

**PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA TABLA
PERIÓDICA DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA**

LUZ DARY MARTINEZ ARGÜELLO



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA
BUCARAMANGA
2009**

**PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA TABLA
PERIÓDICA DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA**

LUZ DARY MARTINEZ ARGÜELLO

**Trabajo de grado para optar el título de
Magister en Pedagogía**

Directora

MARIA HELENA QUIJANO HERNANDEZ



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE EDUCACIÓN
BUCARAMANGA
2009**

Dedico este trabajo a mis dos amores:
Dago y Johann

AGRADECIMIENTOS

Para llegar a feliz término en este propósito ha sido importante el apoyo y colaboración de muchas personas que de una u otra forma han participado en la consecución de esta meta, y por tanto deseo agradecer a...

María Helena Quijano H., Magister en Educación, por su dedicación y estímulo, por haber aceptado dirigir esta tesis y por compartir parte de su experiencia profesional conmigo la cual ha sido enriquecedora.

Guillermo Restrepo Rubio, Ph.D en Ciencias: Química- Matemática, Universidad de Bayreuth, Alemania, por la consecución de material bibliográfico de excelente calidad.

Yolanda Florez Serrano, rectora del Colegio Oriente Miraflores, donde trabajo desde 2005, por permitirme realizar mi trabajo de tesis con los estudiantes de esa institución, además de facilitarme los espacios necesarios y ser más que mi rectora y jefe un apoyo personal y moral.

Mi compañero Víctor Uribe y sus estudiantes de la UDES, por su colaboración en la construcción de un software para la tabla periódica.

A los estudiantes de 9-3 de la Institución Educativa Oriente Miraflores, quienes con su participación en el seminario de investigación y su tiempo son la razón de ser de este trabajo.

A mis compañeros Nelson Castellanos, Luzney Ulloa y Mayerly Archila por sus aportes e información proporcionaron datos valiosos para la investigación.

Mariluz Amoros Argüello por colaborarme en la traducción de algunos artículos, importantes para este trabajo.

Aura Luz Castro y Luz Estella Giraldo, docentes de la Universidad Industrial de Santander por su contribución en la realización del V Encuentro de Egresados en la Maestría de Pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, donde este trabajo fue aceptado como ponencia.

Mi compañera Martha Ortiz Zappa por facilitarme un valiosísimo material lector que sirvió como derrotero durante la ejecución del seminario de investigación.

Mis compañeros Gloria Inés Angarita, Doris Cecilia Rincón, Gabriel Alirio Riveros, Martha Chaparro por su alegría, consejos, tiempo y paciencia, colaborándome día a día en durante la etapa final de mi trabajo.

Mis estudiantes Angie Patiño, Ana Milena Barrios y Luis Carlos Villamizar por aceptar acompañarme durante la sustentación de mi tesis y dar testimonio del trabajo realizado con ellos.

Mi esposo, a mi madre e hijo que con su amor han disfrutado conmigo cada logro alcanzado y son el incentivo permanente a mi vida.

Tabla de contenido

1. PROBLEMA Y OBJETIVOS	15
1.1 ANÁLISIS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2 JUSTIFICACION.....	17
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.3.1. Objetivo General	21
1.3.2. Objetivos Específicos.....	21
2. MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES.....	22
2.2. LA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA	26
2.3. HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA CIENCIA	32
2.4. HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA QUÍMICA	37
2.4.1. La Tabla Periódica: su Historia y Epistemología.....	38
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS	46
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.2. HIPÓTESIS.....	47
3.2.1. Hipótesis 1.	47
3.2.2 Hipótesis 2.	47
3.3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	47
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	48
3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS.....	49
3.6. DISEÑO METODOLÓGICO	50
3.6.1. Fase 1. Problematización y Fundamentación	50
3.6.2 Fase 2. Diagnóstica	51
3.6.3 Fase 3. Interpretación de la información diagnóstica y resultados	51
3.6.4 Fase 4. Diseño de la propuesta	72
3.6.5 Aplicación de la propuesta	73
4. ANÁLISIS Y RESULTADOS	79
4.1 PRIMERA SESIÓN	79
4.1.1. Unidad de análisis antecedentes históricos y epistemológicos de la tabla periódica	79
4.2 SEGUNDA SESIÓN	83
4.2.1. Unidad de análisis vida y obra de Mendeléiev	83
4.3 TERCERA SESIÓN.....	87
4.3.1. Unidad de análisis Tabla Periódica.....	87
4.4 CATEGORÍAS DE ACUERDO A LOS PRODUCTOS ESCRITOS (PROTOCOLO).....	89
4.4.1. Unidad de análisis desarrollo histórico y epistemológico de la tabla periódica.	90
4.4.2 Unidad de análisis vida y obra de Mendeléiev	91

4.4.3 Unidad de análisis Tabla Periódica.....	92
4.4.4 Unidad de análisis ser y sentido del seminario	93
4.5 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ACTIVIDAD 1.....	95
4.6 RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE LA ACTIVIDAD 2	97
CONCLUSIONES	109
BIBLIOGRAFÍA.....	111
ANEXOS.....	118

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla 1</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes sucesos si corresponden a una propiedad física o química</u>	<u>56</u>
<u>Tabla 2</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes términos o conceptos, sí corresponden a una propiedad periódica</u>	<u>57</u>
<u>Tabla 3</u>	<u>Resultados obtenidos al punto donde se solicita: “describa brevemente la forma como le enseñaron el tema de la Tabla Periódica.</u>	<u>58</u>
<u>Tabla 4</u>	<u>Respuestas dadas a la pregunta: ¿qué aprendió de este tema (refiriéndose a la Tabla Periódica).</u>	<u>59</u>
<u>Tabla 5</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿Recuerda algunas circunstancias históricas o personajes que contribuyeron al desarrollo de la Tabla Periódica?</u>	<u>60</u>
<u>Tabla 6</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes sucesos si corresponden a una propiedad física o química.</u>	<u>61</u>
<u>Tabla 7</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes términos o conceptos, sí corresponden a una propiedad periódica.</u>	<u>63</u>
<u>Tabla 8</u>	<u>Resultados obtenidos frente a los aspectos que conoce acerca del tema de la Tabla Periódica</u>	<u>64</u>
<u>Tabla 9</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿conoce algunas circunstancias históricas o personajes que contribuyeron al desarrollo de la tabla periódica?</u>	<u>65</u>
<u>Tabla 10</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿Considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia (en este caso particular el de la Tabla Periódica)?</u>	<u>65</u>
<u>Tabla 11</u>	<u>Razones por las que se considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia.</u>	<u>66</u>
<u>Tabla 12</u>	<u>Resultados obtenidos a la pregunta ¿Qué aspectos tiene en cuenta al planear el tema de la Tabla Periódica?</u>	<u>67</u>
<u>Tabla 13</u>	<u>Resultados obtenidos a la pregunta ¿cuáles son las estrategias didácticas que más utiliza en la enseñanza de la Tabla Periódica?</u>	<u>68</u>
<u>Tabla 14</u>	<u>Elementos históricos y/o epistemológicos que se tienen en cuenta al momento de la enseñanza de la Tabla Periódica</u>	<u>69</u>
<u>Tabla 15</u>	<u>Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿Cómo enseña el tema de la Tabla Periódica (procedimiento)?</u>	<u>70</u>
<u>Tabla 16</u>	<u>¿Considera importante la enseñanza de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica? ¿por qué?</u>	<u>71</u>
<u>Tabla 17</u>	<u>Respuestas dadas por los estudiantes de 9-3 a la pregunta ¿por qué cree que está organizada la Tabla Periódica de esa manera?</u>	<u>83</u>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estudiantes durante la lectura del texto propuesto	80
Figura 2	Estudiantes que siguen el derrotero propuesto para obtener una lectura comprensiva.	81
Figura 3	Estudiantes en la sala de informática con el objeto de profundizar en diferentes aspectos de la lectura del texto propuesto	81
Figura 4	Mapa de la tabla periódica donde se diferencian claramente las zonas de los elementos representativos, de las zonas de los elementos de transición externa y de la zona de los elementos de transición interna, así como la agrupación de los elementos por familias o grupos y períodos.	95
Figura 5	Mapa de la tabla periódica donde sobresale la zona de los elementos no metálicos (sombreada con diagonales negras) de los no metálicos.	96
Figura 6	Mapa de la tabla periódica donde se diferencian los metales alcalinos, metales alcalinotérreos, gases nobles, halógenos, lantánidos y actinidos	96
Figura 7	Densidad	99
Figura 8	Energía de Ionización	100
Figura 9	Afinidad Electrónica	101
Figura 10	Radio Atómico	102
Figura 11	Volumen atómico	103
Figura 12	Punto de Fusión	104
Figura 13	Electronegatividad	105
Figura 14	Gráfica donde se representa la variación del punto de fusión de los elementos en función de sus números atómicos	106
Figura 15	Gráfica donde se representa la variación del radio atómico de los elementos en función de sus números atómicos	106
Figura 16	Gráfica donde se representa la variación de la primera Energía de ionización de los elementos en función de sus números atómicos	107
Figura 17	Gráfica donde se representa la variación de la Electronegatividad de los elementos en función de sus números atómicos	107

LISTA DE ANEXOS

<u>Anexo 1</u>	<u>Encuesta a estudiantes grado Undécimo</u>	<u>119</u>
<u>Anexo 2</u>	<u>Encuesta a estudiantes grado Noveno</u>	<u>122</u>
<u>Anexo 3</u>	<u>Encuesta a profesores</u>	<u>125</u>
<u>Anexo 4</u>	<u>En búsqueda de una estructura oculta Grado noveno</u>	<u>128</u>
<u>Anexo 5</u>	<u>Conociendo el arreglo periódico</u>	<u>134</u>
<u>Anexo 6</u>	<u>Propiedades periódicas</u>	<u>137</u>
<u>Anexo 7</u>	<u>Redescubriendo la tabla periódica</u>	<u>143</u>
<u>Anexo 8</u>	<u>Acumulativo de ciencias naturales</u>	<u>146</u>

RESUMEN

TITULO: PROPUESTA METODOLOGICA PARA EL APRENDIZAJE DE LA TABLA PERIÓDICA DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA*

AUTOR: LUZ DARY MARTÍNEZ ARGUELLO**

PALABRAS CLAVES: Historia y epistemología de la ciencia, Tabla Periódica, Enseñanza y Aprendizaje.

DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO:

La enseñanza tradicional se fundamenta en el uso de técnicas memorísticas que conducen a respuestas mecánicas en los estudiantes y no permiten profundizar en las causas, hechos y circunstancias que han permitido el desarrollo y planteamiento de las diferentes leyes y teorías de la ciencia.

En el estudio de la tabla periódica se le transmite al estudiante conceptos tales como: Ley periódica, propiedades de la tabla periódica y ventajas de su organización.

El estudiante cuando es cuestionado por, qué entiende por ley periódica, responde en el mejor de los casos con el concepto memorístico: *“las propiedades físicas y químicas de los elementos varían en forma periódica con sus pesos atómicos”*, pero el estudiante no comprende cómo es que ocurre esto, cómo se llegó al planteamiento de la ley en mención y qué importancia tiene la *ley periódica* en el estudio de la química. Prueba de lo anterior es que el estudiante tiende a olvidar con facilidad, debido a la poca comprensión y aplicabilidad del concepto, lo que repercute en la continuación de las dificultades cuando se tratan temas que se derivan de éste como lo son la teoría de enlaces y nomenclatura química.

La tabla periódica de los elementos clasifica, organiza y distribuye los distintos elementos químicos de acuerdo a sus propiedades, de tal manera que la buena comprensión de ella permitirá hacer predicciones sobre las propiedades de los diferentes elementos, los tipos de enlaces que tendrán lugar entre ellos y por consiguiente el tipo de compuestos que dan origen. En otras palabras la tabla periódica contiene información relevante para comprender la naturaleza de materia, como de los fenómenos físicos, químicos y biológicos.

* Tesis

** Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Educación, Maestría en Pedagogía. Maria Helena Quijano Hernández, Directora.

SUMMARY

TITLE: PROPOSAL NOTE FOR THE LEARNING OF THE PERIODIC TABLE AS
A historical and epistemological *

AUTHOR: LUZ DARY MARTÍNEZ ARGUELLO **

KEY WORDS: History and epistemology of science, Periodic Table, Teaching and Learning.

DESCRIPTION OF CONTENTS:

The traditional teaching is based on the use of techniques that lead to rote mechanical responses of students and not let go into the causes, facts and circumstances that have allowed the development and presentation of the various laws and theories of science.

In the study of the periodic table is transmitted to the student concepts such as periodic law, periodic table properties and advantages of your organization.

The student when questioned by what means periodic law, he replied in the best with the concept rote: "The physical and chemical properties of elements vary periodically with their atomic weights, but the student does not understand how is that this happens, how it came to approach the law in words and how important is the periodic law in the study of chemistry. Proof of this is that the student tends to forget easily, due to the lack of understanding and applicability of the concept, which affects the continuing problems faced when dealing with issues arising from this such as the theory of links and chemical nomenclature.

The periodic table of elements classifies, organizes and distributes the various chemical elements according to their properties, so that a proper understanding of it will make predictions about the properties of different elements, the types of links that will take place between them and therefore the class of compounds that give rise. In other words the periodic table contains information relevant to understanding the nature of matter and physical phenomena, chemical and biological.

* Thesis

** Santander Industrial University, Human Science Faculty, Education School, Pedagogy Master.
María Helena Quijano Hernández, Directora

1. PROBLEMA Y OBJETIVOS

1.1 ANÁLISIS Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las técnicas tradicionales de enseñanza se caracterizan por un funcionamiento a manera de depósito donde el maestro transmite datos y conceptos a sus estudiantes. La enseñanza tradicional se fundamenta en el uso de técnicas memorísticas que conducen a respuestas mecánicas en los estudiantes y no permiten ahondar en las causas, hechos y circunstancias que han permitido el desarrollo y formulación de las diferentes leyes y teorías de la ciencia.

En el estudio de la tabla periódica se le transmite al estudiante conceptos tales como: Ley periódica, propiedades de la tabla periódica (electronegatividad, potencial de ionización, afinidad electrónica y tamaño atómico), ventajas de la organización de la tabla periódica (los elementos están ordenados por filas llamadas periodos y columnas llamadas grupos. En los grupos las propiedades químicas y físicas son semejantes; los elementos están divididos en representativos: grupo A y de transición: grupo B, etc.).

El estudiante cuando es cuestionado por, qué entiende por ley periódica, responde en el mejor de los casos con el concepto memorístico: *“las propiedades físicas y químicas de los elementos varían en forma periódica con sus pesos atómicos”*, pero el estudiante no comprende cómo es que ocurre esto, cómo se llegó a la formulación de la ley en mención y qué importancia tiene la ley periódica en el estudio de la química. Prueba de lo anterior es que el estudiante tiende a olvidar con facilidad, debido a la poca comprensión y aplicabilidad del concepto, lo que repercute en la continuación de las dificultades cuando se tratan temas que se derivan de este, tal es el caso de la teoría de enlaces y la nomenclatura; es tan importante la comprensión y buen manejo de la tabla periódica que éste le

permitirá hacer predicciones sobre el tipo de enlace que se formará cuando dos átomos se combinen, sí comprende una sola de las tendencias y propiedades de la tabla periódica como lo es la electronegatividad.

La situación no es ajena en la institución educativa objeto de esta investigación: los estudiantes manifiestan dificultad al entender y aplicar los conceptos; en el caso de comprenderlos, su recuerdo perdura mientras se trate el tema, y su desempeño en las pruebas de estado ha sido sólo aceptable, lo que muestra una falencia en la manera como se vienen enseñando los conceptos. Dentro de la institución, las profesoras responsables del área de química, manejan una enseñanza basada en la clase expositiva que realiza el maestro, usando como herramienta didáctica primordialmente el tablero y el uso de guías centradas en la solución de problemas; en dichas clases se observa que no se le da oportunidad al estudiante de conocer qué dio origen al arreglo periódico y el por qué de este, porque si bien las profesoras responsables del área conocen la manera de cómo se hace ciencia, éstas están más preocupadas por el cumplimiento que se les debe dar a cada uno de los temas a desarrollar y aquí el tiempo juega un papel determinante, la misma premura en el tiempo es usada como justificación para no tener en cuenta en los estudiantes sobre sus aprendizajes previos (en buena parte de los casos) o las nociones que ellos tienen sobre los diferentes temas, pero que en el caso particular corresponde al de ciencia y al conocimiento que tienen sobre un arreglo, una categorización o ir más allá de lo que ellos ven en la tabla periódica; otro factor en el desarrollo de los temas tiene que ver con los intereses personales sobre el área fundados en la formación profesional de las profesoras: una de ellas es profesional de química y la otra es una licenciada en bioquímica; es así como se establecen prioridades que generan vacíos en los estudiantes de la institución.

Lo anterior es una de las tantas situaciones que se generan alrededor de la enseñanza de la química, porque forma parte de un problema mayor: existe poco

interés en los profesionales de la química por entender la clase de conocimiento que esta ciencia genera; en palabras de Villaveces (2000) "...los filósofos de la ciencia se interesan poco por la química...", y es así como en la química es donde existe un menor número de trabajos de epistemología de la ciencia.

En búsqueda de mejorar la práctica docente sobre la enseñanza de la química y específicamente la enseñanza de la tabla periódica cabe preguntar: ***¿Cómo favorecer la comprensión y problematización de la tabla periódica a través de una propuesta didáctica desde una perspectiva histórica y epistemológica?***

1.2 JUSTIFICACION

Actualmente la educación propende por la formación de científicos desde los primeros años de escolaridad, -no sólo con el fin de propiciar actitudes científicas, sino con el fin de formar mejores ciudadanos, y para ello El Ministerio de Educación Nacional (MEN) ha diseñado y dado a conocer una *herramienta* que permita a nuestros educandos al finalizar sus estudios, tener "plena capacidad de responder a los retos del siglo XXI, que incluyan su activa participación en la sociedad del conocimiento" Velez (2004). La *herramienta* presentada por El Ministerio de Educación Nacional corresponde a los estándares que pretenden desarrollar en nuestros estudiantes las competencias necesarias que exige el mundo globalizado en el que actualmente vivimos.

Es así como el Ministerio de Educación Nacional a través de sus docentes busca fomentar en los educandos competencias científicas, relacionadas con la curiosidad, la observación, la creatividad, el planteamiento de preguntas sobre algún fenómeno o acontecer que sucede en el mundo físico; sin embargo, este proceso no obedece simplemente a la aplicación de una serie de técnicas y

procedimientos para el desarrollo de habilidades, los científicos deben tomar decisiones durante la interpretación de los datos, sobre cuáles problemas estudiar y sobre cuándo concluir un experimento y son estos algunos aspectos que nuestros estudiantes pueden visualizar sí dentro de nuestras prácticas escolares vemos *el desarrollo de la ciencia a través de la historia*. La formación de nuestros estudiantes en competencias científicas le permitirán construir una actitud científica, caracterizada por la reflexión, sentido crítico y participativo, además de ser autónomo, con el fin de que los futuros ciudadanos puedan comprender su entorno, juzgar sobre la legitimidad de las soluciones a una determinada propuesta, concientizarse de su responsabilidad frente a la conservación y protección de nuestro medio ambiente, y en el mejor de los casos, como corresponde al científico propiamente dicho, participar de la solución de problemas mediante técnicas propias de la ciencia como lo son: la observación, el cuestionamiento, la experimentación, la formulación de hipótesis, la argumentación. Es así como la formación de nuestros educandos en competencias científicas cumple con la doble función de formar mejores ciudadanos y contribuir al descubrimiento de nuevos científicos.

Se busca mediante la enseñanza basada en los estándares básicos de competencias, evitar que los maestros continúen formando estudiantes mediante técnicas tradicionales que se han limitado a verbalismos y a la acumulación de conocimiento; a cambio de ello se propone formar estudiantes capaces de encontrar *significado* en todo lo que se les enseña (contenidos temáticos), haciendo uso de las destrezas, habilidades y demás características que permitan formar mujeres y hombres competentes.

El desarrollo de competencias científicas en los niveles de educación básica y media se constituyen en un pilar fundamental de los estándares curriculares, los cuales buscan desarrollar:

- √ La reflexión sobre el pasado y el presente de la Ciencia

- √ El deseo y la voluntad de valorar críticamente las consecuencias de los descubrimientos científicos.

Es así como recobra una gran importancia el conocimiento del desarrollo de la ciencia bajo dos miradas: una histórica y otra epistemológica. Esta perspectiva permite el redescubrimiento de la ciencia lo que conduce a una mejor comprensión de la misma, buscándose alcanzarse con ello un aprendizaje significativo. Existen actualmente publicaciones donde se presenta un camino a seguir para sentar las bases de una didáctica que favorezca la resignificación de los contenidos temáticos, concretamente los relacionados con las ciencias experimentales, además que permiten la interpretación crítica de la ciencia.

Investigaciones recientes han mostrado que el estudio de la historia y epistemología de las ciencias como método didáctico contribuyen a mejorar la actitud y por ende el aprendizaje de ella mediante su reconstrucción, permitiendo a su vez interpretarla a partir de las reflexiones históricas y filosóficas (Gallego, Pérez, Uribe, Cuellar, Amador, 2004). Con la didáctica de la ciencia a partir del enfoque histórico epistemológico, los estudiantes descubren que los científicos, al igual que nosotros, presentan problemas e ilusiones y que por tanto son personas comunes con una gran constancia, dedicación e interés por su trabajo (Gallego, Pérez, Uribe, Cuellar, Amador, 2004). Al usarse una didáctica como la aquí planteada, se contribuye a la extinción del analfabetismo científico-tecnológico (Acevedo 2001) existente en nuestro país, lo que conllevaría a que el ciudadano tuviera una mayor participación en la toma de decisiones.

La comprensión de la tabla periódica conlleva a que el estudiante comprenda *la ley periódica*, además se garantiza en muy buena parte el aprendizaje de otros conceptos como el de enlace químico, base fundamental para el aprendizaje de la nomenclatura que depende del concepto de oxidación. Resulta importante, por

tanto, que el estudiante comprenda que el arreglo de la tabla periódica no corresponde a una manera caprichosa o al azar de ordenar los elementos químicos; todo lo contrario es fruto de arduo trabajo de varias personas que trataron de descifrar y comprender la relación de las propiedades químicas y físicas de los elementos, dando como resultado una herramienta útil para el aprendizaje de la química: La tabla periódica.

Otra forma de estimular la curiosidad y las ganas que tienen los estudiantes de saber más, es que los contenidos que se definen o seleccionan sean importantes para las experiencias que viven fuera de la escuela, las tareas respondan a sus intereses y que estos contenidos fortalezcan la construcción de *su proyecto de vida*¹. Es así como no se puede dejar de lado un factor importante para la motivación del joven que dentro de su proyecto de vida está planteado su ingreso a la educación superior y que en gran medida depende de los resultados que cada uno de los estudiantes obtengan en la prueba de estado (ICFES). Dentro de la prueba los resultados de química dependen, de la apropiación y aplicación de conceptos en esta área, facilitados en buena parte por la comprensión y manejos que los estudiantes tengan de la tabla periódica.

Por otro lado, las Instituciones Educativas Colombianas, deben proponer *planes de mejoramiento* con el fin de mejorar *la calidad de la educación* en su Institución². Los planes de mejoramiento involucran a todos los estamentos de una Institución educativa, pero son los docentes quienes asumen el mejoramiento de sus metodologías de enseñanza y es aquí donde *la propuesta para la enseñanza de la tabla periódica*, partiendo del desarrollo histórico y epistemológico de la misma, contribuye al plan de mejoramiento de la Institución donde tuvo lugar, puesto que obliga a adoptar cambios en las formas de

1 ¿Cómo participar en los procesos educativos de la escuela?, Cartilla para padres de familia, guía No. 26, Ministerio de Educación Nacional, 2006, Colombia.

2 Y ahora...¿cómo mejoramos? Cartilla Planes de Mejoramiento, guía No. 5. Ministerio de Educación Nacional, 2004, Colombia.

enseñanza, en las visiones respecto a ésta y hacia el contenido, ofreciendo visiones de mundo más amplias en el aprendizaje.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Diseñar una propuesta didáctica desde la perspectiva histórica y epistemológica que permita a los estudiantes comprender y problematizar la tabla periódica y las propiedades periódicas de los elementos químicos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Explorar por las concepciones que los profesores y estudiantes tienen acerca del desarrollo histórico y epistemológico de la tabla periódica.
- Indagar por el conocimiento que los estudiantes tienen respecto a las propiedades químicas y físicas de los elementos.
- Analizar el desarrollo histórico de la tabla periódica, características, propiedades, conceptos y campo de aplicación desde el surgimiento hasta la actualidad.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

La idea de presentar una *Propuesta Metodológica para la enseñanza de la tabla periódica, partiendo del desarrollo histórico y epistemológico de la misma* surge después de conocer el trabajo “Búsqueda de la Estructura Matemática de la Ley Periódica”, tesis de grado de la maestría en química de Restrepo Rubio 2002, realizada en la Universidad Industrial de Santander; el trabajo muestra cómo a través de un desarrollo matemático de cada una de las propiedades periódicas se puede llegar al redescubrimiento de la mencionada ley.

Otros trabajos en el contexto nacional, por ejemplo, los realizados por Villaveces se caracterizan por su preocupación acerca de cómo se enseña la química en los colegios y universidades de nuestro país. Villaveces dirige sus investigaciones desde la Universidad Nacional de Bogotá; entre algunos de los problemas que él ha tratado se destacan: ¿Cómo se enseña la estructura de los átomos y de las moléculas en Colombia? Villaveces (2001). Con esta pregunta Villaveces desea dar a conocer una estrategia didáctica para la enseñanza de la estructura de los átomos y de las moléculas. Su trabajo le permite concluir que: “Es posible aprender a aprehender y enseñar la estructura de los átomos y las moléculas tal como se presentó en el siglo XX, lográndose un conocimiento firme”. Otro de los problemas que Villaveces (2000) ha abordado, en colaboración con otros investigadores como Cubillos, ha sido: ¿por qué hay tan pocos químicos participando en el trabajo en filosofía de la ciencia?, ¿por qué los filósofos de las ciencias se interesan tan poco por la química?, con estas preguntas Villaveces pretende dar a conocer a los químicos los problemas epistemológicos de la química contemporánea y el apremio con que ésta requiere del trabajo de los filósofos, es así como afirma: “La ausencia de los químicos en el debate

epistemológico es en parte debida a la relación inadecuadamente armada entre la química y la física, que delegó en esta última la responsabilidad de pensar la química”.

Desde otras perspectivas, las investigaciones de Gallego y Pérez indagan por la forma ¿Cómo es presentado el enfoque histórico epistemológico del concepto de valencia, en los textos? El objetivo de estos autores es el de reconocer la importancia de la historia y la filosofía de los modelos, teorías y conceptos científicos en la enseñanza de las ciencias, en particular el de la enseñanza del concepto de valencia, además de la forma como es presentado este en los libros de texto. El estudio es desarrollado en La Universidad Pedagógica Nacional y permitió establecer que:

- ✓ En el caso del concepto de valencia, las relevancias de los modelos atómicos para desarrollar las teorías del enlace químico, a partir del concepto de valencia, como capacidad combinatoria de los átomos, lo que fue el concepto estructurante.
- ✓ Tanto en los textos de educación media, como de educación superior, no se tiene en cuenta la construcción histórica del concepto de valencia.
- ✓ Los textos presentan una visión distorsionada de la actividad científica, aunque en los textos de educación superior hay un mayor reconocimiento de la importancia de la historia en la construcción del conocimiento en este campo.

En el contexto latinoamericano, los trabajos de J. Andrade, L. Corso y F. Gennari (2006) de la Universidad Nacional del Comahue y Centro Atómico Bariloche (Argentina), se han cuestionado por aspectos como: Sí la mol no es un número, entonces ¿qué es?, con lo que se quiso analizar la frecuente discusión acerca de cuál es la magnitud de la que el mol es unidad. El análisis permitió establecer que: la Mol: es una cantidad química de 0,012Kg de ^{12}C .

En el ámbito europeo, los cuestionamientos de Solbes J. y Traver (1996) M. en la Universidad Algemés de España, se orienta hacia la búsqueda de nuevas estrategias didácticas en la enseñanza de las ciencias, eso ha posibilitado el tratamiento de cuestionamientos tales como: ¿Qué papel debe jugar la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y de la química?, ¿Qué consecuencias tiene la utilización de la historia de la ciencia en el alumnado tanto en lo que se refiere a la imagen de la ciencia que tiene como en sus actitudes hacia ésta? Los estudios se realizaron bajo la hipótesis de: “es posible introducir aspectos de la historia de la ciencia en la enseñanza de la física y de la química para conseguir que los alumnos comprendan mejor la manera como se construye y desarrolla la ciencia y qué repercusiones sociales tienen estos conocimientos” los resultados de este trabajo fueron:

- ✓ En un 58% de los alumnos pudieron señalar las repercusiones sociales de entre uno y tres casos propuestos y un 13% de cuatro a cinco casos, en conjunto representa un 71,6% frente al 52% global que citaban los alumnos del grupo de control.
- ✓ También aumentan los alumnos que conocen los problemas generadores de diversos trabajos científicos, un 40,8% cita al menos 1, frente al 13,4% de los grupos de control.
- ✓ Los casos de apoyo económico a la ciencia son indicados por un 40.2% y un 63% de alumnos experimentales, en los grupos de control el resultado fue de un 26,1%.
- ✓ Las relaciones entre la ciencia y la técnica son conocidas por entre un 58,2% y un 68,1% de alumnos experimentales frente al 47,9% de los grupos control.
- ✓ Las facilidades para la ciencia española son indicadas por un 14,7% de los alumnos experimentales, frente a 4,7% de los de control.
- ✓ Los alumnos experimentales muestran un mayor interés por conocer aspectos como el proceso de creación de la ciencia.

Los estudios realizados por Solbes y Traver permiten concluir que: “la incorporación de las actividades de contenido histórico a las clases de física y química es un factor que contribuye a crear un buen ambiente de trabajo en el aula y aumenta la participación e interés de los alumnos”.

En la Universidad Hispalense, Andalucía, España, dos profesores: Jiménez J., Criado G. (2005), han direccionado sus investigaciones hacia conocer ¿Qué actividades proponen sobre la historia de la química y la física los libros del segundo ciclo de la ESO? Con este tipo de investigación los autores buscan analizar las actividades que en relación con la historia de la Química, aparecen en los libros de texto de Física y Química del segundo ciclo de la ESO. Los resultados mostraron que apenas aparecen actividades sobre la Historia de la Química en los libros de texto de 3 y 4 de ESO de Física y Química. En la mayoría de los casos las tareas que se plantean se circunscriben a la búsqueda de solución, a responder de forma “razonada” a partir de lo explicado (24%) y una pequeña búsqueda bibliográfica sobre un personaje o hecho histórico relevante (19%). No aparecen actividades “de misterio” ni “periodísticas” que sitúen al alumnado en un contexto histórico. Es notable la ausencia del papel de la mujer. Se hace referencia a grandes científicos, lo que desconoce el papel de la comunidad científica y el concepto de “construcción” de ciencia.

También en Andalucía, España J. Acevedo (2001) ha investigado por saber ¿qué concepciones tienen los profesores de ciencias, en torno a cuestiones relacionadas con las dimensiones social y epistemológica de la ciencia? El objetivo de la investigación se centró en describir un estudio de caso realizado con un grupo de aspirantes a profesores de Enseñanza Secundaria durante su formación psicopedagógica en el módulo de didáctica de las ciencias, además de analizar las creencias de los profesores en mención, sobre cuestiones relacionadas con la sociología y epistemología de la ciencia.

2.2. LA PERSPECTIVA HISTÓRICA Y EPISTEMOLÓGICA COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA

El conocimiento científico y tecnológico han dado pasos agigantados en los últimos años, y en la búsqueda de nuevos y futuros investigadores se requiere de seres curiosos, pacientes y amantes del saber. Aunque el ser humano es curioso por naturaleza, pues desde los primeros días está en constante inspección de lo que lo rodea, esta curiosidad natural debe orientarse para que trascienda, si se desea obtener descubrimientos que permitan explicar diferentes situaciones. La correcta aplicación de dichos descubrimientos en tiempos futuros redundará en el mejoramiento de las condiciones de vida de todos los habitantes de nuestro planeta, sin olvidar que el mundo de hoy, como del futuro, es el resultado de la construcción humana: de su observación, de la experimentación y de su creatividad permanente.

Sin embargo se observa hoy día en los estudiantes una relativa apatía y desmotivación por el conocimiento de las ciencias, principalmente de la física y la química. Dentro de las causas que se señalan como responsables de este tipo de actitud en los estudiantes, se destacan:

- √ La ciencia es un trabajo sólo para genios (López Piñeros y Navarro, 1995), por tanto se reduce a un estrecho número de personas.
- √ Las teorías ya nacen completas y acabadas en ese tipo de mentes (Truesdell, 1975).
- √ La mayoría de las grandes figuras son varones (Spector, 1995).
- √ La gran mayoría de científicos reconocidos tienen su origen en un reducido número de países, muy diferentes al nuestro (Solbes y Traver).

Durante un tiempo considerable los didactas sostuvieron que las operaciones formales eran un requisito indispensable para comprender la ciencia: “el

pensamiento formal era una especie de poderosa herramienta *todo terreno*" (Carretero, 1982; Pozo y Carretero, 1987), con la que se podía enfrentar con éxito cualquier pensamiento complejo. No obstante, el pensamiento formal empezó a mostrarse muy esquivo para muchos adolescentes y adultos, de tal manera que se convirtió en un problema para la enseñanza de la ciencia.

Se observó que la manera de enseñar ciencias en la educación secundaria, consistía en dar un barniz y que se limitaba a un mero verbalismo que distaba de la comprensión de la misma; fue así como los didactas se encontraron en una disyuntiva donde debían decidirse entre *construir ciencias* o *enseñar ciencias*, teniendo claro que para comprender la ciencia se necesitan de dos características:

- √ Habilidades lógico formales (pensamiento)
- √ Conocimientos específicos.

Como respuesta a la manera de cómo se debería enseñar ciencias surgió una estrategia que consiste en partir de las *ideas previas*, donde estas se tratan como aportes a la enseñanza de la ciencia (Carretero 1996), sin embargo se observa que esas ideas son incorrectas desde el punto de vista científico, pero no lo son desde el punto de vista del alumno. Entre otras características de las ideas previas se encuentran:

Carretero (1996. p. 10) caracteriza las ideas previas en cuanto que:

- √ No son correctas desde el punto de vista científico.
- √ Son específicas de dominio.
- √ Suelen ser dependientes de la tarea utilizada para identificarlas.
- √ Forman parte del conocimiento implícito del sujeto.
- √ Son construcciones personales.

- √ Suelen estar guiadas por la percepción, la experiencia y el conocimiento cotidiano del estudiante.
- √ No todas poseen el mismo tipo de especificidad.
- √ Tienen un cierto grado de estabilidad.
- √ Tienen un grado de coherencia y solidez variable: pueden constituir representaciones difusas y más o menos aisladas o pueden formar parte de un modelo mental explicativo.

Las ideas previas son ideas que cada persona ha construido a partir de su diario vivir, algunas de ellas arraigadas a la manera de convicción lo que dificulta el proceso de desaprender debido a la fuerte influencia de ellos en cada persona; se ha observado, que la mayoría de las veces, demanda un mayor esfuerzo el proceso de desaprender que el mismo de adquirir y construir nuevos significados; no se puede olvidar, eso sí, que la forma como relacionamos nuestros presaberes con los nuevos conceptos, facilitamos la construcción de significados. Dado que las ideas previas están ligadas a la cotidianidad, aquellas no tienen edad, se hallan de igual manera en el niño que en el adulto o que en el anciano.

Aunado a las razones ya presentadas, y de acuerdo a las conclusiones de los estudios de Izquierdo (2005) y Solbes y Vilches (1996), se observa que los textos que sirven de guía a los maestros de ciencias se centran en los contenidos conceptuales, con algunos contenidos procedimentales, y poco o nada se aprecia de los contenidos actitudinales³.

Con el fin de contribuir a mejorar los contenidos actitudinales Solbes y Traver realizaron investigaciones que condujeron a demostrar que la historia de la ciencias en las clases de química y física, mejora la imagen de la ciencia y contribuye a desarrollar actitudes positivas en los estudiantes. Dentro de las

³ Toda la elaboración que tiene los textos escolares, es lo que Ives Chavellard llama *saber escolar o saber institucionalizado*.

conclusiones más importantes dadas por el estudio realizado de Solbes y Traver están:

- √ Con la introducción de la historia y epistemología de las ciencias se muestra la manera como ocurren los conocimientos científicos, el papel del azar, la parte humana del investigador, el contexto histórico social de los descubrimientos.
- √ La ciencia es una construcción de conocimientos para resolver problemas.
- √ Mediante la mirada histórica y epistemológica de la ciencia se reconoce el carácter colectivo del trabajo de los científicos.

Así resulta comprensible entender por qué actualmente la Epistemología es considerada como uno de los cimientos de la didáctica de las ciencias. A su vez, dentro de las vertientes de la epistemología, es la historia de las ciencias, a la que más frecuentemente se recurre en busca de apoyo a la pedagogía. Al respecto Astolfi (2001) declara “La reflexión epistemológica, en la medida en que permite dilucidar las condiciones de la producción del saber, es una condición de posibilidad de la reflexión pedagógica” y Koyr afirma “ la historia de las ciencias consiste en hacer sensible –e inteligible a la vez- la edificación difícil, contrariada, reemprendida y rectificada del saber...”

En las investigaciones que se han hecho en búsqueda de mejorar la actitud de los estudiantes hacia la ciencia se ha podido concluir que la mayoría de textos ignoran el aspecto histórico-epistemológico de las ciencias, de otro lado pocos estudios se han hecho acerca de las concepciones de los maestros (Acevedo Diaz, 2001) lo que resulta de una gran importancia dado que integran el *currículo oculto*.

El currículo oculto retoma gran importancia puesto que se ha observado que la forma de enseñar los profesores afecta el interés y por ende el aprendizaje de los estudiantes; cuando los profesores tienden a uniformar el conocimiento en los

estudiantes y en las enseñanzas indirectas dadas como resultados de socialización, muchas veces se forman alumnos pasivos y poco participativos (Saenz 1998). Lo anterior forma parte de lo que Brousseau (1986) llama “contrato didáctico”. En dicho contrato se “*suscriben*” todos aquellos comportamientos, métodos de enseñanza y de aprendizaje, así como los demás elementos que los estudiantes esperan de su profesor y a la inversa, los elementos y actitudes que el profesor espera de sus estudiantes, dando lugar a diferentes *situaciones didácticas*, que busca posibilitar en los educandos constituir un saber; mediante las diferentes relaciones individuales o grupales donde intervienen además instrumentos y objetos. “... *ese contrato es el conjunto de reglas que determinan, una pequeña parte explícitamente, pero sobre todo implícitamente, lo que cada socio de la relación didáctica deberá hacer y, lo que de alguna manera deberá exigir al otro*”. (D’Amore B.) Se evidencia la presencia del contrato didáctico cuando el maestro, fruto de una reflexión que busca mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, cambia algunos elementos que provocan en el estudiante una reacción al percatarse de que ha sido infringido el contrato didáctico. Pero no siempre el contrato didáctico es provechoso, es importante percibir algunos efectos que pueden darse.

Efectos del contrato didáctico (Vargas I., 2000):

- ✓ Efecto Topaz: el profesor exagera y deforma las situaciones, para evitar que el estudiante se equivoque.
- ✓ Efecto Jourdan: para ahorrarle dificultades al estudiante, el profesor sólo enseña situaciones poco trascendentales o trivialidades.

Con el fin de dar a conocer un *saber* el profesor reorganiza ese saber, dado que raras veces se imparte de la misma forma como fue descubierto o inventado. La reorganización que el maestro hace con el fin de que sea asimilado por sus estudiantes es lo que se conoce como *Transposición didáctica*, y su mayor

exponente es Ives Chevallard. La transposición ocurre en varias etapas, la primera de ella es la que corresponde al *saber sabio o saber erudito*, cuyos poseedores son los profesionales e investigadores de un campo en particular⁴, tal saber es filtrado por las diferentes políticas de estado, a través de los ministerios de educación, que luego se ven reflejadas en la elaboración de textos escolares que siguen los lineamientos trazados por ellos, lo que corresponde a la segunda etapa de la Transposición didáctica: *saber escolar o saber institucionalizado*. La manera como el profesor toma ese saber institucionalizado, lo organiza y lo da a conocer a sus estudiantes recibe el nombre de *saber enseñado* y corresponde a la tercera etapa de la transposición. Finalmente se llega a la última etapa de la transposición didáctica, donde el alumno recibe ese saber y mediante mecanismos particulares para cada uno de ellos lo transforma en un saber suyo y es lo que se llama *saber del alumno*.

Otra contribución en el estudio de la historia y epistemología de la ciencia como estrategia didáctica son aportados por los trabajos de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), que hoy por hoy se constituyen en un campo que se ha venido desarrollando desde los años 70 y que entre otras cosas busca hacer ver cómo la ciencia está influenciada por políticas e intereses sociales, que nada tiene que ver con lo técnico pero que si desempeñan un papel decisivo en la evolución de la ciencia (López, 1998), lo que contribuye a la formación de estudiantes más críticos, que comprendan la importancia de la participación en las decisiones y políticas de una nación.

Está plenamente demostrado que se aprende lo que interesa a cada quien. Si no existe un grado de interés y de motivación tal que el estudiante vea que en el presente o en el futuro inmediato el aprendizaje va a incidir en su vida, este no tendrá lugar, puesto que no hay interacción directa con el medio: con su vivir y por tanto sentirá que no es necesario prestar atención a algo que no es importante

⁴ En el caso de Ives Chevallard corresponde al campo de las matemáticas.

para él. Afortunadamente para los docentes de la Ciencia la enseñanza de la misma a partir de una mirada histórica epistemológica se convierte en una herramienta valiosísima y por tanto no debe seguir siendo ignorada.

2.3. HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA CIENCIA

Sobre estos tres aspectos: *Historia – Epistemología – Ciencia*, Popper en sus tesis se refiere ampliamente, haciendo énfasis en el conocimiento de la ciencia: “No existen las fuentes esenciales de conocimiento, cada fuente, cada sugerencia es bienvenida...”⁵ Sobre este particular hay que tener en cuenta que el trabajo de investigación no consiste simplemente en la aplicación de una serie de técnicas y procedimientos. Los científicos deben tomar decisiones durante la interpretación de los datos, sobre cuáles problemas estudiar y sobre cuándo concluir un experimento. Deben decidir sobre las mejores formas para dar a conocer sus logros e intercambiar información. Estos elementos contribuyen a moldear la ciencia, y el carácter de las decisiones que toma una persona individualmente ayuda a determinar su estilo científico, así como en algunos casos el impacto de su trabajo. Podemos decir entonces que de la discusión crítica, que el investigador haga de su trabajo consigo mismo y con otros colegas, dependerá la dirección que tome el mismo.

Si se conoce a la capacidad de juzgar como una herramienta científica, es fácil ver como la ciencia está influenciada por valores éticos, morales y sociales. Cuando hay hipótesis que compiten en un área dada de la ciencia se muestran en cada una de ellas varias explicaciones para los hechos que se están estudiando y puede ser que todas las hipótesis muestren el mismo ajuste a los datos, pero cada una sugiere una ruta alterna. En este caso ¿cómo se selecciona cuál explicación

5 Tesis Número 1, Tesis Número 2. “Conocimiento sin autoridad”. Seminario Fundamentación Filosófica de la Pedagogía. Orientado por Pedro Antonio Garcia Obando. Maestría en Pedagogía. Escuela de Educación. Universidad Industrial de Santander. 2006. p.57.

seguir? La respuesta a esta pregunta no la proporciona la tesis número dos: "... debemos preguntarnos si la aseveración que se ha hecho es verdadera...poniendo a prueba la aserción misma". En otras palabras debemos identificar las hipótesis más promisorias, aquellas que permitan hacer predicciones experimentales exactas, en algunas áreas lejanas del dominio de la hipótesis original. Una buena hipótesis debe ser capaz de unificar observaciones disparejas, así como debe propender por la simplicidad.

Popper insiste en que toda clase de argumentos pueden ser importantes y que es conveniente examinar si nuestras teorías sustentan nuestras observaciones⁶.

Los mecanismos sociales de la ciencia ayudan a eliminar las distorsiones que se puedan dar, de tal manera que los estudios son sometidos a un proceso de validación colectivo, aplicando diferentes puntos de vista a la misma hipótesis. La interacción social resulta un instrumento valiosísimo en la ruta de una investigación, dado que no es suficiente mostrar una teoría que para el propio investigador es válida, ésta teoría debe estar acompañada de experimentos que no solamente la sustenten, si no que además convencen a la sociedad científica; en opinión de Merton (1984) "la interacción social es el elemento social más importante en el ritmo de las invenciones".

Dentro de las características más notables de los científicos figuran la observación y la experimentación, al respecto afirma Kuhn "La observación y la experiencia pueden y deben limitar drásticamente la gama de las creencias científicas admisibles o, de lo contrario, no habría ciencia". La importancia de los métodos experimentales como soporte de la ciencia, no es algo propio de los últimos siglos, pues ya en la edad media Roger Bacon se adelantaba a los demás filósofos

⁶ Tesis Número 3: "...toda clase de argumentos pueden ser importantes. Un procedimiento típico es examinar si nuestras teorías concuerdan con nuestras observaciones. Pero también podemos examinar, por ejemplo, si nuestras fuentes históricas son mutua e internamente congruentes"

contemporáneos al sostener que *“hay una ciencia más perfecta que las demás, que se necesita para verificar las otras: esta es la ciencia experimental, que supera a las otras dependientes de la argumentación, ya que estas no conducen a la certidumbre, por sólido que sea el razonamiento que las engendra a menos que la experimentación se añada para comprobar sus conclusiones”* (DAMPIER W.C. p. 158). De otro lado en términos de Strathern (2000) *“Bacón decía con respecto a la experimentación como único modo de avanzar en la ciencia, también hacía hincapié en la aplicación de las matemáticas como único camino hacia la exactitud y veracidad en la experimentación científica”*.

Figuran como herramientas del científico algunas habilidades difíciles de enseñar y de describir, como lo son la curiosidad, la creatividad y la intuición, características éstas que influyen en el descubrimiento científico, pero desafían un análisis racional, dado su carácter intangible. Al respecto Popper dice: *“la intuición y la imaginación son muy importantes, pero no son confiables”*; las palabras de Popper son a causa de la naturaleza abstracta de las características antes mencionadas, pero no por eso dejan de ser importantes. Al respecto Dampier afirma refiriéndose al progreso de la ciencia: *“la perspicacia y la imaginación deben entrar en juego”* (Dampier W.C. p.202). Esta otra mirada conduce al estudiante a descubrir que los hombres de ciencia tienen sensaciones iguales al resto de la humanidad y que en su mayoría distan de ser *“superdotados”*.

En la búsqueda de encontrar cuáles son los incentivos que contribuyen al progreso de la ciencia se ha encontrado que existen factores sociales y culturales determinantes en los procesos de invención. Uno de ellos es atribuido a la densidad de población acompañada de la debida instrucción, prueba de ello tenemos el Renacimiento que dio lugar a uno de los períodos más ricos en arte, cultura y ciencia. El padre Salimbeno de Parma explica la clave de este suceso sustancial para la humanidad. *“En las regiones situadas al norte de los Alpes sólo habitan las ciudades la gente rústica, mientras que los caballeros y las damas*

nobles residen en sus haciendas; en Italia las clases sociales más altas poseen casas en las ciudades y viven en ellas la mayor parte del tiempo, lo que generó el contacto intelectual entre los hombres” (Dampier W.C. p.165). Un caso similar ocurrió en Inglaterra, durante los siglos XVI y VII.

Dentro de la interacción social, surge una en particular y es la que tiene que ver con la manera en que diferentes culturas se relacionan y transmiten su saber, lo que permite a los diferentes individuos ampliar su visión, pero para que esa relación se refleje de manera significativa en la sociedad debe ir acompañada del factor económico. Al respecto Dampier afirma: *Es interesante observar en la historia de la humanidad cómo los tres períodos de mayor y más sorprendente encumbramiento intelectual, esto es, la edad dorada de Grecia, el Renacimiento y el siglo XX, se corresponden siempre con períodos de expansión geográfica y económica, en los cuales se manifiesta paralelamente un aumento de riqueza y mayores oportunidades para una vida cómoda y tranquila. En Grecia esa vida se basó en la servidumbre esclava, en el Renacimiento fue debida a la riqueza de las Indias y en el siglo XIX a la revolución Industrial (Dampier W.C. p.170).*

La ciencia desde sus orígenes ha contado con un elemento trascendental en el avance de la misma y éste ha sido sin duda alguna para muchos, la necesidad. A causa del menester social y político nació la geometría; edictos que corresponden a la Antigua Babilonia registran la imperiosa necesidad de adoptar unidades fijas de medida: el edicto en mención y otros dieron como resultado la adopción de el dedo como unidad de longitud (un dedo=1,65cm); el talento (30,5kg) y el grano (0,046g) como unidades de peso, entre otras cosas. En Egipto las periódicas inundaciones del Nilo, fueron el acicate para desarrollar el arte de medir terrenos. Como ya se mencionó, uno de los períodos de mayor avance tecnológico y científico de la humanidad corresponde a los siglos XVI y XVII, donde a causa del aumento de la población, concretamente en ciudades inglesas, se desarrollaron

técnicas para la provisión de alimentos, se mejoraron los sistemas de transporte y comunicación y otras muchas cosas más.

En el desarrollo de la historia de la ciencia han surgido una serie de teorías que han sido abandonadas o modificadas. Un ejemplo sencillo lo tenemos con la evolución que ha tenido la teoría atomista: Dalton retomó la teoría clásica de Demócrito y Leucipo pero perdió vigencia cuando se descubrió que el átomo no era indivisible como él proponía (se descubrieron los e^- , p^+ n y hoy día se han descubierto muchos más), además no todos los átomos de un mismo elemento son exactamente iguales pues se conoció la existencia de los isótopos. De tal manera que Thomson modificó la teoría de Dalton, Rutherford modificó la teoría de Thomson, Bohr la de Rutherford y así surgieron una serie de descubrimientos y estudios que han dado lugar a la actual teoría atomista; un caso similar ha ocurrido con el desarrollo de la Tabla Periódica, así como las demás teorías de la ciencia. Podemos entonces estar de acuerdo, con Popper en que el avance de conocimientos consiste en la modificación del conocimiento previo, y con los racionalistas “la verdad no es definitiva, siempre se puede mejorar. Nuestro conocimiento es conjetural y no hay verdades definitivas”. De la misma manera que la arete, la hipótesis triunfará en la medida que “pueda convertir en sólidos y fuertes los argumentos más débiles”. Sin embargo existen otro tipo de teorías que originan un cambio drástico en las concepciones y formas de la ciencia, tal como ocurrió con la teoría de Copérnico, pues a partir de concebir a la tierra redonda y no plana, como antiguamente se creía, se derivaron una serie de consecuencias que trastornaron no sólo la vida personal de Copérnico, sino al mundo de ese entonces (Colón creyó en la teoría de Copérnico y eso lo incentivó a emprender su viaje a las Indias por Occidente, con el consecuente descubrimiento del Nuevo Mundo), estos giros de la ciencia es lo Kuhn llama *Revoluciones Científicas*; en términos de Kuhn, dichas revoluciones obligan a un cambio de *paradigma*.

2.4. HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA QUÍMICA

El hombre por naturaleza, desde su aparición, ha estado en búsqueda de respuestas con el fin de lograr una mayor comprensión del mundo y de la vida. ¿Cómo se creó el Universo?, ¿quién gobierna la naturaleza?, ¿cómo está constituida la materia?, son entre otras algunas de esas preguntas que han alimentado la curiosidad humana. Para el estudio y desarrollo de la tabla periódica ha sido importante dar respuesta a la pregunta: ¿de qué están hechas las cosas?. Para los antiguos griegos esta fue una de las preguntas en las que varios de ellos concentraron sus esfuerzos: Es así como la profundización en la idea de naturaleza conduce a los presocráticos a la investigación de un principio rector capaz de dar razón de la unidad natural. La idea de un orden total que engloba todas las cosas, les conduce a la idea de un principio absoluto (*arjé*) de toda la realidad que conforma dicho orden. Para Tales dicho arjé era el agua: *“el agua es la sustancia universal primaria...”*, *“todo es en virtud del agua”*. Posteriormente para Anaximandro el arjé es una sustancia inmaterial que conformaba la materialidad de las cosas: "El principio (*arjé*) de todas las cosas es lo indeterminado (*ápeiron*⁷): *“Ahora bien, allí mismo donde hay generación para las cosas, allí se produce también la destrucción, según la necesidad; en efecto, pagan las culpas unas a otras y la reparación de la injusticia, según el orden del tiempo”*. Más adelante Anaxímenes vuelve a concebir el arjé como un elemento determinado: el aire (*pneuma*). El concepto de arjé de Anaxímenes está fundamentado en la cosmovisión del antiguo pueblo griego: el alma, en cuanto principio de vida y de movimiento, no es más que un soplo, un aliento, un aire. Heráclito concibe como arjé el fuego, donde evidenciaba el devenir perpetuo y la lucha de opuestos, pues el fuego sólo se mantiene consumiendo y destruyendo, y constantemente cambia de materia. Empedócles postularía que los cuatro elementos en su conjunto: tierra, aire, agua, fuego; representaban los estados de la materia y su mutabilidad (Asimov, 1992), lo que explicaría la diversidad de la

⁷ *Apeirôn* de “a” que significa sin, privativa y de “peras” que significa límite, perímetro.

naturaleza puesto que esta sería difícilmente concebible a partir de un único principio o *arjé*. La teoría de los cuatro elementos consideraba que las diferentes sustancias del universo se diferenciaban sólo por la naturaleza de la mezcla elemental entre ellos. Otra doctrina que explicaba la constitución de la materia fue dada a conocer por Anaxágoras. Para Anaxágoras la materia estaba compuesta por *semillas*; el origen Universo se concibió como un caos lleno de semillas al cual el espíritu dio orden y forma gracias a un movimiento rotatorio. En la misma Grecia Antigua tuvo lugar el nacimiento de la teoría atomista con dos pensadores Leucipo y su discípulo Demócrito (400 a.C.); ambos afirmaron que la materia estaba constituida por partículas pequeñísimas, independientes e indivisibles llamadas átomos⁸, además introdujeron el concepto de vacío en los átomos, para poder explicar el movimiento de ellos. Dalton muchos siglos más tarde le daría crédito a Leucipo y Demócrito. Frente a esta realidad histórica surge una pregunta: ¿Qué fue entonces lo que inventó Dalton en 1803? (Villaveces y Cubillos. 1989). Frente a preguntas como esas cobra una gran importancia la epistemología e historia de la química.

2.4.1. La Tabla Periódica: su Historia y Epistemología

La evolución de la tabla periódica, desde la primera ordenación de los elementos ha tenido lugar a lo largo de más de un siglo de historia y ha ido pareja al desarrollo de la ciencia. Aunque los primeros elementos que el hombre descubrió se conocían desde antes de Cristo, todavía hoy se investiga la posible existencia de elementos nuevos para añadir a la tabla periódica. Varios fueron los intentos en la antigüedad por conocer la conformación de la materia. Surgieron diferentes posturas entre los griegos, al considerar cuál era el principio o *arjé* de todas las cosas. Es así como para Tales ese principio está constituido por el agua, para Anaximandro el *apeiron* era considerado la materialidad de las cosas, a pesar de su inmaterialidad; para Anaxímenes el principio generador era el aire; para

⁸ En griego la palabra átomo significa indivisible.

Heráclito el arjé era el fuego, y finalmente Empédocles reunió los cuatro elementos en su postulado aduciendo que todo lo material goza de biodiversidad. La unión y separación de los cuatro elementos de Empédocles está determinada por dos fuerzas divinas: una atractiva y otra repulsiva (Chamizo, 2002). A Empédocles le siguieron Aristóteles, quien propagó la teoría de los cuatro elementos; Leucipo y su discípulo Demócrito fundadores de la teoría atomista pregonaron la idea de la materia como una composición de partículas independientes e indivisibles a las que llamaron átomo²⁶.

Varios siglos después muchos científicos intentaron un sistema de ordenamiento de los elementos químicos y es así como en 1787 Antoine Laurent Lavoisier con un grupo de químicos franceses, publica el *Méthode de nomenclature chimique*, (Método de nomenclatura química) que clasificó y renombró los elementos y compuestos conocidos hasta ese momento; esto es, de todas las sustancias que no se habían descompuesto en unidades menores. La lista en su mayor parte era bastante exacta, y ninguna de las sustancias contenidas en ella no se reconoce hoy como elemento. Dado que como en la naturaleza la mayoría de los elementos se encuentran combinados formando compuestos, el conocimiento de los primeros estuvo restringido y no fue hasta el año 1800 cuando se descubrió el fenómeno de la electrólisis que permitió aislar los elementos constituyentes de estos compuestos. Este descubrimiento, permitió a su vez, el descubrimiento de nuevos elementos. Es así como hacia 1830 se conocían 55 elementos diferentes, cuyas propiedades físicas y químicas varían extensamente lo que llamó la atención de los químicos, quienes se interesaron por conocer el número de elementos existentes y la razón de la variación en las propiedades de los elementos. Sería Berzelius quien llevase a cabo la primera agrupación de los elementos, ordenándolos alfabéticamente e incluyendo el dato de su peso atómico. En 1818 Berzelius publicó una tabla de proporciones de combinación y pesos atómicos basados en el oxígeno como referencia y guiado por la ley de proporciones múltiples, la teoría atómica y la ley de volúmenes de combinación de

Gay-Lussac, además Berzelius fue el descubridor de varios elementos; entre ellos el circonio, titanio, torio; además fue el primero en aislar el silicio, todo esto ocurrió entre el período de 1823 a 1828.

La invención de la espectroscopia por Kirchoff y Bunsen significó un gran aporte en la búsqueda y descubrimiento de nuevos elementos, sin embargo, hasta ese momento nadie parecía haber advertido la posible periodicidad en las propiedades de los elementos químicos, entre otras razones porque el número de elementos que quedaba por descubrir dejaba demasiados huecos como para poder atisbar orden alguno en las propiedades de los mismos. Además no existía un criterio claro para poder ordenar sus propiedades, ya que el peso atómico de un elemento, que fue el primer criterio de ordenación de los elementos, no se distinguía con claridad del peso molecular o del peso equivalente.

Fue en 1829 cuando el químico alemán Döbereiner realizó el primero intento de establecer una ordenación en los elementos químicos, haciendo notar en sus trabajos las similitudes entre los elementos cloro, bromo, y yodo por un lado, y la variación regular de sus propiedades por otro. Una de las propiedades que parecía variar regularmente entre estos era el peso atómico. Pronto estas similitudes fueron también observadas en otros casos, como entre el calcio, estroncio y bario. En 1840 el francés Jean Baptiste André Dumas agregó algunos elementos a las triadas de Döbereiner; por ejemplo, anexó el Magnesio a la triada Calcio-Estroncio-Bario, y confirmó analogías entre los elementos de la misma triada. Una de las propiedades que variaba con regularidad era de nuevo el peso atómico.

Kekulé tomó una histórica iniciativa, que consistió en convocar a los químicos más importantes de toda Europa para llegar a un acuerdo acerca de los criterios a establecer para diferenciar entre los pesos atómico, molecular y equivalente. Esta convocatoria dio lugar a la primera reunión internacional de científicos de la

historia, el Congreso de Karlsruhe en 1860, que tuvo consecuencias muy importantes para el descubrimiento de la Ley Periódica (Masanori 2003), entre ellas cabe destacar los trabajos de Amadeo Avogadro expuestos por Cannizzaro, que condujeron a la consecución del esperado acuerdo que permitiría distinguir al fin los pesos atómico, molecular y equivalente. Así algunos químicos empezaron a realizar intentos de ordenar los elementos de la tabla por su peso atómico.

2.4.1.1. Primeros intentos por diseñar una Tabla Periódica

Si una tabla periódica se considera como una clasificación de los elementos químicos que demuestran la periodicidad de las propiedades físicas y químicas, habría que atribuir la primera tabla periódica, publicada en 1862, a Alexandre-Emile Beguyer de Chancourtois. Chancourtois dispuso los elementos según el orden creciente de sus pesos atómicos sobre una curva helicoidal en el espacio a 45° del eje, de manera que los puntos que se correspondían sobre las sucesivas vueltas de la hélice, diferían en 16 unidades de peso atómico. Los elementos análogos, estaban situados en tales puntos, lo que sugería una repetición periódica de las propiedades. Esta disposición se conoce como Tornillo Telúrico, el que es considerado como una de las formas más atractivas, desde el punto de vista visual, de clasificar los elementos. El trabajo de Chancourtois lo condujo a proponer que *las propiedades de los elementos son las propiedades de los números* y la importancia de él radica en que fue el primero en observar que las propiedades se repetían cada siete elementos, y usando esta representación pudo predecir la estequiometría de varios óxidos metálicos. Desgraciadamente, incluyó en su clasificación algunos iones y compuestos además de los elementos.

Más tarde, entre 1863 y 1865, el químico inglés John Alexander Reina Newlands ordena los elementos conocidos en orden creciente de peso atómico y después de disponerlos en columnas verticales de siete elementos cada una, observó que si se empieza a contar a partir de alguno de ellos, el octavo elemento tiene propiedades similares al inicial y que presentaban una variación similar. A este

hecho, Newlands le llamó la *Ley de las Octavas* como analogía con la escala musical; pues si partimos de una nota cualquiera de aquélla, por ejemplo Re, ocho notas después encontramos otro Re más agudo o más grave (una octava más alto o una octava más bajo). El trabajo de Newlands mostró que en algunas de las filas horizontales coincidían los elementos cuyas similitudes ya había señalado Döbereiner, sin embargo Newlands consideró que sus columnas verticales, correspondientes a los períodos en la actual tabla periódica, debían tener siempre la misma longitud, lo que provocó la coincidencia de elementos totalmente dispares y por tanto sus trabajos fueron desestimados, pese a eso hoy día se admite que Newlands entendió que existía algún tipo de *armonía* entre las propiedades de los elementos, aunque esto para su época haya sido objeto de burla.

En 1865 el inglés William Odling desarrolló las ideas de Newlands en forma de tabla, se fijó más en las similitudes de las propiedades que en la Ley de las Octavas y fue así como construyó una tabla similar a algunas tablas modernas.

2.4.1.2. La Tabla Moderna

Hacia finales de la década de 1860 aparecieron publicados dos trabajos con diferentes enfoques pero con conclusiones sorprendentemente similares: el del químico alemán Julius Lothar Meyer (1830-1895) quien basó sus estudios en las propiedades físicas y el del científico ruso Dimitri Ivanovich Mendeleiev (1834-1907) que basó su trabajo en las propiedades químicas.

Meyer observó que se presentaban ciertas regularidades en el volumen atómico (volumen ocupado por una mole de átomos en una muestra sólida o líquida) cuando se graficaba contra el peso atómico. Este tipo de gráficas se llaman periódicas ya que la forma de la curva se repite, y se pueden obtener para otras propiedades de los elementos como la dureza (propiedad que tienen las sustancias de rayar a otras. Las sustancias más duras rayan a las menos duras),

el punto de fusión (temperatura a la que un sólido pasa a estado líquido) y la compresibilidad (capacidad que tiene una sustancia para cambiar su volumen por efecto de la presión). Las gráficas obtenidas por Meyer mostraban una serie de ondas; cada bajada desde un máximo, que se correspondía con un metal alcalino, y subida de la siguiente, representaba para Meyer un período. En los primeros períodos se cumplía la ley de las octavas, pero después se encontraban períodos mucho más largos. Aunque el trabajo de Meyer era notablemente meritorio, su publicación no llegó a tener el reconocimiento que se merecía, debido a la publicación un año antes de otra ordenación de los elementos que tuvo importancia definitiva.

Utilizando como criterio la valencia de los distintos elementos, además de su peso atómico, Mendeleiev presentó su trabajo en forma de tabla en la que los períodos se rellenaban de acuerdo con las valencias, que aumentaban o disminuían de forma armónica entre los períodos de los elementos. Esta ordenación daba de nuevo lugar a otros grupos de elementos en los que coincidían elementos de propiedades químicas similares y con una variación regular en sus propiedades físicas. La tabla explicaba las observaciones de Döbereiner, cumplía la ley de las octavas en sus primeros períodos y coincidía con lo predicho en el gráfico de Meyer. A diferencia de lo que había supuesto Newlands, en la tabla periódica de Mendeleiev los períodos no tenían siempre la misma longitud, pero a lo largo de los mismos había una variación gradual de las propiedades, de tal forma que los elementos de un mismo grupo o familia se correspondía en los diferentes períodos. Esta tabla fue publicada en 1869, sobre la base de que las propiedades de los elementos son función periódica de sus pesos atómicos. Otro aspecto importante a destacar es que observando la existencia de huecos en la tabla, Mendeleiev dedujo que debían existir elementos que aún no se habían descubierto y además adelantó las propiedades que debían tener estos elementos de acuerdo con la posición que debían ocupar en la tabla.

En el año de 1871 Mendeleiev en compañía de Meyer propusieron una nueva tabla compuesta por siete períodos y ocho columnas. Al conjunto de elementos los llamó familias o grupo, por tener propiedades semejantes. Como ya se dijo, a diferencia de la tabla de Newlands esta no consta de períodos con un número fijo de elementos. Mendeleiev prevé las propiedades químicas y físicas de tres elementos que años después serían descubiertos como Escandio, Galio y Germanio. Años más tarde, con el descubrimiento del espectrógrafo, el descubrimiento de nuevos elementos se aceleró y aparecieron los que había predicho Mendeleiev. Los sucesivos elementos encajaban en esa tabla. Incluso la aparición de los gases nobles encontró un sitio en esta nueva ordenación.

Los trabajos de Henry Gwyn Jeffreys Moseley, en 1914, relativos al estudio de los espectros de rayos X de los elementos, permitieron conocer al respectivo número atómico. Se comprobó que al ordenar los elementos según el orden creciente del número atómico, las parejas que resultaban alteradas en la ordenación de Mendeleiev se hallaban correctamente dispuestas. De este modo se establece el sistema periódico actual.

En 1936 se descubre el primer elemento artificial, de número atómico 43, el tecnecio, mediante el método de Fermi que consiste en bombardear un átomo con neutrones acelerados con un ciclotrón, a este suceso le sucedieron otros y es así como en la década de los cuarenta se descubren los elementos del 94 al 100; durante la Guerra Fría (1955-1974) rusos y norteamericanos compiten para sintetizar los elementos hasta el 106, se descubren nuevos elementos, mediante la fusión en frío. En 1996 se obtiene el elemento 112, al hacer chocar un átomo de zinc con uno de plomo a altas velocidades; su vida media es de 240 microsegundos y se consiguieron sólo dos átomos. En 1999 se obtiene el elemento 114, su vida media es de treinta segundos.

En el último trimestre de 2006, la acreditada revista *Physical Reviews C* publicaba un artículo en el que se daba a conocer de manera irrefutable la creación de tres átomos del elemento 118, tras miles de horas de bombardear un blanco de californio enriquecido con un haz acelerado de iones calcio. Una vez más, la tabla periódica propuesta por Mendeleiev en 1869 soportaba tan difíciles retos.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo del presente proyecto se siguió una metodología cualitativa siguiendo el **enfoque** de Investigación-acción, el cual busca hacer un trabajo sistemático que conlleve al registro y análisis de las percepciones, testimonios, juicios y comprensiones que son aportados por todos aquellos que intervendrán en las distintas fases de la investigación. El enfoque investigación-acción, se caracteriza por que (Elliot. 1994):

- √ Analiza las acciones humanas y las situaciones sociales experimentadas por los profesores.
- √ Se relaciona con los problemas prácticos cotidianos experimentados por los profesores y no con los problemas teóricos.
- √ Su propósito consiste en profundizar la comprensión del profesor de su problema. La comprensión no determina la acción adecuada, aunque la acción adecuada debe fundarse en la comprensión.
- √ Adopta una postura teórica donde se suspende temporalmente la acción emprendida hasta que se emprende la investigación exploratoria.
- √ Construye un guión haciendo uso de una metodología de estudio de casos.
- √ Interpreta lo que ocurre desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan en la situación problema.
- √ Describe y explica “lo que sucede” con el mismo lenguaje utilizado por los participantes que no es otra cosa que el lenguaje cotidiano.
- √ Sólo puede ser válida mediante un diálogo libre entre los que están implicados en el problema, esto con el fin de facilitar el flujo libre de información.

La metodología aquí presentada, la cual siguió un enfoque de investigación acción permitió dar respuesta a las hipótesis planteadas en este trabajo de investigación.

3.2. HIPÓTESIS

3.2.1. Hipótesis 1.

Con la enseñanza de la Tabla Periódica a partir del desarrollo histórico y epistemológico de la misma se logra mejorar la actitud del estudiante hacia el conocimiento y desarrollo de la química.

3.2.2 Hipótesis 2.

La aplicación de la propuesta favorece en los estudiantes la curiosidad y problematización de la química y específicamente de la tabla periódica.

3.3. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Dentro de las ciencias puras se ha notado que la química es la que menos atrae el interés de quienes trabajan en la epistemología, historia y enseñanza de las ciencias, prueba de ello es que existen pocos libros –a nivel mundial- dedicados a la epistemología de la química- y muchos menos a nivel nacional⁹. Se observa que la mayor parte de los trabajos de filosofía de las ciencias se han concentrado en física, matemáticas y biología, en ese estricto orden y poco se ha tratado en química. Sin embargo la química es una ciencia ampliamente desarrollada y explotada donde los aportes y descubrimientos en este campo han sido puestos al servicio de todos y es así como hemos hecho uso de ellos, a tal punto que es pilar en el desarrollo económico, industrial y técnico de una nación, incluida la nuestra.

⁹ “Le pluralismo cohérent de la Chimie moderne” escrito por Bachelard en 1932 es uno de esos pocos libros dedicados a la epistemología de la química. A nivel nacional tenemos: “Hacia una historia epistemológica de la química” de Jose Luis Villaveces Cardozo.

Resulta así extraño y preocupante que se de poca atención al *conocimiento* y desarrollo que se ha generado en la química.

De otro lado se ha observado que los estudiantes tienen una actitud negativa con respecto al conocimiento de las ciencias; la apatía y el desinterés se observa durante estas clases e incluso otros ven con temor su aprendizaje, principalmente de la química y la física. Dentro del currículo figura como una materia con carácter de obligatoriedad la de química y por tanto resulta muy apropiado que los maestros tengan claro los fines que desean alcanzar en sus áreas y disciplinas, así como también las experiencias o estrategias que le van a conducir a alcanzar tales objetivos, y es aquí donde tiene lugar el problema ya planteado.

Este trabajo se adelantará en una institución pública de Bucaramanga, dentro de la comuna 14 y donde sus habitantes se caracterizan por pertenecer a los estratos socio- económicos 0, 1 y 2. La institución educativa inició labores el 23 de Febrero de 1998 y en el año 2002 según resolución 12446 se fusionó con cinco concentraciones teniendo en total seis sedes, y dos concentraciones más que se encuentran asociadas.

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para la etapa diagnóstica participaron tres docentes que desarrollan su trabajo dentro del área de Ciencias. También se eligieron 14 estudiantes, de cada curso de undécimo, en total 28. Adicionalmente se escogieron 13 estudiantes de cada uno de los tres novenos. En ambos casos la elección de los estudiantes se hizo de manera aleatoria. Para lo concerniente a la aplicación de la *Propuesta Metodológica para el Aprendizaje de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica*, ésta se aplicó a un grupo de noveno de 31 estudiantes (15 mujeres y 16 varones). El curso elegido para la aplicación de la propuesta fue el curso 9-03, que de los tres cursos de noveno, es el más heterogéneo en cuanto

a hábitos de estudio, desempeño académico, comportamiento y actitud e interés por la materia.

Tanto docentes como estudiantes pertenecen a una misma institución pública ubicada en la comuna 14 de Bucaramanga. En esta comuna se manifiestan necesidades que afectan los procesos educativos y están relacionados con:

- √ La Institución educativa se ubica en una zona escarpada, con un alto índice de erosión.
- √ La población pertenece a los estratos socioeconómicos 0, 1 y 2.
- √ Buena parte de la población vive en el sector rural.
- √ En los educandos existen síntomas de desnutrición.
- √ Altos niveles de agresividad en los educandos y sus familias
- √ Familias disfuncionales: niños con padres o madres solteros, niños abandonados a la suerte de otro familiar, niños que viven con alguno de sus progenitores y estos han cambiado de pareja.
- √ Relaciones sexuales a temprana edad, con la consecuencia de embarazos en jóvenes en edad escolar.
- √ Alto índice de desempleo y de empleo informal (venta de gasolina ilegal entre otros)
- √ Ausencia de un proyecto de vida claro en los y las jóvenes.

3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS

Las técnicas aplicadas para este estudio fueron:

Observación. Dentro de la observación esta fue *participativa*. En la observación participante, el investigador es un miembro normal del grupo y toma parte de las actividades, los acontecimientos, los comportamientos y la cultura de éste. Aunque el grupo puede no conocer bien la verdadera identidad y el rol del

investigador, esa posibilidad no excluye los casos en que estos datos se conocen (Mc Kernan. 1996). La observación tuvo lugar en el aula de clase, durante la clase de química. Se registró la actitud y comportamientos de los estudiantes durante las clases.

Encuesta. Se encuestaron a los docentes que han enseñado química en la institución y se indagó por la didáctica que emplean cuando abordan el tema de Tabla Periódica.

Con el fin de recoger la información pertinente para la presente investigación se usaron los siguientes instrumentos:

- Diario de Campo
- Cuestionarios
- Protocolos de encuestas.

3.6. DISEÑO METODOLÓGICO

El diseño metodológico constó de cuatro fases. El principio que rige el diseño de las diferentes fases de la propuesta está orientado a dar respuesta al problema presentado, cumplir los objetivos propuestos y comprobar si alguna de las hipótesis planteadas se cumplió.

3.6.1. Fase 1. Problematización y Fundamentación

Durante esta fase se concentraron los esfuerzos en la búsqueda, recolección, organización, traducción y análisis de documentos que permitiera conocer los trabajos relacionados con la historia y epistemología de la ciencia, así como de las estrategias didácticas utilizadas para la enseñanza de la misma. De una manera más meticulosa se continuó con la recopilación de aquellas investigaciones de la química y la tabla periódica en los campos ya mencionados. Cabe destacar la

colaboración de Guillermo Restrepo quien proporcionó varios artículos en inglés donde se tratan diferentes aspectos de la Tabla Periódica.

3.6.2 Fase 2. Diagnóstica

Esta fase permitió determinar los conocimientos y presaberes que tienen tanto educandos como educadores.

Para esta fase se diseñó una encuesta con el fin de conocer el aprendizaje que los jóvenes de undécimo grado adquirieron sobre la Tabla Periódica (ver anexo No. 1), así como explorar las ideas y presaberes que tienen los jóvenes de noveno sobre el mismo tema (ver anexo No. 2).

Se eligieron 28 estudiantes de undécimo grado de forma aleatoria, 14 de cada curso. En el caso de los jóvenes de noveno se escogieron de la misma manera 13 estudiantes de cada curso, en total 39.

También se encuestaron tres de los profesores de ciencias con los que se buscaba conocer sus estrategias de enseñanza al momento de tratar el tema de la Tabla periódica (ver anexo No. 3).

3.6.3 Fase 3. Interpretación de la información diagnóstica y resultados

En una primera mirada de los resultados obtenidos dentro de la encuesta, se pudiera pensar que los estudiantes no tienen mayor dificultad para diferenciar qué sucesos corresponden a una propiedad química y cuáles a una propiedad física, hubo un acierto del 83% frente a un 17 % de resultados errados (Tabla No. 1). Es así como la totalidad de los estudiantes acertaron al considerar el cambio de coloración de los metales (en este caso la plata), las reacciones observadas al adicionarle al agua un Alka Seltzer, como procesos químicos. Sin embargo, esto no es un parte de tranquilidad, dado que varios de los estudiantes presentan dificultad para clasificar un evento como el que tiene lugar al quemarse un trozo de

madera: 13 de los 28 estudiantes de undécimo encuestados creen que dicho evento corresponde a una propiedad física, además un buen porcentaje de los jóvenes consideran, la conductividad eléctrica y calórica, así como la atracción que ejercen los imanes sobre los metales, como propiedades químicas. Nos encontramos pues con que los jóvenes de undécimo no tienen claridad sobre cuándo ocurre un cambio químico y cuándo ocurre un cambio físico a lo sumo es probable que recuerden algunos ejemplos y algunas características de cada caso, pero no hubo un aprendizaje del concepto.

Los resultados de la encuesta también permiten poner al descubierto que los jóvenes tienden a confundir los cambios físicos con los cambios químicos, además de que confunden éstos con procesos biológicos y fisiológicos (aunque estos incluyan etapas y eventos que involucren a los primeros).

Los casos que merecen una mayor atención corresponden a (Tabla 2):

- El 57% de los estudiantes de 11-1 consideran que la fotosíntesis es una propiedad periódica y el 64% de 11-2 cree lo mismo.
- El 36% de ambos cursos considera que la respiración es una propiedad periódica y un 28% de 11-2 manifiesta no saber.

Se observa así que aunque el concepto de *periodicidad* más usado en física y que corresponde a la repetición de eventos en tiempos iguales es familiar para los jóvenes; no ocurre lo mismo con las propiedades periódicas y es por esta razón que los jóvenes pueden creer que dos eventos biológicos y periódicos como lo son la respiración y la fotosíntesis correspondan a las propiedades en mención. Existe otro grupo de jóvenes que a diferencia de los anteriores no comprenden el concepto de periodicidad ni propiedad periódica y son aquellos que conciben a la oxidación y la combustión como propiedades periódicas:

- La totalidad de los estudiantes de 11-1 creen que la oxidación es una propiedad periódica, mientras que 57% de los estudiantes de 11-2 opinan igual y un 21.5% no sabe o no responde.
- El 57% de ambos cursos consideran que la combustión es una propiedad periódica y el 29% de 11-2 no saben o no responden.

Frente a las propiedades periódicas que se encontraban en la encuesta (Electronegatividad y Tamaño Atómico), el 57% de los estudiantes de 11-1 identifican claramente estos conceptos como propiedades periódicas, mientras que con el curso 11-2 el 64% de los estudiantes identifica a la electronegatividad como una propiedad periódica y el 50% identifica el tamaño atómico como tal. Frente al porcentaje de los estudiantes que acertó en esta clasificación no se debe sesgar el análisis, pues si bien identificaron y acertaron en estos aspectos, varios de ellos cometieron el error de clasificar algunos de los sucesos restantes como propiedades periódicas.

Enseñanza de la Tabla Periódica:

En este punto los jóvenes no dan muchas señas de la estrategia que se usó en la enseñanza de la Tabla Periódica, excepto con el primer aspecto que permite dilucidar un juego usando letras de recortes. Lo que si se evidencia es que poco o nada se dedicó al aspecto histórico y epistemológico. En ningún aparte de la encuesta se señalan estrategias que hayan permitido que el estudiante ahonde en las causas, hechos y circunstancias que permitieron el desarrollo y formulación, así como la evolución del arreglo que hoy conocemos con el nombre de Tabla Periódica, es más ninguno de ellos hace mención a la *Ley Periódica* (Tabla 3). Además ninguno de los jóvenes parece conocer o recordar el trabajo de Mendeleiev ni Meyer. Los estudiantes mencionan otros personajes que no están relacionados directamente con el arreglo de los elementos (Tabla No. 5):, en cambio ninguno nombra a Döbereiner, Chancourtois, Newlands, Oddling quienes si trabajaron en el arreglo de los elementos y en el estudio de las propiedades de

ellos y como se relacionan entre si éstas. Parece ser que lo que más recuerdan los estudiantes es que la Tabla Periódica presenta períodos y grupos y que además están representados en ella los elementos mediante símbolos. Sin embargo Los resultados de la tabla 4, muestran que para una buena parte de los estudiantes es claro que el aprendizaje de la Tabla Periódica es necesario para el aprendizaje de la teoría de enlaces, nomenclatura y de balanceo de ecuaciones. Algunos comentarios dados por los estudiantes en la encuesta fueron:

“Aprendí que de la tabla periódica se derivan todos los compuestos que hay en el mundo y con los que convivimos a diario”

“Algunos materiales de química y otros de física que es muy importante para la vida diaria”

“Que la tabla periódica es muy importante para la química y para la vida humana tanto animal”

Con los resultados obtenidos en la tabla 6, se evidencia una gran confusión en los jóvenes de noveno. Igual caso sucede con la clasificación de los eventos como propiedades periódicas (tabla 7). Cuando se les pregunta por lo que conocen de la Tabla Periódica, buena parte de los jóvenes encuestados (16 de 39) se abstienen de responder y 14 de esos 39 se refieren a ella como un conjunto de elementos y /o átomos. De aquí también se dilucida que el estudiante no establece diferencia entre elemento, átomo y molécula. Se observa también que son pocos los aspectos que los jóvenes conocen acerca de la Tabla Periódica, sin embargo algunos de ellos manifiestas que sirve para determinar número de electrones y protones, que se divide en zona A y zona B, que se encuentran separados los metales y hay un estudiante que se refiere a la historia de los elementos y el por qué de sus nombres. Otro joven se refiere a ella como un cronograma. En los jóvenes de noveno se notó una total carencia de información

frente al conocimiento histórico-epistemológico de la Tabla Periódica, sin embargo varios de ellos se arriesgaron a dar nombres como José Celestino Mutis, Einstein, Dalton y Mendel (tabla 9). Los nombres sugeridos por los estudiantes coinciden con los temas de Genética tratados por la profesora de Ciencias durante el curso, donde obviamente no se deja de nombrar a Mendel, El proyecto de Mutis (que este año contempla una propuesta ministerial) con el fin de conmemorar en este año 2009 los doscientos años de la Expedición Botánica Granadina y otros científicos de gran renombre como Einstein y Dalton.

Para la gran mayoría de los estudiantes de noveno es importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia (Tabla Periódica): De los 39 estudiantes, 30 se muestran a favor, 1 en contra y 8 no saben o no responden. Entre las razones que dan 14 de ellos manifiesta que por deseo de conocimiento, para otros es importante conocer el origen de las cosas y 3 más manifiestan su deseo de aprender física y química. Se observa que 9 estudiantes prefieren no responder.

Con respecto a la enseñanza impartida, se evidencia que los profesores no tienen en cuenta al momento de la planeación el aspecto histórico-epistemológico de la Tabla Periódica (Tabla 12) (uno de los tres profesores tiene en cuenta el aspecto histórico). Sin embargo, a la pregunta: cuando enseña el tema de la Tabla Periódica tiene en cuenta algunos elementos históricos y/o epistemológicos? Los tres profesores encuestados respondieron afirmativamente y señalaron como tales: la evolución de la clasificación hasta hoy y raíces lingüísticas que se tuvieron en cuenta para nombrar los elementos. Frente a la importancia del aspecto histórico-epistemológico en la enseñanza de la Tabla Periódica, un profesor declara "...es necesario comprender que para llegar a un producto no totalmente final debe haber un proceso de depuramiento" y los demás parecen manifestar lo mismo en sus propios términos (Tabla 16).

Los resultados obtenidos se pueden observar en las siguientes tablas:

Tabla No. 1: Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes sucesos si corresponden a una propiedad física o química.

	11-1			11-2			TOTALES	
	P. FISICA	P. QUÍMICA	NS- NR	P. FISICA	P. QUÍMICA	NS- NR	ACIERTO	ERROR
Quemar un trozo de madera	6	8		7	7		13	15
	43%	57%		50%	50%		46%	54%
El hierro atraído por un imán	13	1		8	6		21	7
	93%	7%		57%	43%		75%	25%
La coloración negra que adquiere un trozo de plata	0	14		0	14		28	0
	0%	100%		0%	100%		100%	0%
Los metales conducen muy bien la electricidad y el calor	10	4		9	5		19	9
	71%	29%		64%	36%		68%	32%
Adicionar un Alka Seltzer al agua	0	14		0	14		28	0
	0%	100%		0%	100%		100%	0%
Cuando se agrega potasio al agua se observa una reacción violenta	0	14		0	14		28	0
	0%	100%		0%	100%		100%	0%
TOTALES							168	29
							83%	17%

NS-NR: no sabe no responde

Tabla No. 2: Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes términos o conceptos, si corresponden a una propiedad periódica.

	11-1			11-2			TOTALES		
	Considera que es una propiedad periódica			Considera que es una propiedad periódica			Considera que es una propiedad periódica		
	SI	NO	NS-NR	SI	NO	NS-NR	ACIERTO	ERROR	NS-NR
Fotosíntesis	8	6	0	9	1	4	7	17	4
	57%	43%	0	64%	7%	29%	25%	61%	14%
Respiración	5	9	0	5	5	4	14	10	4
	36%	64%	0	36%	36%	28%	50%	36%	14%
Electronegatividad	8	6	0	9	2	3	17	8	3
	57%	43%	0	64%	14%	21.5%	61%	29%	11%
Oxidación	14	0	0	8	3	3	3	22	3
	100%	0%	0	57%	21.5%	21.5%	11%	78.5%	11%
Tamaño atómico	8	6	0	7	4	3	15	10	3
	57%	43%	0	50%	28%	22%	53%	36%	11%
Combustión	8	6	0	8	2	4	8	16	4
	57%	43%	0	57%	14%	29%	29%	57%	14%

NS-NR: no sabe no responde

Tabla No. 3: Resultados obtenidos al punto donde se solicita: "describa brevemente la forma como le enseñaron el tema de la Tabla Periódica.

	11-1	11-2	TOTAL
Hicieron la tabla periódica con letras recortadas	5	0	5
Su origen e historia	2	0	2
Símbolos de elementos	2	6	8
Períodos y grupos	9	3	12
Cuáles elementos son metales, gases, líquidos, sólidos	2	2	4
Evaluación oral de los elementos	1	1	2
Pesos y número atómico	0	5	5
Memoria	2	0	2
Primero orden de la tabla periódica	1	3	4
Número de oxidación	0	3	3
Electronegatividad	0	3	3
Número de electrones	0	1	1
Para qué sirve la tabla periódica	0	1	1

Tabla No. 4: Respuestas dadas a la pregunta: ¿qué aprendió de este tema (refiriéndose a la Tabla Periódica).

	11-1	11-2	TOTAL
Nomenclatura Química	8	3	11
Ecuaciones químicas	8	4	12
Elementos	3	3	6
Enlaces	5	0	5
Número de oxidación	4	2	6
Configuración electrónica	4	0	4
Mezclas	4	0	4
Grupos	4	0	4
Períodos	4	0	4
Símbolos	3	0	3
Número atómico	3	0	3
Átomos	2	0	2
Masa Molar	2	0	2
Electronegatividad	2	0	2
Manejo de la tabla periódica	0	1	1
Importancia de la tabla periódica para la química	0	2	2
Otros	0	3	3

Tabla No. 5: Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿Recuerda algunas circunstancias históricas o personajes que contribuyeron al desarrollo de la Tabla Periódica?

	11-1	11-2	TOTAL
No recuerda	1	11	12
Charles Darwin	6	2	8
Platón	8	0	8
Einsten	4	0	4
Sócrates	5	0	5
Wöhler	6	0	6
Mariotte	1	0	1
Boyle	1	0	1
Tomas Graham	1	0	1
Ley de Dalton	1	0	1
Otros	0	3	3

Otros: hacen referencia a Franklin, Forchels, Carreño. Resulta curioso que nadie nombra a Mendeleiv ni a Meyer. Una vez más se evidencia un total desconocimiento del aspecto histórico y epistemológico acerca de la tabla periódica.

Resultados obtenidos en las encuestas practicadas a los jóvenes de noveno

Tabla No. 6: Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes sucesos si corresponden a una propiedad física o química.

Evento	9-1			9-2			9-3			TOTALES	
	P. FISICA	P. QUÍMIC A	NS- NR	P. FISICA	P. QUÍMIC A	NS- NR	P. FISICA	P. QUÍMIC A	NS- NR	ACIE RTO	ERR OR
Quemar un trozo de madera	11	1	1	8	5	0	11	0	2	6	33
	85%	7.5%	7.5%	61.5%	38.5%	0%	85%	0%	15%	15%	85%
El hierro atraído por un imán	3	10	0	7	6	0	11	0	2	21	18
	23%	77%	0%	54%	46%	0%	85%	0%	15%	54%	46%
La coloración negra que adquiere un trozo de plata	5	8	0	4	9	0	7	4	2	21	18
	38.5%	61.5%	0%	31%	69%	0%	54%	31%	15%	54%	46%
Los metales conducen	7	6	0	6	7	0	8	2	3	21	18
	54%	46%	0%	46%	54%	0%	61.5%	15%	23%	54%	46%

muy bien la electricidad y el calor											
Adicionar un Alka seltzer al agua	1	12	0	4	9	0	0	11	2	32	7
	7.5%	92.5%	0%	31%	69%	0%	0%	85%	15%	82%	18%
Cuando se agrega potasio al agua se observa una reacción violenta	4	9	0	1	12	0	0	10	3	31	8
	31%	69%	0%	7.5%	92.5%	0%	0%	77%	23%	79.5%	20.5%

NS-NR: no sabe no responde

Tabla No. 7: Resultados obtenidos frente a la clasificación de diferentes términos o conceptos, sí corresponden a una propiedad periódica.

	9-1			9-2			9-3			TOTALES	
	Considera que es una propiedad periódica			Considera que es una propiedad periódica			Considera que es una propiedad periódica			Considera que es una propiedad periódica	
	SI	NO	NS-NR	SI	NO	NS- NR	SI	NO	NS-NR	ACIERTO	ERROR
Fotosíntesis	6	4	3	1	10	2	1	9	3	23	16
	46%	31%	23%	7.5%	77%	15%	7.5%	69%	23%	59%	41%
Respiración	4	5	4	1	10	2	3	7	3	22	17
	31%	38.5%	31%	7.5%	77%	15%	23%		23%	56.5%	43.5%
Electronegati vidad	8	2	3	10	1	2	4	6	3	22	17
	61.5 %	15%	23%	77%	7.5%	15%	31%	46%	23%	56.5%	43.5%
Oxidación	1	9	3	6	5	2	10	0	3	14	25
	7.5%	69%	23%	46%	38.5%	15%	77%	0%	23%	36%	64%
Tamaño atómico	6	4	3	10	1	2	6	4	3	22	17
	46%	31%	23%	77%	7.5%	15%	46%	31%	23%	56.5%	43.5%
Combustión	2	8	3	2	9	2	4	6	3	23	16
	15%	61.5%	23%	15%	69%	15%	31%	46%	23%	59%	41%

NS-NR: no sabe no responde

Tabla No. 8: Resultados obtenidos frente a los aspectos que conoce acerca del tema de la Tabla Periódica

Aspectos que conocen los estudiantes de la tabla periódica	9-1	9-2	9-3	TOTALES
La tabla periódica trata de muchos elementos y/o átomos	9	5		14
Los elementos de la Tabla Periódica se representan por símbolos	2		2	4
Números atómicos	1	1		2
Con ella se determinan electrones y protones	1	2		3
Están separados los metales			2	2
Es un cronograma			1	1
Se divide en grupo A y grupo B		5		5
La historia del nombre de los elementos y por qué se escriben así		1		1
NS/NR	4	3	9	16

Tabla No. 9: Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿conoce algunas circunstancias históricas o personajes que contribuyeron al desarrollo de la tabla periódica?

Personajes o circunstancias relacionados con la construcción de la tabla periódica	9-1	9-2	9-3	TOTALES
NO	13	10	11	34
José Celestino Mutis			1	1
Einstein			1	1
Dalton		1		1
Mendel		2		2

Tabla No.10: Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿Considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia (en este caso particular el de la Tabla Periódica)?

9-1			9-2			9-3			TOTALES		
SI	NO	NS-NR	SI	NO	NS-NR	SI	NO	NS-NR	SI	NO	NS-NR
9	1	3	12		1	9	0	4	30	1	8

Tabla No. 11: Razones por las que se considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia.

Aspectos por los que se considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia	9-1	9-2	9-3	TOTALES
Deseo conocer y aprender más.	4	9	1	14
Le gustaría conocer y aprender física y química	3			3
Se debe conocer el origen de las cosas	1	5	1	7
Para contribuir con el desarrollo del país	1			1
Para realizar nuevos descubrimientos	1			1
Desarrollo de proyectos			1	1
Comprender más el cuerpo			1	1
Proyecto de vida		3		3
NS-NR			9	9

Resultados obtenidos en las encuestas practicadas a los profesores

Tabla No. 12: Resultados obtenidos a la pregunta ¿Qué aspectos tiene en cuenta al planear el tema de la Tabla Periódica?

Aspectos a tener en cuenta en la enseñanza de la tabla periódica	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
Ley Periódica	X		
Antecedentes históricos	X		
Evolución	X		
Tabla Moderna	X		
Períodos y Grupos	X		
Configuración electrónica	X		
Análisis diagnóstico		X	
Fundamentación a partir de estándares		X	
El grado o nivel académico			X
Parto del hecho de que no hay conocimiento preliminar			X

Tabla No. 13: Resultados obtenidos a la pregunta ¿cuáles son las estrategias didácticas que más utiliza en la enseñanza de la Tabla Periódica?

Estrategias didácticas más usadas por los profesores	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
A través de una inducción, los estudiantes exploran y llegan al objetivo trazado por el docente	X		
Trabajo en equipo		x	
Uso de tecnologías		X	
Discusión y confrontación de ideas		X	
Síntesis y análisis		X	
Juicio crítico		X	
Mapas conceptuales		X	
Desarrollo de guías		x	
Bases teóricas			x
Elaboración de la Tabla Periódica en un material como cartón para enfatizar en símbolos químicos			x

Tabla No 14: Elementos históricos y/o epistemológicos que se tienen en cuenta al momento de la enseñanza de la Tabla Periódica.

Elementos históricos y/o epistemológicos tenidos en cuenta en la enseñanza de la tabla periódica	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
La evolución de la clasificación hasta hoy	X	x	
Esquemas comparativos que permitan desarrollar procesos mentales		x	
Raíces lingüísticas que se tuvieron en cuenta al momento de la asignación de los nombres de los elementos químicos			x

Tabla No. 15: Resultados obtenidos frente a la pregunta: ¿Cómo enseña el tema de la Tabla Periódica (procedimiento)?

Procedimiento usado en la enseñanza de la tabla periódica	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
Grupos y periodos	X		
Metales no metales	X		
Potencial de ionización	X		
Distribución electrónica	x		
Indagación de las ideas previas		X	
Trabajo en equipo		X	
Uso de tecnologías		X	
Discusión y confrontación de ideas		X	
Síntesis y análisis		X	
Juicio crítico		X	
Mapas conceptuales		X	
Desarrollo de guías		x	
Bases teóricas			X
Utiliza material didáctico			X
Continua características y propiedades por grupos y períodos			X
Se habla finalmente de cada elemento			x

Tabla No. 16: ¿Considera importante la enseñanza de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica? ¿por qué?

Razones por las que se considera importante la enseñanza de la tabla periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica	Profesor 1	Profesor 2	Profesor 3
En todo proceso de aprendizaje es fundamental hacer referencia al proceso evolutivo.	X		
La ciencia es un proceso que no se estanca	x		
Teniendo en cuenta el avance cronológico se incorporan ajustes pertinentes con el desarrollo tecnológico		x	
“..Es necesario comprender que para llegar a un producto no totalmente final debe haber un proceso de depuramiento”			x

3.6.4 Fase 4. Diseño de la propuesta

La propuesta consta de un componente actitudinal y comportamental así como de un componente investigativo que busca mediante su aplicación conducir al estudiante al redescubrimiento de la Tabla Periódica usando como estrategia el Seminario de Investigación y Preguntas Problémicas.

Para la escogencia del texto que permitiera dar inicio al seminario de investigación, se tuvo en cuenta que el texto elegido presentara un lenguaje al alcance de los jóvenes, que por cierto poco gustan de la lectura y por tal razón no gozan de un léxico amplio, es así como decidió escoger los tres últimos capítulos del libro: *El sueño de Mendeleiev. De la Alquimia a la Química*, de Paul Strathern.

Por último la propuesta presenta actividades de afianzamiento.

3.6.4.1 Componente Actitudinal y Comportamental

Mediante la *Propuesta Metodológica para el aprendizaje de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica* se busca motivar a los jóvenes hacia el aprendizaje de la ciencia, incentivando la interpretación de ésta mediante las reflexiones históricas y filosóficas que se generen como consecuencia del conocimiento de las causas y circunstancias que rodean los hechos científicos, y en este caso particular, el de la tabla periódica; conocer la parte humana de los protagonistas de la ciencia y descubrir que lo que verdaderamente los diferencia de nosotros es la disciplina, la perseverancia y la constancia en el objeto de sus estudios. La construcción de una actitud científica permitirá la formación de jóvenes críticos, reflexivos y comprensivos de cada uno de los fenómenos y acontecimientos de su entorno.

3.6.4.2 Componente Investigativo

Con esta propuesta entre otros objetivos se busca identificar y caracterizar las estrategias didácticas más utilizadas por los docentes en la enseñanza de la tabla periódica; explorar por las concepciones que los profesores y estudiantes tienen

acerca del desarrollo histórico y epistemológico de la tabla periódica; indagar por el conocimiento que los estudiantes tienen respecto de las propiedades químicas y físicas de los elementos; analizar el desarrollo histórico de la tabla periódica, características, propiedades, conceptos y campo de aplicación desde el surgimiento hasta la actualidad.

3.6.5 Aplicación de la propuesta

3.6.5.1 Fundamentación

La propuesta consta de una FUNDAMENTACIÓN, para ello se usaron como estrategias *Preguntas Problémicas* y *el Seminario de Investigación*. Las preguntas problémicas trabajadas fueron: ¿cómo se construye el conocimiento científico?, ¿cuándo se empieza a hacer ciencia y cómo se hace ciencia?, ¿qué personajes hicieron o aportaron avances al descubrimiento de un *orden* entre los elementos?. ¿los científicos son seres superdotados, perfectos, que no tienen problemas y por eso les queda tiempo para estudiar situaciones de su interés?, ¿cómo se ha construido teoría sobre la Tabla Periódica y sobre las propiedades periódicas?, ¿de qué manera incidió la invención de la pila eléctrica con el descubrimiento del orden oculto que traen consigo los elementos y dio origen a la tabla periódica?, ¿hay otro hecho o hechos científicos que contribuyera a este propósito?, ¿cómo se ha construido la Tabla Periódica actual?, ¿por qué están organizados de esa manera los elementos?, ¿cuándo se empezó a pensar en un orden oculto para los elementos?, ¿cómo se organizaron en un comienzo los elementos?, ¿actualmente cómo se encuentran organizados?, ¿qué papel juega la historia en la ciencia?, ¿qué circunstancias sociales rodearon a los personajes responsables del arreglo periódico y cómo repercutió esto en ellos y en la ciencia?, ¿qué hechos o circunstancias fueron determinantes para el descubrimiento del arreglo periódico?

La elección del *seminario de investigación* como estrategia didáctica se fundamenta en que se orienta a dar respuesta, de una manera significativa, a uno

de los objetivos trazados en el trabajo aquí presentado: “Analizar el desarrollo histórico de la tabla periódica, características, propiedades, conceptos y campo de aplicación desde el surgimiento hasta la actualidad”.

De otro lado el seminario de investigación permite que mediante su aplicación el estudiante vivencia muchas de las experiencias por las que los científicos trajinan a diario:

- √ Mediante los textos propuestos por el director del seminario y la búsqueda que cada uno de los participantes hacen de otras fuentes, el joven educando va construyendo su propio saber, de la misma forma que lo haría un científico a medida que explora, analiza y hace hallazgos.
- √ Mediante los diferentes roles que intervienen durante la ejecución del seminario investigativo, tales como: director, relator, correlator, discursante y protocolante, se genera un debate en torno a un tema de interés común, que ha sido propuesto previamente por el director, y en donde las directrices del debate son la reflexión, la problematización, la crítica, la argumentación, todas ellas elementos fundamentales de la actitud científica.
- √ Al igual que los hombres de ciencia, los estudiantes exponen sus conclusiones con respecto al tema o problema propuesto; se escucha, valora y evalúa los aportes de sus compañeros y director; y se adopta una postura frente a lo anterior. De tal manera que mediante la interacción grupal (social) se obtienen productos fruto de la colectividad y el sustento argumentativo y retroalimentación conjunta, que contribuyen a eliminar posibles distorsiones.
- √ Un hombre de ciencia es reconocido por su trabajo y éste a su vez se da a conocer mediante mecanismos que la sociedad científica ha establecido; entre ellos se cuentan los congresos y los artículos publicados en revistas especializadas. Durante el seminario de investigación los participantes deben exponer sus ideas, sustentarlas y confrontarlas; además se debe

tener un producto escritural final: el protocolo, que da fe de los aspectos fundamentales y significativos del seminario.

Los puntos anteriores contribuyen con la doble función de desarrollar en los jóvenes competencias científicas y comunicativas, además de que contribuyen a mejorar la actitud de los jóvenes al verse identificados con aquellos hombres a quienes ellos consideran *superdotados*, de esta manera se desmitifica el trabajo científico y se acerca más a cada uno de nuestros educandos.

Con el fin de llevar a cabalidad el seminario de investigación, éste tuvo lugar durante diez sesiones de tres horas, distribuidas de acuerdo a las acciones y actividades de aprendizaje así:

- √ Una sesión de inducción al seminario de investigación.
- √ Tres sesiones de lectura, una por cada capítulo o momento.
- √ Tres sesiones de consulta y profundización en los aspectos más sobresalientes y de interés de las lecturas.
- √ Tres sesiones de debate, en las que se expuso cada uno de los temas propuestos en las lecturas, se generó el debate y la discusión.

Dado que el seminario de investigación requiere de un proceso de lectura meticuloso que permita la comprensión, y teniendo en cuenta que en los jóvenes no existe el hábito de la lectura, se aplicó una guía que facilitara el proceso de comprensión de la misma. Para ello los jóvenes debieron realizar una inspección inicial que consistió en el reconocimiento del texto: reconocer la cantidad de párrafos que contenía el documento propuesto, determinación del tipo de texto que se está leyendo y por qué consideró que es de esa clase, ubicación en el tiempo y lugar de los hechos, reconocimiento de los personajes involucrados dentro de la lectura, para luego proceder a la identificación de la terminología, construir un glosario, identificación de ideas principales y debate de conjeturas,

frente a las consultas que los jóvenes realizaron y los textos que propuso la profesora. (Ver anexo No. 4).

3.6.5.2 Afianzamiento

La propuesta también desarrolló una etapa de FORTALECIMIENTO mediante una serie de actividades que buscaban aclarar posibles dudas, y contribuir al afianzamiento de la tabla periódica. Las actividades contempladas fueron.

- Reconocimiento de cada una de las zonas de la tabla periódica
- Elaboración de gráficas a la misma manera como lo hicieron Meyer y Mendeleiev: graficando las propiedades físicas (como lo hizo Meyer) y las propiedades químicas (como lo hizo Mendeleiev).
- Aplicación de TICs y manejo de software, con lo que se pretendió que el joven descubriera la *Ley Periódica*. El manejo de TICs permite además que el estudiante de una manera gradual vaya conociendo el desarrollo de la Tabla periódica, descubrimiento de los diferentes elementos, historia, configuración electrónica, propiedades y ley periódica, al igual que a modo de valor agregado, el estudiante vivencia la aplicación de las TICs dentro de las Ciencias.
- Ordenamiento y planeación de visitas a Internet, con el fin de que el estudiante se documentara a través de una guía aspectos relevantes del desarrollo de la Tabla Periódica.
- Visitas a la sala de audiovisuales donde los jóvenes a través de videos históricos complementen su aprendizaje.

Con el fin de cumplir con el afianzamiento se realizaron varias actividades a saber:

- **Actividad 1. Identificación de zonas y mapeo de la tabla periódica**

Con esta actividad se buscó que los jóvenes conocieran cómo se encuentra organizada la tabla periódica. Para ello se recurrió a la elaboración de un *mapa* de la tabla que permitió diferenciar las distintas regiones y los elementos que la conforman. Haciendo uso de cartulina de colores, los jóvenes realizaron esquemas de la tabla periódica que evidenciaron algunas de las ventajas del arreglo periódico. (Ver anexo No. 5).

- **Actividad 2. Redescubriendo un orden oculto**

Los jóvenes por parejas realizaron la gráfica de la propiedad periódica que la profesora les asignó. Las propiedades periódicas, asignadas fueron: energía de ionización, afinidad electrónica, electronegatividad, volumen atómico, radio atómico, punto de fusión, y densidad.

- **Actividad 3. Aplicación de TICs y manejo de software**

Para dar sentido a la Actividad 2, los jóvenes debieron realizar una consulta sobre lo que son las propiedades periódicas, lo que significa cada una y la forma como varían a lo largo de la tabla periódica. Los jóvenes consultaron textos, internet y el documento dado por la profesora (ver anexo No. 6). Hecha ya las respectivas consultas los estudiantes fueron llevados a la sala de informática donde ingresaron a la página web señalada por la profesora y que les permitió descubrir la forma como cada una de las propiedades varían a lo largo de cada uno de los períodos y grupos de la tabla periódica. Además los jóvenes pudieron comparar

sus gráficas con las mostradas en la página web y darle significado a cada uno de los máximos y mínimos observados en ellas. (Ver anexo No. 7)

- **Actividad 4. Video**

Los jóvenes entraron a la página <http://www.youtube.com/watch?v=1mx4M7KA5eQ> donde de una manera jocosa, estos reafianzaron los conceptos trabajados y aprendidos sobre el origen y el arreglo periódico.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación corresponden a cada una de las sesiones de debate.

4.1 PRIMERA SESIÓN

4.1.1. Unidad de análisis antecedentes históricos y epistemológicos de la tabla periódica

Las categorías que surgieron durante el debate fueron:

1. Hechos y descubrimientos que condujeron al descubrimiento del orden periódico.
2. Personajes que contribuyeron al desarrollo de la tabla periódica.
3. *Arreglos* que precedieron al descubrimiento de un *orden oculto* entre los elementos.
4. Papel de la mujer en la ciencia.

Con el fin de dar inicio a la aplicación de la propuesta, la profesora dio las indicaciones y explicaciones pertinentes acerca de lo que es el seminario de investigación, se procedieron a formar los grupos y asignar roles dentro de ellos, así como a iniciar la lectura del primer momento, siguiendo el derrotero propuesto (ver anexo 4). La propuesta fue recibida con entusiasmo y a la vez cargada de expectativa pues se debe aclarar que tanto para la profesora como para los estudiantes esta era la primera vez que se iba a participar en un seminario alemán (en el caso de la profesora era la primera vez que iba a dirigir un seminario y sólo tenía una experiencia del mismo como discursante, dentro de la maestría). Los estudiantes trabajaron esmeradamente en cada uno de los momentos (ver figuras 1, 2 y 3), sin embargo debido a la falta de experiencia, ninguno de los relatores ni

correlatores se animó a dar inicio al primer seminario, sólo con nerviosismo esperaban quién iniciaría la relatoría; una joven exclamó: ¡hay profesora, ya me dio miedo!. Finalmente después de un tiempo una estudiante tomó la iniciativa con cierta dificultad, centrándose en el trabajo realizado por Lavoisier y la admiración que causaba en el público, principalmente en las mujeres, los descubrimientos de cada uno de los elementos y las reacciones que acompañan cada uno de estos eventos. Terminada su intervención la profesora preguntó por el tema central del texto a lo que respondió intuitivamente “el tema central es la búsqueda de la estructura oculta de los elementos” (como en efecto lo sugiere el título del capítulo). La respuesta anterior causa un poco de sorpresa en la maestra dado que identifica el tema central del texto, mas no lo desarrolla, prefiere tratar otros aspectos o al menos no los relaciona con la idea central. Una situación similar se vio con los demás relatores y correlatores quienes al igual que la primera estudiante se centraron en los hechos *fantásticos* y *familiares* del texto, como el descubrimiento del aluminio y la forma como Napoleón III alagó a los monarcas de aquella época al obsequiarles cubiertos con el metal recién descubierto.

Figura No. 1. Estudiantes durante la lectura del texto propuesto.



Figura No. 2. Estudiantes que siguen el derrotero propuesto para obtener una lectura comprensiva.



Figura No. 3. Estudiantes en la sala de informática con el objeto de profundizar en diferentes aspectos de la lectura del texto propuesto.



Más adelante otra joven resaltó el reconocimiento que Strathern hace al trabajo de la mujer y como se hubiera avanzado significativamente en la ciencia sí la mujer

no hubiera estado relegada a un segundo plano. Esta reflexión de la relatora desató un debate, una estudiante dice: “a nadie le importaban las mujeres” y otra agrega “una mujer hubiera podido dar más aportes a la ciencia”. Finalmente se concluyó dando razón al autor del texto y a la estudiante. Seguidamente la relatora aclaró que este no era el tema central, que realmente el tema central correspondía al descubrimiento de los elementos y la búsqueda de un patrón que los relacionara. La respuesta genera en la profesora un grado de satisfacción al detectar el grado de comprensión de la joven en la lectura, por lo que la profesora decide continuar preguntando por los personajes determinantes en el descubrimiento del *orden periódico* que antecedieron a Mendeleiev y Meyer; los estudiantes nombraron repetidamente a Lavoisier, Davy y Berzelius, sólo dos estudiantes nombran claramente a Döbereiner y otro a Newlands; ambos estudiantes explican y dan razones válidas de la importancia de estos dos personajes en el descubrimiento del *orden periódico*, pero nadie nombra a Chancourtois.

La situación evidencia una clara dificultad en los jóvenes por relacionar personajes con los hechos, más aún cuando la profesora insistió, en repetidas oportunidades, en la importancia de identificar tres personajes decisivos en el descubrimiento del arreglo que hoy conocemos como Tabla Periódica y que precedieron a Mendeleiev y Meyer; la pregunta no fue respondida en su totalidad, a pesar que más de la mitad de los jóvenes fueron observados consultando y profundizando (ver figura No. 3) por los trabajos de Döbereiner y Chancourtois. Dada la dificultad observada durante el primer seminario la directora del seminario decidió tomar el rol de relatora con el fin de ilustrar de lo que se trataba y así superar dificultades futuras.

4.2 SEGUNDA SESIÓN

4.2.1. Unidad de análisis vida y obra de Mendeléiev

Las categorías que surgieron durante este debate fueron:

1. Ordenamiento de los elementos en la tabla periódica.
2. Condición humana de los científicos.
3. Hechos y personajes trascendentales con el descubrimiento de la tabla periódica.
4. Criterios de ordenamiento de los elementos en la tabla periódica.

Ya para la siguiente sesión y antes de iniciar el trabajo con el segundo momento, se lanzó la siguiente pregunta (con el fin de saber qué concepciones tenían los jóvenes acerca del arreglo periódico, y si la primera lectura había arrojado algunas luces en ellos); este mecanismo queda justificado si consideramos *“que el estudiante es el autor de su propio proceso de aprendizaje, por tal razón solamente él puede darnos luz acerca de su proceso de aprendizaje?”* (Claret, 2000, p.121). La pregunta formulada fue ¿por qué creen que la tabla se encuentra organizada de esa manera? Las respuestas dadas a la pregunta se observan en la siguiente tabla:

Tabla No. 17. Respuestas dadas por los estudiantes de 9-3 a la pregunta ¿por qué cree que está organizada la Tabla Periódica de esa manera?

Respuestas dadas por los estudiantes	Número de Estudiantes	%
Número atómico	16	52
Peso atómico	4	13
Número atómico y peso atómico	4	13
Por la fecha de descubrimiento	2	6
Por la clase de elementos	1	3
Por orden alfabético	1	3

Número científico	1	3
Electronegatividad	1	3
De acuerdo a sus propiedades y al peso atómico	1	3

Para más de la mitad de los jóvenes, 52%, el orden de la tabla periódica obedece a su número atómico, lo que evidencia, de que aunque en esta primera lectura se habla de un intento por ordenar los elementos conocidos en función de su peso atómico, en la mayoría de los estudiantes se suscitó la curiosidad por comparar estos arreglos iniciales con el arreglo que actualmente conocemos como tabla periódica y que evidentemente se encuentra ordenado por orden ascendente de los números atómicos. Sin embargo los jóvenes no comprenden aún la incidencia de las propiedades de los elementos en los primeros intentos por establecer un orden en ellos e inclusive en el de la actual tabla periódica. Otro aspecto que se dilucidó es que para los estudiantes el concepto de número atómico está relacionado con el número de protones y electrones de los átomos. Algunas de las respuestas dadas por los estudiantes fueron¹⁰:

- “Por el número atómico porque están los electrones y protones”
- “Porque tiene electrones y protones y número atómico”
- “Por su correspondiente número de protones y electrones es decir su número atómico”
- “Por que Mendeleiev la organizó haci y bien ordenada para facilitarnos la Busqueda de los elementos, numero atomico, electrones y protones y pues haci la dejo organizada Mendeleiev”

Para un 13% los jóvenes consideran, al igual que los primeros científicos interesados en descubrir el orden oculto de los elementos, que la tabla periódica se encuentra ordenada según los pesos atómicos de los elementos; obviamente

¹⁰ Las respuestas fueron transcritas con la ortografía y modo de escritura de los jóvenes.

en estos jóvenes no se suscitó un interés suficiente por ir más allá de la lectura y comparar el orden de los elementos expuesto en el texto con el orden de la tabla periódica moderna, mucho menos su interés provocó un avance en la lectura de los siguientes capítulos propuestos en el texto, con lo que muy seguramente habría descubierto que el orden actual de la tabla periódica no se rige por el peso atómico de los elementos.

Existe un tercer grupo que considera que la tabla periódica está ordenada siguiendo un patrón determinado tanto por el peso atómico como por su número atómico, lo que de alguna manera es acorde a la realidad, pero al igual que los grupos anteriores el avance en la lectura y las consultas hechas por los estudiantes no les permite reunir elementos que les permita explicar, por ejemplo, el tamaño de los períodos o filas; se exceptúa el caso de una joven quien enuncia que el orden observado en la tabla periódica está determinado por las propiedades periódicas, dicha joven escribe “por orden de pesos atómicos y porque sus propiedades se repetían en una serie de intervalos periódicos, por esto es que Mendeleiev le puso nombre de la tabla periódica”. Otro joven enuncia como patrón del orden de la tabla, la electronegatividad, sin dar mayor explicación.

Se nota una falta de comprensión lectora en el joven que señala como principio rector en el orden de la tabla periódica el orden alfabético. Seguramente a lo que se refiere el joven con su enunciado, es a la experiencia que vivió Newlands cuando fue ridiculizado por los miembros de la Chemical Society de Londres después de mostrar su trabajo, en el que ordenaba los elementos conocidos en octavas. Allí uno de los miembros le preguntó que “si había probado organizar los elementos por orden alfabético” (Strathern, 2000. p.227).

Aunque el joven que señala la fecha de descubrimiento de los elementos como patrón para ordenarlos, señala también como tal el número atómico, éste evidencia una enorme falta de comprensión lectora o falta de lectura misma. Lo

mismo ocurre con la expresión oral, algunos jóvenes presentan dificultades para expresar lo que piensan generando una distorsión de las ideas plasmadas en el texto, a modo de ejemplo, cuando se está tratando la importancia de los descubrimientos de los elementos para el desarrollo de la tabla periódica, un joven dice: “se van a descubrir más elementos, lo que pasa es que están *escondidos*, así como el aluminio”.

Inmediatamente se recogieron las respuestas, se dio inicio al segundo seminario. Para este seminario que trató el capítulo 13 llamado *Mendeleiev*, del texto de Strathern y que corresponde al momento II señalado en la guía de los estudiantes (ver anexo No. 4), los jóvenes fueron más espontáneos y participativos. Llama la atención como los sorprendió la vida del científico al descubrir que al igual que ellos Mendeleiev tuvo una vida difícil, marcada por la pobreza, que además quedó huérfano en su juventud y que al igual que muchas de las actuales madres cabeza de hogar, la de él tuvo que enfrentarse a la enorme tarea de sacar adelante una familia de 17 hijos. Pero más que nada los sorprendió descubrir el desempeño de Mendeleiev en sus primeros años de escolaridad; uno de ellos señaló: “era un mal estudiante como nosotros”.

Otro hecho que impresionó a los estudiantes y que enunciaron en repetidas oportunidades, fueron las palabras que la madre de Mendeleiev, María Kornilov, pronunció en su lecho de muerte. Hablaban de lo trascendentales que fueron esas palabras en la vida del científico.

Durante este seminario, los jóvenes terminaron resaltando la parte humana del científico: sus pataletas cuando “*estaba de malas*” y las consecuencias que le trajeron consigo, su enfermedad, las épocas de desventura que lo acompañaron (principalmente aquella que corresponde a su infancia y juventud), su perseverancia y finalmente la fuerza con que confiaba en su intuición; al respecto

una estudiante escribió: “la tabla periódica está ordenada por pesos atómicos y porque Mendeleiev se la soñó *ordenadita*”.

Una vez más los jóvenes se centraron en la cotidianidad y situaciones familiares de la vida de Mendeleiev, esto los entusiasmaba y llenaba de curiosidad; una joven dice: “yo creí que me iba a aburrir, pero la lectura parece una novela, me gustó leer cuando se quedó dormido y ahí ocurrió el chispazo y descubrió la tabla periódica”. Continuando con el desarrollo del seminario, la mayoría de los jóvenes participantes mencionaron la importancia que significó para Mendeleiev haber trabajado con Kirchoff y Bunsen, es más, mencionaron su trabajo (la invención de la espectroscopia) y la importancia del nuevo invento en el descubrimiento de nuevos elementos. Mas sin embargo cuando la profesora pregunta por los hechos determinantes en el descubrimiento del orden periódico, la mayoría señala la pila eléctrica (para referirse a que sin una fuente de energía como esta, no tiene lugar la electrólisis y que gracias a la invención de pilas cada vez más poderosas, se fueron descubriendo otros elementos), pero ninguno nombra la espectroscopia, a pesar de que como ya se dijo, se nombraron durante el seminario los trabajos de Kirchoff y Bunsen y en ningún momento, ni si quiera en el seminario, se habló de la importancia del congreso de Karlsruhe; lo anterior evidencia nuevamente la dificultad para relacionar hechos con el tema central.

4.3 TERCERA SESIÒN

4.3.1. Unidad de análisis Tabla Periódica

Las categorías que surgieron durante este debate fueron:

1. Orden oculto de los elementos: Mendeléiev y Meyer.
2. Irregularidades del arreglo de la tabla periódica
3. Argumentos de la ciencia acerca de la tabla periódica de Mendeléiev

Esta sesión inició con la participación espontánea de una de las relatoras quien solicitó se le permitiera dar comienzo al seminario. Los relatores y correlatores hablan de lo trascendental que fue el sueño que tuvo Mendeleiev, no solamente para él mismo sino para la química también; resaltaron como la tabla periódica de Mendeleiev unificaba los trabajos de Newlands, Dobereiner y Chancourtois de una manera simple, pero que también presentaba algunas irregularidades que él explicó; es así como los estudiantes hablaron de las predicciones de Mendeléiev acerca de elementos por descubrir y las propiedades que exhibiría cada uno.

Llama la atención de la profesora notar que para la mayoría de los estudiantes, la publicación del trabajo de Lothar Meyer, (el cual al igual que Mendeléiev trataba del descubrimiento de la tabla periódica, sólo que fue publicado un año después), fue interpretada como un plagio, pese a que en sus aportes los estudiantes hablaron de las cosas en común que tuvieron Mendeléiev y Meyer, como el hecho de que ambos trabajaron con Kirchoff y Buensen, ambos asistieron al congreso de Karlsruhe y al igual ambos quedaron impresionados y motivados con la conferencia de Canizzaro, trascendental para el descubrimiento del orden oculto de los elementos, pues allí se logró unificar el concepto de peso atómico. Por tanto Meyer como Mendeléiev alcanzaron un amplio conocimiento de los elementos y sus propiedades. Con el fin de orientar y profundizar acerca del trabajo de Meyer y Mendeléiev la profesora pregunta sobre ¿qué hechos permitieron darle la razón a Mendeléiev acerca de su trabajo sobre la tabla periódica?(realmente lo que la profesora quería era hacer caer en cuenta de que lejos de un plagio, la publicación de Meyer era un respaldo al trabajo de Mendeléiev, ya que ambos por distintos caminos: Meyer estudiando las propiedades físicas de los elementos y Mendeléiev las propiedades químicas, ambos llegaron al descubrimiento del *orden oculto* de los elementos). Los estudiantes inicialmente no responden a la pregunta planteada, pero ante la insistencia de la profesora, un estudiante atisba a responder el descubrimiento del Galio. La respuesta genera en los jóvenes una avalancha de comentarios, todos

quieren participar; recuerdan al eka-silicio y al eka-aluminio de Mendeléiev y las predicciones hechas por él acerca de sus propiedades; otros hablan de la reacción de Mendeléiev al enterarse de que el elemento recién descubierto no exhibía las propiedades predichas y la forma como el seguía confiando en su intuición y que para ello explicaba que todo se debía a que el elemento recién descubierto no era lo suficientemente puro. Es así como una vez más los estudiantes resaltan la gran intuición de Mendeléiev, que lo hacia parecer un ser obsesivo con su idea acerca de la tabla periódica, además de arrogante al afirmar que él era quien tenía la razón y era la ciencia la que se encontraba equivocada.

A pesar de que los jóvenes por sí mismo no logran identificar como un respaldo a Mendeléiev la publicación posterior de Meyer acerca de la tabla periódica, queda en la profesora un grado de satisfacción al notar que los estudiantes identifican las razones por las que se le atribuye a Mendeléiev y no a Meyer el reconocimiento acerca de la organización de los elementos químicos en la tabla periódica. Es así como varios de ellos hablan de como el mundo científico honra la memoria de Mendeléiev al nombrar uno de los elementos de la actual tabla periódica con el nombre de Mendelevio.

4.4 CATEGORÍAS DE ACUERDO A LOS PRODUCTOS ESCRITOS (PROTOCOLO)

Como era de esperarse, varias de las categorías que surgieron en las sesiones de debate surgen nuevamente en los productos escritos. Se exceptúan la categoría que corresponde al *papel de mujer en la ciencia* ya que aunque se nombra no se hace con la misma insistencia y fuerza como sí ocurrió durante el debate; esta situación puede darse debido a la aclaración que durante el seminario hizo una estudiante en cuanto que ese no era el tema central de la lectura, y que la profesora corroboró; los criterios de ordenamiento para el arreglo de los elementos

en la tabla periódica tampoco se incluyeron como categorías dado que no se mencionan en los escritos.

4.4.1. Unidad de análisis desarrollo histórico y epistemológico de la tabla periódica.

Las categorías que surgieron en estos escritos son:

1. Hechos y descubrimiento del orden periódico.
2. Personajes que contribuyeron al desarrollo de la tabla periódica.
3. *Arreglos* que precedieron al descubrimiento de un *orden oculto* entre los elementos.

En el protocolo los estudiantes dan mayor crédito a los trabajos de Newlands, Dobereiner y Chancourtois en el desarrollo de la tabla periódica, es así como se hablan de las triadas de Dóbereiner y de los elementos que conformaron dichas triadas; de las octavas de Newlands y de cómo las propiedades eran similares cada ocho elementos e incluso comentan del tornillo telúrico de Chancourtois, que por cierto fue el personaje que nadie nombró durante la primera sesión del seminario. El cambio dado en este aspecto, muy seguramente se debe a que evidentemente los estudiantes tomaron nota del cierre que la profesora hizo en los diferentes seminarios, donde aclaraba y complementaba diferentes aspectos de los temas tratados. Para el caso particular, la profesora nombró a los tres personajes más sobresalientes en los intentos por ordenar los elementos conocidos hasta entonces, y que antecedieron a los trabajos de Mendeléiev y Meyer, este hecho corresponde a lo que se ha llamado *Transposición didáctica*.

Los estudiantes durante este seminario, reafirman la importancia de la electrolisis en el descubrimiento de nuevos elementos, al respecto un estudiante escribe: “todo empezó cuando los científicos empezaron a *encontrar* un elemento y luego otro y luego más”. Sin embargo no se refieren directamente a la electrólisis si no a la importancia de fabricar cada vez más pilas potentes que permitiera separar los

elementos de diferentes compuestos y así descubrir nuevos elementos.; un protocolante recogió del discurso de una relatora lo siguiente “bueno, pues yo pienso que a partir que se construyó la batería más potente arrancaron a *construir* los demás elementos, cuando empezaron a descubrir los metales alcalinos”, es más uno habla sobre la historia de la electricidad y el trabajo de Davy.

Con respecto al descubrimiento de los elementos y los métodos experimentales que lo permitieron, así como su incidencia en el desarrollo de la química, los estudiantes recuerdan las palabras de Strathern “la química alcanzó su estatus científico”. Además los estudiantes manifiestan un interés por saber ¿cuáles fueron los elementos que se descubrieron y quienes realizaron este trabajo?

De otro lado, los estudiantes reiteran el aporte significativo que hubieran dado a la ciencia las mujeres y citan los ejemplos dados en el texto y la forma como a pesar del machismo existente, muchas mujeres se destacaron exitosamente en este campo.

4.4.2 Unidad de análisis vida y obra de Mendeléiev

En estos escritos surgen como categorías de análisis:

1. Ser científico.
2. Condición humana de los científicos.

En la lectura de los diferentes protocolos la profesora encuentra que los estudiantes expresan la importancia que ha significado para ellos el seminario, uno de ellos escribe: “pudimos conocer los descubrimientos de grandes personajes, y conocer más sobre el orden y descubrimientos de la tabla periódica”, otro escribe “aprendí cómo organizaron la tabla periódica” y un tercer escribe acerca de lo que el considera ser científico: “son personas pensantes y que tienen

definido qué quieren ser en la vida, además son personas muy observadoras”. Para referirse también a los científicos un estudiante más escribe “todos podemos ser científicos en cuanto se lo proponga y defina que quiere ser en la vida”. Además los estudiantes reconocen el carácter perseverante de Mendeléiev y la importancia de éste en su vida personal y profesional: “vimos los esfuerzos y dificultades que tuvo Mendeléiev pero así salió a flote con lo que se proponía ser un gran científico importante”, “nos dimos cuenta que a pesar de todo lo que le tocó en su vida el siguió adelante...”, “la verdad para mi Mendeléiev es un científico muy ejemplar por todo lo que pasó”.

Se evidencia una vez más la dificultad de los jóvenes para relacionar hechos trascendentales en el descubrimiento del orden oculto (a parte de el de la electrólisis), eso si hay que resaltar el énfasis que se hace en el protocolo de un grupo, acerca del trabajo de Kirchoff y Bunsen, al referirse a la espectroscopia y calificarla como una *“herramienta importante para la identificación de nuevos elementos”*, en ese mismo protocolo se nombra congreso de Karlsruhe pero no se resalta la importancia de éste y su incidencia en el desarrollo de la tabla periódica.

4.4.3 Unidad de análisis Tabla Periódica

Las categorías que surgieron durante este debate fueron:

1. Orden oculto de los elementos: Mendeléiev y Meyer.
2. Irregularidades del arreglo de la tabla periódica
3. Argumentos de la ciencia acerca de la tabla periódica de Mendeléiev

Para la mayoría de los estudiantes es asombrosa la manera como Mendeléiev vislumbra el patrón que rige a los elementos químicos, y como un sencillo juego de solitario ayudó en esta tarea. Escriben como después del sueño que tuvo Mendeleiev, éste procedió a ordenar los elementos por peso atómico y observó como sus propiedades se repetían de manera periódica, se refieren de manera

particular a las valencias de los elementos. Más aún los asombra la forma como el logra explicar las aparentes inconsistencias de su tabla, cosa que no pudo hacer Meyer. Y finalmente tratan de la importancia de la tabla periódica en el desarrollo de la química y otras ciencias relacionadas con ésta.

Con respecto a la evolución que ha tenido la tabla periódica algunos estudiantes preguntan ¿y cómo llegaron a la tabla periódica de hoy?, ¿la de ahora se ve un poco diferente?

4.4.4 Unidad de análisis ser y sentido del seminario

Las categorías para esta unidad de análisis fueron:

1. Motivación
2. Enseñanza

Con respecto al efecto dejado en los estudiantes, se recogieron las siguientes subcategorías:

- “Al principio el seminario me pareció aburrido pero al final fue una enseñanza para todos y sobre todo yo quería saber cómo se descubrieron los elementos... lo único malo fueron las venidas por las tardes”.
- “El seminario estuvo lleno de muchas cosas que no conocíamos y sobre todo un avance para todos en la química y ahora sabemos claramente quienes fueron los creadores de la tabla periódica”.
- “El seminario me pareció super chebre porque fue una manera muy diferente de aprender un tema que la profesora nos quería enseñar de una manera diferente, enseñarnos algo diferente a lo tradicional, porque todos queríamos ganarle al otro grupo y demostrar que sabíamos más que los demás”

- “El seminario me pareció muy bien porque me abrió el pensamiento sobre todo entender todo lo que consistía la tabla periódica... y me enseñó una cosa que nunca nos demos por vencidos ¡nunca!”
- “A mi el seminario me encantó porque en realidad verá la tabla periódica no la conocía, yo veía que eran unos cuadritos pero a fondo no tenía ni idea de lo hermoso y el conocimiento tan brillante que se escondía detrás...”

Con respecto a la profesora se obtuvieron las siguientes subcategorías:

- “Es una persona en la cual le ayuda al alumno y si no entiende le vuelve a explicar”
- “Busca que aprendamos otras cosas interesantes”
- “...es una persona comprensiva en ocasiones, es responsable y dice unas cosas muy interesantes”
- “...es una buena profesora, da oportunidades si se las pedimos amablemente...”
- “...es una persona muy preparada...”
- “...es una persona muy inteligente...”
- “...en clase se da a entender bien...”
- “...sabe mucho de química y que la hace ver muy fácil y que tiene mucho que enseñarnos...”
- “...es muy chévere, nos explica bien y es comprensiva”
- “...esa profesora que nos cae muy bien se puede llegar a concentrar uno...”
- “...felicitó a la profesora porque desempeña un buen trabajo en la Institución Oriente Miraflores”
- “Yo le cambiaría un poco la rigidez de la profe...”
- “...que no fuera tan estricta con uno...”

4.5 RESULTADOS OBTENIDOS EN LA ACTIVIDAD 1.

Terminado el seminario y conociendo ya los hechos y circunstancias que dieron origen a la tabla periódica, así como a sus protagonistas, se procedió a hacer un reconocimiento de la tabla periódica, para ello los estudiantes haciendo uso de materiales y de una guía (ver anexo No. 5) realizaron un *mapa* de la tabla periódica (ver figuras 4, 5 y 6).

Los resultados obtenidos en la evaluación aplicada a los estudiantes (ver punto 7 del anexo 8) señalan que 21 estudiantes (68%) respondieron de manera satisfactoria (8 o más aciertos de 10) a lo correspondiente a identificación de zonas de la tabla periódica; 4 estudiantes (13%) respondieron de manera aceptable el mismo punto (entre 6 y 7 aciertos); 6 estudiantes (19%) reprobaron el punto (5 o menos de 5 aciertos). Hay que aclarar que 5 de estos últimos 6 estudiantes no cumplieron con la actividad propuesta, y otro no estuvo presente en las clases que se desarrolló la actividad.

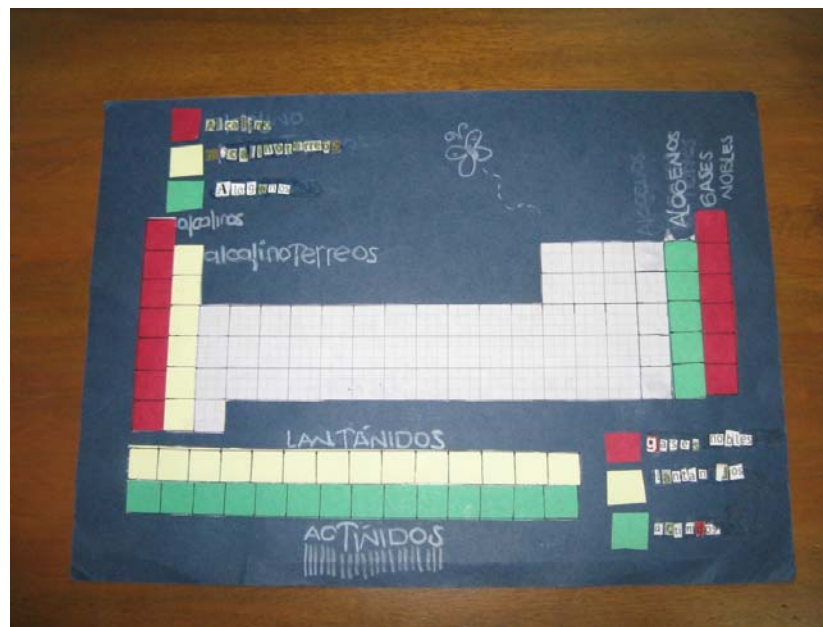
Figura No. 4. Mapa de la tabla periódica donde se diferencian claramente las zonas de los elementos representativos, de las zonas de los elementos de transición externa y de la zona de los elementos de transición interna, así como la agrupación de los elementos por familias o grupos y períodos.



Figura No. 5. Mapa de la tabla periódica donde sobresale la zona de los elementos no metálicos (sombreada con diagonales negras) de los no metálicos.



Figura No. 6. Mapa de la tabla periódica donde se diferencian los metales alcalinos, metales alcalinotérreos, gases nobles, halógenos, lantánidos y actinidos.



4.6 RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE LA ACTIVIDAD 2

Esta actividad quedó plenamente justificada, después de que la profesora analiza las respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta ¿por qué creen que la tabla se encuentra organizada de esa manera? Y cuyas respuestas ya se mostraron en la tabla No. 17, puesto que ahí se pudo observar que los jóvenes no comprenden el concepto de propiedad periódica y la incidencia de éstas en el orden establecido en la tabla y al decir verdad, para los jóvenes se trata de conceptos nuevos, para la gran mayoría es la primera vez que escuchan hablar de electronegatividad, afinidades electrónicas, tamaños iónicos, etc. Es muy importante que el estudiante descubra cómo ocurre esa periodicidad en las propiedades de los elementos. Para esta actividad los jóvenes graficaron en Excel la propiedad asignada (Figuras 7-13). Más sin embargo dadas las dificultades de algunos para manejar el programa o la falta de computador en sus casas, algunos prefirieron graficar a mano (Figuras 14-17).

En la evaluación practicada a los estudiantes, aproximadamente la mitad de los estudiantes (19 que corresponden al 61%) al responder a la pregunta ¿Por qué razón se le asigna el término “PERIÓDICA” a la tabla de los elementos químicos? (punto 4 del anexo 8) mencionan la ley periódica y explican que lo que hay en la gráfica corresponde a las variaciones del radio atómico, las cuales son máximas en los elementos del primer período y van disminuyendo a lo largo del mismo período, siendo mínimas para los elementos del grupo VII. Algunos hablan de que las “curvas suben y bajan y otra vez se repite lo mismo, como dice la ley periódica”

Las preguntas correspondientes a las predicciones de las propiedades periódicas en los elementos (puntos 1 y 2¹¹ del anexo 8) son las que registran un mayor número de aciertos 24 estudiantes (77%) predicen satisfactoriamente el

¹¹ Estos puntos fueron tomados de las pruebas Saber del 2003.

comportamiento para el radio atómico, 19 estudiantes (61%) predicen correctamente la electronegatividad para los elementos.

En el punto donde se les pide nombrar algunas propiedades periódicas las más recordadas por los estudiantes en su orden son: Electronegatividad (19), Afinidad electrónica (19), Radio Atómico (15), Radio Iónico (13), Punto de Fusión (7), Volumen atómico (2), Densidad (1), Configuración Electrónica (1), Punto de Ebullición (1). Hay que anotar que algunos nombran el número atómico, la masa atómica, periodo, número atómico y los electrones (tal vez para referirse a los electrones de valencia) como propiedades periódicas.

Figura No. 7. Densidad

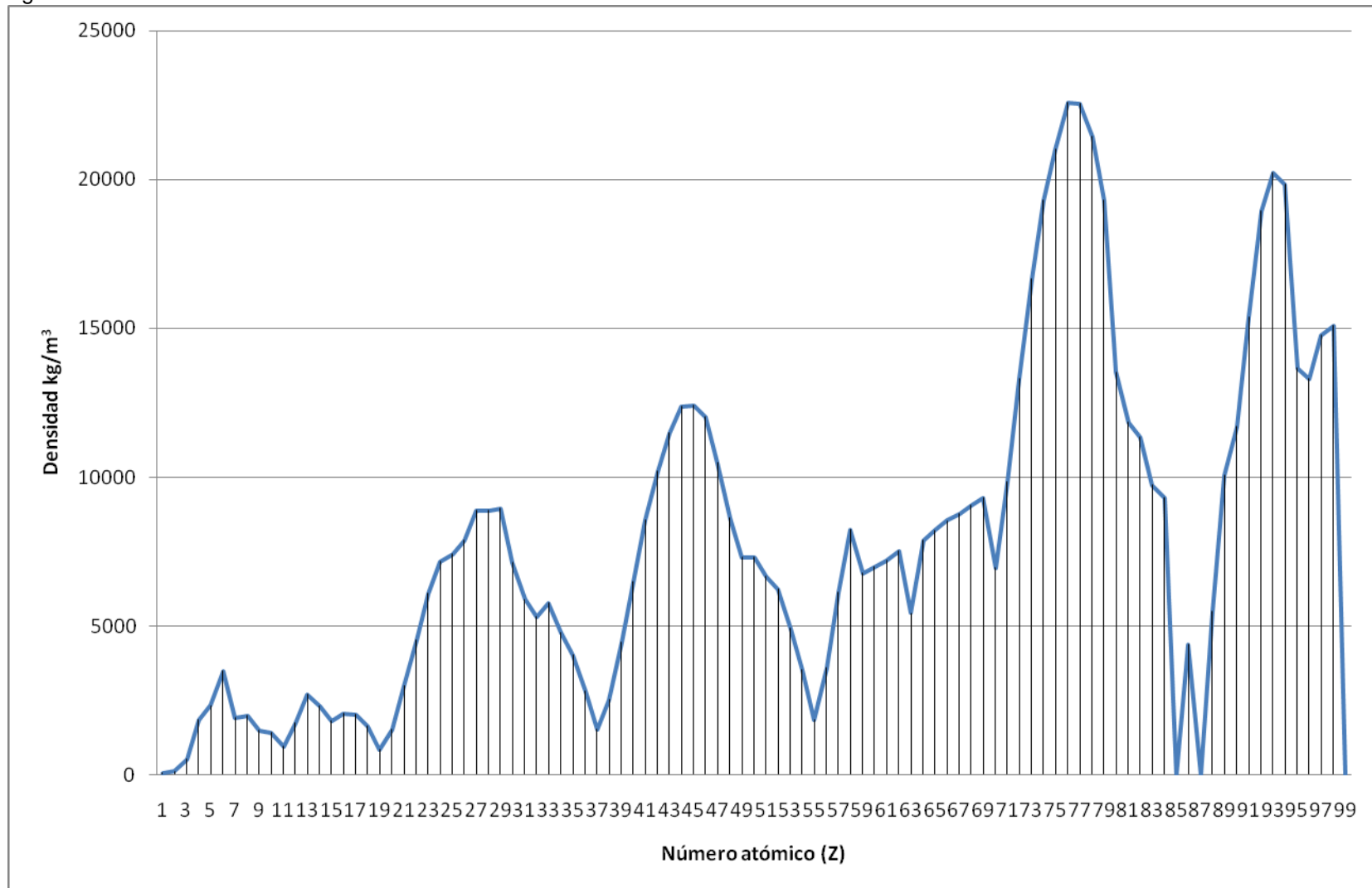


Figura No. 8. Energía de Ionización

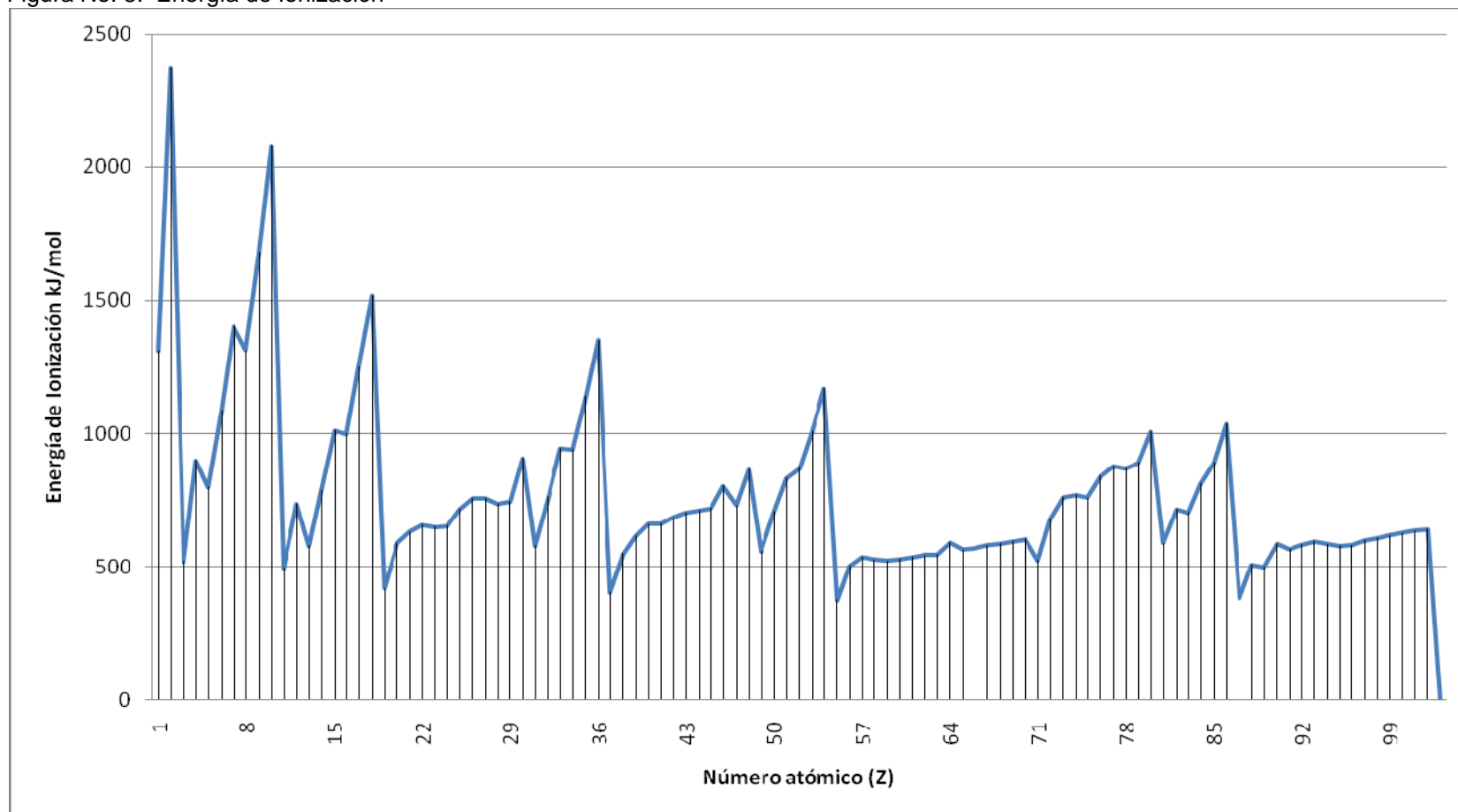


Figura No. 9. Afinidad Electrónica

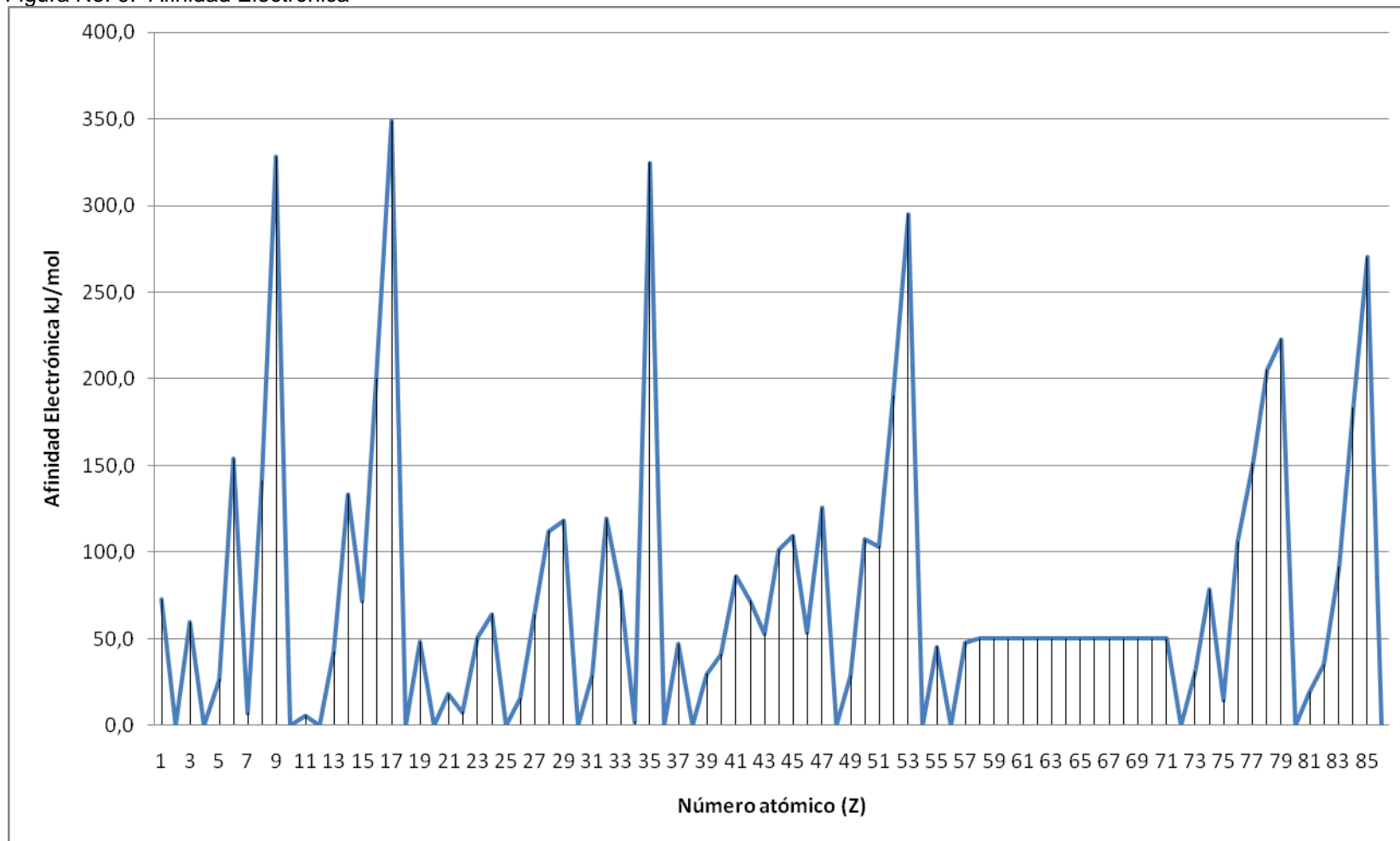


Figura No. 10. Radio Atómico

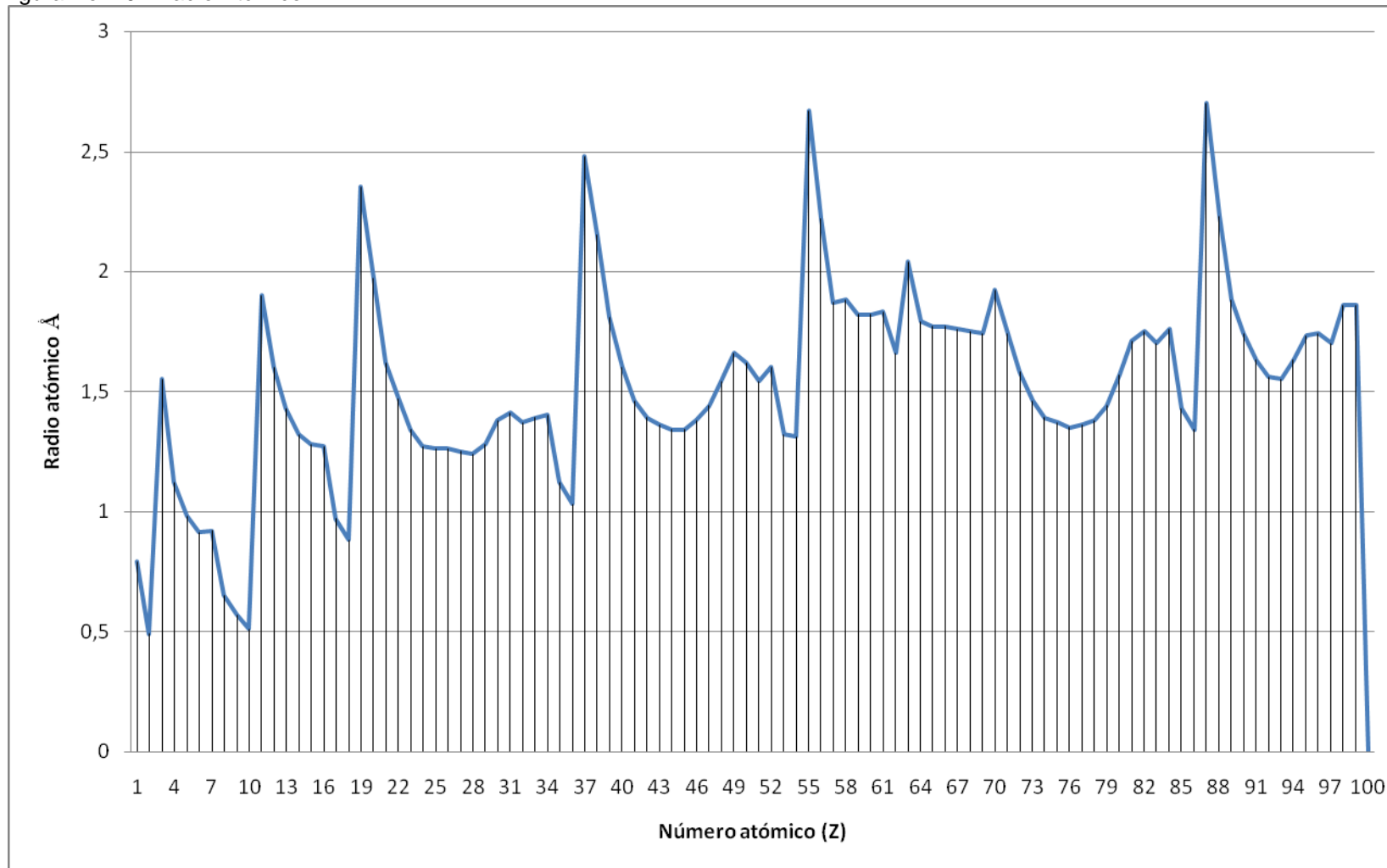


Figura No. 11. Volumen atómico.

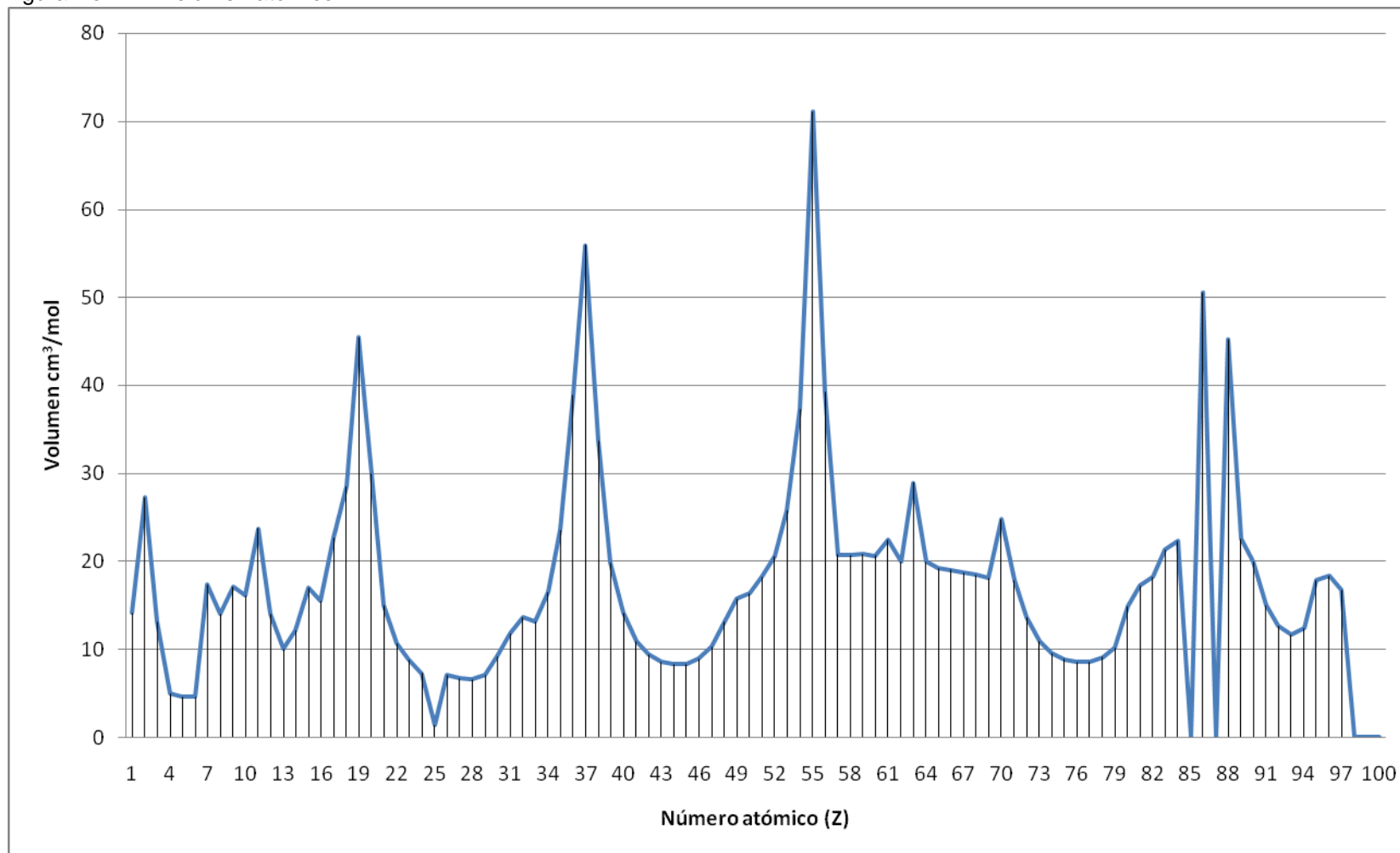


Figura No12. Punto de Fusión

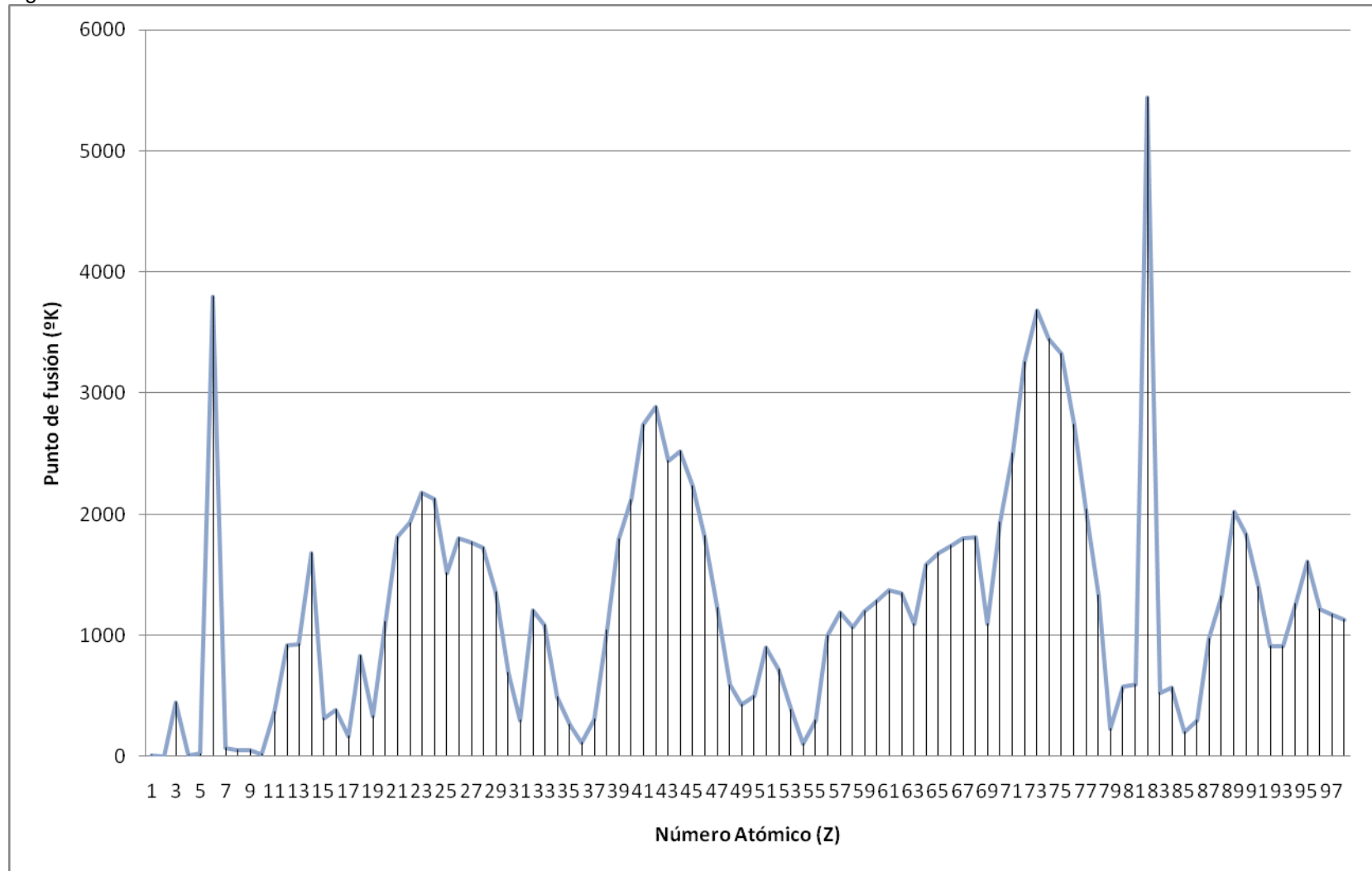


Figura No. 13. Electronegatividad

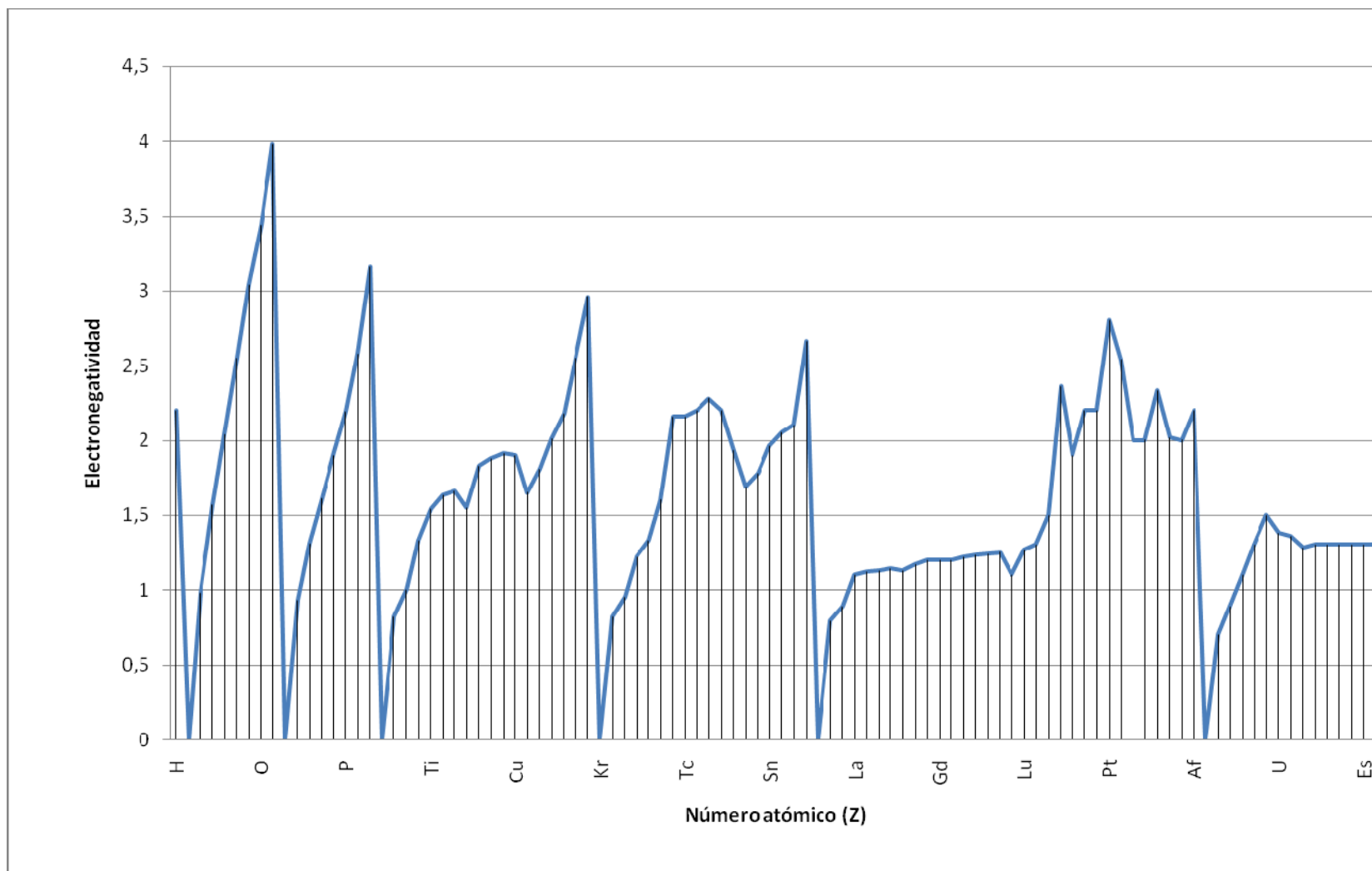


Figura No. 14. Gráfica donde se representa la variación del punto de fusión de los elementos en función de sus números atómicos.



Figura No. 15. Gráfica donde se representa la variación del radio atómico de los elementos en función de sus números atómicos.



Figura No. 16. Gráfica donde se representa la variación de la primera Energía de ionización de los elementos en función de sus números atómicos.

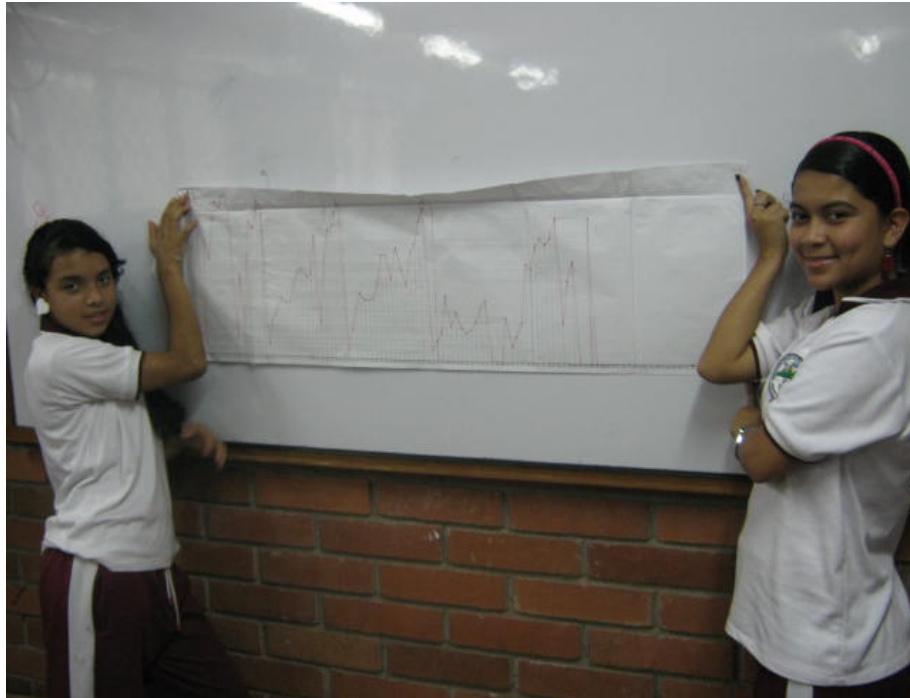


Figura No.17. Gráfica donde se representa la variación de la Electronegatividad de los elementos en función de sus números atómicos



Los resultados anteriores permiten considerar que la enseñanza de la tabla periódica desde la perspectiva epistemológica e histórica logran mejorar la actitud del estudiante hacia el conocimiento y desarrollo de la química porque contribuyen a crear ambientes más participativos; mejora la actitud hacia la ciencia al no considerarla como algo inalcanzable y hecha sólo para genios, todo lo contrario, al conocerse la parte humana de los científicos varios de los estudiantes se identifican con ellos. También mejora la actitud por que el estudiante descubre que el desarrollo de la ciencia corresponde a una evolución de la misma, marcada por varios procesos en los que intervienen varios protagonistas.

Con una enseñanza como la presentada se logra suscitar la curiosidad de los estudiantes por que despierta en ellos el interés manifestado explícitamente en los diferentes cuestionamientos que se hacen entre ellos y a la profesora y que fueron objeto de consulta y profundización.

CONCLUSIONES

La *Propuesta Metodológica para el aprendizaje de la tabla periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica* mejora la actitud de los estudiantes porque:

- Descubren que cualquiera de ellos puede llegar a ser científico, a pesar de la pobreza, de las dificultades escolares en un momento dado y las calamidades a la que todo humano está expuesto.
- Permite la participación de los estudiantes.
- Descubren todo el trabajo, historia y personajes que hay detrás de cada uno de esos *cuadritos* que conforman la tabla periódica.
- Por tanto se cumplieron ambas hipótesis.

Además

- Los estudiantes descubrieron que una de las cosas que más caracterizó a Mendeléiev fue su perseverancia y la consideran como una *herramienta* de los científicos, así como la observación.
- Que los estudiantes reconocieran por qué razones se le atribuye a Mendeléiev y no a Meyer la creación de la tabla periódica.
- Los estudiantes logran identificar a Dobereiner, Newlands, Mendeléiev y Meyer como personajes que contribuyeron a descubrir el orden oculto de los elementos; también consideran importantes a Lavoisier, Berzelius, Chancourtois, Kirchoff, Bunsen y Davy en este descubrimiento.
- Los estudiantes identifican hechos decisivos en el descubrimiento del orden periódico, el más señalado por ellos es la invención de la pila y la aplicación de ella en la electrólisis, técnica que permitió separar elementos de sus compuestos y así se lograron identificar varios de ellos, hasta ese momento desconocidos.

- Mediante la elaboración de gráficas de las propiedades periódicas, los estudiantes redescubren la *ley periódica* y de esa manera le encuentran sentido a la misma y al orden establecido en la tabla periódica. Esto a su vez repercute en la correcta predicción de las propiedades en los diferentes elementos.

Por tanto se hace necesario que se le de la oportunidad al estudiante de conocer, qué ha dado origen a la ciencia, y en el caso particular, al arreglo periódico, de tal manera que el estudiante encuentre sentido a la disposición de los elementos en la tabla periódica, lo que redundará en un aprendizaje con consecuencias gratificantes al comprender los demás conceptos que se derivan del buen uso que se le de a la Tabla Periódica. La enseñanza a partir de la epistemología e historia de las ciencias ha demostrado dar buenos resultados en el aprendizaje de los estudiantes porque logra mejorar las actitudes de los jóvenes, al descubrir los hechos y circunstancias que han rodeado un descubrimiento así como a los protagonistas de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, D., José Antonio. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Innovación Tecnológica*. En: Historia y Epistemología de las Ciencias, Historia Enseñanza de las Ciencias, 2001, 19 (1), p.151-162

ANDRADE, G. Julio José. CORSO, Hugo Luis. GENNARI Fabiana Cristina. Se busca una magnitud para la unidad mol. En: Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Enero 2006, 3(2). p.p. 229-236. ISSN: 1697-011X.DL <http://www.apac-eureka.org/revista>

ASIMOV Isaac, La búsqueda de los Elementos. Barcelona. Plaza y Janes, 1992. P. 15-53.

ASTOLFI J.P. Conceptos clave en la didáctica de las disciplina. Investigación y Enseñanza. Sevilla.. Diada editora. 2001. p. 11-20, 83-90. Colección: Investigación y Enseñanza. Serie: Fundamentos. No. 17.

BERTOMEU S. José R. Historia de la Química. <http://www.uv.es/bertomeu/>

CARRETERO, Mario. (2000). Construir y Enseñar las Ciencias Experimentales, edición Argentina AIQUE. ISBN: 957013393

CLARET, Z. Alfonso. Relación entre el conocimiento del estudiante y el conocimiento del maestro en las ciencias experimentales. Cali. Colciencias. Universidad del Valle. Instituto de Educación y Pedagogía. 2000. ISBN: 958-670-157-3.

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. ¿Cómo participar en los procesos educativos de la Escuela?. Cartilla para padres de familia, guía No. 26. 2006.

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Y ahora...¿cómo mejoramos? Cartilla Planes de Mejoramiento, guía No. 5. 2004.

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Pruebas Saber 9 Grado. Prueba de Ciencias Naturales. 2003.

CUBILLOS, German. POVEDA, Flor M. VILLAVECES, José Luis. Hacia una historia epistemológica de la química, Academia colombiana de ciencias exactas físicas y naturales. Bogotá. Ed Guadalupe S.A., Colección Enrique Pérez Arbeláez No. 3, 127 p. ISBN 958-9205-02-X

CHAMIZO, Jose Antonio. El maestro de lo infinitamente pequeño: John Dalton. Colección viajeros del conocimiento. Pangea Editores S.A. Colombia. 2002. 99p. ISBN 970-709-001-9

CHEVALLARD Yves. La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. 3ª edición. Buenos Aires: Aique. 1998. Colección Psicología cognitiva y Educación.

DAMPIER W.C. Historia de la Ciencia y de sus relaciones con la filosofía y la religión. México. Ed. Aguilar.

D'AMORE Bruno. Bases filosóficas, pedagógicas, epistemológicas y conceptuales de la didáctica de la matemática. México. Ed. Reverté, ISBN: 968-6708-58-8. <http://books.google.com.co>

ELLIOT, J. La investigación acción en educación. Segunda edición. Madrid. Ediciones Morata, 1994.

FURIÓ, Carles. AZCONA, Rafael. GUIASOLA, Jenaro. Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de *Cantidad de Sustancia y Mol.* En: Revista Enseñanzas de las Ciencias, 1999, 17, p. 359-376.

GALLEGO, B. Rómulo. PEREZ, M. Royman, URIBE, B. María V., CUELLAR, F. Luigi, AMADOR, R. Rafael Y., El Concepto de Valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. p. 571-583.
<http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista10vol3/ar18r10v3.pdf>

GARCÍA, B. Jacqueline. ¿Cómo enseñar asignaturas científicas?
<http://basicamente.usta.edu.co/mainartic2.htm>

GIUNTA, C. "Argón and ther Periodic System: the piece that Wolud not Fit". En: *Foundations of Chemistry*, **2001**, 105-128.

HENDRY, R. F., "Lavoisier and Mendeleev on the elements", ". En: *Foundations of Chemistry*, **2005**, 31-48.

IZQUIERDO, Mercé y ADÚRIZ, B. Agustín. Los modelos teóricos para la ciencia escolar: Un ejemplo de Química. En: Enseñanza de las Ciencias. Númeo Extra. VII congreso. 2005. p. 1-5.

JIMENEZ, J. José y CRIADO, G., Ana. Análisis de las actividades sobre la historia de la química en los libros de física y química del segundo ciclo de la ESO. En: Enseñanza de las Ciencias, 2005 Número extra. VII congreso.

KUHN, Thomas S. ¿Qué son las revoluciones científicas?, Ediciones Altaza S.A., 1994. Barcelona. 154 p.

KUHN Thomas S. La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de cultura económica. Bogotá. Fondo de Cultura Económica. 1992. 319 p. ISBN 958-9093-17-5.

LAKATOS, Imre., Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales. Editorial Tecnos. Madrid. 2001. ISBN: 84-309-0538-3

LAWRENCE, S. "Concerning the position of hydrogen in the Periodic Table". En: Foundations of Chemistry, **2006**, 31-35

LOSEE, J., Filosofía de la ciencia e investigación histórica, Alianza Editorial, Madrid. 1989. ISBN: 84-206-2613-9.

LINARES, L. Rita M. Elemento, átomo y sustancia simple: Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química. Ballaterra. 2004. 464 p. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. www.tdx.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-1010105-200928/rmlll1de2.pdf

MADRID, I. Juana María, LUCERO, Lidia Amanda. Modelos de Enseñanza Aprendizaje y Desarrollo profesional. Asociación Universitaria de Formación del Profesorado (AUFOP). V.A. 369-99. 1999 I.S.S.N 1575-0965. D.L.

MASANORI Kaji. Mendeleev's discovery of the periodic law: the origin and the reception. En: Foundations of Chemistry. Vol. 5. 2003. p. 189-214.

McKERNAN, James. Investigación-acción y currículo: Métodos y recursos para profesionales reflexivos. Ediciones Morata. Madrid. 1996.

MENDELEEV D. "The Periodic Law of the Chemical Elements". En *Journal of the Chemical Society*, 1889, 55, 634-656. (en línea) 1 ed. (citado 12 ag. 2002) Disponible en internet en: <http://webserver.lemoyne.edu/faculty/giunta/mendel.html>

MERTON R. K. Ciencia, tecnología sociedad en la Inglaterra del siglo XVII. Alianza Editorial. Madrid, 1984.

MILLER, David (compilador). Popper Escritos Selectos, Fondo de Cultura Económica. México D.F. 1995, p.25-60.

OSBORNE Roger, FREYBERG Peter. El Aprendizaje de las Ciencias. Influencia de las "ideas previas" de los alumnos. Narcea S.A. de ediciones. Tercera edición. Madrid. 1998. ISBN: 84-277-0887-4.

POPPER, Kart R. Conjeturas y Refutaciones. El desarrollo del Conocimiento Científico, Ediciones Paidós Ibérica S.A., Barcelona, 1991. 512 p.

POPPER, Kart R. La lógica de la Investigación Científica, Editorial Tecnos, S.A. Madrid. 1962. 431p.

POZO, M. Juan Ignacio. GÓMEZ, C. Miguel A., Aprender y enseñar ciencia del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata. Madrid. 1998.

RESTREPO, R. Guillermo. Búsqueda de la Estructura Matemática de la Ley Periódica. Bucaramanga. 2002. 109 p. Trabajo de Grado (Maestría en química). Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencias. Escuela de Química.

RESTREPO, R Guillermo. MESA, H. LLANOS, E. J. VILLAVECES, J. L. Topological Study of the Periodic System. En: J. Chem. Inf. Comput. Sci. 2004, 44.68-75.

RESTREPO, R. Guillermo. LLANOS E. J. MESA, H. Topological Space of the Chemical Elements and Its Properties. En: J. Math. Chem. 2006, 39, 401-416.

RESTREPO, G. MESA, H. LLANOS, E. J. VILLAVECES, J. L. Topological Study of the Periodic System. In The Mathematics of the Periodic Table; King, R. B., Rouvray, D. H., Eds.; Nova: New York, 2006; p.75-100.

ROMAN, P. Pascual, Mendeleiev: el profeta del orden químico, Madrid, Nivel: 2002.

SCERRI , E., Editorial 25, ". En: *Foundations of Chemistry*, 2007

SOLBES, J. Y TRAVER, M. Resultados obtenidos introduciendo Historia de la ciencia en las clases de Física y Química: mejora la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. En: Enseñanza de las Ciencias. Número Extra. VII Congreso 1. 1996.

STRATHERN Paul. El sueño de Mendeleiev: De la alquimia a la química. Madrid. Siglo veintiuno de España editores. 2000. ISBN: 84-323-1046-8.

VARGAS C. Isabel M. Didáctica I de la Matemática. U.M.C.E. Departamento de Matemáticas. 2000. p.8. http://mat.uv.cl/profesores/apuntes/archivos_publicos

VELEZ, W. Cecilia María. Formar en Ciencias ¡el desafío!: Lo que necesitamos saber y saber hacer, Ministerio de Educación Nacional, Colombia. Series Guías No. 7, Julio 2004, p.3. ISBN 958-691-185-3

VIHALEMM R. Are laws of nature and scientific theories peculiar in chemistry? Scrutinizing Mendeleev's discovery. En: Foundations of Chemistry. Vol 5: p. 7–22, 2003. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.

VILLAVECES, C. José Luis. La enseñanza de la estructura de los átomos y las moléculas. En: Revista TED (Tecne, Episteme y Didaxis) Universidad Pedagógica Nacional. No. 09. Primer semestre. 2001. ISSN: 0121- 3814. http://w3.pedagogica.edu.co/storage/ted/articulos/ted09_14arti.pdf

VILLAVECES, J. L. CUBILLOS, G y ANDRADE, E. ¿Es Dalton el padre de la teoría atómica?. HACIA UNA HISTORIA EPISTEMOLÓGICA DE LA QUÍMICA. Bogotá. Academia Colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales. 1989. Colección Enrique Perez- Arbelaez. No. 3. p. 71.

VILLAVECES, C. José Luis. Química y Epistemología, una relación esquivada. En; Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Vol 1, número 2-3. 2000. Universidad El Bosque. p. 9-26. ISSN: 0124-4620.

VILLAVECES J. L., La Tabla Periódica: un microscopio para ver el interior del átomo: En: *Deslinde*, 2001, 29.

ANEXOS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
MARTÍNEZ ARGÚELLO

LUZ DARY

*Estudiante de Maestría en
Pedagogía*

Encuesta a estudiantes grado Undécimo

Institución Educativa Oriente Miraflores

Lugar: Sede A

Fecha: _____

Respetados estudiantes: En el marco de la Maestría en pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, estoy realizando el trabajo de investigación “*Propuesta Metodológica para el Aprendizaje de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica*”, para lo cual se requiere conocer qué aspectos de la química relacionados con la Tabla Periódica el estudiante recuerda. Así como de indagar la forma como aquellos le fueron transmitidos. Por tanto solicito a Ustedes dar respuesta con la mayor sinceridad posible a la totalidad de las preguntas que a continuación se plantean.

1. Escriba al frente de cada ítem si corresponde a una propiedad física o una propiedad química

- a. Quemar un trozo de madera

- b. El hierro atraído por un imán

c. La coloración negra que adquiere un trozo de plata.

d. Los metales conducen muy bien la electricidad y el calor.

e. Adicionar un alcazeltzer al agua

f. Cuando se adiciona potasio al agua, se observa una reacción violenta

2. A continuación se presenta una serie de términos o conceptos, indique cuáles corresponden a una propiedad periódica.

a. Fotosíntesis

b. Respiración

c. Electronegatividad

d. Oxidación

e. Tamaño atómico

f. Combustión

3. Describa brevemente la forma como le enseñaron el tema de Tabla Periódica

4. ¿Qué aprendió de este tema?

5. ¿Recuerda algunas circunstancias históricas o personajes que contribuyeron al desarrollo de la Tabla Periódica?



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ARGÚELLO

LUZ DARY MARTÍNEZ

*Estudiante de Maestría en
Pedagogía*

**Encuesta a estudiantes grado Noveno
Institución Educativa Oriente Miraflores**

Lugar: Sede A

Fecha: _____

Respetados estudiantes: En el marco de la Maestría en pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, estoy realizando el trabajo de investigación “*Propuesta Metodológica para el Aprendizaje de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica*”, para lo cual se requiere saber qué aspectos de la química relacionados con la Tabla Periódica se conocen. Así como de indagar la forma como aquellos le fueron transmitidos. Por tanto solicito a Ustedes dar respuesta con la mayor sinceridad posible a la totalidad de las preguntas que a continuación se plantean.

1. Escriba al frente de cada ítem si corresponde a una propiedad física o una propiedad química

a. Quemar un trozo de madera

b. El hierro atraído por un imán

c. La coloración negra que adquiere un trozo de plata.

d. Los metales conducen muy bien la electricidad y el calor.

e. Adicionar un alcazeltzer al agua

f. Cuando se adiciona potasio al agua, se observa una reacción violenta

2. A continuación se presenta una serie de términos o conceptos, indique cuáles corresponden a una propiedad periódica.

a. Fotosíntesis

g. Respiración

h. Electronegatividad

i. Oxidación

j. Tamaño atómico

k. Combustión

6. Describa brevemente los aspectos que conoce acerca de el tema de Tabla Periódica

¿Conoce algunas circunstancias históricas o personajes que contribuyeron al desarrollo de la Tabla Periódica?

7. ¿Considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia (en este caso particular el de la Tabla Periódica)?.

Si _____ No _____

8. En caso afirmativo de las razones por las que considera importante conocer el desarrollo histórico de la ciencia?



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

LUZ DARY

MARTÍNEZ ARGÚELLO

Estudiante de Maestría en

Pedagogía

Encuesta a profesores

Institución Educativa Oriente Miraflores

Lugar: Sede A

Fecha: _____

Respetados profesores: En el marco de la Maestría en pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, estoy realizando el trabajo de investigación “*Propuesta Metodológica para el Aprendizaje de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica*”, para lo cual se requiere conocer qué aspectos de la química relacionados con la Tabla Periódica son tenidos en cuenta al momento de su enseñanza. Así como de indagar la forma como aquellos son transmitidos. Por tanto solicito a Ustedes dar respuesta con la mayor sinceridad posible a la totalidad de las preguntas que a continuación se plantean.

1. ¿Qué aspectos tiene en cuenta al planear el tema de la Tabla Periódica?

2. ¿Cuáles son las estrategias didácticas que más utiliza en la enseñanza de la Tabla Periódica?

3. Cuando enseña el tema de la Tabla Periódica tiene en cuenta algunos elementos históricos y/o epistemológicos? . Si _____
No _____

4. En caso afirmativo señale los elementos históricos y/o epistemológicos que tiene en cuenta en la enseñanza de la Tabla Periódica.

5. 4¿Cómo enseña el tema de la Tabla Periódica (procedimiento)?

6. ¿Considera importante la enseñanza de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica? ¿por qué?



EN BÚSQUEDA DE UNA ESTRUCTURA OCULTA

Grado Noveno

Institución Educativa Oriente Miraflores

Lugar: Sede A

Fecha: _____

Respetados estudiantes: En el marco de la Maestría en pedagogía de la Universidad Industrial de Santander, estoy realizando el trabajo de investigación “*Propuesta Metodológica para el Aprendizaje de la Tabla Periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica*” se presenta como estrategia de enseñanza el Seminario de Investigación que permitirá desarrollar en los jóvenes diferentes tipos de competencias lo que redundará a favor del estudiante.

PROBLEMA

¿Qué aspectos condujeron e incidieron en el desarrollo del arreglo que hoy conocemos como Tabla Periódica?

OBJETIVO

Analizar el desarrollo histórico de la tabla periódica, características, propiedades, conceptos y campo de aplicación desde el surgimiento hasta la actualidad.

LOGROS

- ✓ Identifico algunas causas y circunstancias que dieron origen al arreglo que hoy conocemos como Tabla Periódica

- ✓ Analizo críticamente la incidencia de la filosofía en el desarrollo de la ciencia.
- ✓ Comprendo como el avance de la ciencia está movido por intereses sociales, políticos, religiosos y personales.
- ✓ Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
- ✓ Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.

INDICADORES DE LOGRO

- ✓ Busco información en diferentes fuentes, las comparo con las lecturas propuestas por la profesora
- ✓ Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros compañeros.
- ✓ Registro los aportes realizados por mis compañeros y los míos propios.
- ✓ Entrego un escrito (ensayo, protocolo) donde se ve reflejada mi posición frente al tema propuesto.

TIEMPO: 10 sesiones de 5 horas diarias (3 en las tardes) durante dos semanas.

TEXTO ESCOGIDO. El sueño de Mendeleiev. De la Alquimia a la Química. Siglo veintiuno de España Editores.

Autor: Paul Strathern.

Capítulo 12: La búsqueda de una estructura oculta.

Capítulo 13: Mendeleiev

Capítulo 14: La Tabla Periódica

Para efectos del seminario y por manejo de tiempo, la lectura se ha dividido en 4 momentos:

I momento: La búsqueda de una estructura oculta. P. 220-227

II momento: Mendeleiev I: p. 228-248.

III momento: Tabla Periódica: 249-256.

ACTIVIDADES

1. Conformación de grupos y asignación de roles

Forme grupos de a cinco personas y asigne a cada uno un rol: relator, correlator, protocolante y discursantes.

2. Lectura

Lea cuidadosamente el capítulo 12 del texto “El sueño de Mendeleiev. De la Alquimia a la Química” de Strathern. Para ello siga las siguientes indicaciones:

Reconocimiento de texto:

- Determine cuántos párrafos hay en cada texto
- Qué tipo de texto se trata
- Contextualice en el tiempo y en el espacio
- Identifique los personajes
- Lea nuevamente el texto y subraye las ideas principales
- Jerarquice las ideas
- Extraiga la idea central del texto
- Consulte otras fuentes sobre el tema propuesto
- Haga una lista de preguntas o inquietudes

PARA EL PROCESO DE LECTURA TENGA EN CUENTA QUE:

¿Que debo hacer cuando leo?

Centra la atención en lo que estás leyendo, sin interrumpir la lectura con preocupaciones ajenas al libro.

Ten Constancia. El trabajo intelectual requiere repetición, insistencia. El lector inconstante nunca llegará a ser un buen estudiante.

Debes **mantenerte activo ante la lectura**, es preciso leer, releer, extraer lo importante, subrayar, esquematizar, contrastar, preguntarse sobre lo leído con la mente activa y despierta.

No adoptes prejuicios frente a ciertos libros o temas que vayas a leer. Esto te posibilita profundizar en los contenidos de forma absolutamente imparcial.

En la lectura aparecen datos, palabras, expresiones que no conocemos su significado y nos quedamos con la duda, esto bloquea el proceso de aprendizaje. Por tanto no seas perezoso y **busca en el diccionario** aquellas palabras que no conozcas su significado.

3. Elaboración de la relatoría

Escriba sus ideas con respecto a la lectura de una manera clara, ordenada y coherente. Para ello tenga en cuenta la jerarquización que hizo de las ideas del texto y enriquezca con las consultas realizadas.

4. Ejecución del Seminario

Para ello tenga en cuenta la función de cada uno de los roles:

Relator:

Correlator:

5. Protocolo

Al finalizar cada seminario se entregará por grupo un protocolo que recogerá los aspectos más sobresalientes del seminario y los aportes de cada uno de los participantes.

6. Repita los anteriores pasos para los momentos II y III.

7. Preguntas problematizadoras

Con el fin de hacer más provechoso el seminario, tenga en cuenta las siguientes preguntas problematizadoras. Descubra las respuestas a la misma a medida que se lleva a cabo las lecturas y las respectivas consultas.

- *¿Cómo se construye el conocimiento?*
- ¿cuándo se empieza a hacer ciencia y cómo se hace ciencia?
- ¿Qué personajes hicieron o aportaron avances al descubrimiento de un ORDEN entre los elementos?
- ¿Los científicos son seres superdotados, perfectos, que no tienen problemas y por eso les queda tiempo para estudiar las cuestiones de su interés y descubrir otras?
- ¿De qué manera incidió la invención de la pila eléctrica con el descubrimiento del orden oculto que traen consigo los elementos y que más tarde permitió dar origen a la tabla periódica?
- ¿Qué otro hecho científico contribuyó a dar origen de la tabla periódica?
- ¿cómo se ha construido teoría sobre la Tabla Periódica y sobre las propiedades periódicas
- ¿Por qué está organizada la Tabla Periódica de esa manera?

- ¿Cuándo y por qué se empezó a pensar en un orden oculto para los elementos?
- ¿Cómo se organizaron los elementos en un comienzo?
- ¿Cuántos elementos se conocían exactamente?
- ¿Era infinito la cantidad de elementos por descubrir?
- ¿Había algún patrón o característica oculto dentro de los elementos que permitiera dilucidar algún orden?, ¿cuál?
- ¿Por qué no se descubrió mucho antes el Orden Periódico?
- Actualmente, ¿cómo se encuentran organizados los elementos?
- *¿Qué papel juega la historia en la ciencia?*
- ¿Qué circunstancias sociales rodearon a los personajes responsables del arreglo periódico y cómo repercutió esto en ellos y en la ciencia?,
- ¿Qué hechos (sociales, culturales, religiosos, personales, científicos) fueron determinantes para el descubrimiento del orden periódico de los elementos?

Nota: observe que hay preguntas en letra cursiva: se puede decir que éstas dos son las preguntas problematizadoras orientadoras, y que las otras son secundarias a estas.

ANEXO No. 5



Profesora: Luz Dary Martínez Argüello

Profesora de Ciencias

CONOCIENDO EL ARREGLO PERIÓDICO

LOGROS

- ✓ Identifico algunas ventajas de la organización periódica de los elementos.
- ✓ Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos.
- ✓ Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
- ✓ Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.

OBJETIVOS

- ✓ Conocer cómo se encuentra organizada la tabla periódica moderna.
- ✓ Diferenciar las distintas regiones de la tabla periódica y los elementos que la conforman.

MATERIALES

Cartulina de colores, revistas, tijeras, colores, pegamento, marcador.

ACTIVIDADES

1. Observo detenidamente el esquema de una tabla periódica
2. Realizo una revisión bibliográfica de la clasificación y ordenamiento de la tabla periódica.

3. Toma una cartulina negra, sobre ella vas a pegar todo lo que se te indique.
4. Haz un molde de la tabla periódica, en el tamaño que tú quieras (puedes hacer el molde en una hoja cuadrículada)
5. Toma la cartulina Roja y recorta la zona que corresponde a los elementos representativos (Zona A) y pégalo en la cartulina negra.
6. Luego con la cartulina Amarilla recorta la zona donde se encuentran los elementos de transición o la zona B, pégala al igual en la zona que corresponde en la cartulina negra.
7. Con la cartulina verde recorta la zona que corresponde a los elementos de transición interna o tierras raras y pégala en la cartulina negra.
8. Marca con letras recortadas de revista o periódico cada uno de los grupos representativos: IA, IIA, IIIA, IVA, VA, VIA, VIIA, VIIIA
9. Lo mismo haz con los elementos de transición o grupo B.
10. Recorta números de 1 a 7 para que señales los respectivos períodos.
11. Busca el Lantano (La) cuyo número atómico es 57 y ubícalo dentro de la tabla periódica que has estado construyendo (para ello recorta de la revista y construye su símbolo y Z), luego busca el Cerio (Ce) cuyo número atómico es 58, pero que se encuentra dentro de la zona de tierras raras, también ubícalo.
12. Lo mismo haz con el Actinio ($Z=89$) y el Torio ($Z=90$). En ambos casos, notarás que hay un salto. Después de ubicar el Cerio notarás que ahí empieza la serie de los LANTÁNIDOS. Lo mismo ocurre con los ACTINIDOS
13. Traza con un marcador, *la escalera* que separa los elementos metálicos de los no metálicos.

14. Subraya con diagonales a los elementos NO METÁLICOS (no olvides incluir el hidrógeno)

15. Ahora por el revés de la cartulina negra vamos a elaborar otra tabla periódica pero esta vez vamos a ubicar:

- a. Rojo: Metales alcalinos
- b. Amarilla: Metales alcalinotérreos
- c. Verde: Halógenos
- d. Azul: gases nobles.
- e. Naranja: Lantánidos
- f. Rosado: Actínidos
- g. Recorta cuadros para marcar convenciones y en frente con letras recortadas coloca el nombre a que corresponde cada color.
- h. Marca las zonas s, p, d y f
- i. A cada grupo asigne la configuración electrónica correspondiente: s^1 , s^2 , s^2p^1 , etc.

ANEXO No 6



Profesora: Luz Dary Martínez Argüello.

PROPIEDADES PERIÓDICAS

Muchas propiedades de los elementos varían de forma gradual al movernos en un determinado sentido en el sistema periódico con patrones que se repiten **periódicamente**.

La comprensión de esta periodicidad permite entender mejor el enlace de los compuestos simples, y nos otorga una cierta capacidad de predicción sobre las propiedades de un elemento conocida su situación en la tabla periódica.

¿Qué son?

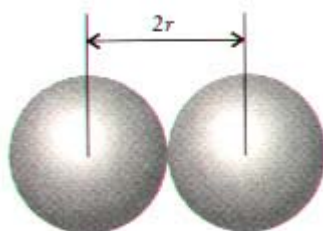
Son propiedades que presentan los elementos químicos y que se repiten secuencialmente en la tabla periódica. Por la colocación en la misma de un elemento, podemos deducir qué valores presentan dichas propiedades así como su comportamiento químico.

Es así como vamos a encontrar una periodicidad de esas propiedades en la tabla, lo que supone, por ejemplo, que la variación de una de ellas en los grupos va a responder a una regla general. Esto nos permite, al conocer estas reglas de variación, cuál va a ser el comportamiento químico de un elemento, ya que dicho comportamiento, depende en gran manera, de sus propiedades periódicas.

Principales propiedades periódicas

Hay un gran número de propiedades periódicas. Entre las más importantes destacaríamos:

Radio atómico de un elemento es la mitad de la distancia entre los centros de dos átomos vecinos.



15 Radio atómico

Variación periódica:

Aumentan hacia abajo en un grupo (en cada nuevo periodo los electrones más externos ocupan niveles que están más alejados del núcleo, los orbitales de mayor energía son cada vez más grandes, y además, el efecto de apantallamiento hace que la carga efectiva aumente muy lentamente de un período a otro). *Disminuyen a lo largo de un periodo* (los nuevos electrones se encuentran en el mismo nivel del átomo, y tan cerca del núcleo como los demás del mismo nivel. El aumento de la carga del núcleo atrae con más fuerza los electrones y el átomo es más compacto).

En el caso de los *elementos de transición*, las variaciones no son tan obvias ya que los electrones se añaden a una capa interior, pero todos ellos tienen radios atómicos inferiores a los de los elementos de los grupos precedentes IA y IIA. Los volúmenes atómicos van disminuyendo hasta que llega un momento en el que hay tantos electrones en la nueva capa que los apantallamientos mutuos y las repulsiones se hacen importantes, observándose un crecimiento paulatino tras llegar a un mínimo.

Volumen atómico

El volumen atómico fue definido por Meyer como el espacio que ocupa el átomo de un elemento, y lo calculó dividiendo la masa atómica del elemento entre su densidad. Pero como un mismo elemento químico puede presentar varias estructuras sólidas diferentes, tendrá varios volúmenes atómicos, según la definición de Meyer; de ahí que se caracterice ahora el tamaño de los átomos mediante el **radio atómico**, calculado en función de las distancias a que se sitúan los átomos cuando forman enlaces para unirse entre sí.

Variación periódica:

La variación del volumen atómico de los elementos es paralela a la de los radios atómicos, y en un grupo del sistema periódico va creciendo a medida que aumenta su número atómico. En un período, el análisis de la variación resulta más complejo.

Radio iónico:

La estructura y la estabilidad de los sólidos iónicos dependen de manera crucial del tamaño de los iones. Éste determina tanto la energía de red del sólido como la forma en que los iones se empaquetan en el sólido. Además el tamaño iónico influye en las propiedades de los iones en disolución.

El tamaño de un ion depende de: Su carga nuclear y Número de electrones.

Variación periódica:

Los iones positivos sencillos son siempre más pequeños que los átomos de los que derivan y, al aumentar la carga positiva, su tamaño disminuye. Los iones sencillos cargados negativamente son siempre mayores que los átomos de los que derivan. El tamaño aumenta con la carga negativa.

Dentro de un grupo, las diferencias entre los radios atómicos e iónicos son muy parecidas. Para iones con la misma carga, el tamaño aumenta conforme bajamos por un grupo de la

tabla periódica. Un aumento en el número cuántico principal del orbital ocupado más externo de un ion, aumenta también el tamaño del ion así como el del átomo del que deriva. *Los radios iónicos, en general, aumentan al descender por un grupo y disminuyen a lo largo de un periodo. Los cationes son menores que los respectivos átomos neutros y los aniones son mayores.*

Ejemplo:

¿Cuál de los siguientes iones y átomos es el más grande: S^{2-} , S, O^{2-} ?

Los aniones presentan un tamaño superior al de los átomos de los que proceden, por tanto, $r_{S^{2-}} > r_S$.

S y O son elementos que se encuentran dentro de la misma columna y, en concreto, el S por debajo del O, de modo que al aumentar el número cuántico principal del orbital ocupado más externo del ion S^{2-} se tiene que $r_{S^{2-}} > r_{O^{2-}}$.

Por tanto, el ion más grande es el ion S^{2-} .

Energía de Ionización o potencial de Ionización

Primer potencial de ionización: Energía necesaria para arrancar un e^- de un átomo aislado en fase gaseosa en su *estado fundamental* y obtener un ion monopositivo gaseoso en su estado fundamental más un electrón *sin* energía cinética. Siempre se les asigna un valor positivo, por tratarse de una reacción endotérmica.



Segundo potencial de ionización: Energía necesaria para arrancar a un ion monopositivo gaseoso en estado fundamental y obtener un ion dipositivo en las mismas condiciones mas un electrón sin energía cinética



Las energías de ionización miden, por tanto, la fuerza con que el átomo retiene sus electrones. Energías pequeñas indican una fácil eliminación de electrones y por consiguiente una fácil formación de iones positivos.

Los potenciales de ionización sucesivos para un mismo elemento crecen muy deprisa, debido a la dificultad creciente para arrancar un electrón cuando existe una carga positiva que le atrae y menos cargas negativas que le repelan.

El conocimiento de los valores relativos de las energías de ionización sirve para predecir si un elemento tenderá a formar un compuesto iónico o covalente

Energía de ionización	Tendencia del elemento	Tipo de compuesto
Baja	Perder electrones y dar iones	Iónicos

	positivos	
Elevada	Compartir electrones	Covalentes
Muy elevada	Ganar electrones y dar iones negativos	Iónicos

Variación periódica:

Dentro de una **familia**, el aumento del número de electrones tiende a reducir el potencial de ionización debido a los efectos combinados del tamaño y de efecto pantalla. Al descender en un grupo, se obtienen átomos más voluminosos en los que los electrones están menos retenidos, por lo que el potencial de ionización decrecerá.

En un **periodo** tiende a aumentar al hacerlo el número atómico. En principio, la tendencia que cabría esperar es que al aumentar la carga nuclear efectiva y no aumentar apenas el radio atómico, la energía de ionización sea cada vez mayor. En cada segmento periódico, los **gases nobles** tienen las energías de ionización más elevadas. Estos gases son elementos muy estables y sólo los más pesados de ellos muestran alguna tendencia a unirse con elementos para dar compuestos.

Ejemplo:

Con referencia a la tabla periódica, acomode los átomos siguientes en orden de energía de primera ionización creciente: **Ne, Na, P, Ar y K**.

El orden se predice con base en la posición relativa de los elementos y las tendencias en cuanto a variación de esta propiedad ya comentadas:

Na, P y Ar están en la misma fila de la tabla periódica, por lo que $P.I._{Na} < P.I._{P} < P.I._{Ar}$.
Ne y Ar son gases nobles. Puesto que el Ne presenta un menor número atómico es esperable que $P.I._{Ar} < P.I._{Ne}$.

De igual modo, el Na y el K son metales alcalinos, por lo que atendiendo a su disposición en el sistema periódico, lo esperable es que $P.I._{K} < P.I._{Na}$.

A partir de estas observaciones concluimos que las energías de ionización siguen el orden **$P.I._{K} < P.I._{Na} < P.I._{P} < P.I._{Ar} < P.I._{Ne}$** .

Aún no se han llevado a cabo medidas exactas de las energías de ionización (ni de los pesos atómicos y otras propiedades) de algunos elementos, especialmente los actínidos.

Algunos de ellos son radiactivos y otros son muy raros y es difícil obtener una cantidad suficiente para efectuar determinaciones precisas.

Electroafinidad o afinidad electrónica

Es la energía liberada al captar un electrón.



Variación periódica:

La variación de afinidad electrónica dentro del sistema periódico es similar a la variación del potencial de ionización, aunque es mucho menos periódica. A partir de estas dos propiedades se puede analizar hasta que punto un átomo neutro está satisfecho con su número de electrones. A mayor potencial de ionización y electroafinidad, mayor es la apetencia electrónica (electronegatividad) de la especie. Los elementos con las afinidades electrónicas más altas son los situados cerca del oxígeno, el flúor y el cloro.

Los elementos que tienen mayor actividad química son los que tienen un potencial de ionización muy pequeño y una afinidad electrónica muy grande.

Electronegatividad

Pauling la definió como la capacidad de un átomo en una molécula para atraer electrones hacia así. Sus valores, basados en datos termoquímicos, han sido determinados en una escala arbitraria, denominada *escala de Pauling*, cuyo valor máximo es 4 que es el valor asignado al flúor, el elemento más electronegativo.

Variación periódica:

Las electronegatividades de los elementos representativos aumentan de izquierda a derecha a lo largo de los períodos y de abajo a arriba dentro de cada grupo de cada grupo. Las variaciones de electronegatividades de los elementos de transición no son tan regulares. En general, las energías de ionización y las electronegatividades son inferiores para los elementos de la zona inferior izquierda de la tabla periódica que las los de la zona derecha.

Estructura electrónica:

Distribución de los electrones en los orbitales del átomo.

Carácter metálico:

Define su comportamiento metálico o no metálico.

Valencia iónica:

Número de electrones que necesita ganar o perder para completar su octeto.

Punto de fusión:

Es la temperatura a la que el elemento cambia de la fase sólida a la líquida, a la presión de 1 atmósfera.

Punto de ebullición:

Es la temperatura a la que la presión de vapor de un líquido es una atmósfera.

Densidad:

Es la relación entre la masa y el volumen. $Densidad = masa/volumen$.

ANEXO No 7



Profesora: Luz Dary Martínez Argüello

Profesora de Ciencias

REDESCUBRIENDO LA TABLA PERIÓDICA

LOGROS

- ✓ Identifico algunas ventajas de la organización periódica de los elementos.
- ✓ Uso la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos.
- ✓ Cumplo mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de las demás personas.
- ✓ Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.

OBJETIVO

- ✓ Identificar cómo varían las propiedades periódicas de acuerdo con su posición en la tabla periódica.

ACTIVIDADES

1. Realice una consulta sobre las diferentes propiedades periódicas: ¿qué son?, ¿cuáles son?, y a ¿qué corresponde cada una?. Para ello recurra a textos, internet y el documento que me facilita la profesora.
2. Entre a la página www.profmokeur.ca/quimica
3. Ubíquese en un período y recorra a lo largo de ese mismo período todos los elementos de él y observe cómo varía la electronegatividad. ¿Puede descubrir a lo largo de un período cómo varía la electronegatividad?
- 4 Para confirmar su hallazgo, repita con otro período el mismo punto.

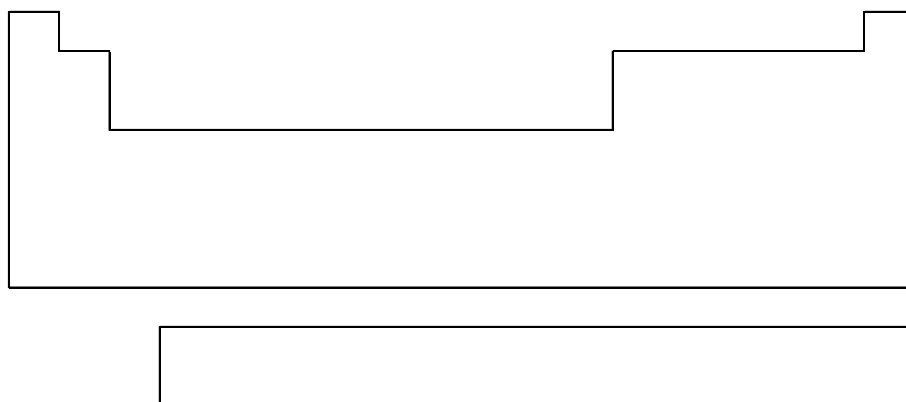
4. Ahora ubíquese en un grupo (escoja un grupo representativo o A) y recorra todos los elementos para ese grupo. ¿Cómo varía la electronegatividad a lo largo de un grupo?

5. ¿Cuál es el elemento más electronegativo?, ¿cuál el menos electronegativo?

7. Repita los pasos 3, 4 y 5 para la afinidad electrónica, haga lo mismos para la Energía de ionización o potencial de ionización.

8. Repita los pasos 3, 4 y 5 para volumen atómico, radio atómico, densidad y punto de fusión.

9. En la siguiente gráfica ubica cómo y en qué sentido varían la electronegatividad, , afinidad electrónica, energía o potencial de ionización y radio atómico.



10. Ahora ingrese a la página

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/EQUIMICA/document/propper/appletpr oper.htm>. Ahora observe bien los picos máximos que exhibe cada propiedad periódica. Empiece por ejemplo con la Energía de Ionización (ionization energy). Notarás que todos los picos corresponden a un mismo grupo ¿a cuál grupo?.

11. Ahora observarás que también hay unos mínimos, señalados con puntos reteñidos, todos corresponden al mismo grupo, en este caso ¿de qué grupo se trata? Además a partir de estos mínimos la energía de ionización empieza a aumentar paulatinamente hasta un máximo y luego súbitamente baja y nuevamente empieza a subir hasta el siguiente máximo y sucesivamente el comportamiento se repite, en otras palabras la energía de ionización es **una propiedad periódica**.

12. Observa las demás gráficas de peso atómico, densidad, punto de fusión, punto de ebullición, calor específico, calor de vaporización, radio atómico y electronegatividad.

- ¿Se puede decir que todas son propiedades periódicas? Explique su respuesta.
- Identifique máximos y mínimos en las gráficas y observe si corresponden a los mismos grupos, ¿cuáles?
- Compara las gráficas que elaboraste con las que presenta la página web.
- Enuncia la ley periódica, ¿crees que se cumple? Explique.

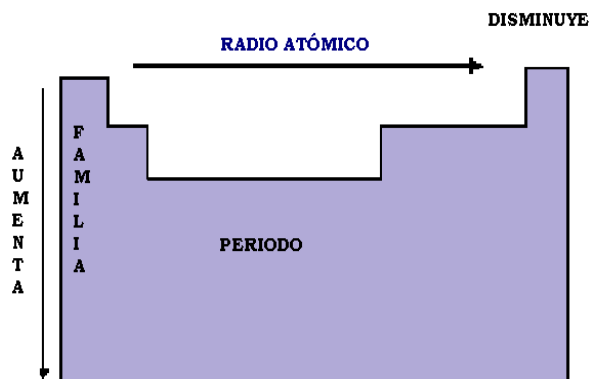
ANEXO 8



ACUMULATIVO DE CIENCIAS NATURALES

Profesora Luz Dary Martínez Argüello

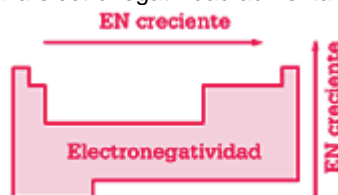
- La siguiente figura muestra la forma como varía el tamaño de los átomos de los elementos en la tabla periódica



De acuerdo con esto, es posible plantear que un átomo de un elemento perteneciente al grupo VIIA, período 2, es más grande que uno perteneciente al

- Grupo VIII A período 1
- Grupo II A período 7
- Grupo V A período 4
- Grupo V A período 6

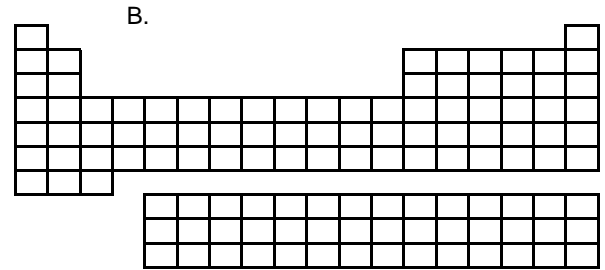
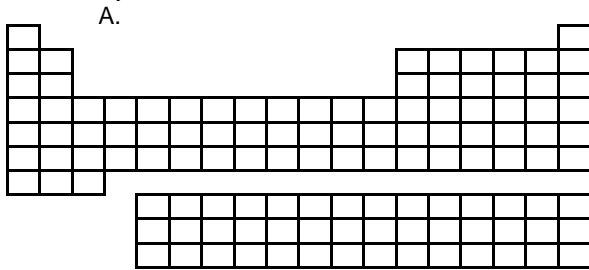
- En la Tabla periódica los elementos están organizados por grupos y períodos. La electronegatividad es una propiedad que tienen los átomos de atraer los electrones que hacen parte de un enlace químico. En la tabla periódica la electronegatividad aumenta como se muestra en el esquema



La siguiente tabla muestra algunos átomos con sus respectivos valores de electronegatividad

ÁTOMO	ELECTRONEGATIVIDAD
P	0.9
Q	4.1
R	2.5
S	1.0

La mejor ubicación de los elementos P, Q, R, S en la tabla periódica es



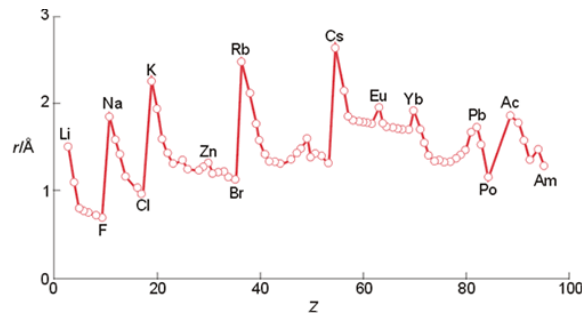
C.

D.

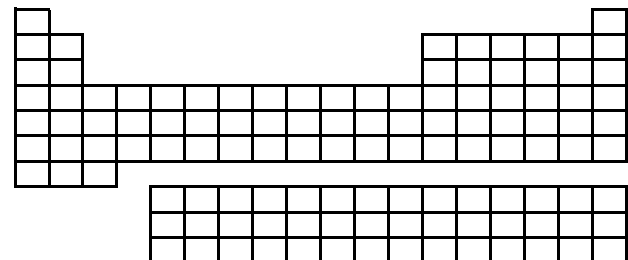
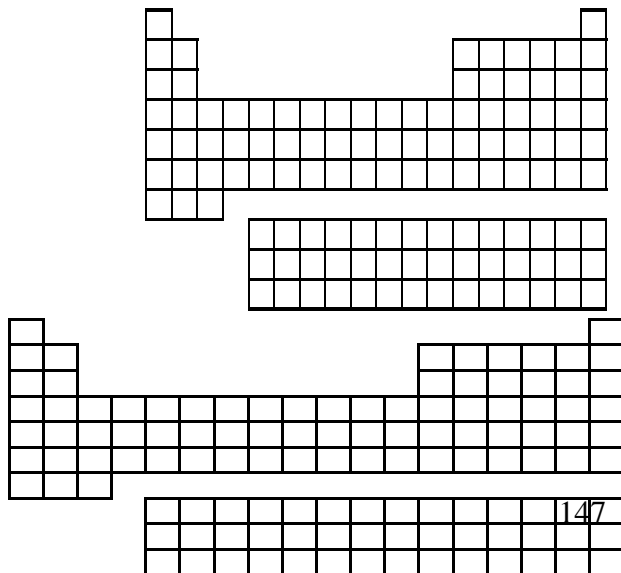
3. La configuración electrónica para los siguientes elementos: Na (sodio) con número atómico = 11; P (fósforo) con número atómico = 15; F (flúor) con número atómico = 9; Ca (calcio) con número atómico = 20 en su respectivo orden es:

- A. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, $1s^2 2s^2 2p^5$
- B. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, $1s^2 2s^2 2p^5$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
- C. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, $1s^2 2s^2 2p^5$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$
- D. $1s^2 2s^2 2p^5$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$, $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

4. ¿Por qué razón se le asigna el término "PERIÓDICA" a la tabla de los elementos químicos?. A manera de ayuda, observa la siguiente gráfica de la forma como varía el radio atómico. ¿Qué puede concluir de la gráfica y de la ubicación de los elementos en la tabla periódica.



5. Los números cuánticos para los tres electrones de un átomo cuya configuración electrónica corresponde a $3p^3$ son (como



ayuda haga el diagrama de orbitales):

- A. $(3, 0, 0, \frac{1}{2}), (3, 0, 0, -\frac{1}{2}), (3, 0, 0, \frac{1}{2})$
- B. $(3, 1, 1, \frac{1}{2}), (3, 1, 0, \frac{1}{2}), (3, 1, -1, \frac{1}{2})$
- C. $(3, 1, 0, \frac{1}{2}), (3, 1, 0, -\frac{1}{2}), (3, 1, 1, \frac{1}{2})$
- D. $(3, 1, 1, \frac{1}{2}), (3, 1, 0, -\frac{1}{2}), (3, 1, 1, -\frac{1}{2})$

6. Nombre, algunas propiedades periódicas

7. Haga un esquema de la tabla periódica y señale con claridad las siguientes regiones:

- | | | |
|---|------------------------------|--------------|
| a. Zonas s, p, d y f | d. No metales | g. Halógenos |
| b. Grupo cuya configuración termina en s^2p^1 | e. Grupos | |
| c. Elementos de transición interna | f. Elementos representativos | |