



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL MODELO MECÁNICO
CUÁNTICO DEL ÁTOMO, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE
PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO (UDPROCO).

DIDACTICAL STRATEGY FOR THE TEACHING LEARNING OF THE MECHANICAL
- QUANTUM MODEL OF ATOM, THROUGH THE IMPLEMENTATION OF THE
UDPROCO PRODUCTION UNIT OF KNOWLEDGE.

Claudia Patricia Castrillón Espitia

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Manizales, Colombia
2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**SEDE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES**

**ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DEL MODELO MECÁNICO -
CUÁNTICO DEL ÁTOMO, MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA UNIDAD DE
PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO - UDPROCO.**

**DIDACTICAL STRATEGY FOR THE TEACHING LEARNING OF THE MECHANICAL
- QUANTUM MODEL OF ATOM, THROUGH THE IMPLEMENTATION OF THE
UDPROCO PRODUCTION UNIT OF KNOWLEDGE.**

Claudia Patricia Castrillón Espitia

Trabajo de grado para optar al título de:

Magister en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

Msc. Diógenes de Jesús Ramírez Ramírez

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Manizales, Colombia

2016

Dedicatoria.

A mi familia.

*Al grupo que pertenezco.
En el cual tengo el reconocimiento y he
recibido el amor y la solidaridad, para
culminar mi meta.*

Claudia Patricia Castrillón Espitia.

Agradecimientos.

La Gratitud.

Es el sentimiento, por el cual me permito agradecer a todas y cada una de las personas que han contribuido, con el propósito de alcanzar mi meta.

Claudia Patricia Castrillón Espitia.

Resumen.

En este trabajo se implementó la unidad de producción de conocimiento UDPROCO como herramienta de mediación pedagógica desde la perspectiva crítica de la educación química en la enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo en estudiantes de grado decimo de la institución educativa del Instituto latinoamericano ILA de la ciudad de Manizales. En el diseño metodológico se empleo el enfoque cuantitativo - descriptivo de corte transcesional o transversal, la recolección de los datos se realizó a partir de los instrumentos previamente diseñados, los cuales permitieron medir y estandarizar las variables establecidas por categorías.

Una vez identificado el nivel de conocimiento en el grupo de estudio se procedió al diseño de la UDPROCO como estrategia integradora de nivelación de los contenidos abordados, con la finalidad de que el educando logre superar los obstáculos representacionales mentales establecidos en el pre - test o evolución diagnostica, se procedió a aplicar el post -test o evaluación, de los resultados obtenidos y de su respectivo análisis se valoro si el desempeño académico obtenido contribuyo al cambio conceptual de los contenidos abordados concluyendo:

La implementación de la UDPROCO, es una metodología complementaria pertinente y adecuada en la enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo, pues promueve:

- La participación activa del educado desde el aprendizaje autónomo y significativo.
- La relación comunicativa entre el docente y el educando.
- Espacios reflexivos en la construcción guiada del conocimiento.
- El desarrollo de niveles de pensamiento acorde con la realidad a enseñar.

Palabras claves: UDPROCO, modelo mecánico cuántico, ideas previas, obstáculos representacionales mentales, cambio conceptual.

Abstract.

In this work, UDPROCO was implemented which is an unit of knowledge production as a tool of pedagogical mediation from the critical perspective of chemistry education in the teaching-learning the mechanical-quantum model of the atom. This was used with tenth grade students at the Latinoamericano institution ILA in the Manizales city.

The methodological design that was used is the quantitative-descriptive approach of transcesional cutting or transversal.

The data collection was achieved on the basic instruments previously designed, which allowed to measure and standardize the variables set by categories.

Once identified, the level of study group was proceeded to the design of UDPROCO as integrating strategies of leveling the contents viewed with the purpose that the learner will be able to overcome the mental representational obstacles previously established in the pre-test or diagnostic evolution. Then, it proceeded to apply a post-test or evolution of results obtained, along with its respective analysis to assess the academic performance contributed to the conceptual .

The implementation of the UDPROCO, which a supplementary relevant and appropriate methodology in the teaching-learning of the mechanical-quantum model because it promotes: Active participation of the learner from meaningful autonomous learning.

- Communicative relationships between the teacher and the learner.
- Reflective spaces in the construction of guided knowledge.
- Development of thinking levels according to reality to teach.

Keywords: UDPROCO, mechanical quantum models, previous ideas, mental presentational obstacles, conceptual change.

Tabla de contenido

Resumen.....	IV
Abstract.....	VI
Lista de figuras.....	IX
Lista de tablas.....	X
Lista de anexos.....	XI
Introducción.....	- 1 -
Capítulo I.....	- 4 -
1. Planteamiento de la propuesta.....	- 4 -
1.1. Planteamiento del problema.....	- 4 -
1.2. Justificación.....	- 7 -
1.3. Objetivos.....	- 8 -
1.3.1. Objetivo general.....	- 8 -
1.3.2. Objetivos específicos.....	- 8 -
Capítulo II.....	- 9 -
2. Marco teórico.....	- 9 -
2.1. Antecedentes de la investigación.....	- 9 -
2.2. Revisión histórica y epistemológica del modelo mecánico - cuántico del.....	- 10 -
átomo.....	- 10 -
2.3. Obstáculos para la comprensión del modelo mecánico cuántico.....	- 12 -
2.4. Modelos mentales.....	- 14 -
2.5. Las ideas previas y el cambio conceptual.....	- 15 -
2.5.1. Ideas previas.....	- 15 -
2.5.2. El cambio conceptual.....	- 15 -
2.6. Unidad de producción de conocimiento UDPROCO.....	- 16 -
2.6.1. Pensamiento crítico.....	- 16 -
2.6.2. Aprendizaje autónomo.....	- 16 -
2.6.3. La metacognición.....	- 17 -
2.6.4. Autoaprendizaje.....	- 18 -
2.6.4.1. El autoaprendizaje asistido.....	- 18 -
2.6.5. Aprendizaje colaborativo.....	- 18 -
2.6.6. Teoría crítica de Habermas.....	- 19 -
2.6.7. Aula pensante.....	- 19 -
Capítulo III.....	- 21 -
3. Metodología.....	- 21 -
3.1. Enfoque del trabajo.....	- 21 -
3.1.1. Cuantitativo.....	- 21 -
3.1.2. Tipo de investigación.....	- 21 -
3.1.2.1. Experimental transccesional o transversal descriptivo.....	- 21 -
3.1.2.2. Descriptiva.....	- 21 -
3.2. Método de la investigación.....	- 22 -
3.2.1. Investigación - acción - participativa.....	- 22 -
3.2.2. Características de la investigación - acción en la escuela.....	- 22 -
3.2.3. Contexto del trabajo.....	- 23 -
3.3. Diseño del Trabajo.....	- 25 -

3.4. Fases del trabajo.....	- 26 -
3.4.1. Fase I. Diagnóstico.....	- 26 -
3.4.2. Fase II. Diseño de la UDPROCO.....	- 27 -
3.4.2.1. Aprende planteándote preguntas.....	- 28 -
3.4.2.2. Aprende proponiéndote retos.....	- 28 -
3.4.2.3. Aprende la interdisciplinariedad.....	- 29 -
3.4.2.4. Aprende alistándote.....	- 29 -
3.2.4.5. Aprende de las fuentes.....	- 29 -
3.2.4.6. Aprende de la retroalimentación.....	- 30 -
3.2.4.7. Aprende proyectándote.....	- 30 -
3.2.4.8. Aprende evaluándote.....	- 30 -
3.4.3. Fase III. Aplicación de la UDPROCO.....	- 31 -
3.4.4. Fase IV. Evaluación de la UDPROCO.....	- 31 -
Capítulo IV.....	- 33 -
4. Análisis de resultados.....	- 33 -
4.1 Análisis evaluación diagnóstica de resultados del pre test y pos test.....	- 34 -
4.1.2. Escala valorativa de desempeño académico.....	- 35 -
4.2. Hallazgo obtenidos al analizar el pre - test.....	- 37 -
4.3. Hallazgos obtenidos al analizar el post - test.....	- 39 -
Capítulo V.....	- 41 -
5. Conclusiones y recomendaciones.....	- 41 -
5.1. Conclusiones.....	- 41 -
5.2. Recomendaciones.....	- 42 -
Bibliografía.....	- 43 -

Lista de figuras.

Figura 1 Fases del trabajo.	- 26 -
Figura 2. Etapas de la UDPROCO.....	- 28 -
Figura 3. Análisis de datos obtenidos de la aplicación de los instrumentos pre-test post-test .-	36 -
Figura 6. Teoría atómica.	- 54 -
Figura 5. Concepciones filosóficas.	- 54 -
Figura 6. Hechos experimentales - Modelos atómicos.	- 54 -
Figura 7. Número atómico y número másico para el átomo de oxígeno.	- 56 -
Figura 10. Número cuántico principal (n).....	- 60 -
Figura 9. Número cuántico azimutal o de momento angular (l).	- 60 -
Figura 10. Orbitales atómicos.	- 60 -
Figura 11. Representación giro del electrón.	- 61 -
Figura 12. Diagrama de Möller.....	- 67 -
Figura 13. Tabla periódica de los elementos.	- 69 -
Figura 14. Orden de llenado de orbitales electrónicos y ultimo electrón esperado en la tabla periódica.....	- 69 -
Figura 15. Configuración electrónica - electrones de valencia - grupo - periodo.....	- 70 -
Figura 16. Ubicación de un elemento en la tabal periódica.	- 70 -

Lista de tablas.

Tabla 1. Clasificación del número de estudiantes según su sexo. Grado 10-2.	- 25 -
Tabla 2. Categorización del número de preguntas en el pre-test y el post-test.....	- 34 -
Tabla 3. Respuesta establecida para el tipo de preguntas abiertas.....	- 35 -
Tabla 4. Tipo de respuesta asignada para las representaciones gráficas.....	- 35 -
Tabla 5. Interpretación cualitativa de la escala valorativa nacional 1290	- 36 -
Tabla 6. Resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos pre-test y post-test.....	- 40 -
Tabla 7. Número cuántico magnetico.	- 61 -
Tabla 8. Números cuánticos para el átomo de Boro.	- 67 -
Tabla 9. Diagrama de orbitales para el átomo de oxígeno.....	- 68 -

Lista de anexos.

Anexo A. Pre-test.....	- 47 -
Anexo B. UDPROCO # 1. Evolución histórica de los modelos atómicos.	- 51 -
Anexo C. UDPROCO # 2. Modelo mecánico cuántico del átomo.	- 57 -
Anexo D. UDPROCO # 3. Configuración electrónica.	- 64 -
Anexo E. Post-test.....	- 72 -
Anexo F. Tabla de respuestas Pre-test.	- 77 -
Anexo G. Tabla de respuestas Pos-test.	- 78 -

Introducción.

Si los pueblos no se ilustran... La difusión y la enseñanza de las ciencias suelen justificarse con argumentos inequívocos, sanos y obvios. Más allá de la idea democrática de que el conocimiento es un bien común, se suele apelar a una lógica formativa para los ciudadanos: en el mundo pasa ciencia, y cada vez más, por lo que la ciudadanía debe estar preparada para este Universo en constante cambio. Además, y es justo decirlo, esta defensa viene de la mano de la concepción de que la ciencia sirve, que es útil, que es una parte insoslayable del avance de la sociedad, no solo en los términos abstractos del “conocimiento” sino también en resultados concretos. (Golombek, D, 2008, p.15).

El presente trabajo surge de la necesidad de dar respuesta al siguiente planteamiento ¿La implementación de la Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO), como estrategia metodológica, mejora los procesos de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico cuántico del átomo? pues como lo sugiere León, J (2011) "la UDPROCO desarrolla un modelo de abordar el conocimiento y plantea una didáctica que establece los pasos por los que necesariamente debe pasar un proceso de autoaprendizaje y de construcción guiada del conocimiento, para que éste sea significativo y real". (p. 159).

El desarrollo y ejecución de este trabajo se centra en identificar y caracterizar las ideas previas que los estudiantes tienen del modelo mecánico - cuántico del átomo, de este modo se valora el modelo mental establecido por el estudiante, entendido por Laird, J (como se cito en Rodríguez, M, Marrero, J y Moreira, M 2001) como la construcción elaborada... por el estudiante para interpretar, predecir y explicar desde su saber previo un concepto o fenómeno de estudio específico. (p.246).

Una vez caracterizados los modelos mentales de los estudiantes, se identificaron estos y se establecieron los obstáculos mentales interpretados por Moreira, M "y" Greca, I como aquellas representaciones internas altamente estables cognitivamente, cosificada, excesivamente imagística, incuestionable semánticamente por el sujeto y presente en otros constructos mentales, estables o episódicos, del sujeto. Posiblemente esas representaciones sean los remanecientes de los orígenes perceptuales en la formación de conceptos. (p.6). ... que dificultan el proceso de enseñanza - aprendizaje para de este modo establecer las estrategias integradoras que promuevan de manera gradual y coherente en el educando un cambio conceptual acorde con la realidad a enseñar.

La enseñanza como herramienta integradora de todo proceso formativo interviene en la solución de una problemática identificada por el docente en el aula de clase, es así, que dicho docente debe crear e implementar las acciones pertinentes para llevar a buen término el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Al respecto Golombek, D (2008) plantea que los conceptos, o “hechos de la ciencia” son una parte sustantiva de cualquier proyecto de enseñanza, y las ciencias no están ajenas a esta generalización. Sin duda que es interesante conocer y eventualmente revisar estos contenidos y evaluar su adecuación a los diversos niveles. Sin embargo, me permito dudar del excesivo énfasis sobre los contenidos... como ideas rectoras sobre qué enseñar... Tal vez la falla grave sobre la enseñanza de las ciencias no está tanto en el qué enseñar sino en cómo hacerlo, sobre todo cómo construir las ideas científicas y esta particular – y poderosísima – mirada sobre el mundo. (p.21).

La estrategia metodológica de aprendizaje UDPROCO se empleó en la orientación de

procesos cognitivos, con el objeto de que el estudiante ponga en práctica los conocimientos y habilidades adquiridos dentro de la etapa de estudio, tales como conceptos, grado de representatividad, leyes o reglas, con el fin de contribuir a un mejor aprendizaje y aprehensión del saber específico.

Luego de la implementación y del análisis del plan de acción ejecutado se evidencia que el grupo de estudio alcanzo un nivel un nivel de desempeño académico satisfactorio en la construcción del conocimiento para el concepto del modelo mecánico - cuántico del átomo.

Capítulo I.

1. Planteamiento de la propuesta.

1.1. Planteamiento del problema.

¿El diseño de la unidad de producción de conocimiento (UDPROCO) mejora el proceso enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico cuántico del átomo?

Greca "y" Herscovitz (2002) consideran el surgimiento de la mecánica cuántica como una verdadera revolución cognitiva, lo que para ellos supone una nueva forma de percibir los fenómenos, donde ideas y conceptos fuertemente arraigados en nuestra cultura - como determinismo, localidad, o simplemente trayectoria - han tenido su ámbito de validez reducido. Tal ha sido su impacto como lo afirma Jammer (1974) "que es la teoría científica que influyó más profundamente en el pensamiento humano". (p.328).

Gil y Solbes, Hobson (cómo se cito en Greca "y" Herscovitz, 2002) afirman que esta es una de las razones por la que es importante, para enseñar, llegar a comprender las dificultades a las que se han de enfrentar los alumnos para poder entender las nuevas ideas y principios en la enseñanza de la química, en el nivel de la educación media.(p.328).

De acuerdo con Johnston *et al.*, (como se cito en Greca "y" Herscovitz, 2002) "aunque la temática puede ser abordada desde diferentes marcos teóricos, parecen coincidir en mostrar que el conocimiento adquirido en las disciplinas que introducen esos temas es en general superficial", además Euler *et al.*, Flechner y Johnston, Greca y Moreira coinciden en que la mayoría de estudiantes intentan interpretar los nuevos fenómenos a partir de su conocimiento de la física clásica, ya sea simplemente transfiriendo este conocimiento por lo se sugiere

primero conocer las dificultades que los contenidos de la mecánica cuántica presentan a los estudiantes y no reducir simplemente el conocimiento a reglas o algoritmos de resolución.

(p. 328).

Tal como lo propone Segura (como se citó en Malaver, Pujol, "y" D'Alessandro Martínez, (2007) el logro de un cambio conceptual y metodológico en la enseñanza de la química y en la formación de profesores de esta especialidad depende mucho de la solución que se encuentre al problema del tratamiento de los contenidos sobre la estructura de la materia en los libros de texto, por la significación predominante que ellos tienen dentro del sistema de conocimientos químicos. (p.229).

Es por ello que todo lo expuesto con anterioridad evidencia la necesidad de crear estrategias concretas que mejoren los procesos de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico cuántico e integren los saberes previos de los educandos, para de este modo identificar las falencias a tratar desde la espíteme del concepto, al respecto Alan Chalmers (2000) señala a la epistemológica de la ciencia como los hechos que se han dado a lo largo de la historia de la humanidad sobre la cuestión de “qué es esa cosa llamada ciencia” (p. 244 - 245).

A continuación se indican cuales son las principales dificultades en la enseñanza del modelo mecánico - cuántico de los resultados obtenidos en investigaciones anteriores.

- a. Interpretaciones encontradas sobre los conceptos de estabilidad del átomo.
- b. Mezcla de los modelos atómicos.
- d. La introducción no sólo no es correcta desde el punto de vista histórico.
- e. Los libros de texto presenta errores conceptuales y representacionales.
- g. No hay claridad en la introducción de los conceptos: dualidad onda-partícula, principio de

incertidumbre de Heisenberg, cuantización, fotones, electrones, orbital atómico, números cuánticos, el spin y la configuración electrónica.

h. Fortalece las concepciones de la física clásica.

i. Variantes del modelo atómico de Bohr.

Nota: Las dificultades halladas se citan de la revista innovaciones didácticas artículos 2002, 20 (2). y 2007, 25(2).

Los estudiantes de grado decimo 10 -2 de la institución educativa Latinoamericana de la ciudad de Manizales no son ajenos a estas situaciones, y en consecuencia se decidió implementar la estrategia metodológica - pedagógica de la UDPROCO para la enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico cuántico, desde la comprensión y la representación mental que el sujeto elabora para dar significado a una realidad, por tal razón Greca, I "y" Herscovitz (2002) alude "para comprender los conceptos y leyes de una teoría científica y, en consecuencia, los fenómenos que ésta describe y explica, los estudiantes deberían construir modelos mentales capaces de propiciar explicaciones y predicciones coincidentes con las científicamente aceptadas". (p.329).

Pues como lo sugiere Ferro (como se citó en Malaver, Pujol, "y" D'Alessandro Martínez, 2007) La dificultad de esta temática está determinada, en primer lugar, por su complejidad estructural intrínseca y por el acelerado desarrollo que ha alcanzado esta rama del conocimiento en los últimos años. (p.229).

1.2. Justificación.

El concepto de modelo mecánico - cuántico es de gran importancia en la enseñanza de la química pues es la base fundamental para entender el comportamiento del átomo y la estructura de la materia. Moreira, M "y" Greca, I indican "el aprendizaje significativo subordinado debe ser evitado en el caso del aprendizaje de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica". (p. 2).

En esta investigación, se busca que los estudiantes del grado decimo 10 - 2 de la Institución Educativa Instituto Latinoamericano, logren una comprensión cognoscitiva del modelo mecánico - cuántico, por lo tanto, se diseñará la unidad de producción de conocimiento UDPROCO para mejorar el proceso enseñanza - aprendizaje del concepto del modelo mecánico - cuántico del átomo que permita integrar los componentes conceptuales y metodológicos de la UDPROCO necesarios para lograr un cambio conceptual en los educandos, teniendo como punto de referencia: las ideas previas, obstáculos, la historia y epistemología del concepto de modelo mecánico - cuántico y la metacognición. Herramientas concretas a utilizar en la contribución y cualificación del trabajo implementado dentro del aula clase.

1.3. Objetivos.

1.3.1. Objetivo general.

- Diseñar un modelo didáctico bajo la mediación pedagógico - metodológica de la Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO) para la enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Identificar y caracterizar las ideas previas que los estudiantes tienen de los conceptos del modelo mecánico - cuántico.
- Desarrollar y construir la UDPROCO.
- Ejecutar la metodología empleada-UDPROCO.
- Evaluar la mediación pedagógico - metodológica de la UDPROCO, propuesta mediante el desempeño del estudiante.

Capítulo II.

2. Marco teórico.

2.1. Antecedentes de la investigación.

A continuación se presenta una breve descripción sobre los diversos estudios realizados en la enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico cuántico, considerados como relevantes para la presente investigación.

Obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos. Moreira, M "y" Greca, I (2004), el trabajo investigativo está orientado a establecer una estrategia didáctica que conduzca a desplazar los conceptos fuertemente arraigados de la mecánica clásica en la estructura cognitiva del alumno, de los resultados obtenidos se concluye: los estudiantes lograron explicar y establecer asociaciones significativas entre los conceptos cuánticos.

La estructura electrónica de los átomos en la Escuela Secundaria: un estudio de los niveles de comprensión en alumnos de 14-15 años. García, A (2006), dicha investigación tiene por finalidad conocer las concepciones y dificultades de aprendizaje, de alumnos de 14-15 años, sobre la estructura electrónica de los átomos, en la cual se pone de manifiesto " los alumnos adquieren una formación adecuada sobre la estructura y propiedades de la materia. Para ello, es suficiente con introducir la estructura electrónica de un modo descriptivo, dentro del contexto pre-cuán-tico (modelo de Bohr).

Enseñanza de la mecánica cuántica en la escuela media. Fanaro, M (2009), aborda el problema de la enseñanza de conceptos fundamentales de mecánica cuántica en la escuela media, en la cual se empleó el modelo de taller de enseñanza de física (TEF), llegando a

concluir " que al aplicar el TEF se evidenció una modificación centrada en las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el estudiante integrando teoría y práctica"

El modelo atómico mecánico - cuántico: estrategias para su enseñanza y aprendizaje. Patiño, W y Vallejo, W (2011), una aplicación de los invariantes operatorios y los campos conceptuales del modelo mecánico cuántico del átomo, de la cual se concluyó " los invariantes operatorios y los campos conceptuales activo en el grupo de estudios nuevos conceptos en acción y teoremas en acción".

Mecánica cuántica fundamental, una propuesta didáctica. Castrillón, J., Freire, O "y"

Rodríguez, B (2014). Trabajo orientado a diseñar materiales didácticos que exhiban los fenómenos cuánticos a la manera de situaciones problema, y que expongan cómo la MC los estudia y los soluciona, la propuesta de su implementación sugiere "se deben tener en cuenta el estado controversial de esta teoría, en sus conceptos y consecuencias, su gran variedad de aplicaciones y su porvenir tecnológico.

2.2. Revisión histórica y epistemológica del modelo mecánico - cuántico del átomo.

En las ciencias naturales la idea de ¿Qué es la materia? ¿Cuál es su naturaleza, composición y transformación? permitió a los científicos establecer hipótesis, teorías y modelos que pretenden explicar y esquematizar de forma clara y sencilla una realidad.

En este caso particular se hará una revisión histórico epistemológica del modelo mecánico cuántico.

La revisión será abordada de acuerdo a Lakatos, I (1987) "dentro de un programa de investigación, una teoría solo puede eliminarse por otra mejor, es decir que exceda en

contenido empírico a sus predecesoras parte de dicho contenido es posteriormente confirmado. Para la sustitución de una teoría por otra mejor. (p.29).

Pues es desde de la epistemología que se trata de dilucidar cómo el sujeto cognoscente construye, elabora y se apropia del conocimiento. Adúriz, A (2001) plantea la epistemología como la metaciencia por excelencia. Es la disciplina científica que estudia, entre otras cosas, qué son las ciencias, cómo se elaboran, qué diferencias tienen con otras formas de conocimiento, cuáles son las características del discurso científico, cómo se produce el cambio conceptual en ciencias, qué valores se sustentan en la ciencia de cada momento. También se la llama “filosofía de la ciencia” pp. (47 - 48).

Cadena, Y (2004) La física clásica también denominada como el periodo de atomismo y geometrización de la materia nació durante el siglo XVII con la finalidad fundamental de describir y explicar los fenómenos naturales siguiendo la propuesta mecanicista que René Descartes (1596-1650), cuyo objetivo fundamental es lograr una matematización de la realidad natural, a fin de ofrecer una descripción matemática de todos los fenómenos. (p.16)

Al igual Cadena, Y (2004) establece como aspectos relevantes históricos sobre el origen de la física cuántica. La evolución del cuanto a partir de tres momentos: La hipótesis de Planck: el cuanto de energía, la teoría fotónica de Einstein: el cuanto de luz y la teoría atómica de 1913: el postulado cuántico de Bohr, a demás del significado conceptual de la dualidad onda - corpúsculo: materia y radiación e incluye el formalismo matemático de la teoría cuántica. pp. (45 - 108).

Cabrera, P, Quiroga, A & Naizaque, C (2009) refieren que los átomos de la física moderna se parecen muy poco a los átomos de los antiguos, no son indivisibles ni macizos, como pensaba

Demócrito, al contrario, la mayor parte del interior de un átomo está vacía. Así mismo los principios básicos de la mecánica clásica no son aplicables a los de la cuántica, donde se tenían trayectoria definida por las cuales el electrón transitaba, tenemos ahora probabilidades de encontrar al electrón en determinadas regiones del espacio denominada región espacio energética (REMPE)... o cuando hablábamos de cuerpos macizos y puntuales, descritos como tal, tenemos ahora descripciones de tipo ondulatorio, podemos describir sus comportamientos como de Broglie lo propuso en 1924, viendo al átomo ya no como un conjunto de cargas puntuales, descriptibles por la mecánica y la electrodinámica clásica, sino como un sistema vibrante cuyo comportamiento es descrito ahora por la mecánica y la electrodinámica cuántica. Nos parece pertinente para la enseñanza de la física, rescatar en estos procesos de cambios conceptuales, nos parece pertinente para la enseñanza de la física. Ya que esta disciplina al igual que la física misma exige una revisión permanente de la forma como se presentan los conceptos que permiten describir los fenómenos físicos. pp. (420 - 421).

2.3. Obstáculos para la comprensión del modelo mecánico cuántico.

Para Adúriz, A, Perafán, G y Badillo, E (2002). Los problemas de investigación de las didácticas específicas son problemas eminentemente curriculares, que aparecen en la interacción entre los componentes del sistema didáctico: profesor, alumno, contenido y contexto. (p.14).

Con el propósito de que el grupo de estudio construya estructuras cognitivas, que le permitan apropiarse del conocimiento, se vale de la historia de las ciencias y la epistemología como herramienta concreta, para determinar los obstáculos epistemológicos.

Según Bachelard (como se citó en Mora, A 2002) "define al obstáculo epistemológico como "las limitaciones o impedimentos que afectan la capacidad de los individuos para construir el conocimiento real o empírico. Se trata de causa de estancamiento científico. (p.77).

Moreira, M "y" Greca, I (2006) estudiaron los obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos que presentan los alumnos en el proceso de construcción de los conceptos científicos, en relación con obstáculos epistemológicos y expresan que:

Dentro de la asimilación de conceptos, el caso más típico es el del aprendizaje subordinado, en el cual la nueva información adquiere significados por interacción con algún subsumidor específicamente relevante. Es decir, el aprendiz acciona su conocimiento previo para dar significado a la nueva información y esta, de cierta forma, se ancla (interactuando) con aquello que el aprendiz ya sabe. Es el caso más común, y eficaz, de aprendizaje por asimilación. Sin embargo, no siempre es el más ventajoso. En el caso del aprendizaje de los conceptos básicos de la Mecánica Cuántica, por ejemplo, encontramos evidencias que el uso de subsumidores de la Mecánica Clásica no parece ser adecuado para dar significados a conceptos cuánticos - como no localidad, superposición de estados, dualidad onda - partícula y distribución de probabilidades. La tendencia natural del alumno, estimulada por el enfoque histórico de los libros de texto introductorios de la Mecánica Cuántica, es hacer un puente con los conceptos clásicos.

Del punto de vista cognitivo puede ser natural, pero desde la perspectiva de la Física parece no ser la manera más adecuada pues los alumnos no consiguen captar los significados científicamente aceptados de tales conceptos. (p.2).

2.4. Modelos mentales.

Tal como lo señala Moreira, M, Hilger, T "y" Präss, A (2009). Los modelos mentales deben estar relacionados con la psicología de la enseñanza ... con el fin de facilitar el aprendizaje de la Física, o de cualquier otro cuerpo de conocimientos, es necesario tener en cuenta el sujeto que aprende y cómo aprende. O sea, es necesario tener en cuenta variables y procesos cognitivos que influyen en el aprendizaje. Ciertamente, factores afectivos, sociales, culturales, económicos, y otros, también influyen, pero no es posible considerarlos todos simultáneamente. (p. 15).

Moreira, M y Greca, I Definen el concepto de representación como cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que representa alguna cosa que es típicamente algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (o sea, de nuestra imaginación) en su ausencia. La palabra muñeca o el dibujo de una muñeca son representaciones externas que nos permiten evocar el objeto muñeca en su ausencia. Las representaciones mentales son representaciones internas. Son maneras de “representar” internamente (es decir, mentalmente), de volver a presentar en nuestras mentes, el mundo externo. (p. 38).

Johnson-Laird (Como se cito en Moreira, M y Greca, I 2002) plantea que en lugar de una lógica mental tal como se ha propuesto por distintas escuelas psicológicas, como, por ejemplo, la piagetiana las personas utilizan modelos mentales para razonar. Éstos son como bloques cognitivos que pueden ser combinados o recombinados conforme sea necesario. El aspecto esencial del razonamiento a través de modelos está no sólo en la construcción de modelos adecuados para captar distintos estados de cosas sino también en la habilidad para probar cualesquiera de las conclusiones a las que se llegue usándolos. La lógica, si es que

aparece en algún sitio, no está en su construcción, sino en el ensayo de las conclusiones pues esto implica que el sujeto sepa apreciar la importancia lógica de falsear una conclusión y no sólo buscar evidencia positiva que la apoye. (p. 89).

2.5. Las ideas previas y el cambio conceptual.

2.5.1. Ideas previas.

Para Carretero (Como se citó en Porta, S, 2007) las concepciones previas no son correctas desde el punto de vista científico. Son específicas de dominio. Suelen ser dependientes de la tarea utilizada para identificarlas/evaluarlas. En general, forman parte del conocimiento implícito del sujeto son construcciones personales. Suelen ser guiadas por la percepción, la experiencia y el conocimiento cotidiano del alumno. No todas poseen el mismo nivel de especificidad. Tienen cierto grado de estabilidad. Tienen un grado de coherencia y solidez variable: pueden construir representaciones difusas y más o menos aisladas o pueden formar parte de un modelo mental explicativo. (p.146).

2.5.2. El cambio conceptual.

Klim, P (2007) define desde una perspectiva psico-cognitiva la noción de “cambio conceptual” da cuenta de un proceso de transformación de los conocimientos que ya se poseen para alcanzar otros más elaborados.

En este sentido el “cambio conceptual” hace alusión tanto al resultado como al proceso gradual de transformación de las ideas y concepciones alternativas previas de los sujetos que aprenden y su reorganización en una nueva estructura de conocimiento. (p.188).

2.6. Unidad de producción de conocimiento UDPROCO.

Esta didáctica "parte del supuesto científico-psicológico, que el nivel de pensamiento en que actúa un individuo debe ser el punto de partida y llegada en el aprendizaje. Ello implica saber cómo desarrollar objetivos en los niveles de pensamiento existentes" en la formación del pensamiento crítico, pues es a partir de la mediación de la UDPROCO que se permite crear un ambiente de aprendizaje autónomo y colaborativo fundamentado en la teoría crítica de Habermas, desde un enfoque didáctico que amplía la conciencia metacognitiva del sujeto. (p. 160).

2.6.1. Pensamiento crítico.

Athié, M., Costopoulos., Y "y" de la Garza, M refieren el pensamiento crítico es el proceso mental mediante el cual se hacen razonamientos fundamentados en argumentos y valoraciones previas, para poder formular juicios, afirmaciones o tomar decisiones con base en la valoración que hacemos, a partir de ciertos criterios, de la información con la que contamos. Nos permite pensar y actuar con fundamentos. A través del pensamiento crítico podemos ser capaces de explicar las razones por las cuales decimos y/o hacemos algo. Para que haya pensamiento crítico en nuestra actividad docente es necesario que tanto maestros como estudiantes puedan dar respuestas y hacer valoraciones razonadas y fundamentadas en información previa, criterios y argumentos. (p.151).

2.6.2. Aprendizaje autónomo.

El aprendizaje autónomo es entendido por Martínez (como se cito en Crispín, L *et al* Caudillo, L., Doria, C "y" Esquivel, M Peña 2011) como un proceso donde el estudiante autorregula su

aprendizaje y toma conciencia de sus propios procesos cognitivos y socio-afectivos. Esta toma de conciencia es lo que se llama metacognición. El esfuerzo pedagógico en este caso está orientado hacia la formación de sujetos centrados en resolver aspectos concretos de su propio aprendizaje, y no sólo en resolver una tarea determinada, es decir, orientar al estudiante a que se cuestione, revise, planifique, controle y evalúe su propia acción de aprendizaje. (p. 49).

Collado, E (2009) afirma según el enfoque pedagógico seleccionado ... se considera que el alumno tiene capacidad de aprender por sí solo, que puede ser responsable de sus actos, que no sólo aprende del profesor sino mediante otros medios (interactuando con los objetos y las personas), en definitiva, el alumno tiene que aprender a aprender para poder ser autónomo.

Collado, Elena (2009). El rol del profesor en un contexto de autoaprendizaje asistido en Francia. Centro virtual Cervantes. pp. (396 - 407).

2.6.3. La metacognición.

En consecuencia Pozo *et al* Scheuer, N., Pérez, M., Mateos, M., Martín, E "y" de la Cruz, M (2006) afirman que: la metacognición es un proceso orientado a valorar la forma en que el estudiante... adquiere el conocimiento, es decir comprende el conocimiento que tenemos de nuestras propias capacidades, habilidades y experiencia en la realización de las diversas tareas que demandan algún tipo de actividad cognitiva a partir de las cuales se establecen la planificación de la actividad a llevar a cabo para alcanzar los objetivos propuestos, de supervisión de esa actividad mientras se está en marcha y de la evaluación de los resultados obtenidos en función de los objetivos perseguidos. pp. (59 - 60).

2.6.4. Autoaprendizaje.

Según el diccionario pedagógico AMEI - WAECE (2003) el autoaprendizaje es el tipo de aprendizaje que descansa en la responsabilidad del que aprende, y en que suele faltar la dirección, por satisfacción personal o interés particular, en ocasiones basado en el método de ensayo y error.

Delgado, K "y" Cárdenas, G refieren la principal cuestión en el autoaprendizaje es desarrollar la capacidad de pensar y está es la responsabilidad fundamental en la educación a demás indican que para Belth, M., la educación deberá servir para alentar en los estudiantes el cultivo de aptitudes de remodelar disposiciones hacia la experiencia y el conocimiento, que es su resultado de crear. (p.19).

2.6.4.1. El autoaprendizaje asistido.

El Centro de Investigación y de Aplicaciones Pedagógicas en Lenguas (CRAPEL) (como se cito en Collado, M) consideran que el aprendizaje autodirigido o asistido se caracterizaba por los siguientes criterios: fijar objetivos y necesidades de los alumnos, formar a los alumnos para que aprendan a aprender con sus propias capacidades y con los materiales que ellos consideren necesarios, incentivarlos a que dirijan su proceso de aprendizaje y a que se autoevalúen y por último formar a los profesores para que guíen a los alumnos en su aprendizaje. (p. 397).

2.6.5. Aprendizaje colaborativo.

El aprendizaje colaborativo comprendido por Michavila y Calvo (como se cito en Crispín, L *et al* Caudillo, L., Doria, C "y" Esquivel, M Peña 2011) como el aprender a vivir juntos expresa

una actitud que debe transmitirse también en las aulas, aunque no esté en los textos. Se trata en resumen, de desarrollar la comprensión del otro y la percepción de las formas de interdependencia. Hay que aprender a desarrollar proyectos comunes, a abordar con rigor y respeto las discrepancias, y a fomentar los valores del pluralismo y la comprensión mutua, sin renunciar a las propias ideas. (p.62).

2.6.6. Teoría crítica de Habermas.

Rodríguez, M (2013) hace referencia a la acción comunicativa según Habermas " como un proceso cooperativo de interpretación en que los participantes se refieren simultáneamente a algo en el mundo objetivo, en el mundo social y en el mundo subjetivo aun cuando en su manifestación subrayen temáticamente uno de estos tres componentes. La teoría de la acción comunicativa pretende articular la crítica misma como proceso comunicativo, participativo y discursivo, cuyo ejercicio y resultados son ya inicios de solución a la crisis. (p.51).

2.6.7. Aula pensante.

Choppi, M (2013) alude "enseñar a pensar y enseñar a aprender, son mecanismos que favorecen el conocimiento de uno mismo, ayudan al aprendiz a identificarse y a diferenciarse de los demás", puesto que el objetivo del desarrollo cognitivo es lograr que los alumnos aprendan a pensar, de tal modo que sea capaz de trascender las vías culturales, de innovar, de crear una cultura personal. (p. 8).

Pozo, I "y" Monereo, C (como se cito en Choppi, M 2013) indican que el pensamiento representa es una de las corrientes más dinámicas y prolíficas de la investigación en el campo de la psicología y pedagogía, la cual se caracteriza por “conectar el aprendizaje de los

contenidos curriculares con el aprendizaje de los procedimientos para aprender más y mejor esos contenidos y hacerlo paulatinamente de manera más autónoma” (p. 9).

Capítulo III

3. Metodología.

En el presente trabajo se empleó el enfoque cuantitativo - descriptivo de corte transaccional o transversal apoyado en la metodología investigación - acción - participativa.

3.1. Enfoque del trabajo.

3.1.1. Cuantitativo.

Como lo señala Hernández, S., Fernández, C "y" Baptista, P (2006) el enfoque cuantitativo es empleado en la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. (p. 5).

3.1.2. Tipo de investigación.

3.1.2.1. Experimental transaccional o transversal descriptivo.

En tendido por Hernández, S., Fernández, C "y" Baptista (2006) como aquellos que "indagan la incidencia de las modalidades o niveles de una población o más variables, en una población, estudios puramente descriptivos. (p.210).

3.1.2.2. Descriptiva.

Hernández, S., Fernández, C "y" Baptista, P (2006) la investigación descriptiva busca especificar propiedades, características, rasgos importantes en cualquier fenómeno que se analice, es decir los estudios descriptivos miden de manera independiente los conceptos o variables a los que se refieren y se centran en medir con la mayor precisión posible. (p. 102).

3.2. Método de la investigación.

3.2.1. Investigación - acción - participativa.

Si bien la investigación - acción - participativa se emplea en su mayoría métodos cualitativos, esta puede ser mixta. En palabras de Martínez, M (como se cito en investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción) “analizando las investigaciones en educación, como en muchas otras áreas, se puede apreciar que una vasta mayoría de los investigadores prefieren hacer investigaciones acerca de un problema, antes que investigación para solucionar un problema” y agrega que la investigación-acción cumple con ambos propósitos. pp.(105 - 106).

La investigación - acción - participativa, para Elliott, J (2000). Se relaciona con los problemas prácticos cotidianos experimentados por el profesorado, en vez de con los "problemas teóricos" definidos por los investigadores puros en el entorno de una disciplina del saber. (p.5).

3.2.2. Características de la investigación - acción en la escuela.

La investigación-acción en las escuelas analiza las acciones humanas y las situaciones sociales experimentadas por los profesores.

El propósito de la investigación-acción-participativa consiste en profundizar la comprensión del profesor (diagnóstico) de su problema.

- La investigación - acción - adopta una postura teórica según la cual la acción emprendida para cambiar la situación se suspende temporalmente hasta conseguir una comprensión más profunda del problema práctico en cuestión.
- Al explicar "lo que sucede", la investigación-acción construye un "guión" sobre el hecho en cuestión, relacionándolo con un contexto.
- La investigación-acción interpreta "lo que ocurre" desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan en la situación problema.

Nota: Características tomadas de la investigación-acción en educación de (Elliott, J, 2000, p.5).

3.2.3. Contexto del trabajo.

El presente trabajo se realizó en la institución educativa Latinoamericano - ILA ubicada en la ciudad de Manizales del departamento de Caldas, el grupo que me fue asignado para llevar a cabo mi trabajo investigativo fue el grado 10 - 2, el cual cuenta con un total de 33 estudiantes, cuyas edades oscilan entre los 14 - 18 años. La investigación se llevó a cabo con la colaboración de la Docente titular de la asignatura de química integrada al área de ciencias naturales Pilar del Socorro Hincapié.

El Instituto Latinoamericano es una institución educativa de carácter oficial, adscrita a la secretaria de educación municipal. PEI. ILA. (p.5).

El cual contribuye en la formación académica del estudiante mediante el uso de pedagogías activas, con enfoque humanizante a través de la orientación del proyecto de vida y al

fortalecimiento de las competencias comunicativas con profundización en inglés. PEI. ILA. (p.5).

Los principios y valores considerados en la institución educativa apuntan al referente ético, para guiar las actitudes, prácticas y formas de actuación de los miembros de la comunidad educativa del ILA; ellos son: Excelencia, honestidad, confianza, lealtad, proactividad, comunicación, respeto, servicio, tolerancia, justicia y responsabilidad. PEI. ILA. (p.24).

En el Proyecto Educativo Institucional (PEI), ILA (2014) de la institución educativa se afirma que: PEI ILA (p.11).

- El Instituto Latinoamericano ofrece educación formal en los niveles de preescolar, básica - media vocacional y educación para adultos. Preescolar, básica primaria de primero a quinto están en jornada única al igual que un grupo de décimo en el marco del proyecto La universidad en tu colegio; distribuidos así:
 - Sede principal: Educación media de sexto a noveno y media vocacional de decimo a once población atendida en la jornada de la mañana y de la tarde. Educación para adultos jornada de la noche.
 - Sede A: básica primaria de primero a quinto población atendida en la jornada de la mañana y de la tarde.
 - Sede B: nivel preescolar población atendida en jornada única. pp. 7-9.

Características de la población. pp. 14-15.

- El 40% de los estudiantes del Instituto Latinoamericano pertenecen al estrato 1, un 30% al estrato 2, un 28% al estrato 3 y un 2% al estratos 4. PEI ILA (p.14).

- El 40% de las familias perciben un ingreso igual o inferior a un salario mínimo mensual, un 30% perciben ingresos mensuales entre uno y dos salarios mínimos, un 28% entre tres y cuatro salarios mínimos y un 2%, con ingresos superiores a cuatro salarios mínimos mensuales. PEI ILA (p.14).

Tabla 1. Clasificación del número de estudiantes según su sexo. Grado 10-2. Realizado por Castrillón, C (2016).

Clasificación del número de estudiantes según su sexo	
Número de hombres	Número de mujeres
15	18

3.3. Diseño del Trabajo.

Con el propósito de dar respuesta al planteamiento del problema.

¿El diseño de la unidad de producción de conocimiento (UDPROCO) mejora el proceso enseñanza-aprendizaje del modelo mecánico-cuántico del átomo? y validar si la hipótesis establecida: la implementación de la Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO) como estrategia metodológica, mejora los procesos de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo, contribuyó al cambio conceptual en el educando de los contenidos enseñados.

Se ha establecido el diseño de la investigación de tipo no experimental transccesional o transversal descriptivo.

En el estudio descriptivo se debe tener en cuenta:

- Muestra: 33 estudiantes de la ILA.

- Instrumentos utilizados para la recolección de datos: pre-test y pos-test, los cuales fueron validados por la docente María del Pilar Hincapié.

3.4. Fases del trabajo.

El presente trabajo se efectuó en cuatro fases a desarrollar en 32 semanas.

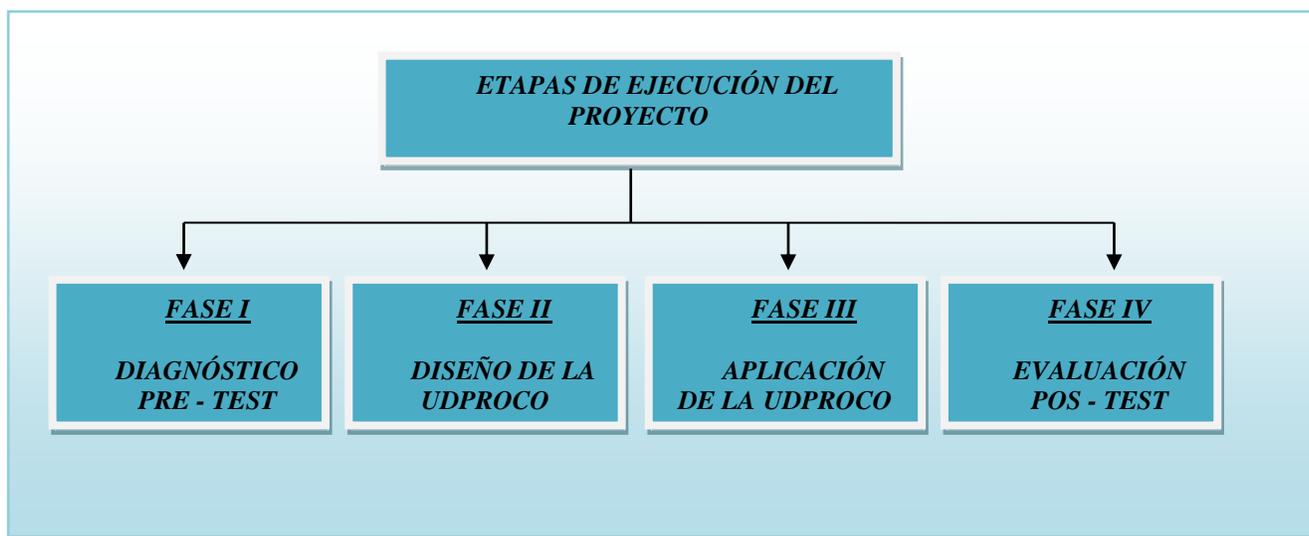


Figura 1 Fases del trabajo.
Realizado por Castrillón, C (2016)

3.4.1. Fase I. Diagnóstico.

Se aplica el pre-test para identificar las ideas previas u obstáculos que el educando posee en el proceso de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo, el cual está conformado por un total de 18 preguntas.

Las preguntas establecidas en el pre - test se distribuyeron en categorías, a su vez estas describen las variables según la intencionalidad a medir.

Estructura atómica del átomo (preguntas 1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 16 - 18), modelos atómicos (pregunta 14), modelo mecánico cuántico del átomo (pregunta 8 - 9 -10 - 11), configuración

electrónica (preguntas 12 -13 - 15 -17) y tabla periódica (preguntas 5 - 7).

Después de aplicado el pre - test, se procedió a recolectar y clasificar la información obtenida con el propósito de identificar y caracterizar las ideas previas, además de delimitar los obstáculos u fortalezas que el grupo de estudiantes tiene acerca de los conceptos estructura atómica, modelo mecánico cuántico, números cuánticos, configuración electrónica y conceptos básicos de la tabla periódica.

El instrumento diagnóstico o pre test, se encuentra completo en el anexo A (p. 45).

3.4.2. Fase II. Diseño de la UDPROCO.

La Unidad de Producción del Conocimiento UDPROCO una mediación pedagógica para la formación en educación media, desarrolla y plantea una estrategia didáctica, en la cual se establece momentos específicos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, cada uno de los cuales potencializa en el educando la construcción del aprendizaje significativo.

León , J (2010) afirma que "la UDPROCO busca, a través de su diseño y con la orientación interdisciplinar, articular los saberes para lograr el pensamiento complejo que le dé consistencia al conocimiento, para que responda a las exigencias de la época que se está viviendo y desarrollando, frente a los avances científicos y tecnológicos. (p.160).

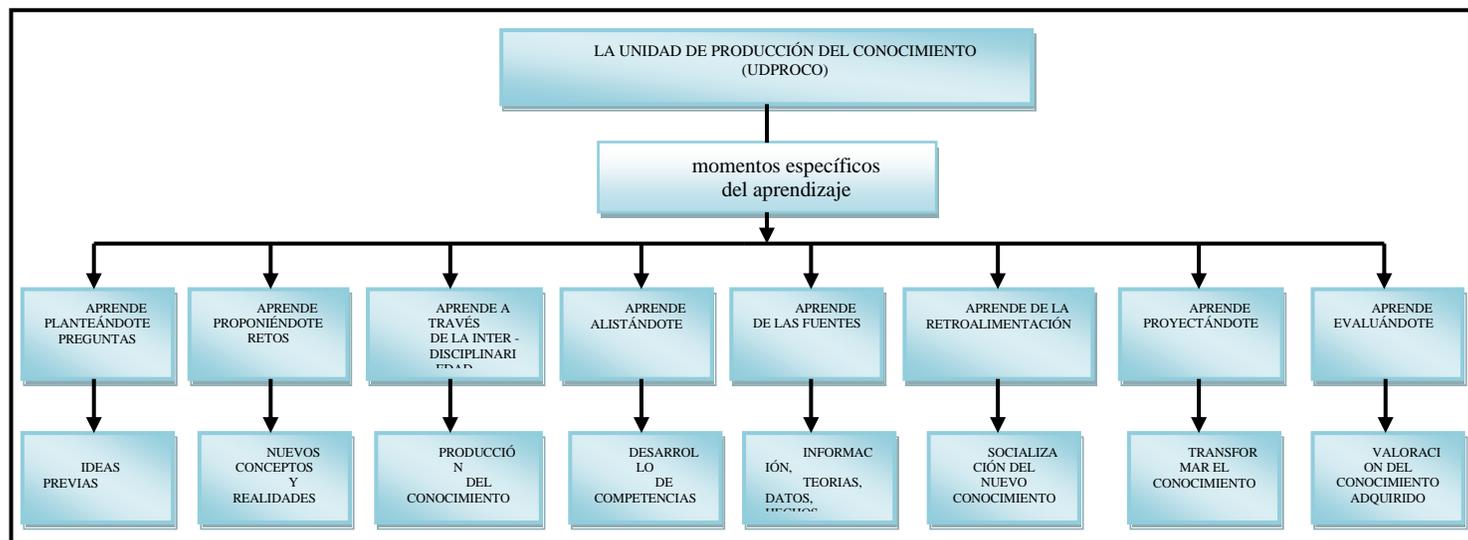


Figura 2. Etapas de la UDPROCO.
Realizado por Castrillón, C (2016).

A continuación se expone los propósitos establecidos en cada uno de los momentos empleados en la UDPROCO.

3.4.2.1. Aprende planteándote preguntas.

En este punto se indagan las ideas previas se formula una pregunta concerniente al tema a enseñar, para ser analizada por el educando y luego socializarlas en el grupo. Es situarse en el Nivel Perceptual cognitivo. Un Aula Pensante trata cómo enseñar a pensar, discurrir, producir. Es un lugar donde el pensamiento crítico, conceptual y creativo cuenta.

(León, J, 2010,p.163).

3.4.2.2. Aprende proponiéndote retos.

Se establecen los logros e indicadores de logros a alcanzar por el educando es denominado nivel aprehensivo, puesto que es a partir de la observación, la indagación, la revisión, la

identificación, la definición y el diagnóstico que se determinan lo que hay que hacer.

(León, J, 2010, p.164).

3.4.2.3. Aprende la interdisciplinariedad.

Se pretende integrar los nuevos conceptos con el apoyo de lecturas pertinentes a la realidad a enseñar. León, J (2010) indica que la interdisciplinariedad contribuye a la aprehensión y construcción del conocimiento por lo tanto... prepara un buen trabajo investigativo, el aprender haciendo, entrando de lleno en el nivel comprensivo en la generación nuevos conceptos y realidades que permitan ahondar en la ciencia y a la vez hacer ciencia. (p. 165).

3.4.2.4. Aprende alistándote.

Desarrollo de actividades para valorar las preconcepciones o ideas previas en el educando... permite la consideración crítica del conocimiento y crea un espacio para la reflexividad del sujeto cognoscente. Es decir, trae consigo un principio autocrítico y autorreflexivo; estos dos aspectos permiten una apertura epistemológica que considera la crítica de nuestro propio conocimiento. Es decir, que nuestras teorías son también objeto de conocimiento y se pueden reflexionar y trascender. (León, J,2010, p.164).

3.2.4.5. Aprende de las fuentes.

Fundamentación teórica de los contenidos a enseñar. León, J (2010) afirma que es en este espacio donde el docente se muestra agente activo de su propia formación, investigador asiduo de las disciplinas que se articulan con los temas que se desarrollan. Es el ejercicio de la docencia reflexiva y profesional que ayuda y orienta al estudiante a situarse en el Nivel Aprehensivo. Teniendo en cuenta los siguientes aspectos: la producción intelectual del

profesor y la bibliografía. (p.165).

3.2.4.6. Aprende de la retroalimentación.

Espacios de retroalimentación del conocimiento adquirido y generado por el estudiante, la valoración del mismo al confrontarlo con los docentes, compañeros de estudio, pares académicos y otros escenarios a partir de los parámetros previamente establecidos, acordes a las competencias propuestas en el desarrollo de la unidad. León, J (2010). pp.166-167

3.2.4.7. Aprende proyectándote.

Los procesos que se implican en la de enseñanza del modelo mecánico cuántico como lo sugiere León, J (2010) fortalece el desarrollo de competencias en la construcción del nuevo conocimiento, suscitando valores y nuevas actitudes como condición para vivir con calidad abriéndose hacia la información diaria y entrando en ella con mente crítica que permita procesar, sistematizar, de manera autónoma y significativa, interactuar y manejar dicha información. (p. 166).

3.2.4.8. Aprende evaluándote.

Es precisar los términos de la valoración para apreciar y estimar los conocimientos adquiridos y generados, las actitudes y aptitudes puestas de manifiesto, rendimiento general, proceso de compromiso y práctica social, conforme a los logros y competencias esperados al plantear la Unidad. (León, J,2010, p.167).

3.4.3. Fase III. Aplicación de la UDPROCO.

Una vez analizados los resultados obtenidos de la evaluación diagnóstica pre-test se identificaron los saberes previos y los obstáculos se planteó la unidad de producción de conocimiento UDPROCO como estrategia metodológica en la enseñanza-aprendizaje del modelo mecánico cuántico con el propósito de superar las dificultades previamente establecidas, a demás se profundizó en los ejes temáticos orientados en la asignatura de química: teoría atómica del átomo, modelo mecánico cuántico del átomo, configuración electrónica y conceptos básicos de la tabla periódica.

La Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO) se aplicó en el primer período académico, las actividades didácticas planificadas y orientadas se valoraron a través de la retroalimentación, la socialización y la evaluación progresiva, con la finalidad que los estudiantes alcancen los logros previamente establecidos.

La estrategia metodológica empleada UDPROCO se encuentra completa en los anexos A (p. 45). B (p. 49) y C (p. 54).

3.4.4. Fase IV. Evaluación de la UDPROCO.

En este punto indagaremos si los objetivos propuestos en el trabajo investigativo, fueron los esperados. El instrumento de recolección de datos e información diseñado post-test se empleó con el fin de medir y valorar si en el grupo de estudio se evidenció un cambio conceptual de los contenidos abordados.

Las preguntas establecidas en el post - test se distribuyeron en categorías, a su vez estas describen las variables según la intencionalidad a medir.

Estructura atómica del átomo, es de aclarar que esta categoría en el post - test se integro a las

otras categorías, modelos atómicos (pregunta 12), modelo mecánico cuántico del átomo (preguntas 2 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 11 - 13 - 15 - 16), configuración electrónica (preguntas 1 - 3 - 4 - 6 - 14 - 17) y tabla periódica (preguntas 10 - 18).

Capítulo IV.

4. Análisis de resultados.

En este punto indagaremos si los objetivos propuestos en el proyecto de investigación, fueron los esperados. Los instrumentos de recolección de datos e información se diseñaron, para medir y valorar si en el grupo de estudio se evidenció un cambio conceptual de los contenidos abordados.

Una vez diseñados y validados los instrumentos de estudio se establecieron las variables a medir para el análisis de datos, las cuales se distribuyeron dentro de un conjunto más grande llamados ítems, para luego subdividirlas por categorías.

Tabla 2. Categorización del número de preguntas en el pre-test y el post-test.
Realizado por Castrillón, C (2016).

Categoría	Ítems	N° de pregunta pre - test distribuida por categoría	N° de pregunta post - test distribuida por categoría
Estructura atómica del átomo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reconoce la estructura interna de los átomos, constituida por protones, neutrones y electrones. ➤ Establece relaciones entre los conceptos de número másico (A) y número atómico (Z). 	1 - 2 - 3 - 4 6 - 16 - 18.	
Modelos Atómicos	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Identifica la estructura conceptual y representacional del modelo atómico establecido por el estudiante. 	14	12
Modelo mecánico cuántico del átomo.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprende la estructura conceptual y representacional del modelo mecánico cuántico. ➤ Aplica los principios y las reglas de la mecánica cuántica para deducir los cuatro números cuánticos. 	8 - 9 - 10 - 11.	2 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 11 - 13 - 15 - 16
Configuración electrónica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Representa esquemáticamente la distribución electrónica de los electrones de un átomo, en los distintos niveles y subniveles de energía en que se encuentran los electrones de un elemento. 	12 - 13 - 15 - 17	1 - 3 - 4 - 6 - 14 - 17
Tabla periódica.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Comprende el concepto de isótopo. ➤ Identifica como se distribuyen los elementos en la tabla periódica. 	5 - 7	10 - 18

4.1 Análisis evaluación diagnóstica de resultados del pre test y pos test.

El análisis de datos del pre - test y post - test se realizó a partir de la formulación de 18 preguntas tipo I, es decir, de selección múltiple con una única respuesta. Es de aclarar que aunque hay un grupo pequeño de preguntas abiertas, estas se valoraron según los siguientes criterios.

Tabla 3. Respuesta establecida para el tipo de preguntas abiertas.
Realizado por Castrillón, C (2016).

Preguntas abiertas
A. No responde la pregunta. B. Responde parcialmente la pregunta con errores. C. Responde parcialmente la pregunta con la información correcta. D. Responde correctamente la información. (Respuesta correcta)

Tabla 4. Tipo de respuesta asignada para las representaciones gráficas.
Realizado por Castrillón, C (2016).

Representación gráfica
A. No realiza el esquema. B. El esquema corresponde a otro modelo atómico. C. Realiza un esquema parcialmente acorde al modelo atómico actual. D. Realiza el esquema acorde al modelo atómico actual. (Respuesta correcta)

4.1.2. Escala valorativa de desempeño académico.

A su vez los instrumentos previamente diseñados se ajustaron a la escala de valoración nacional, según el decreto 1290 del 2009, teniendo como referente los estándares básicos, las orientaciones y lineamientos expedidos por el Ministerio de Educación Nacional y lo establecido en el proyecto educativo institucional.

- Desempeño Superior.
- Desempeño Alto.
- Desempeño Básico.
- Desempeño Bajo.

Tabla 5. García, A (2016) adaptó la interpretación cualitativa de la escala de valoración nacional propuesta por el decreto 1290 de 2009 de Ministerio de Educación Nacional de la Comunidad Educativa Institución José Antonio Ricaurte. Ibagué, Tolima (2010). (p.69).

Escala porcentual %	Escala valoración nacional según decreto 1290	Interpretación cualitativa
Entre el 0 y 59	Desempeño bajo (NA)	Corresponde al estudiante que no supera los desempeños mínimos previstos en las áreas y asignaturas teniendo un ejercicio muy limitado.
Entre el 60 y el 79	Desempeño básico (DB)	Corresponde al estudiante que logra lo mínimo en los procesos de formación aunque en tal estado pueda continuar avanzando, hay necesidad de fortalecer su trabajo para que alcance mayores niveles de logro.
Entre el 80 y el 90	Desempeño alto (DA)	Corresponde al estudiante que alcanza la totalidad de los logros previstos en el proceso de formación.
Entre el 91 y el 100	Desempeño superior (DS)	Se le asigna al estudiante cuando alcanza de forma excepcional todos los logros esperados e incluso logros no previstos en los estándares curriculares y en el proyecto educativo institucional.

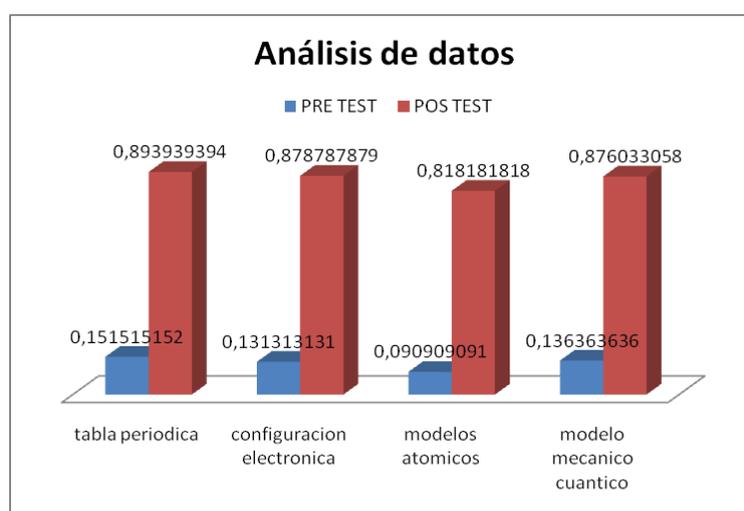


Figura 3. Análisis de datos obtenidos de la aplicación de los instrumentos pre-test y post-test. Realizado por Castrillón, C(2016).

4.2. Hallazgo obtenidos al analizar el pre - test.

Inicialmente se aplica el pre - test con el fin de identificar y caracterizar las ideas previas que permitan determinar cuáles son los obstáculos o errores conceptuales que presentan los educandos antes de abordar la temática de estudio.

De los resultados obtenidos al aplicar este instrumento, se puede inferir que algunos de los educandos presentan obstáculos o errores conceptuales en la comprensión de algunos conceptos relacionados al modelo mecánico cuántico.

Con relación a las preguntas **1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 16 - 18** aplicadas su intencionalidad nos permite valorar si el educando, reconoce la estructura atómica del átomo, constituida por protones, neutrones y electrones, a si mismo sí este establece relaciones entre los conceptos de número másico (A) y número atómico (Z) como características propias de un átomo determinado, el porcentaje obtenido en esta categoría es de **90.48%**. Al comparar la escala porcentual con la escala valorativa se aprecia que esta presenta un nivel de desempeño alto.

Con relación a la pregunta **14** aplicada su intencionalidad nos permite identificar la estructura conceptual y representacional del modelo atómico establecido por el estudiante, el porcentaje obtenido en esta categoría es de **9.09%**. Al comparar la escala porcentual con la escala valorativa se aprecia que esta presenta un nivel de desempeño bajo.

Con relación a las preguntas **8 - 9 - 10 - 11** aplicada su intencionalidad nos permite valorar si el educando comprende la estructura conceptual y representacional del modelo mecánico cuántico, a demás si este aplica los principios y las reglas de la mecánica cuántica para deducir los cuatro números cuánticos, el porcentaje obtenido en esta categoría es de **13.64%**.

Al comparar la escala porcentual con la escala valorativa se aprecia que esta presenta un nivel de desempeño bajo.

Con relación a las preguntas **12 -13 - 15 -17** aplicada su intencionalidad nos permite valorar si el educando representa esquemáticamente la distribución electrónica de los electrones de un átomo, en los distintos niveles y subniveles de energía en que se encuentran los electrones de un elemento, el porcentaje obtenido en esta categoría es de **13.13%** .Al comparar la escala porcentual con la escala valorativa se aprecia que esta presenta un nivel de desempeño bajo.

Con relación a las preguntas **5 - 7** aplicada su intencionalidad nos permite valorar si el educando comprende el concepto de isótopo e identifica como se distribuyen los elementos en la tabla periódica, el porcentaje obtenido en esta categoría es de **15.15%**. Al comparar la escala porcentual con la escala valorativa se aprecia que esta presenta un nivel de desempeño bajo.

Luego de haber aplicado la evaluación diagnóstica, se identifican y caracterizan las ideas previas que el grupo de estudio posee con respecto al modelo mecánico cuántico, de igual manera se determinan cuales son los factores que dificultan la comprensión del modelo mecánico cuántico.

Los estudiantes logran:

- Comprender el concepto de átomo.
- Identifican las partículas que conforma la estructura atómica de todo átomo.
- Comprende los conceptos de número atómico y número másico.
- Deduce la cantidad de protones, neutrones y electrones presentes en un átomo a partir del número atómico y el número másico.

Los estudiantes no logran:

- Establecer un modelo mental y representacional del modelo mecánico cuántico.
- Identificar los cuatro números cuánticos para describir las características propias de los electrones.
- Comprender el concepto de orbital atómico.
- Determinar la ubicación de un elemento en la tabla periódica a partir de la configuración electrónica.
- Relacionar el concepto de isótopos a átomos de un mismo elemento.

Como lo señala Moreira, M "y" Greca, I este tipo de abordaje favorece la aparición de conflictos cognitivos que llevarán al estudiante a revisar conscientemente sus posiciones anteriores y, así, a reconstruir su conocimiento. (p.7).

Una vez identificado el nivel de apropiación del conocimiento a enseñar, se procedió a la planificación, diseño e interacción de las estrategias didácticas orientadas a establecer las competencias básicas a alcanzar acorde a los estándares curriculares.

Después de realizada la intervención de la metodología empleada UDPROCO dentro del aula de clase se aplicó el Post - Test.

4.3. Hallazgos obtenidos al analizar el post - test.

Es de aclarar que en el post - test la categoría 1. estructura atómica del átomo se integró a otras categorías, puesto que el modelo mecánico cuántico centra su estudio en el comportamiento electrónico del átomo.

Al observar los resultados obtenidos del post -test representados en la figura... y al compararlos con los resultados obtenidos del pre -test se puede establecer que el grupo de

estudio superó los obstáculos epistemológicos previamente identificados y caracterizados para mejorar el proceso de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico cuántico.

Por lo tanto podemos corroborar que la implementación de la Unidad de Producción de Conocimiento (UDPROCO) como estrategia metodológica, contribuye a mejorar los procesos de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo.

Tabla 6. Resultados obtenidos de la aplicación de los instrumentos pre-test y post-test.
Realizado por Castrillón, C (2016).

Números de preguntas pre - test	Desemp eño pre - test	Número de preguntas post - test	Desemp eño post - test
1 - 2 - 3 - 4 - 6 - 16 - 18	DS	Integrado a otras categorías	-----
14	DB	12	DA
8 - 9 - 10 - 12	DB	2 - 4 - 8 - 9 - 11 - 13 - 15 - 16	DA
12 - 13 - 15 - 17	DB	1 - 3 - 4 - 6 - 14 - 17	DA
5 - 7	DB	10 - 18	DA

Al observar la tabla # 6. se aprecia que el grupo de estudio luego de la intervención de la metodología empleada UDPROCO incremento su desempeño académico bajo a alto, lo cual indica que el proceso llevado a cabo influyó en el cambio conceptual en los educandos, pues estos lograron consiguieron dar explicaciones razonables frente a los conceptos enseñados de la mecánica - cuántica del átomo.

Capítulo V.

5. Conclusiones y recomendaciones.

Los resultados de otras investigaciones indica que la forma de abordar los conceptos del modelo mecánico cuántico del átomo en la educación tradicional no favorecen el logro de un cambio conceptual en el educando, pues su enseñanza intenta explicar y comprender los fenómenos estudiados a partir de los modelos mentales clásicos.

En palabras de Moreira, M "y" Greca, I (2002) señalan que "sólo se puede aprender a partir de aquello que ya se sabe. Sin embargo parece que, en este caso, partir de aquello que se conoce para otra «realidad» puede dificultar la percepción de lo nuevo en los conceptos que se intenta enseñar". (p. 336).

5.1. Conclusiones.

El presente trabajo de investigación. La estrategia didáctica para la enseñanza del modelo mecánico - cuántico del átomo, mediante la implementación de la unidad de producción de conocimiento (UDPROCO) en estudiantes de grado decimo 10 - 2 de la institución educativa Instituto Latinoamericano de Manizales, es una estrategia metodológica complementaria eficiente en los procesos de enseñanza - aprendizaje del modelo mecánico - cuántico del átomo, puesto que un porcentaje elevado (entre 80 % y 90%) de los estudiantes alcanzo un desempeño alto (DA) lo que sugiere que el grupo de estudio incorporo en su estructura cognitiva el concepto del modelo mecánico - cuántico del átomo desde la comprensión de los contenidos mismos para este nivel de instrucción, lo cual permite evidenciar un cambio conceptual.

El abordaje de la temática empleada busco determinar los obstáculos que presenta el grupo de estudio en la construcción de conceptos científicamente aceptados al concepto de modelo mecánico - cuántico, para ello se considero establecer el modelo mental del estudiante como punto de referencia, con el fin facilitar el proceso de formación se implemento la UDPROCO como estrategia metodológica en la percepción de los nuevos conceptos.

El uso de la UDPROCO como estrategia metodológica complementaria para el proceso de enseñanza - aprendizaje es pertinente, porque permite transformar las didácticas empleadas en el área de las ciencias naturales y el aprovechamiento de nuevos escenarios de pensamiento, pues permite crear espacios participativos de comunicación mediados por una reflexión crítica dentro del proceso de la enseñanza.

5.2. Recomendaciones.

La implementación de estrategias metodológicas innovadoras como la UDPROCO, se ha convertido en una de las herramientas más útil y práctica para la enseñanza - aprendizaje hacia concepciones científicamente aceptadas en el fortalecimiento de desarrollo de procesos cognitivos.

En este sentido, es importante generar espacios de capacitación para los docentes, de tal manera que se asocien con la estrategia pedagógico metodológica UDPROCO y la integren a su praxis educativa.

Bibliografía.

Adúriz, (2001) Integración a la epistemología en la formación del profesorado en ciencias. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España.

Adúriz, A, Perafán, G y Badillo, E (2002). Actualización en didáctica de las ciencias naturales y las matemáticas. Bogotá, Colombia. Cooperativa editorial magisterio.

Athié, M., Costopoulos., Y "y" de la Garza, M (2011). Aprendizaje autónomo. Aprendizaje autónomo: Orientaciones para docencia. Universidad Iberoamericana de México. pp. (149 - 163). Ciudad de México.

Bryson, B (2004). El poderoso átomo. Una breve historia de casi todo pp. (122 -123). Barcelona, España: RBA Libros S.A.

Cabrera, P, Quiroga, A y Naizaque, C (2009). Imágenes del átomo: un producto del esfuerzo científico por comprender la estructura de la materia. IV congreso de formación de docentes. Revistas pedagógicas. pp. (420-425).

Cadena, Y (2004). Epistemología, ontología y complementariedad en Niels Bohr (Tesis de doctorado). Universidad complutense de Madrid, Madrid, España.

Castrillón, J., Freire O y Rodríguez, B (2014). Mecánica cuántica fundamental, una propuesta didáctica. Revista Brasileira de Ensino de Física, 36 (1) pp. (1505-1512).

Colmenares, M (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción. Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, 3 (1) pp.(102 - 115).

Chalmers, A (2000). Epílogo ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Tercera ed. Siglo veintiuno de España editores. pp. (244 - 245). Madrid, España.

Crispín, L et al Caudillo, L., Doria, C "y" Esquivel, M Peña (2011). Aprendizaje autónomo. Aprendizaje autónomo: Orientaciones para docencia. Universidad Iberoamericana de México. pp. 49-62. Ciudad de México.

Delgado, K "y" Cárdenas, G (2004). Promoción del auto - inter - aprendizaje. Desarrollo del pensamiento. Autoaprendizaje eficaz y recuperación del saber. Ed. Alma Mater Magisterio Bogotá, D. C., Colombia. pp. (19 - 20).

Elliott, J (2000). ¿En qué consiste la investigación- acción en la escuela?. La investigación acción en educación. pp. (4 - 6). Ediciones Mora, S.L. Madrid, España.

- Fanaro, M (2009). Enseñanza de la mecánica cuántica en la escuela media (Tesis doctoral). Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Francia. El profesor de español LE-L2: Actas del XIX Congreso Internacional de la Asociación para la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera (ASELE): Cáceres, 24-27 de septiembre de 2008, (pp. 395-408). Servicio de Publicaciones
- García, A (2016). Los dispositivos móviles como estrategia complementaria para la enseñanza y aprendizaje de la nomenclatura química inorgánica (Tesis de maestría). Universidad Nacional, Manizales, Colombia.
- García, A. (2006). Estructura electrónica de los elementos y su comportamiento eléctrico: niveles de comprensión en alumnos de 14-15 años. Libro de los XXII encuentros de didáctica de las ciencias experimentales, pp. (414 - 423). Zaragoza. Ed. Prensas universitarias de Zaragoza.
- Greca, I "y" Moreira, M (2004) Obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos. (pp. 1 - 12). Instituto de Física. UFRGS, Brasil.
- Greca, I y Herscovitz, V. (2002). Construyendo significados en mecánica cuántica: fundamentación y resultados de una propuesta innovadora para su introducción en el nivel universitario. Enseñanza de las ciencias, 20 (2) pp. (327-338).
- Hernández, S., Fernández, C "y" Baptista, P (2006). Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. Mac-Graw-Hill. Metodología de la investigación. pp. (99 - 117). México D.F.
- Hernández, S., Fernández, C y Baptista, P (2006). Concepción o elección del diseño de investigación. Mac-Graw-Hill. Metodología de la investigación. pp. (157 - 231). México D.F.
- Hernández, S., Fernández, C y Baptista, P (2006). Similitudes y diferencias entre los enfoques cuantitativo y cualitativo. Mac-Graw-Hill. Metodología de la investigación pp. 3-29. México D.F.
- Klim, P (2007). El cambio conceptual. Experiencias y propuestas en la construcción del estilo pedagógico en diseño y comunicación. pp. (15-349). Buenos Aires, Argentina. UP. Universidad de Palermo.
- Lakato, I (1987). Historia de las ciencias y sus reconstrucciones racionales. Madrid, España. Tecnos, S.A.

León, J (2011). La unidad de producción de conocimiento como respuesta a los desafíos metodológicos de la educación en el tercer milenio. Ediciones Universidad de Salamanca. Aula revista pedagógica, 17 pp. (159 -169).

Malaver, M, Pujol, R y Martínez D'A (2007). La calidad científica del contenido sobre el tema de la estructura de la materia en textos universitarios de química. Enseñanza de las ciencias, 25(2) pp. (229-240).

Mora, A (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias en niños de edad escolar. Inter sedes, 3(5) pp. (75 - 89).

Moreira, M "y" Greca, I (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias, 2(3) pp. (36 - 56).

Moreira, M y Greca, I (2004). Obstáculos representacionales mentales en el aprendizaje de conceptos cuánticos. Revista Brasileira de Ensino de física, 1(23) pp. (444 - 457).

Moreira, M y Greca, I (2004). Sobre cambio conceptual, obstáculos representacionales, modelos mentales, esquemas de asimilación y campos conceptuales. Porto Alegre. pp.(1-16).

Moreira, M, Hilger, T y Präss, A (2009). Representaciones sociales de la física y de la mecánica cuántica. Revista de Enseñanza de la Física, 22 (1) pp. (15-30).

Patiño, W y Vallejo, W (2011). El modelo atómico mecánico - cuántico: estrategia para su enseñanza y aprendizaje (Tesis de maestría). Universidad Nacional, Medellín, Colombia.

PEI (2014). Proyecto Educativo Institucional construyendo proyectos de vida. Instituto Latinoamericano. pp. (1- 74).

Porta, S (2007). Las ideas previas y las situaciones de enseñanza. Quehacer educativo (86) pp.(146 -149).

Pozo, J., Scheuer, N., Pérez, M., Mateos, M., Martín, E "y" de la Cruz, M (2006). Enfoques en el estudio de las concepciones sobre el aprendizaje y la enseñanza. Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Editorial GRAÓ de IRIF, S.L. Barcelona, España. pp. (55 - 89).

Rodríguez, M, Marrero, J y Moreira, M (2001). La teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y sus principios: una aplicación con modelos mentales de célula en estudiantes del curso de orientación universitaria. Investigaciones en Ensino de Ciências, 6 (3) pp. (243-268).

Webgrafía.

Rodríguez, M (2013). Perspectivas de la educación desde la teoría de la acción comunicativa de Jünger Habermas. Editorial visiones educativas IUNAES, 7 (16) pp. 47-57, recuperado de <http://iunaes.mx/wp-content/uploads/2013/12/VISI%C3%92N-EDUCATIVA-16.pdf>

AMEI - WAECE (2003). Autoaprendizaje. Diccionario pedagógico AMEI - WAECE [versión eléctrica] Catalunya, Barcelona. Diccionario pedagógico AMEI - WAECE, <http://waece.org/diccionario/index.php>

Anexo A. Pre-test.

Responde las siguientes preguntas, encierra en un círculo la opción correcta.

1. Todo átomo posee en su estructura interna.
 - A. Un núcleo formado por protones y neutrones presentes en el núcleo y una corteza electrónica formada por los electrones.
 - B. Un núcleo formado por protones y electrones y una corteza electrónica formada por neutrones.
 - C. Una corteza electrónica formada por protones y un núcleo formado por neutrones y protones.
 - D. Todo átomo posee en su estructura interna partículas más pequeñas.

2. Para identificar un átomo utilizamos el número atómico (Z), el cual indica la cantidad de:
 - A. Electrones que se encuentran presentes en la corteza electrónica del átomo.
 - B. Protones que se encuentran presentes en el núcleo de un átomo.
 - C. Neutrones que se encuentran presentes en el núcleo de un átomo.
 - D. Todos los átomos de un elemento químico tienen en el núcleo el mismo número de electrones.

3. Al número de partículas que contiene el núcleo, de un determinado átomo se denomina número másico (A), y es equivalente a la suma del:
 - A. Número de Protones y de electrones presentes en el núcleo de un átomo.
 - B. Número de electrones y de protones presentes en el núcleo de un átomo.
 - C. Número de protones y de neutrones presentes en el núcleo de un átomo.
 - D. Número de electrones y de neutrones presentes en el núcleo de un átomo.

4. Un elemento tiene un número atómico 6 y número másico 12. Con la información suministrada completa la siguiente tabla.

Elemento	Símbolo	Número Atómico (Z)	Número Másico (A)	Número de Protones (p^+)	Número de Neutrones (n)	Número de Electrones (e^-)
Carbono	C					

5. La tabla periódica de los elementos clasifica, organiza y distribuye los distintos elementos

químicos conforme a sus propiedades y características; su función principal es establecer un orden específico agrupando los elementos en:

- A. Filas o en columnas también denominados periodos o grupos respectivamente.
 - B. Columnas o filas también denominados periodos o grupos respectivamente.
 - C. Periodos o columnas también denominados columnas o grupos respectivamente.
 - D. Grupos o filas también denominados columnas o periodos respectivamente.
6. Si un átomo posee un número atómico (Z) = 3 y un número másico (A) = 7). La cantidad de protones, neutrones y electrones presentes en la composición de dicho átomo es:
- A. $p^+ = 4$, $n = 3$ y $e^- = 3$.
 - B. $p^+ = 3$, $n = 4$ y $e^- = 3$.
 - C. $p^+ = 12$, $n = 4$ y $e^- = 4$.
 - D. $p^+ = 3$, $n = 0$ y $e^- = 3$.
7. Se denomina isótopo a todo elemento químico que puede estar constituido por átomos diferentes, es decir, que este contiene:
- A. El mismo número de electrones, pero difiere en el número de protones presentes en dicho átomo.
 - B. El mismo número de neutrones, pero difiere en el número de protones presentes en dicho átomo.
 - C. El mismo número protones, pero difiere en el número de neutrones presentes en dicho átomo.
 - D. El mismo número de protones, pero difiere en el número de electrones presentes en dicho átomo.
8. Qué tipo de orbital definen los números cuánticos $n = 4$ y $l = 2$
- A. 4d.
 - B. 4 f.
 - C. 4 p.
 - D. 4 s.
9. Parámetros encargados de describir el estado energético de un electrón y las características de un orbital atómico.
- A. Número de electrones.
 - B. Números cuánticos.
 - C. Número de protones.
 - D. Número electrones.

10. Función encargada de describir el estado electrónico de un átomo para un determinado orbital.
- A. Número cuántico principal (n)
 - B. Número cuántico azimutal (ℓ)
 - C. Número cuántico de momento angular ($m\ell$).
 - D. Número cuántico spin (m_s).
11. El modelo que trata de explicar el comportamiento del átomo, basado en el concepto de unidad cuántica para describir las propiedades dinámicas de las partículas subatómicas y las interacciones entre la materia y la radiación.
- A. Modelo atómico de Thomson.
 - B. Modelo mecánico - cuántico.
 - C. Modelo atómico de Rutherford.
 - D. Modelo atómico de Bohr.
12. Dada la siguiente configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ se puede concluir.
- A. El elemento pertenece al grupo 1 y periodo 3 del sistema periódico.
 - B. Su número atómico es igual a 12.
 - C. El elemento pertenece al grupo de los metales alcalinos.
 - D. El nivel de energía de los orbitales del átomo es igual a 7.
13. La configuración electrónica del Li en el estado fundamental es $1s^2 2s^1$ y por tanto:
- A. El átomo de litio posee un electrón de valencia, en su capa más externa.
 - B. El átomo de litio posee dos electrones de valencia, en su capa más externa.
 - C. El átomo de litio pertenece al periodo 3 del sistema periódico.
 - D. El átomo de litio pertenece al grupo 3 del sistema periódico.
14. Realiza la representación grafica que más se aproxime al concepto real de átomo.
15. Los electrones presentes en un átomo se distribuyen en diferentes estados energéticos. Representa como se distribuyen los electrones de un elemento que tiene un número atómico 6.

16. Un átomo presenta la siguiente configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^2$, su número atómico es igual a 6. Determine el número de electrones de valencia que posee dicho átomo en su capa más externa.
- A. El átomo presenta en su capa más externa un electrón de valencia.
 - B. El átomo presenta en su capa más externa dos electrones de valencia.
 - C. El átomo presenta en su capa más externa cuatro electrones de valencia.
 - D. El átomo presenta en su capa más externa tres electrones de valencia.
17. Un átomo neutro posee la siguiente configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$. Indica a partir de dicha información ¿Cuál es el número atómico (Z)?
- A. Número atómico es igual a 20.
 - B. Número atómico es igual a 12.
 - C. Número atómico es igual a 18.
 - D. Número atómico es igual a 16.
18. Estructura atómica del átomo, en la que se encuentran distribuidos los protones y los neutrones, llegando a ocupar la mayor parte de la masa de un átomo.
- A. El núcleo.
 - B. Los protones.
 - C. Los neutrones.
 - D. Los electrones.

Anexo B. UDPROCO # 1. Evolución histórica de los modelos atómicos.

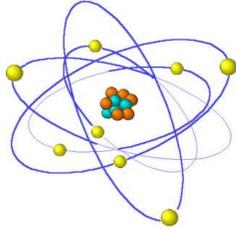
	Institución Educativa Instituto Latinoamericano		UDPROCO # 1.
	Área: ciencias naturales	Asignatura: Química	Guía n°:
	Grado: 10 - 2	Docente:	Periodo:
			N° de clase:
			Fecha

Evolución histórica de los modelos atómicos

1. Aprende planteándote preguntas.

Sabes...

¿Cuáles son los componentes de la materia?



2. Aprende proponiéndote retos.

Cuando termines tu UDPROCO estarás en capacidad de:

<p>Logro.</p> <p>Analizar la estructura atómica de la materia desde los diferentes modelos atómicos.</p>	<p>Indicador de logro.</p> <p>Reconoce la estructura interna de los átomos, mediante la interpretación de modelos atómicos para valorar la importancia de las partículas químicas.</p>
---	---

3. Aprende a través de la interdisciplinariedad.

El poderoso átomo.

Bill Bryso

Una breve historia de casi todo, BARCELONA, RBA LIBROS, 2005

Mientras Einstein y Hubble desvelaban con eficacia la estructura del cosmos a gran escala, otros se esforzaban por entender algo más próximo pero igualmente remoto a su manera: el diminuto y siempre misterioso átomo.

Reflexiona un momento sobre el sentido de la lectura: ¿Por qué es igual de “remoto” o lejano el átomo que el cosmos o universo que nos rodea? ¿Y que intentará explicarnos el texto a continuación: el cosmos o el átomo?

El gran físico del Instituto Tecnológico de California, Richard Feynman, dijo una vez que si hubiese que reducir la historia científica a una declaración importante, ésta sería: «Todas las cosas están compuestas por átomos». Están en todas partes y lo forman todo. Mira a tu alrededor. Todo son átomos. No sólo los objetos sólidos como las paredes, las mesas y los sofás, sino el aire que hay entre ellos. Y están ahí en cantidades que resultan verdaderamente inconcebibles.

La disposición operativa fundamental de los átomos es la molécula (que significa en latín «pequeña masa»).

Una molécula es simplemente dos o más átomos trabajando juntos en una disposición más o menos estable: si añades dos átomos de hidrógeno a uno de oxígeno, tendrás una molécula de agua.

Los químicos suelen pensar en moléculas más que en elementos, lo mismo que los escritores suelen pensar en palabras y no en letras, así que es con las moléculas con las que cuentan ellos, y son, por decir algo, numerosas. Al nivel del mar y a una temperatura de 0 °C, un centímetro cúbico de aire (es decir, un espacio del tamaño aproximado de un terrón de azúcar) contendrá 45.000 millones de millones de moléculas. Y ese es el número que hay en cada centímetro cúbico que ves a tu alrededor. Piensa cuántos centímetros cúbicos hay en el mundo que se extiende al otro lado de tu ventana, cuántos terrones de azúcar harían falta para llenarlo. Piensa luego cuántos harían falta para construir un universo. Los átomos son, en suma, muy abundantes.

Son también fantásticamente duraderos. Y como tienen una vida tan larga, viajan muchísimo. Cada uno de los átomos que tú posees es casi seguro que ha pasado por varias estrellas y ha formado parte de millones de organismos en el camino que ha recorrido hasta llegar a ser tú. Somos atómicamente tan numerosos y nos reciclamos con tal vigor al morir que, un número significativo de nuestros átomos (más de mil millones de cada uno de nosotros), probablemente pertenecieron alguna vez a Shakespeare. Mil millones más proceden de Buda, de Gengis Kan, de Beethoven y de cualquier otro

personaje histórico en el que puedas pensar (los personajes tienen que ser, al menos, en redistribuirse del todo; sin embargo, por mucho que lo desees, aún no puedes tener nada en común con Elvis Presley)

Así que todos somos reencarnaciones, aunque efímeras. Cuando muramos, nuestros átomos se separarán y se irán a buscar nuevos destinos en otros lugares (como parte de una hoja, de otro ser humano o de una gota de rocío). Sin embargo, esos átomos continúan existiendo prácticamente siempre. Sobre todo, los átomos son pequeños, realmente diminutos. Medio millón de ellos alineados hombro con hombro podrían esconderse detrás de un cabello humano.

A esa escala, un átomo solo es en el fondo imposible de imaginar, pero podemos intentarlo. Empieza con un milímetro, que es una línea así de larga: - . Imagina ahora esa línea dividida en mil espacios iguales. Cada uno de esos espacios es una micra.

Ésta es la escala de los microorganismos. Un paramecio típico, por ejemplo (se trata de una diminuta criatura unicelular de agua dulce) tiene unas dos micras de ancho (0,002 milímetros), que es un tamaño realmente muy pequeño.

Si quisieses ver a simple vista un paramecio nadando en una gota de agua, tendrías que agrandar la gota hasta que tuviese unos doce metros de anchura. Sin embargo, si quisieses ver los átomos de esa misma gota, tendrías que ampliarla hasta que tuviese 2.4 kilómetros de anchura.

Para descender hasta la escala de los átomos, tendrías que coger cada uno de esos espacios de micra y dividirlo en 10.000 espacios más pequeños. Ésa es la escala de un átomo: una diezmillonésima de milímetro. Es un grado de pequeñez que supera la capacidad de nuestra imaginación, pero puedes hacerte una idea de las proporciones si tienes en cuenta que un átomo es, respecto a la línea de un milímetro de antes, como el grosor de una hoja de papel respecto a la altura del Empire State.

4. Aprende alistándote.

Con los conocimientos previos que tienes acerca del tema, completa los espacios que se encuentran en la siguiente lectura.

Los átomos son la unidad básica de la materia.

Todo lo que nos rodea está formado por asociaciones microscópicas denominadas _____. Estas a su vez están integradas por _____. Aunque puede haber muchísimas moléculas diferentes, solo se han detectado algo más de cien _____ distintos.

El _____ o centro del _____ está formado por partículas: los _____ que tiene carga eléctrica _____ y los _____ que no tienen carga eléctrica. Alrededor del núcleo, girando a gran velocidad, se encuentran los electrones que tiene carga eléctrica _____.

5. Aprende de las fuentes.

Teoría atómica y modelos atómicos.

Respecto a la estructura interna de la materia, a través de la historia se planearon diferentes concepciones filosóficas y teorías científicas para poder explicar las propiedades del mundo material que nos rodea.

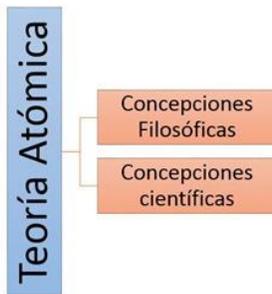


Figura 6. Teoría atómica.

Fuente: <http://1h5.ggpht.com/-3UJkowitzQbVc/U8vOKT78WXI/AAAAAAAAAYk/gFdDAWKGv-U/Teoria%252529atomica%25255B7%25255D.jg?imgmax=800>

Concepciones filosóficas

- Los atomistas decían que todo está hecho de átomos.
- Los continuistas pensaban que los átomos no existían. Si los átomos no pueden verse, entonces no existen. No hay límite para dividir la materia.

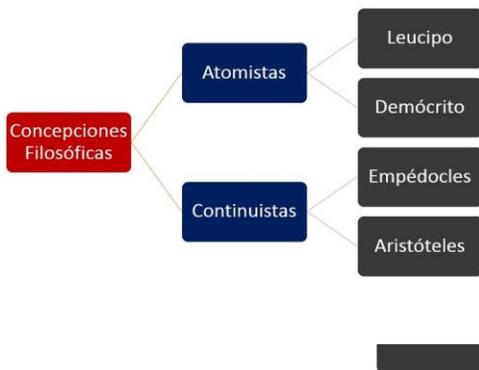


Figura 5. Concepciones filosóficas.

Fuente: <http://1h4.ggpht.com/-Jpzzp4UdvXc/U8vOMUOr2MI/AAAAAAAAAYs/tOnfMZ2VVSc/Concepciones%252520filosoficz%25255B5%25255D.jpg?imgmax=800>

Concepciones científicas acerca del átomo.

A continuación estudiaremos diferentes hechos experimentales que motivaron la formulación de diferentes modelos atómicos por parte de los científicos en su intento de explicar la naturaleza y composición de la materia.

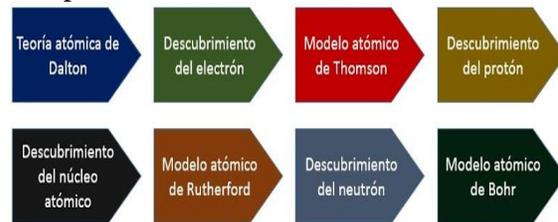


Figura 6. Hechos experimentales - Modelos atómicos.

Fuente: <http://1h4.ggpht.com/-V5e5po8yRzs/U8vOPWCnMVI/AAAAAAAYY8/OcAjzRcsVTI/Concepciones%252520cientificas%25255B5%25255D.jpg=imgmax=800>

El modelo (o teoría atómica) de Dalton, La teoría de Dalton establece que la materia se compone de partículas extremadamente pequeñas denominadas átomos; los átomos son invisibles e indestructibles; los átomos de un elemento dado son idénticos en tamaño, masa y propiedades químicas; los átomos de un elemento específico difieren de los de otros elementos; átomos diferentes

se combinan en razones simples de números enteros para formar compuestos; los átomos se separan, se combinan o se reordenan durante una reacción química.

El modelo (o teoría atómica) de J.J. Thomson, propuso el modelo que lleva su nombre para explicar la estructura atómica. Este consistía en una esfera de materia no uniforme cargada positivamente, donde se encontraban insertadas las partículas negativas, es decir, los electrones, de ahí que también se le conozca a este modelo como “budín de pasas”, por la semejanza con éste dulce inglés.

El modelo (o teoría atómica) de Rutherford, sugiere que la carga positiva del átomo está concentrada en el núcleo estacionario de gran masa, mientras que los electrones negativos se mueven en órbita alrededor del núcleo, ligadas por la atracción entre las cargas opuestas.

El modelo (o teoría atómica) de Bohr, es el que describe al átomo como un núcleo pequeño y cargado positivamente, el cual se encuentra rodeado por electrones que viajan en órbitas circulares alrededor del núcleo.

Esto, es estructura, sería similar a la estructura del sistema solar que habitamos, con la diferencia de que las fuerzas electroestáticas que causan atracción en lugar de gravedad.

El modelo mecánico cuántico actual, establece la ecuación de onda. Nos hace abandonar por completo el concepto anterior de los electrones, que venían definidos como pequeñísimas esferas cargadas que daban vueltas en torno al núcleo, para dar paso a ver los electrones como una función de onda, y añadiéndonos un útil concepto, el de orbital.

6. Aprende de la retroalimentación.

Demuestra lo que aprendiste de los modelos atómicos realiza la siguiente sopa de letras.

X	M	B	M	P	R	O	T	O	N	E	S	Y	L	C
T	A	O	E	W	X	Q	M	H	O	S	E	P	A	O
H	S	H	P	R	Q	N	O	T	L	A	D	I	T	N
O	A	R	G	V	A	T	Y	U	I	R	Z	D	I	T
M	Y	O	D	N	E	U	T	R	O	N	E	S	B	I
P	C	L	J	R	S	D	R	F	H	M	L	A	R	N
S	A	G	E	G	R	Z	R	O	P	M	E	L	O	U
O	K	W	M	A	T	E	R	I	A	O	C	A	F	I
N	E	L	E	C	T	R	O	N	E	S	F	T	O	S
P	Y	S	A	T	S	I	M	O	T	A	R	O	R	T
J	L	M	U	O	P	Q	R	S	V	X	O	M	Y	A
I	R	U	T	H	E	R	F	O	R	D	N	O	I	S
M	Z	C	B	N	K	L	R	Y	P	S	R	G	H	P
N	U	C	L	E	O	A	T	O	M	I	C	O	J	K
E	D	G	H	L	I	M	O	R	S	Q	Z	W	T	A

1. ELECTRONES.
2. MATERIA.
3. RUTHERFORD.
4. PROTONES.
5. CONTINUISTAS.
6. BOHR.
7. NEUTRONES.
8. THOMPSON.
9. ORBITAL.
10. NÚCLEO ATOMICO
11. ATOMO
12. DALTON

7. Aprende proyectándote.

Lee el siguiente enunciado y a partir de la información suministrada responde a las siguientes afirmaciones V (verdadera) ó F (falsa).

El oxígeno es el elemento químico de número atómico 8, que constituye cerca de la quinta parte del aire atmosférico terrestre en su forma molecular O_2 . En esta forma molecular que está compuesta por dos átomos de este elemento, el oxígeno es un gas.

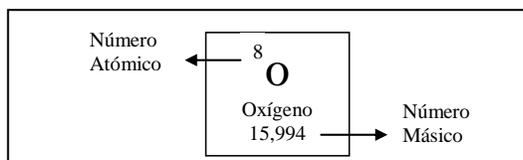


Figura 7. Número atómico y número másico para el átomo de oxígeno.

Referenciado de <http://i0.wp.com/educaconbigbang.com/wp-content/uploads/2014/06/modelo-de-%C3%A1tomo-Bohr-1.jpg>

- El número atómico es el número de electrones que conforman un solo átomo de oxígeno:_____
- Cuando un átomo de oxígeno está en un estado neutro, tiene el mismo número de protones y electrones:_____.
- Los protones, neutrones y electrones son las tres partículas principales que conforman un átomo de oxígeno:_____.
- El número másico del oxígeno nos indica el número total de partículas que hay en el núcleo, es decir, la suma de protones y neutrones._____.

8. Aprende evaluándote.

Realiza un mapa de conceptos donde integres el concepto de átomo y las partículas que lo conforman.

Bibliografía.

Bryson, B (2004). El poderoso átomo. Una breve historia de casi todo pp. (122 -123). Barcelona, España: RBA Libros S.A.

D, Cesar (3 de marzo 2011). Teoría atómica y modelos atómicos. Recuperado de <http://www.fullquimica.com/2011/03/teoria-atmica-y-modelos-atomicos.html>.

Otros fuentes de consulta....

Arma, E (2012). Modelos atómicos N°1 4°ESO . Recuperado de <https://fisitic.wikispaces.com/file/view/modelos+atomicos-Elena+Armas-4%C2%BAA.pdf>

Anexo C. UDPROCO # 2. Modelo mecánico cuántico del átomo.

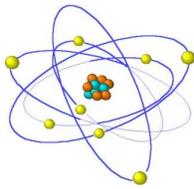
	Institución Educativa Instituto Latinoamericano		UDPROCO # 2.
	Área: ciencias naturales	Asignatura: Química	Guía n°:
	Grado: 10-2	Docente:	Periodo:
			N° de clase:
		Fecha	

Modelo mecánico cuántico del átomo.

1. Aprende planteándote preguntas.

Sabes...

¿Cómo precisar la posición del electrón?



2. Aprende proponiéndote retos.

Cuando termines tu UDPROCO estarás en capacidad de:

<p>Logro.</p> <p>Caracterizar el comportamiento de los electrones en el átomo en base a principios (nociones) del modelo mecánico-cuántico.</p>	<p>Indicador de logro.</p> <p>Aplica los principios y las reglas de la mecánica cuántica para deducir los 4 números cuánticos que describen la posición de cualquier electrón que forma parte de un átomo dado.</p>
--	--

3. Aprende a través de la interdisciplinariedad.

La mecánica cuántica en la vida diaria. Juan Gonzalo Muga Francisco. Laboratorio de Química - Aula de Química.

La teoría cuántica ha sido la teoría física más influyente del siglo XX, y se asoma al siglo XXI con enorme pujanza, no sólo porque gracias a ella entendemos mejor las propiedades de la materia (a través de la mecánica cuántica), si no porque ha permitido el desarrollo de la tecnología que nos rodea. El papel que representa en la Química es fundamental, puesto que explica el enlace químico, la estructura y la dinámica de las moléculas y por tanto sus propiedades y reactividad.

Curiosamente, está muy extendida la creencia de que las manifestaciones de la naturaleza cuántica de la materia en el mundo macroscópico, y en la vida diaria, no son muy importantes.

Vamos a repasar una serie de objetos que seguramente utilizamos en un día cualquiera:

Nos despertamos con un reloj digital, al que de hecho permanecemos unidos todo el día; calentamos el desayuno con un horno de microondas, y vamos al trabajo en un coche controlado, en parte por una serie de chips. A lo largo de la jornada es muy probable que llamemos por teléfono, y que utilicemos un ordenador de un modo u otro, en el trabajo, en la casa o quizá al realizar una consulta, una gestión bancaria o administrativa.

Este ordenador estará conectado seguramente a una impresora y a una red de

información local o externa. De vuelta al hogar pasamos por un supermercado donde los precios se registran por medio de un laser, y en casa vemos la televisión, que funciona mediante transistores, y cuya señal se recibirá en breve por cable de fibra óptica gracias a láseres de semiconductores, o escuchamos música grabada en un disco compacto, o la radio.

Muchos de estos objetos deben su invención (el laser, el transistor) o su estado de desarrollo actual (la televisión, la radio, las comunicaciones telefónicas, internet, las impresoras), a los conocimientos básicos sobre la materia y la radiación que proporciona la teoría cuántica. En otros casos la mecánica cuántica explica su mecanismo básico de funcionamiento (el horno microondas). Sin duda el transistor y el láser son las grandes estrellas de la historia. Su impacto social y económico es enorme. A partir de los años noventa se fabrican, al año miles de millones de láseres de semiconductores y se vende todo tipo de aparatos con circuitos electrónicos por valor de millones de euros al año. A pesar de todo esto, la mecánica cuántica es una ciencia desconocida para la gran mayoría.

Podemos definirla como la Ciencia de lo increíblemente pequeño, de cosas como electrones, protones y neutrones, que son

partículas que forman parte de los átomos (la teoría cuántica abarca también a los quarks, las partículas que constituyen los protones y los neutrones, a los fotones y a sus interacciones con la materia). Los átomos a su vez forman moléculas y casi toda la materia ordinaria. Un átomo es realmente muy pequeño, en un milímetro cabrían diez millones de átomos

puestos en fila, y de hecho el átomo es enorme si lo comparamos con su núcleo, que es 100.000 veces más pequeño que el átomo. Las dimensiones de los objetos en el mundo cuántico son tan pequeñas que a menudo radicalmente distinto del que estamos acostumbrados a ver en los objetos a escala humana. Por esto la mecánica cuántica es a veces tan misteriosa y tan interesante.

4. Aprende alistándote.

Encuentra tu domicilio.

- A través de varias especificaciones permite que otros de tus compañeros de clase encuentre tu domicilio. (País, Ciudad, Comuna, Barrio, Dirección). Representar por medio de un esquema.

5. Aprende de las fuentes.

Modelo mecánico - cuántico del átomo.

El modelo atómico mecánico - cuántico pretende describir cómo se comportan las partículas subatómicas en el átomo.

Los principios que sustenta la teoría de la mecánica - cuántica son:

- Principio de dualidad onda - partícula para el electrón.
- Principio de incertidumbre de Heisenberg.

Para explicar el modelo mecánico - cuántico, Erwin Schrödinger utilizó una ecuación llamada ecuación de onda.

Expresión matemática desarrollada para describir el movimiento del electrón en función de su energía.

Esta ecuación se establece en función de cuatro variables denominadas números cuánticos y se representan con las letras n , l , m_l y m_s . Los números cuánticos son parámetros que describen el estado energético del electrón y las características de un orbital.

Un orbital atómico es considerado como la región del espacio energética de máxima probabilidad estadística (reempe) de encontrar un electrón.

Número cuántico principal (n):

Indica el nivel de energía principal que ocupa el electrón, tomando valores enteros positivos, sin considerar el cero.

Existen 7 niveles de energía llamados en su orden K, L, M, N, O, P y Q.

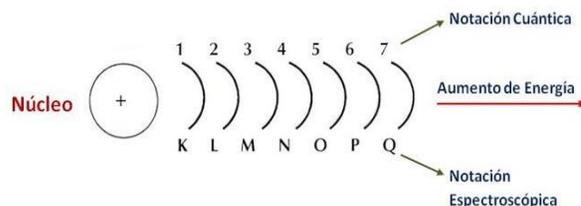


Figura 10. Número cuántico principal (n).
Referido de http://1h3.ggpht.com/-cErPka_SUa0/T_Bdo8c3h3I/AAAAAAAAE94/e6HsgsY5USM/numero%252520cuantico%252520principall%25255B5%25255D.jpg?imgmax=800

La energía del electrón aumenta a medida que se incrementa el valor de n siendo n=1 el nivel de menor energía.

La capacidad electrónica de un determinado nivel "n" se halla con la regla de Rydberg:

Número máximo de electrones por nivel de energía = $2n^2$

Número cuántico del momento angular ó azimutal(ℓ): Identifica el subnivel (s, p, d, f, g, h y i) de energía del electrón, puede tener todos los valores desde 0 hasta n - 1.

En cada subnivel hay un número determinado de orbitales que pueden contener, como máximo, 2 electrones, cada uno.

Subniveles	Denominación Espectroscópica	Valores de " ℓ "	Forma de los Orbitales
s	sharp	0	esférica
p	principal	1	dilobular
d	difuse (difuso)	2	tetralobular
f	fundamental	3	compleja

Figura 9. Número cuántico azimutal o de momento angular (ℓ).

Referido de http://1h5.ggpht.com/-fbv7g8Nwv50T_BmeZYjvI/AAAAAAAAE-g/DKjkFHIFzy/numero%252520cuantico%252520secundario%25255B5%25255D.jpg?imgmax=800

Número cuántico magnético (m_ℓ): Describe la orientación especial del orbital e indica el número de orbitales presentes en un subnivel determinado, puede tener todos los valores desde - ℓ hasta + ℓ pasando por cero.

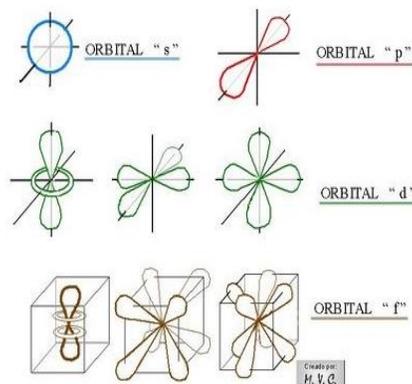


Figura 10. Orbitales atómicos.
Referido de http://1h4.ggpht.com/-c1c_1kLFooA/T_Bmyo6xbII/AAAAAAAAE-o/cinYmbVj6Tg/forma%252520orbitales%25255B5%25255D.jpg?imgmax=800

El número cuántico magnético define la orientación del orbital frente a un campo magnético externo a lo largo de los ejes x, y, z.

El número cuántico magnético debe considerarse como un complemento del número cuántico azimutal (l) y en conjunto definirán la orientación del orbital.

Tabla 7. Número cuántico magnético.

Número cuántico azimutal (l)	Subnivel de energía	Valores del número cuántico magnético $m = -l, \dots, 0, \dots, +l$	Orientación del orbital	Número de orbitales en la subcapa $2l+1$
0	s	$m = 0$	s	$2(0) + 1 = +1$
1	p	$m = -1$ $m = 0$ $m = +1$	P_x P_y P_z	$2(-1) + 1 = -1$ $2(0) + 1 = +1$ $2(+1) + 1 = +3$
2	d	$m = -2$ $m = -1$ $m = 0$ $m = +1$ $m = +2$	d_1 d_2 d_3 d_4 d_5	$2(-2) + 1 = -3$ $2(-1) + 1 = -1$ $2(0) + 1 = +1$ $2(+1) + 1 = +3$ $2(+2) + 1 = +5$
3	f	$m = -3$ $m = -2$ $m = -1$ $m = 0$ $m = +1$ $m = +2$ $m = +3$	f_1 f_2 f_3 f_4 f_5 f_6 f_7	$2(-3) + 1 = -5$ $2(-2) + 1 = -3$ $2(-1) + 1 = -1$ $2(0) + 1 = +1$ $2(+1) + 1 = +3$ $2(+2) + 1 = +5$ $2(+3) + 1 = +7$

Número cuántico spin magnético (m_s):

Indica el sentido de rotación del electrón alrededor de su propio eje. Sus valores permitidos son: $m_s = +/- 1/2$

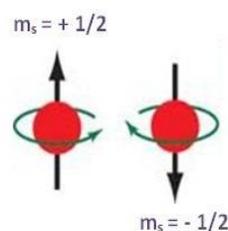


Figura 11. Representación giro del electrón. Referido de https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSjvSv_1IwZyDJCztOYwhhZODvqCkKMmBTndU6f0MqkhMJrpzP

Gracias a los cuatro números cuánticos (n , l , m_l y m_s) es posible identificar completamente un electrón en algún orbital de cualquier átomo. Estos son considerados como su domicilio.

6. Aprende de la retroalimentación.

Aparea la columna del lado izquierdo con la del lado derecho.

Números cuánticos	Indica el sentido de rotación del electrón alrededor de su propio eje.
Número cuántico magnético	Describe cómo se comportan las partículas subatómicas en el átomo.
Modelo mecánico cuántico	Parámetros que describen el estado energético del electrón y las características de
Número cuántico de momento	Identifica el subnivel de energía del electrón

7. Aprende proyectándote.

Consulta. Observa el video "Todo sobre la incertidumbre" la aventura de la partícula.
<https://youtu.be/QikB11BZEE8>.

Responde a los siguientes interrogantes

- ¿Qué es la luz según Einstein?
- ¿Qué es el principio de incertidumbre de Heisenberg?
- ¿Qué es un gato de Schrödinger?
- ¿Qué es la totalidad compacta y quién la desarrollo?
- Discute el significado de la declaración de Einstein "Dios no juega a los dados". Estás de acuerdo, que implicancias tendría esta declaración si fuera correcta o falsa.

8. Aprende evaluándote.

1. Realiza un mapa mental en el que representes.

- ¿Qué son los números cuánticos?
- ¿Cuáles son los parámetros que establecen los números cuánticos y la posición del electrón?
- ¿Cuál es la utilidad de los números cuánticos?

2. Completa la siguiente tabla.

3. Realiza el análisis de los 6 electrones del carbono en relación a sus números cuánticos.

<i>Números cuánticos</i>				
<i>Electrones</i>	<i>n</i>	<i>ℓ</i>	<i>m_ℓ</i>	<i>m_s</i>
<i>1</i>	<i>1</i>			
<i>2</i>		<i>0</i>		
<i>3</i>			<i>0</i>	
<i>4</i>				<i>- 1/2</i>
<i>5</i>	<i>2</i>		<i>-1</i>	
<i>6</i>		<i>1</i>		<i>+ 1/2</i>

Bibliografía.

Muga, J (2001). La mecánica cuántica en la vida diaria. Laboratorio de Química - Aula de Química. Anales de la Real Sociedad Española de Química. ISSN 1575 - 3417, 2, (p. 53 - 59).

D, Cesar (2012). Números cuánticos. Recuperado de <http://www.fullquimica.com>
<http://www.fullquimica.com/2012/07/numeros-cuanticos.html>

Discovery en la escuela (2008). Todo sobre la incertidumbre [DVD]. De <https://youtu.be/QikB11BZEE8>.

Otras fuentes de consulta.

Brown, H., Eugene LeMay Jr., Bursten "y" Burde (2009). Química la ciencia central. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Decimoprimer Edición.

Anexo D. UDPROCO # 3. Configuración electrónica.

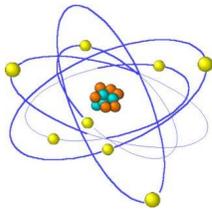
	Institución Educativa Instituto Latinoamericano		UDPROCO # 3.
	Área: ciencias naturales	Asignatura: Química	Guía n°:
	Grado: 10-2	Docente:	Periodo:
			N° de clase:
			Fecha

Configuración electrónica.

1. Aprende planteándote preguntas.

Sabes...

¿Cómo se distribuyen los electrones



2. Aprende proponiéndote retos.

Cuando termines tu UDPROCO estarás en capacidad de:

<p>Logro.</p> <p>Comprender como se distribuyen los electrones en los diferentes niveles de energía de un orbital atómico.</p>	<p>Indicador de logro.</p> <p>Realiza correctamente la distribución electrónica de un elemento dado, teniendo en cuenta conceptos básicos y su relación entre la tabla periódica.</p>
---	--

3. Aprende a través de la interdisciplinariedad.

¿Cómo funciona una batería?

Hoy en día nos encontramos rodeados de baterías: en los teléfonos móviles, en los portátiles, en los automóviles, etc. Una batería es un dispositivo que permite producir electrones a partir de una reacción química, lo que se conoce como reacción electroquímica.

Si echamos un vistazo a cualquier batería podemos observar como ésta posee dos terminales o bornes. Uno de ellos suele estar marcado con un signo positivo “+” mientras que el otro posee un signo negativo “-”. Al cablear estos dos bornes, los electrones fluyen, tan rápido como pueden, desde el terminal negativo hacia el terminal positivo. Normalmente colocamos algún tipo de carga en este cable, como una bombilla o un motor.

En el interior de la batería, una reacción química produce estos electrones a una tasa determinada (**resistencia interna**). Para que la reacción tenga lugar, los electrones deben desplazarse desde el polo negativo al positivo. Esta es la razón por la que podemos teóricamente dejar una batería desconectada y no perder esa energía. Mientras que si dejamos el circuito conectado, el flujo de electrones hará que la batería se descargue.

¿Cómo funcionan las baterías recargables?

La idea principal de estos dispositivos es simple: cuando se les aplica una diferencia de potencial el flujo de electrones que se produce durante la descarga se invierte, y la energía se restaura.

En un automóvil, hay una batería de ácido/plomo (SLI) que suministra energía a los sistemas de arranque e ignición. El cargador de la batería es el alternador. Un dispositivo que convierte la energía obtenida a partir de la gasolina en energía eléctrica y la distribuye cuando es necesario. En los vehículos eléctricos e híbridos, las baterías de tracción se utilizan para mover el vehículo. Existen muchos tipos de baterías entre las que se encuentran las de Níquel-Cadmio o las de iones de Litio.

La velocidad con la que se recarga una batería depende de la cantidad de corriente que introduce el cargador en la batería. Algunas baterías pueden manejar un voltaje mayor en un corto período de tiempo sin temor a sobrecalentarse mientras que otras necesitan un voltaje menor aplicado durante más tiempo.

Es importante recordar que no existe ninguna batería, recargable o no, que pueda durar para siempre. Todas las baterías sufren del efecto de envejecimiento. Cuanto más usemos una batería, menor capacidad tendrán.

4. Aprende alistándote.

Recuerda	Responde
<p>Hay cuatro tipos básicos de orbitales: s, p, d y f.</p> <p>En cualquier nivel no puede haber más que un conjunto de cada orbital, y estos conjuntos son más amplios en los niveles de mayor energía.</p> <p>Los electrones se van colocando en estos orbitales hasta un máximo de dos por orbital empezando por los niveles más bajos.</p>	<p>Un átomo de Sodio (Na) tiene un número atómico (Z) = 11. Determina la cantidad de protones, neutrones y electrones presentes en dicho átomo.</p> <p>Con la información obtenida realiza el diagrama atómico para el átomo de Sodio.</p>

5. Aprende de las fuentes.

Configuración electrónica de un elemento.

Configurar significa "ordenar" o "acomodar", y electrónico deriva de "electrón"; entonces, la configuración electrónica es la manera ordenada de repartir los electrones en los niveles y subniveles de energía.

Para obtener la configuración electrónica de un elemento químico se debe tener en cuenta:

Conocer el número atómico (Z): Indica el número de protones. Con este dato podemos determinar el número de electrones que contiene un elemento ya que en cualquier átomo estable, el número de protones es igual al número de electrones.

Conocer cómo se distribuyen los electrones que contiene un determinado elemento: nivel energético y subniveles.

El reparto de los electrones, en la configuración electrónica se realiza considerando los siguientes postulados.

1. Principio de Aufbau o de construcción progresiva.
2. Principio de exclusión de Pauli.
3. Regla de Hund o de máxima multiplicidad.

Principio de Aufbau:
Procedimiento empleado para deducir la configuración electrónica de un átomo.

Consiste en seguir un orden para el llenado de los diferentes orbitales, basado en los diferentes valores de energía de cada uno de ellos.

Según el principio de Aufbau, la configuración electrónica de un átomo se expresa mediante la siguiente secuencia:

1s 2s 2p 3s 3p 4s 3d 4p 5s 4d...

Para recordarlo de forma fácil, se utiliza el diagrama de Möller. Diagrama que permite establecer el orden de llenado de los electrones en orbitales.

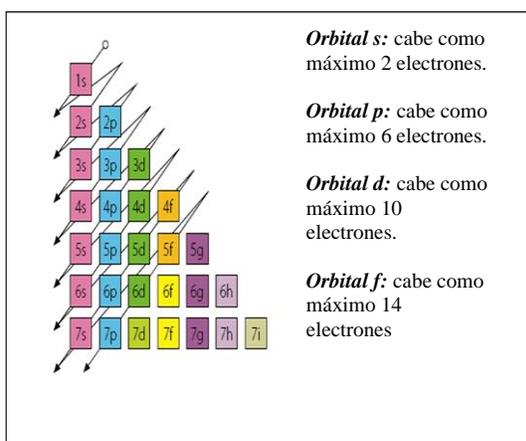


Figura 12. Diagrama de Möller.

Fuente: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQhMGlojXn6f2gRXjApnd_-DwBjYjarUVVnxuiUhfZt39IBNV5g

Principio de exclusión de Pauli
 “Dos electrones en un átomo no pueden tener los cuatro números cuánticos iguales”

Si dos electrones tienen iguales n , l y m por tanto se encuentran en el mismo orbital, por lo tanto es necesario que un electrón tenga un $s = +1/2$ y el otro un $s = -1/2$.

Ejemplo.

A partir de la configuración electrónica del átomo de Boro determine sus cuatro números cuánticos.

Tabla 8. Números cuánticos para el átomo de Boro.

Adaptación Castrillón, C (2016) de http://images.slideplayer.es/13/4092539/slides/slides_34.jpg....

Elemento	Símbolo	Número atómico	Configuración electrónica
Boro	B	5	$1s^2 2s^2 2p^1$
Números cuánticos			
n	l	m_l	m_s
1	0	0	+ 1/2
2	0	0	- 1/2
2	1	-1	+ 1/2

Regla de Hund.

Este principio establece que para orbitales de igual energía, la distribución más estable de los electrones, es aquella que tenga mayor número de espines paralelos, es decir, electrones desapareados. Esto significa que los electrones se ubican uno en uno (con el mismo espín) en cada orbital y luego se completan con el segundo electrón con espín opuesto.

El llenado de los orbitales con igual energía (tres p, cinco d y siete f), los electrones se distribuyen, siempre que sea posible, con sus espines paralelos, es decir, separados.

El átomo es más estable (Tiene menos energía) cuando tiene electrones desapareados (spines paralelos) que cuando esos electrones están apareados (spines opuestos o antiparalelos)

Ejemplo.

A partir de la configuración electrónica para el átomo de Oxígeno realizar el diagrama de orbitales para dicho átomo.

Tabla 9. Diagrama de orbitales para el átomo de oxígeno.

Adaptación de Castrillón, C de

[https://www.google.com.co/imgres?imgurl=http %3A%2F%2Fwww.monografias.com](https://www.google.com.co/imgres?imgurl=http%3A%2F%2Fwww.monografias.com)

Elemento	Símbolo	Número atómico	Configuración electrónica
Oxígeno	O	6	$1s^2 2s^2 2p^4$
<i>Orbitales</i>		<i>Spin</i>	
1s		$\uparrow\downarrow$	
2s		$\uparrow\downarrow$	
2p		$\begin{array}{ccc} \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow \\ \text{p}_x & \text{p}_y & \text{p}_z \end{array}$	

6. Aprende de la retroalimentación

- Realizar la distribución electrónica del elemento Cloro $Z = 17$.
- Interprete la información obtenida de la configuración realizada.
- Utilice el diagrama de Möller y el diagrama de orbitales.

7. Aprende proyectándote.

La configuración electrónica y la tabla periódica.

Los elementos en la tabla periódica se ordenan de acuerdo a su número atómico (cuántos protones tienen). En un átomo neutral, el número de electrones será igual al número de protones, de forma que podemos determinar fácilmente el número de electrones a partir del número atómico. Adicionalmente, la posición de un elemento en la tabla periódica - su columna (grupo) y fila (periodo) proporciona información útil sobre cómo están dispuestos sus electrones.

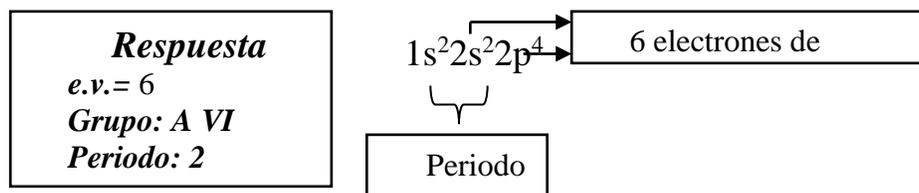


Figura 15. Configuración electrónica - electrones de valencia - grupo - periodo.
Adaptación de Castrillón, C (2016). Recuperado de <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSfexWyo3D3SNPYEBiXd7AYeKsWN5llyY-SkKc6zeAu2UmlX5R83g>

Cálculo del periodo en la tabla periódica: Está dado por el nivel externo del átomo (mayor nivel en la distribución electrónica)
Cálculo del grupo en la tabla periódica: Luego de realizar la distribución electrónica, podemos tener estos dos casos.

Caso 1

Si el último subnivel es "s" o "p" → **GRUPO A**

$$\text{N}^\circ \text{ Grupo} = \text{N}^\circ \text{ electrones en "s"} + \text{N}^\circ \text{ electrones en "p"}$$

Último nivel

Último nivel

Caso 2

Si el último subnivel es "d" → **GRUPO B**

$$\text{N}^\circ \text{ Grupo} = \text{N}^\circ \text{ electrones en "s"} + \text{N}^\circ \text{ electrones en "d"}$$

Último nivel

Penúltimo nivel

Caso 3

Si el último subnivel es "f" → **GRUPO IIIB (TIERRAS RARAS)**

Debemos considerar una regla mas:

Grupo	VIIB			IB	IIB
Nº electrones: "s" + "d"	8	9	10	11	12

Ejemplos Prácticos

Figura 16. Ubicación de un elemento en la tabla periódica. Cesard (9 de julio de 2013). Recuperado de <http://tablaperiodica.in/ubicacion-de-un-elemento-en-la-tabla-periodica/>

Ejercicios:

Escribe la configuración electrónica e indica los electrones de valencia, el grupo y el periodo de los siguientes elementos:

- N (Z) = 7
- Mg (Z) = 12
- Br (Z) = 35

8. Aprende evaluándote.

- Completa el siguiente cuadro a partir de la información suministrada.

<i>Elemento</i>	<i>Símbolo</i>	<i>Número atómico (Z)</i>	<i>Configuración Electrónica</i>	<i>Números cuánticos</i>			
				<i>n</i>	<i>l</i>	<i>m_l</i>	<i>m_s</i>
Hidrógeno		1					
Helio		2					
Litio		3					
Berilio		4					
Boro		5					
Carbono		6					
Nitrógeno		7					
Oxígeno		8					
Flúor		9					
Neón		10					

- Realiza el diagrama de orbitales para cada uno de los elementos anteriores.

Bibliografía.

De Paz, C (23 de agosto de 2008) <http://www.fullquimica.com/2012/08/distribucion-electronica.html>.

Xataka ciencia (22 de marzo de 2011). ¿Cómo funciona una batería?. Recuperado de www.xatakaciencia.com/sabias-que/como-funciona-una-bateria.

Otras fuentes de consulta.

Brown, H., Eugene LeMay Jr., Bursten "y" Burde (2009). Química la ciencia central. Pearson Educación de México, S.A. de C.V. Decimoprimera Edición.

Anexo E. Post-test.

1. La importancia de la configuración electrónica radica en ubicar:
 - A. La distribución de los electrones de un átomo en los diferentes estados energéticos determinados por los orbitales atómicos de dicho átomo.
 - B. La distribución de los electrones por capas electrónicas de acuerdo a la cantidad de protones presentes en el átomo.
 - C. La distribución de los neutrones en los diferentes niveles de energía.
 - D. La distribución de los electrones de acuerdo a sus propiedades químicas.

2. Si cada nivel de energía se divide según el momento angular orbital que lo describe. Indica la distribución de orbitales y número máximo de electrones para el cuarto nivel de energía.

Respuesta	Nivel	Subniveles	Número de orbitales de cada tipo	Número máximo de electrones
A.	4	s, p, d	1 - 3 - 5	18
B.	4	s, p, d, f	1 - 3 - 5 - 7	32
C.	4	S	1	2
D.	4	s, p	5 - 7	24

3. El reparto de electrones en la configuración electrónica se realiza considerando los postulados de:
 - A. Modelo atómico de Bohr, principio Thomson y regla de Rutherford.
 - B. Regla de Hund, Principio de Schrödinger y modelo de Sommerfeld.
 - C. Principio de exclusión de Pauli, Regla de Hund y Principio de Aufbau.
 - D. La regla del octeto y el modelo de capas electrónicas.

4. Indique el número máximo de electrones que puede contener un átomo, para un nivel de energía igual a 3 ($n = 3$).
 - A. 2 electrones.
 - B. 8 electrones.
 - C. 9 electrones.
 - D. 18 electrones.

5. Si un orbital atómico 3p contiene dos electrones, estos se ubicarán en el diagrama de orbitales:

- A. En el mismo orbital con spines paralelos.
- B. En el mismo orbital con spines antiparalelos.
- C. En distintos orbitales con spines paralelos.
- D. En distintos orbitales con spines antiparalelos.

6. La capacidad electrónica para un determinado nivel de energía. Según la regla de Rydberg será igual a:

- A. Habrá n^2 electrones como máximo, por orbital.
- B. Habrá n^2 orbitales de energía como máximo, por orbital.
- C. Habrá $2n$ electrones como máximo, por orbital.
- D. Habrá $2(n)^2$ electrones como máximo, por orbital.

7. Determine cuáles son los cuatro números cuánticos del electrón de un átomo cuya notación es $3d^5$.

- A. $n = 3, \ell = 2, m_\ell = +2, m_s = +1/2$.
- B. $n = 3, \ell = 2, m_\ell = -1, m_s = +1/2$.
- C. $n = 3, \ell = 2, m_\ell = +1, m_s = -1/2$.
- D. $n = 3, \ell = 2, m_\ell = +1, m_s = -1/2$.

8. ¿Qué tipo de orbital designa los números cuánticos: $(n = 4, \ell = 2, m_\ell = -2, m_s = +1/2)$?

- A. Indican que el electrón se encuentra ubicado en el orbital 3 d.
- B. Indican que el electrón se encuentra ubicado en el orbital 4 p.
- C. Indican que el electrón se encuentra ubicado en el orbital 4d.
- D. Indica que el electrón se encuentra ubicado en el orbital 3p.

9. En el modelo mecánico cuántico del átomo, se define el concepto de orbital atómico como:

- A. La zona del espacio donde hay una gran probabilidad de encontrar un electrón.
- B. La zona del espacio en la que es más probable encontrar a los protones y neutrones.
- C. La zona del espacio en la cual hay menos probabilidad de encontrar un electrón.
- D. La zona del espacio donde hay una gran probabilidad de encontrar un átomo neutro.

10. Determinar el grupo y el periodo para la siguiente configuración electrónica $1s^2 2s^2 2p^1$.

- A. Grupo IIIA - Periodo 2.
- B. Grupo II B - Periodo 3.
- C. Grupo IIIA - Periodo 2.
- D. Grupo II B - Periodo 3.

11. Número cuántico que indica el tipo de subnivel en que se encuentra el electrón. Este número cuántico toma valores desde 0 hasta $(n - 1)$, para cada valor del número cuántico principal.

- A. Número cuántico Principal (n).
- B. Número cuántico Spin (m_s).
- C. Número cuántico Azimutal (ℓ).
- D. Número cuántico magnético (m_ℓ).

12. Asocie cada uno de las siguientes modelos atómicos con su correspondiente autor.

- | | | |
|---------------|--------------------------|--|
| Niels Bohr | <input type="checkbox"/> | El electrón gira en torno al núcleo en orbitas circulares. |
| E. Rutherford | <input type="checkbox"/> | El átomo se considera como una esfera de carga positiva, con electrones repartidos como pequeños gránulos. |
| J.J. Thomson | <input type="checkbox"/> | La materia está formada por partículas indivisibles llamadas átomos. Los cuales no se crean ni se destruyen. |
| Dalton | <input type="checkbox"/> | El átomo se divide en núcleo central y en una corteza. |

13. La teoría de la mecánica cuántica se sustenta en los principios de:

- A. Principio de Pauli y el principio de dualidad onda - partícula.
- B. Principio de dualidad onda - partícula para el electrón y el principio de incertidumbre de Heisenberg.
- C. Principio de incertidumbre de Heisenberg y el principio de Aufbau.
- D. Principio de dualidad onda - partícula y el diagrama de Möller.

14. Une a cada autor con su aporte hecho a la configuración electrónica.

Pauli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Orden para el llenado de los diferentes orbitales, basado en los diferentes valores de energía de cada uno de ellos.
Hund	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Dos electrones en un átomo no pueden tener los cuatro números cuánticos iguales.
Aufbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Establece que para orbitales de igual energía, la distribución más estable de los electrones, es aquella que tenga mayor número de espines paralelos.

15. ¿ Cuales de las siguientes afirmaciones corresponden al modelo mecánico cuántico? Señala una o más opciones de ser necesario.

1. Un orbital es una región en el espacio donde es más probable encontrar un electrón.
2. Los electrones giran alrededor del núcleo describiendo orbitas circulares.
3. En el átomo, los electrones se encuentran ocupando diferentes orbitales atómicos.
4. Los electrones giran en órbitas circulares alrededor del núcleo; ocupando la órbita de menor energía posible, o sea la órbita más cercana posible al núcleo.

- A. 1 y 3 son correctas.
B. 3 y 4 son correctas.
C. 2 y 4 son correctas.
D. 1 y 4 son correctas.

16. Un orbital p puede contener un máximo de electrones.

- A. 6 electrones.
B. 8 electrones.
C. 10 electrones.
D. 16 electrones.

17. De la siguiente configuración electrónica determina el nivel de energía mas externo, el subnivel y número de electrones de valencia $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

18. Si conocemos la configuración electrónica de un elemento dado, podemos predecir Exactamente:

- A. El número atómico, el grupo y el período en que se encuentra un elemento en la tabla periódica.
- B. El número másico, el grupo y el período en que se encuentra un elemento en la tabla periódica.
- C. El número de periodos, el número másico y el grupo en que se encuentra un elemento en la tabla periódica.
- D. El número de grupos, el número atómico y el periodo en que se encuentra un elemento en la tabla periódica.

Anexo F. Tabla de respuestas Pre-test.

Tabla # 10. Tabla de respuestas Pre-test. Realizado por Castrillón, C (2016).

Número de pregunta	Respuesta
1	A
2	B
3	C
4	D
5	A
6	B
7	C
8	A
9	B
10	C
11	B
12	A
13	A
14	D
15	D
16	C
17	C
18	A

Anexo G. Tabla de respuestas Pos-test.

Tabla # 11. Tabla de respuestas Post-test. Realizado por Castrillón, C (2016).

Número de pregunta	Respuesta
1	A
2	B
3	C
4	D
5	C
6	D
7	A
8	C
9	A
10	A
11	C
12	D
13	B
14	D
15	A
16	B
17	D
18	A

