida conceptual un 68,8%, el cual es producto de su experiencia cotidiana pasada, en atención que algunos estudiantes eran repitentes del curso.

Las medidas de tendencia correspondientes al pretest de la muestra experimental se detallan en la tabla 4.6:

**Tabla 4.6 Medidas de tendencia del pretest**

Desviación estándar	Varianza	Media	Máximo	Mínimo	Puntaje Total	% de acierto
6.93	48.11	86	98	75	1548	68.8

Como se evidencia en la tabla 4.6, el grado de acierto del grupo es del 68.8% frente a los conceptos del pretest, situación que revela un conocimiento inicial aceptable de la temática estudiada.

De este modo, se detallan los siguientes aspectos:

El máximo puntaje esperado para la prueba es de 2250 puntos (el cual se obtiene al multiplicar el número de ítems, el número de estudiantes y la máxima valoración de las respuestas), frente a 1548 alcanzados. Cabe destacar, que el puntaje total de partida es inferior al del grupo control, el cual obtuvo un puntaje de 1687, pero este descenso se debe a que en el grupo experimental la muestra es de 18 estudiantes frente al grupo control con 20 estudiantes.

El valor mínimo obtenido por estudiante alguno en la prueba es de 75 puntos de 125 posibles, igualmente, el valor máximo obtenido es de 98, los demás puntajes se encuentran dispersos entre estos dos valores.

En general los datos de las medidas de tendencia central muestran que el grupo experimental en su punto de partida posee un admisible nivel de significación de los conceptos inherentes a la temática de enlace químico.

Tabla 4.7 estructura cognitiva final "Postest" del grupo experimental

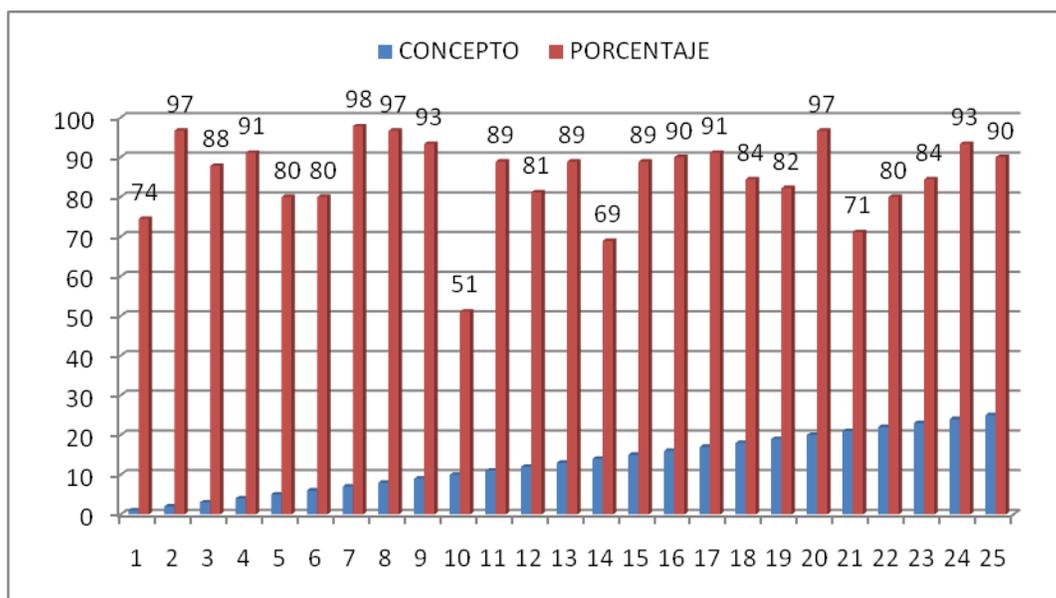
CASOS	ITEMS																									PUNTAJE
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	4	5	4	5	5	2	5	5	5	2	4	5	4	1	5	5	4	5	5	5	2	2	5	4	4	102
2	4	4	4	4	5	4	4	4	4	2	4	4	4	4	5	4	4	4	2	4	5	4	4	4	4	99
3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	120
4	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	4	111
5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	113
6	5	5	3	4	5	1	5	5	4	3	5	4	3	4	4	2	4	2	4	5	5	5	4	4	4	99
7	4	5	5	4	3	5	5	5	5	2	5	4	4	3	4	5	5	4	5	5	2	3	5	5	4	106
8	5	5	5	5	4	5	5	5	5	2	4	4	4	2	4	4	5	4	5	5	4	1	5	5	5	107
9	2	5	4	4	4	2	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	4	2	4	4	4	2	96
10	1	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	4	5	5	5	5	108
11	5	5	5	5	5	4	5	5	5	1	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	113
12	1	5	5	5	2	1	5	5	5	2	5	4	5	2	5	5	5	4	5	5	5	2	5	5	5	103
13	4	4	2	4	2	4	5	5	4	2	4	4	4	2	4	5	4	4	4	5	4	4	2	4	5	95
14	2	5	4	4	4	4	5	4	5	2	2	5	4	4	5	4	4	4	4	4	2	5	5	5	5	101
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	124
16	5	5	5	5	4	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5	5	2	3	5	1	5	5	5	5	107
17	5	5	5	5	5	5	5	5	4	1	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	112
18	5	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	5	2	2	4	4	4	100
TOTAL	67	87	79	82	72	72	88	87	84	46	80	73	80	62	80	81	82	76	74	87	64	72	76	84	81	1916
% de acierto	74	97	88	91	80	80	98	97	93	51	89	81	89	69	89	90	91	84	82	97	71	80	84	93	90	85,16

A partir de los datos pertenecientes a la tabla 4.7 se pueden esbozar los siguientes resultados:

Los conceptos mejor definidos por el grupo corresponden con la definición de los conceptos de propiedades periódicas, hibridación, con un 97%,98%, de acierto respectivamente.

Por su parte el concepto de mayor grado de dificultad en su interpretación es el de energía de ionización, con un grado de acierto del 47%.

El grado de aprendizaje logrado por los estudiantes del grupo de estudio para cada concepto se muestra en la grafica 4.5, en ella se destaca el análisis planteado anteriormente.



#### **Grafica 4.5. Grado de significación final de la muestra experimental**

En general, el grupo objeto de estudio de la muestra experimental posee de estructura cognitiva final un 85.16%, el cual es producto de su experiencia cotidiana pasada y de la estrategia didáctica empleada.

Las medidas de tendencia correspondientes al postest de la muestra experimental se detallan en la tabla 4.8:

**Tabla 4.8 Medidas de tendencia del postest**

Desviación estándar	Varianza	Media	Máximo	Mínimo	Puntaje Total	% de acierto
7.99	63.90	106.4	124	95	1916	85.16

De acuerdo con la tabla 4.8, el grado de acierto del grupo es del 85.16% frente a los conceptos del postest, situación que revela un mejoramiento conceptual del 16.36%, de la temática estudiada, cifra relevante si se considera que el mejoramiento del grupo control fue del 7 %.

El punto de llegada conceptual del grupo experimental es de 85.16 % de aprendizaje significativo, el cual es producto de la interacción entre la experiencia pasada o preconceptos y la estrategia didáctica del diseño y aplicación del software en la búsqueda de aprendizaje significativo de 25 conceptos abordados en el estudio.

De este modo, se detallan los siguientes aspectos:

El máximo puntaje esperado para la prueba es de 2250 puntos (el cual se obtiene al multiplicar el número de ítems, el número de estudiantes y la máxima valoración de las respuestas), frente a 1916 alcanzados.

El valor mínimo obtenido por estudiante alguno en la prueba es de 95 puntos de 125 posibles, igualmente, el valor máximo obtenido es de 124, los demás puntajes se encuentran dispersos entre estos dos valores.

En general los datos de las medidas de tendencia central muestran que el grupo experimental en su punto final posee un destacado nivel de significación de los conceptos inherentes al tema de enlace químico, demostrando que la estrategia didáctica fue pertinente y eficaz para alcanzar el aprendizaje significativo de los conceptos asociados con el enlace químico.

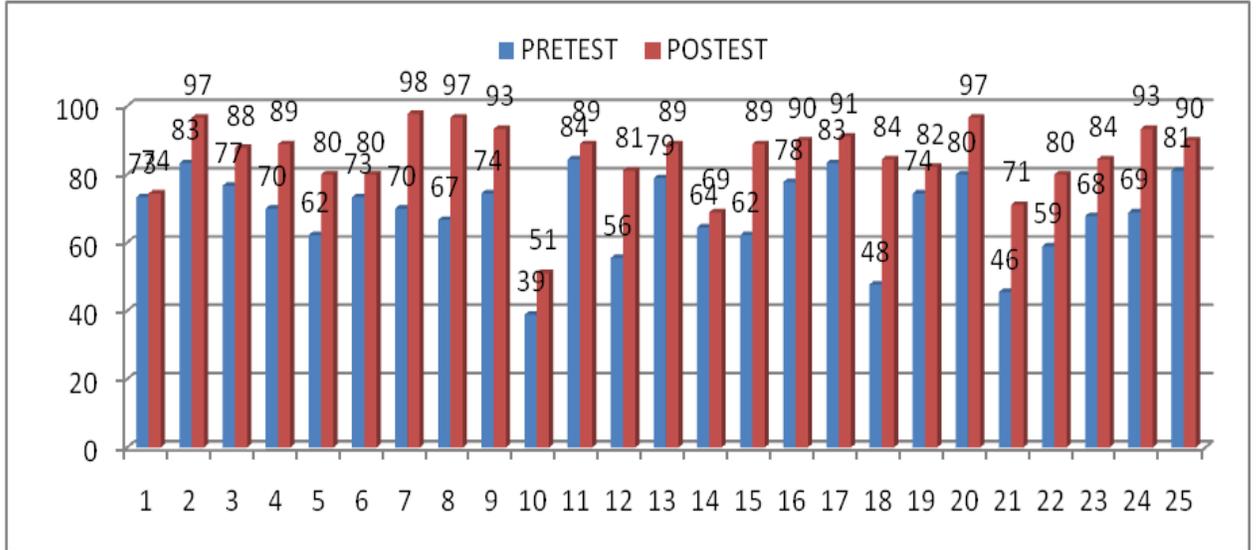
Los resultados del grupo experimental permitieron demostrar los postulados propuestos por la teoría ausubeliana del aprendizaje. Estos resultados muestran diferencias significativas entre la estructura pre conceptual y final de los estudiantes.

Para demostrar la veracidad de la hipótesis propuesta, se procedió a trabajar con los valores correspondientes a la media, varianza y desviación estándar, para demostrar la hipótesis planteada, mediante la prueba Z.

En consecuencia se demuestra que existe diferencia significativa en la adquisición del aprendizaje significativo entre el grupo experimental y el grupo control, y la diferencia es debida al uso de la estrategia didáctica del diseño y aplicación del software de química.

### **4.3. Diferencia de aprendizaje significativo alcanzado**

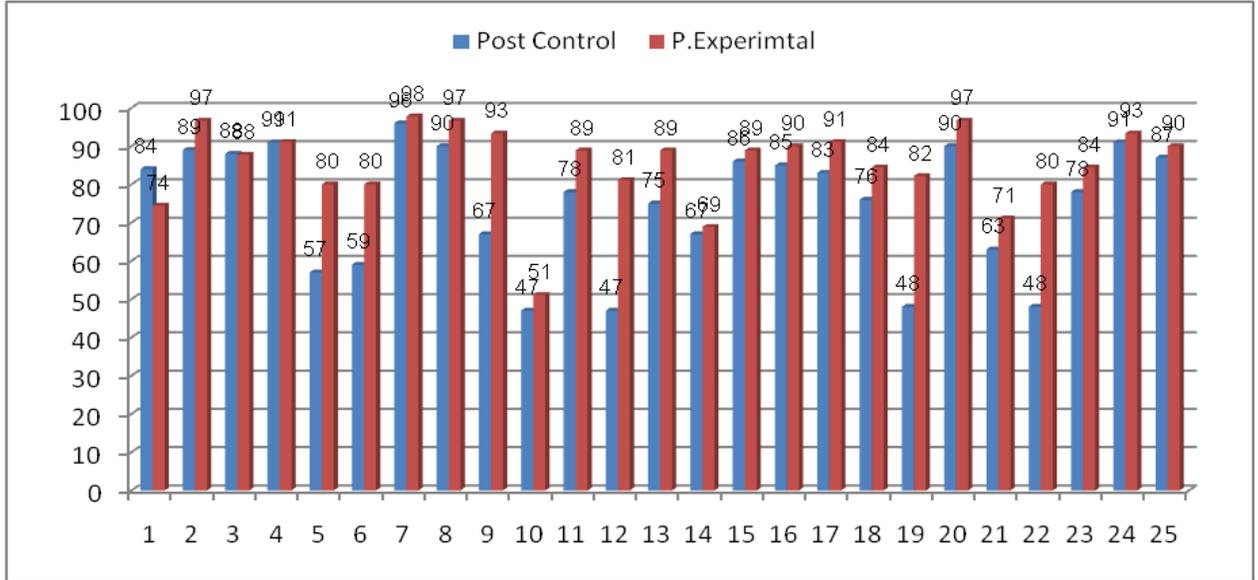
La estrategia didáctica de la aplicación del diseño y aplicación del software le permitió al grupo objeto de estudio en general, alcanzar un 85.16% de aprendizaje significativo de los conceptos asociados a enlace químico, es decir un 16.36% adicional de aprendizaje o conocimiento significativo de los 25 conceptos abordados en la investigación, el cual a su vez supera el tope del 5% planteado por Runyon Haber (1986) para este tipo de experiencias. Es muy importante enfatizar la importancia de la aplicación de un software educativo para alcanzar el aprendizaje significativo de los conceptos asociados en este caso al enlace químico, Vale la pena destacar que si el 16.36% de resignificación logrado aparentemente no es suficiente, puede asociarse en general a que el grupo inicia el proceso de aprendizaje con un 68.8 % de preconceptos, los cuales son muy cercanos a las definiciones que actualmente son aceptadas por la comunidad académica: Para evidenciar esta situación, en la grafica 4.5 se muestra la diferencia de la estructura cognitiva del grupo de la muestra experimental.



**Grafica 4.6 Diferencia de la estructura cognitiva de la muestra experimental**

Tal como lo muestra la grafica 4.6, todos los conceptos (a excepción del concepto de energía de ionización cuya resignificación fue del 1%) fueron mejorados notablemente gracias a la estrategia didáctica empleada; los conceptos que experimentaron mayor resignificación fueron hibridación y la ley del octeto con una diferencia del 28% y 19% respectivamente.

A continuación en la grafica 4.7 se compara la estructura cognitiva final “postest” de la muestra control Vs la estructura cognitiva final “postest” de la muestra experimental.



**Grafica 4.7 Diferencia de la estructura cognitiva final de la muestra control Vs la muestra experimental.**

Tal como lo muestra la grafica 4.7, la mayoría de los conceptos fueron mejorados gracias a la estrategia didáctica empleada; los conceptos que experimentaron mayor resignificación fueron propiedades periódicas, ley del octeto, enlace covalente con una diferencia del 23 %,26%,32% respectivamente.

De la misma forma queda demostrado que el grupo experimental en la fase del posttest gana en general un 10.36 %, frente al peso conceptual del posttest del grupo control.

#### 4.4 Prueba de Hipótesis

Para la comprobación de la hipótesis, se tomaron los resultados y se calcularon con las medidas de tendencia central, la varianza y la desviación estándar, para aplicar la prueba Z, que es la que determina la viabilidad de la hipótesis.

Cabe destacar, que al calcular el valor de Z y ubicarlo en la curva normal se puede identificar, como se mencionaba anteriormente, la veracidad o falsedad de las hipótesis propuestas en esta investigación.

De este modo, al calcular el valor de Z, con ayuda de la grafica, si el valor se arroja en la parte superior de la curva y su valor es alto, se puede decir que se acepta la hipótesis y que el objeto de aprendizaje es una buena herramienta para poder entender el tema de enlace químico.

Para efectuar los cálculos tanto de gráficos, como de la prueba Z, se aplicaron las siguientes ecuaciones de acuerdo a la estadística descriptiva.

Para demostrar que el aprendizaje significativo de los conceptos alcanzados por el grupo objeto de estudio se debe a la estrategia implementada, se empleó una prueba Z, la cual requiere de los siguientes algoritmos, Martínez (2006), citado por Narváez (2007) <sup>52</sup>.

---

<sup>52</sup> MARTINEZ .C.Estadística y muestreo, citado por Narváez, 12 ed. Santafé de Bogotá, Colombia: Ecoe,2006.

Aplicando los valores calculados de la varianza y el promedio del posttest de la muestra control y el posttest de la muestra experimental se tiene que:

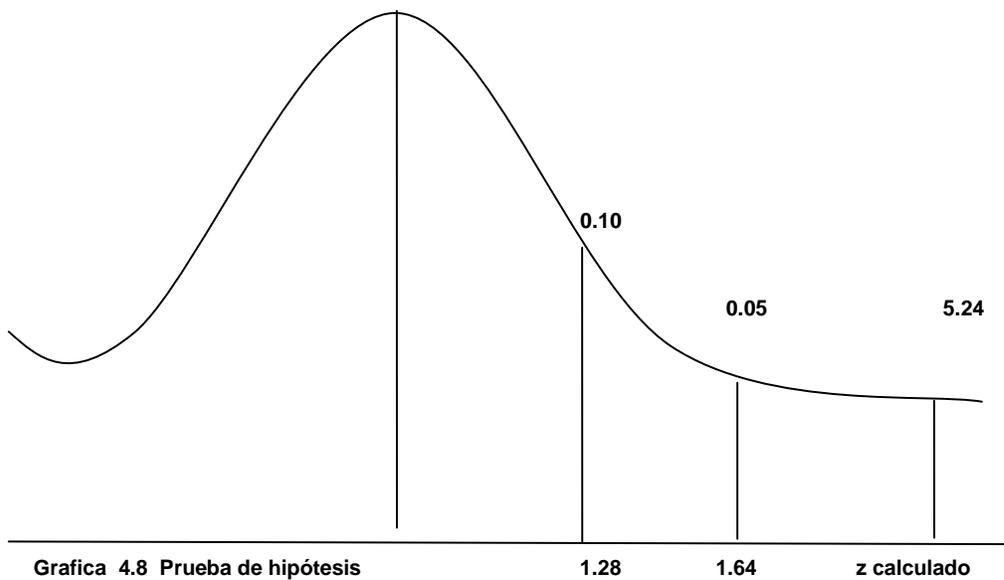
$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}}$$

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{51.63}{20} + \frac{63.90}{18}} = 2.47$$

Con este valor finalmente se calcula Z, para la muestras.

$$Z = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}$$

$$Z = \frac{106.4 - 93.45}{2.47} = 5.24$$



El valor de Z calculado se ubica en la zona de alta significancia de la curva normal con un intervalo de confianza menor a 0.05. En consecuencia se acepta la hipótesis alterna, es decir se demuestra que el aprendizaje significativo alcanzado depende de la estrategia didáctica de la aplicación del Software.

El análisis estadístico de los datos derivados del proceso de sistematización de la información, permite responder claramente a la pregunta básica que motivo la presente investigación, así:

La diferencia cognitiva encontrada en el grupo objeto de estudio con respecto a su estado conceptual inicial, la reducción de la desviación estándar como índice de mayor homogeneidad conceptual del grupo y la ubicación de Z calculado en la zona de alta significancia en la curva normal a contrastar la hipótesis propuesta, permiten responder a la pregunta :

“Es posible lograr el aprendizaje significativo del concepto de Enlace Químico en estudiantes del primer semestre de CINEA; alcanzado mediante el uso del MECs (software)”.

De la misma forma queda demostrado que el grupo experimental en la fase del postest gana en general un 16,36%, frente al peso conceptual del pretest del mismo grupo. Es importante señalar que la estructura cognitiva final del grupo experimental frente a la estructura cognitiva final del grupo control, tiene un nivel de significación superior al 10% en lo que se refiere a enlace químico, el cual es producto de la interacción de su experiencia cotidiana pasada o preconceptos y el empleo de la estrategia didáctica del diseño y aplicación del software de química.

Luego de comprobar la hipótesis propuesta y determinar las medidas de tendencia central, se puede inferir que:

- Los estudiantes adquirieron de manera eficiente el concepto de enlace químico, los tipos de enlace, iónico, covalente y metálico.
- El uso de la herramienta informática MECs “Software”, fue pertinente para la comprensión de los temas relacionados con enlace químico.
- En general, se cumplió con los lineamientos propuestos, cuya finalidad era alcanzar un aprendizaje significativo del concepto de enlace químico en estudiantes del primer semestre.
- El MECs como estrategia didáctica, logro la exploración del aprendizaje significativo en el concepto abordado en este estudio. Esta hipótesis que se corresponde con el problema de investigación se

prueba en las medidas de tendencia del post- test las cuales son: la desviación estándar, varianza, media, máximo, mínimo, puntaje total, % de acierto.

#### **4.6 Análisis Complementarios: tecnologías de la información y comunicación y aplicación de un software de química. “SOQUIM”**

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación están transformando la educación en química. La cantidad de recursos virtuales para el aprendizaje son cada vez mayores. Ellos permiten, por ejemplo, mejorar la comprensión de conceptos abstractos, facilitan el examen interactivo de moléculas y la comprensión de fenómenos mediante simulaciones, complementa otras formas de aprendizaje utilizadas en el aula, proporcionan información especializada de Internet para complementar el conocimiento adquirido en el aula y permiten el acceso a bases de datos<sup>53</sup>, lo anterior se pudo evidenciar con la implementación de la estrategia y el análisis de sus contenidos.

En este sentido las TICs constituyen una valiosa herramienta para la enseñanza de la química, complementan el aprendizaje presencial, facilitan mediante ambientes virtuales e interactivos, la comprensión de conceptos difíciles de visualizar. Permiten el desarrollo de la formación del estudiante de acuerdo a sus intereses y contribuyen al desarrollo de competencias en química.

---

<sup>53</sup> SINGALÉS C .Formación Universitaria y TIC: Nuevos usos y nuevos roles. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC).1 (1), 16. 2004.

De acuerdo con Martínez <sup>54</sup> , “la informática se ha incorporado para los estudiantes y docentes con la finalidad de apoyar y mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje”. Para Martín F., la informática educativa es útil como herramienta de trabajo, nosotros aceptamos esta consideración, lo cual permite la resolución de problemas para la creación y potenciación de nuevas estructuras cognitivas de los educandos. En general, la mayoría de estos autores considera que el aporte más valioso de la informática educativa es la integración con la teoría constructivista del conocimiento, ya que permite al estudiante avanzar en el conocimiento que le es de interés o utilidad. La informática es uno de los recursos más valiosos de los que se puede echar mano como miembros de la sociedad del conocimiento. <sup>55</sup>

La gran difusión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos de la vida actual y, por tanto, también en la educación, obligan a los profesores a cambiar muchos aspectos de la enseñanza y, sobre todo, la manera de enseñar, con objeto de que los alumnos lleguen a familiarizarse con estas herramientas, ya que serán ordenadores lo que ellos encuentren cuando intenten acceder al mercado de trabajo.

Este tipo de trabajo complementario puede resultar algo difícil al principio, pero a la vez puede ser creativo y puede servir para involucrar al profesorado de ciencias en tareas de investigación educativa, a la vez que permitirá avanzar en la utilización eficaz de la informática aplicada a la educación científica. Con esta propuesta educativa se trata, en definitiva, de poner en práctica métodos activos de enseñanza de las ciencias, basados en el uso de las TIC, que

---

<sup>54</sup> MARTINEZ.Op.cit.

<sup>55</sup> SALCEDO, L., & et al. Tecnologías de la Información y la Comunicación. En Educación Química. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. 2007.

permitan involucrar interactivamente a los alumnos en el aprendizaje <sup>56</sup>, y que utilicen la tecnología para acceder a la información, sin olvidar las importantes funciones que desempeñan en el proceso de aprendizaje las interacciones entre alumnos, profesor y materiales educativos<sup>57</sup>.

Ahora bien, la estrategia didáctica de la aplicación del software de química consiste en una animación computarizada aquí presentada y diseñada bajo el contexto constructivista, en la cual el estudiante parte de unos preconceptos, en este caso adquiridos en el bachillerato, para adquirir un aprendizaje significativo de los fenómenos relacionados con el enlace químico.

---

<sup>56</sup> HAKE, R. Interactive-engagement vs. Traditional Methods: A Sixthousandstudent Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics. *American Journal of Physics*, 66, 1998, p.64-74.

<sup>57</sup> NOVAK, G. et al. *Just-in Time Teaching: Blending Active Learning with WebTechnology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 1999.

## CONCLUSIONES

Las TICs constituyen una valiosa herramienta para la enseñanza de la química, complementan el aprendizaje presencial, facilitan mediante ambientes virtuales e interactivos, la comprensión de conceptos difíciles de visualizar. Permiten el desarrollo de la formación del estudiante de acuerdo a sus intereses y contribuyen al desarrollo de competencias en química.

La implementación de las TIC en el aula, puede servir para potencializar la comprensión en los estudiantes y a su vez facilitar su aprendizaje, ya que el estudiante puede construir sus propios conocimientos, alejándolo del modelo de enseñanza – aprendizaje tradicional.

Teniendo en cuenta los resultados y análisis aquí mostrados, se plantea como perspectiva de investigación a la comunidad educativa la implementación dentro de sus actividades didácticas, de animaciones computarizadas en las que los estudiantes interactúen activamente, se esfuercen por alcanzar el aprendizaje significativo, visualicen las ciencias básicas en contextos reales y aprecien que estas disciplinas son en verdad útiles y aplicables.

La realización de este proyecto da por sentado la gran labor que tiene en las manos un docente y la muy variada gama de herramientas que facilitan y optimizan el aprendizaje de sus estudiantes. En la actualidad los docentes deben ser conscientes que los jóvenes están muy ligados a los avances tecnológicos y por ende se debe buscar que frente a esos avances el educando también aprenda. Esto solo se logra con la capacitación continua de los docentes en áreas como la tecnología y la programación.

A pesar de que el “software” fue diseñado especialmente para ser aplicado a nivel universitario, esto no impide que sea utilizado con fines didácticos para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, no sólo a nivel universitario, sino también a nivel de la educación básica y media.

Se espera que los estudiantes logren adquirir los conocimientos de una forma menos abstracta permitiéndole relacionar los diferentes conceptos, interactuando directamente con la simulación y las diversas animaciones relacionadas con la química.

Actividades de aula, como las desarrolladas en el presente proyecto, permitieron elevar los procesos de comprensión y apropiación conceptual de los estudiantes del grupo objeto de estudio en el área de la química, lo cual permite inferir que hubo desarrollo de las estructuras cognitivas necesarias en los estudiantes para garantizar la comprensión de temáticas de enlace químico.

En el desarrollo de las tareas propuestas no sólo se trabajaron conocimientos químicos, sino también actividades interactivas y artículos de interés cotidiano, lo cual es fundamental, para incentivar el interés y la motivación.

Se diseñó y elaboró el software educativo llamado “**SOQUIM**”, el cual maneja un formato de multimedia elaborado con los programas Flash CS4, y el lenguaje de programación Action script con el fin de implementar una estrategia computacional que despierte el interés y la motivación de la enseñanza aprendizaje de la química.

En cuanto a los contenidos seleccionados en el software y a las estrategias implementadas, se logró explicar de manera clara las temáticas, buscando para el docente ofrecer un apoyo en su labor docente; además el software resultó fácil de manejar, eficaz y dinámico para el proceso de aprendizaje del usuario.

El aprendizaje significativo lo adquiere una persona en la medida en que no sea memorístico, debe ser construido a partir de sus preconceptos, porque, como se mostro, el conocimiento jamás parte de cero, siempre que se intente generar una actividad de aprendizaje, es una obligación pedagógica por parte de la persona que asuma el rol de guía, hacer una caracterización de la estructura cognoscitiva preconceptual del aprendiz y sobre esa base ha de diseñarse la instrucción correspondiente.

El aprendizaje es significativo siempre y cuando el estudiante tenga disposición frente al aprendizaje, pues si el aprendiz no posee esa plena autoconvicción de acceder al aprendizaje, puede tener a los mejores maestros y pedagogos, y los mejores recursos y la tarea no tendrá éxito.

La incursión de las TICs en las clases de química promueve un cambio positivo en la actitud hacia la clase. Logra que los estudiantes estén más pendientes de las actividades que se realizan. Por ejemplo, en el uso del software, los estudiantes se encuentran activamente involucrados en la clase logrando lo que las metodologías tradicionales en ocasiones no pueden. Conociendo la gran relación que tiene la tecnología en la vida de las personas, que la ven como una gran compañía en su vida, su uso se convierte en una herramienta necesaria para enseñar.

Se demostró que el grupo experimental construye conocimiento, a través de un aprendizaje significativo en una proporción del 16.36% frente al 7% del grupo control. Estos datos terminales demuestran que la estrategia metodológica de la aplicación del software resultó mucho más efectiva que la metodología convencional en la elaboración del aprendizaje significativo.

Es importante señalar que la estructura cognitiva final del grupo experimental frente a la estructura cognitiva final del grupo control, tiene un nivel de significación superior al 10% en enlace químico, el cual es producto de la interacción de su experiencia cotidiana pasada o preconceptos y el empleo de la estrategia didáctica del diseño y aplicación del software de química.

Los resultados de la presente investigación coinciden que la hipótesis alternativa propuesta, fue eficaz y pertinente; además, se puede inferir que:

- Los estudiantes adquirieron de manera constructivista el concepto de enlace químico, los tipos de enlace, iónico, covalente y metálico.
- El uso de la herramienta informática como el MECs “Software”, fue pertinente para la comprensión de los temas relacionados con enlace químico.
- En general, se cumplió con los lineamientos propuestos, cuya finalidad era alcanzar un aprendizaje significativo del concepto de enlace químico en estudiantes del primer semestre.
- El MECs como estrategia didáctica, logro la exploración del aprendizaje significativo en el concepto abordado en este estudio. Esta hipótesis que se corresponde con el problema de investigación se prueba en las medidas de tendencia del post- test las cuales son: la

desviación estándar, varianza, media, máximo, mínimo, puntaje total, % de acierto.

Finalmente, y a manera de sugerencia para los lectores, les dejamos la inquietud de utilizar o emplear los materiales educativos computacionales los cuales son aplicables a cualquier campo del saber humano. A ellos, a nuestros compañeros y a los profesores plantearles la necesidad de la implementación de las TIC, es hora de la innovación pedagógica. La educación actual debe ser encaminada hacia la modernización tecnológica y la inclusión de las nuevas ofertas computacionales.

## RECOMENDACIONES

Una vez concluida la tesis, los autores plantean a los maestros y futuros docentes algunas recomendaciones derivadas de la práctica investigativa desarrollada:

A los docentes les corresponden implementar las tecnologías de la educación y la comunicación (TIC), inherentes al saber disciplinar de su dominio ya que les pueden servir como estrategia para desarrollar en los estudiantes habilidades de pensamiento complejo, quienes se ven motivados por las herramientas virtuales.

Se plantea como perspectiva de investigación a la comunidad educativa la implementación dentro de sus actividades didácticas ,las animaciones computarizadas en las que los estudiantes interactúen activamente, se esfuercen por lograr un aprendizaje significativo , visualicen las ciencias básicas en contextos, reales y aprecien que estas disciplinas son en verdad útiles y aplicables.

La implementación de un software educativo de química u otra área de interés en el aula, puede servir para potencializar la comprensión en los estudiantes y a su vez facilitar su aprendizaje, al mismo tiempo que fortalece el proceso de evaluación.

Promover un cambio didáctico en cuanto al desarrollo de las clases de química enfatizando en el aprendizaje significativo, alcanzable a través de las herramientas virtuales como la aplicación de un software educativo, proceso por el cual se familiariza el estudiante con la metodología científica en la

elaboración de nuevos conocimientos a la luz del paradigma del constructivismo humano, en donde el estudiante es el protagonista del proceso enseñanza-aprendizaje, por lo cual debe mostrar interés y motivación por aprender, guiado por supuesto de un maestro que facilite el acercamiento al conocimiento, acompañado de estrategias adecuadas con la intencionalidad de generar el aprendizaje significativo.

Por otro lado, se recomienda que los maestros se capaciten continuamente en las nuevas tecnologías de la información y la comunicación para que puedan impartir una educación acorde a los avances científicos y tecnológicos, ya que los jóvenes que crecen en este mundo virtual, tienen buen dominio del manejo de estas herramientas virtuales y lo ideal es enseñar consecuentemente a la actualidad, para que los educandos aprendan nuevos conocimientos a través de herramientas acordes a sus intereses modernos.

Finalmente se induce a continuar con proyectos enfocados al desarrollo de programas computacionales para ser empleados en el proceso enseñanza-aprendizaje y en los casos posibles, al navegar en la web, podemos obtener considerables software educativos y páginas interactivas con diversas animaciones de átomos, moléculas, tablas periódicas interactivas, laboratorios virtuales, etc., que facilitan el aprendizaje reduciendo notablemente la complejidad de la química, además estaría interactuando la ciencia y la tecnología en busca del aprendizaje significativo.

## BIBLIOGRAFIA

AUSUBEL, D. Novak, J.D. Hanesian, H. psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo. (2a ed.). Mexico: trillas. (1987).

BOO, H.K. Students' understanding of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5) 1998,569-581p.

BARBERA, O. Sanjose, V. Juegos de Simulación por ordenador, un útil para la enseñanza en todos los niveles. Enseñanza de las Ciencias. Vol 8. No 1. (1990). Pág. 46 – 51.

BURGOS, A.E. Y Torrellas REI potencial de las TICs en la enseñanza de la Química: Más allá del aula. Tecné, Episteme y Didaxis. IV Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias. . (2009).

CAMPANARIO, J.M. Y Moya, A. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. Enseñanza de las Ciencias, 17(2), 1999, p. 179-192.

CATEBIEL, V. Enseñanza de la química con un enfoque CTS, su vinculación con el cambio actitudinal de los estudiantes. Revista TED. No extra, 2003. Pág. 11 – 18.

COHEM , R Y SWERDLIK .Confiability en pruebas y evaluación psicológicas: introducción a las pruebas (4ª ed.) Mexico: Mc Graw Hill.

CHAMIZO, J.A la Enseñanza de la Historia de la Ciencia con Modelos Recurrentes. Enseñanza de la Ciencias.facultad de Química, UNAM, Mexico D.F.VII congreso. . (2005).

DOMÍNGUEZ, J; Martínez, F; De Santa Ana, E; Cárdenas, A; Mingarro, V.. Uso del ordenador en la enseñanza de la química en bachillerato. Lecciones interactivas de química utilizando simulaciones modulares integradas. Enseñanza de las ciencias. Número extra. VII congreso. 2005.

FAINHOLC .Disponible desde internet en:

[www.me.gov.ar/hweb/proy/cediproefainholc](http://www.me.gov.ar/hweb/proy/cediproefainholc), B. (2000) Publicación CEDIPROE.

GIROUX, S. & Tremblay, G. Metodología de las Ciencias Humanas. La investigación en acción. (1a ed. en castellano) México. Fondo de cultura económica. 2004.

GALAGOVSKY, L. Del aprendizaje significativo al aprendizaje sustentable, parte 1: El modelo teórico. Enseñanza de las ciencias. 22(2), 2004, p.229-240.

GARCÍA-Franco, A. y Garritz, A. Desarrollo de una unidad didáctica: el estudio del enlace químico en el bachillerato, Enseñanza de las Ciencias, 24(1), 111-124 2006.

GIL, (1987).Los programas Guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Investigación en la escuela .8 (3) p 3-12.

GILLESPIE, R.J. The great ideas of chemistry. *Journal of Chemical Education*, 74(7), pp. 862-864. 1997.

GONZÁLEZ Manjón, D: Adaptaciones curriculares. Málaga: Aljibe. 1994.

HAKE, R. Interactive-engagement vs. Traditional Methods: A Six thousand student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics. *American Journal of Physics*, 66, 1998, p.64-74.

HERNÁNDEZ y cols. Metodología de la investigación. 3° edición Mexico. D.F. Mexico M.C graw Hill. 2003.

JIMÉNEZ V. G.; Llitiós V. A. Cooperación en entornos telemáticos y la enseñanza de la química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 3 (1), 115133 2006.

JONES, NETTERVILLE, JOHNSTON y WOOD. Química. - México D.F., México: Editorial Interamericana, S.A. 361 p. 1971.

KUTZELNIGG, W. Chemical Bonding in Higher Main Group Elements. *Angewandte Chemie. International Edition in English*, 23, 1984. p. 272-295.

LEMKE, Jay L. Investigar para el Futuro de la Educación Científica: nuevas formas de Aprender, nuevas formas de vivir. Enseñanza de las ciencias. University of Michigan. Estados Unidos 2006, 24(1). (2006). Retomado el día 17 de noviembre del 2009

LONG, R.R. Review of Articles on Information Technology in School Science. *School Science Review*, 262, pp. 146-150. 1991.

MARTINEZ .C. Estadística y muestreo , citado por Narváez ,12 ed. Santafé de Bogotá, Colombia: Ecoe 2006 .

MÉNDEZ (2002). Disponible en:

[http://www.cca.org.mx/dds/cursos/cep21/modulo\\_1/main0\\_35.htm](http://www.cca.org.mx/dds/cursos/cep21/modulo_1/main0_35.htm)

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, Nuevas tecnologías en la educación superior. Boletín informativo educación superior. N°4. p 6 de 2005.

MOREIRA, Marco Antonio, Caballero, concesa & Rodríguez P, Mariluz. Aprendizaje significativo: interacción personal, progresividad y lenguaje. Burgos, España: Servicio de publicaciones de la Universidad de Burgos. 2004. 86 p.

NARVÁEZ. Javier. Aprendizaje significativo de conceptos químicos. (1a edición). Universidad Surcolombiana de Neiva. 2007.

NOVAK, G. et al. *Just-in Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 1999.

NOVACK, J.D. Ponencia presentada en el Segundo Seminario Internacional sobre Errores Conceptuales y Estrategias Educativas en la Enseñanza de las Ciencias y las Matemáticas. Ithaca, NY: 27 de Julio de 1987.

PAULING, L. The nature of the chemical bond-1992. *Journal of Chemical Education*, 69(6), 1992 p. 519-521

POSNER, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. Accommodation of ascientific conception: toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, (2), ,1982211 - 227. 1982.

PONTES, A., Martínez, M.P. Y Climent, M.S. Utilización didáctica de programas de simulación para el aprendizaje de técnicas de laboratorio en ciencias experimentales. *Anales de Química*. 97(3), 2001 p.44-54

----- . Aplicaciones de las nuevas tecnologías de la información en la educación científica. 1a parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 2005. p. 2-18.

POSADA.J.M. Concepciones de los Alumnos Sobre el Enlace Químico Antes, Durante y después de la Enseñanza Formal del Aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias. 1999. p17 (2) 227-245.

-----.Estudio de los constructos de los alumnos y análisis secuencial de libros de texto en los niveles BUP y COU en relación con la estructura de la materia y enlace químico. Tesis doctoral. Universidad de Málaga. España. São Paulo, Brasil: Miguel de Cervantes. Resumen en *Enseñanza de las Ciencias*, 11(3), 1993.p. 351-353.

-----. Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: Influencia del contexto. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 1996 p. 303-314.

Pontes, A., Martínez, M.P. y Climent, M.S. (2001).Utilización didáctica de programas de simulación para el aprendizaje de técnicas de laboratorio en ciencias experimentales. *Anales de Química*. 97(3), 44-54.

POSNER, G.Strike, Kherson P y Gertzog, W .accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change .*Science Education*: 66 (2).1982, p.211-227.

RUNYON, R.P y Haber, A . Estadística par alas ciencias sociales. México: Adisson Wesley Iberoamericana.1986.

SALCEDO, L., & et al. Tecnologías de la Información y la Comunicación. En Educación Química. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. 2007

SINGALÉS C .Formación Universitaria y TIC: Nuevos usos y nuevos roles. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*.1 (1), 16. 2004.

SOLBES, J. y Vilches, A. Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 1991, p. 53-58.

TABER, K. S. Misunderstanding the ionic bond, *Education in Chemistry*, 31(4) (1994) p.100–103

----- . *Understanding Chemical Bonding*. Tesis de doctorado no publicada. Inglaterra: Instituto Roehampton, Universidad de Surrey. 1997.

VYGOTSKY, L.S., (1962). *Thought and language*. Cambridge: MIT Press. Traducción portuguesa de Camargo, J.L. 1991. *Pensamiento e linguagem*. São Paulo (Brasil): Martins Fontes.

[http://www.aulaclie.es/flash-cs4/t\\_1\\_1.htm](http://www.aulaclie.es/flash-cs4/t_1_1.htm)

**Anexo**  
**Universidad Surcolombiana**  
**Facultad de Educación**  
**1° semestre de CINEA**  
**Objeto de aprendizaje**  
**TEST DE ENLACE QUIMICO**

A continuación encontraras los ítems enumerados en su orden del 1 al 25, sobre los cuales te pedimos que definas tu opinión, usando los siguientes criterios: Totalmente de acuerdo, De acuerdo, Sin opinión, En desacuerdo, Totalmente en desacuerdo. Marca con una X en la casilla que consideres se corresponde con tu opinión personal.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Edad** \_\_\_\_ **Sexo** \_\_\_\_

1. Para arrancar un electrón del último nivel de energía de un átomo y así formar un catión, se requiere suministrar cierta energía que equivale a su potencial de ionización.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
----------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	-------------------------------------

2. La ley periódica establece. Si los elementos se organizan de acuerdo con su número atómico, se observa una variación periódica de sus propiedades físicas y químicas.

<b>Totalmente de</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en</b>
----------------------	-------------------	--------------------	----------------------	----------------------

acuerdo				desacuerdo
---------	--	--	--	------------

3. Según la ley periódica, se puede afirmar que los grupos, representan el número de electrones que poseen sus átomos en el último nivel de energía.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

4. La electronegatividad se considera como la capacidad que tiene un átomo de atraer electrones. En la tabla periódica disminuye al descender un grupo y aumenta de izquierda a derecha en un periodo de elementos.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

5. Los elementos que conforman un mismo grupo presentan propiedades físicas y químicas diferentes.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

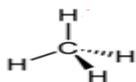
6. El número de masa de un átomo es igual a la suma de sus protones y electrones.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

7. La Hibridación es la mezcla de dos o más orbitales atómicos que originan dos o más orbitales híbridos equivalentes. Los orbitales híbridos al interactuar forman enlace sigma y los que quedan sin hibridar forman enlaces pi.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

8. Los alcanos presentan hibridación  $sp^3$  y cada átomo de carbono presenta: 4 enlaces sigma. Un ejemplo representativo es el metano que se caracteriza por ser una molécula tetraédrica.



<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

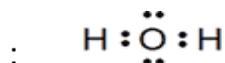
9. En la ley del octeto, se establece que cuando se forma un enlace, los electrones involucrados alrededor de cada átomo, generan una configuración electrónica estable, similar al gas noble más cercano.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

10. En el enlace H-Cl, el átomo de cloro completa el octeto cediendo el electrón del átomo de H; así, el cloro alcanza la configuración del gas Argón y el hidrogeno alcanza la configuración del gas noble helio.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

11. De acuerdo con la estructura de Lewis la representación de la molécula del agua "H<sub>2</sub>O" es:



<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

12.. De acuerdo con la estructura de Lewis, el ion sodio ( $\text{Na}^+$ ) se representa:



<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

13. Un enlace químico es la unión de dos átomos iguales o diferentes, a través de sus electrones periféricos.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

14. Dos átomos tienden a formar un enlace químico si durante el proceso no se desprende energía, por lo tanto los átomos más estables son los que tienen una menor energía de enlace media por partícula nuclear.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

15. El enlace iónico se da entre átomos con electronegatividades muy diferentes. Tiene lugar una transferencia de electrones, desde el elemento más electronegativo, formándose los iones respectivos, que se unirán por fuerzas electrostáticas.

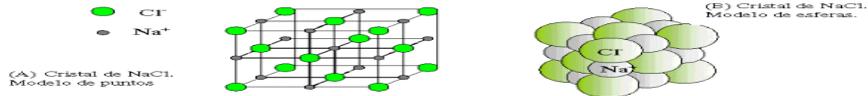
<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

16. Los compuestos con enlaces iónicos existen como sólidos cristalinos a temperatura ambiente. Los que se disuelven en agua forman soluciones que conducen una corriente eléctrica. Esto se debe a los iones dissociados que se desplazan libremente en la solución.

<b>Totalmente de acuerdo</b>	<b>De acuerdo</b>	<b>Sin opinión</b>	<b>En desacuerdo</b>	<b>Totalmente en desacuerdo</b>
------------------------------	-------------------	--------------------	----------------------	---------------------------------

acuerdo				desacuerdo
---------	--	--	--	------------

17. En cierta cantidad de sal ( $\text{Na}_{13}\text{Cl}_{14}$ ) hay muchos iones positivos y negativos que forman una red cristalina en forma de cubo, de cloruro de sodio “ver grafica” Cada ion sodio atrae los seis iones cloruro y viceversa. De este modo, las fuerzas de atracción de los enlaces iónicos mantienen unido el cristal.



Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

18. El enlace iónico se forma entre dos elementos de electronegatividades semejantes.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

19. Los no metales tienden a perder electrones para formar iones positivos y /o compartir electrones para formar enlaces iónicos.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

20. Los enlaces covalentes de las moléculas se forman cuando se comparte uno, dos o tres pares de electrones entre sus átomos, y se les conoce como enlaces sencillos, dobles o triples, respectivamente.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
-----------------------	------------	-------------	---------------	--------------------------

21. Los enlaces que unen al hidrogeno y al oxigeno en el H<sub>2</sub>O son enlaces covalentes y no polares.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

22. Un enlace es fundamentalmente covalente, si, un par de electrones es transferido por dos átomos.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

23. El enlace covalente coordinado se caracteriza por ser un tipo de enlace especial que se da cuando los dos electrones del par compartido han sido donados por el mismo átomo.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

24. En el enlace metálico, los núcleos positivos permanecen fijos, en tanto que los electrones de valencia débilmente sujetos fluyen libremente por toda la superficie metálica. Por consiguiente, los metales conducen una corriente eléctrica.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

25. El aluminio es un elemento metálico de la tabla periódica que se encuentra en el periodo tres y tiene tres electrones en su último nivel de energía.

Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Sin opinión	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

EXITOS.