



92
2g

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

Facultad de Química

ABACO CUANTICO

T E S I S

que para obtener el título de

INGENIERO QUIMICO

presenta

RODOLFO SANCHEZ TORRES

México, D. F. 1989

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

C O N T E N I D O

Capítulo 1. Introducción	1
1.1 Problema	1
1.2 Objetivo de la tesis	2
1.3 Hipótesis de trabajo	3
Capítulo 2. Antecedentes	4
2.1 Teoría psicogenética de Jean Piaget	6
2.1.1 Introducción	6
2.1.2 Nociones piagetianas en la explicación del proceso evolutivo del conocimiento individual	7
2.1.3 El aprendizaje en la teoría piagetiana	13
2.2 Condicionamiento operante de Skinner	16
2.2.1 Conductismo metodológico	16
2.2.2 El aprendizaje en el conductismo meto- dológico	18
2.3 Programas	21
2.3.1 La enseñanza de la química a nivel se- cundaria	22
2.3.2 La enseñanza de la química a nivel preparatoria	27
2.3.3 La enseñanza de la química a nivel li- cenciatura	28

Capítulo 3. El ábaco cuántico dispositivo didáctico	30
3.1 Fundamento teórico	30
3.2 Desarrollo histórico del ábaco cuántico	36
3.3 Descripción del ábaco cuántico	39
3.3.1 Descripción de las partes que constituyen el ábaco cuántico	40
3.3.2 Material de construcción del ábaco cuántico	47
3.4 Usos del ábaco cuántico	49
3.5 Ábaco cuántico, configuración electrónica y correlaciones con algunas de las propiedades periódicas de los elementos	53
3.5.1 Radio atómico	54
3.5.2 Volumen atómico	54
3.5.3 Energía de ionización	55
3.5.4 Electronegatividad	57
3.5.5 Densidades	59
3.6 Resultados	60
3.7 Limitaciones	63
Capítulo 4. Conclusiones y recomendaciones	64
Apéndice A. Práctica sobre estructura atómica y densidad	67
Apéndice B. Láminas auxiliares	71
Bibliografía	76

CAPITULO 1

I N T R O D U C C I O N .

En la presente introducción se presenta un análisis breve sobre los problemas que existen en el proceso enseñanza aprendizaje de la química, en especial en el tema de estructura atómica, a nivel medio, medio superior y superior (primeros semestres), se plantea el objetivo y la hipótesis sobre el uso del ABACO CUANTICO como un apoyo didáctico.

1.1 PROBLEMA

A través de varios años de experiencia docente, a nivel medio y medio superior, se ha observado un alto índice de reprobación en química en comparación con otras materias, así como una aparente falta de interés del alumnado por su estudio (1). Verdaderamente es preocupante que disminuya la proporción de estudiantes de bachillerato que eligen una carrera de orden experimental; por ejemplo en el periodo de 1970 a 1985 en el área de química dicha proporción se redujo de 10 a 6 por ciento. No obstante, la población en educación superior pasó de 271 mil alumnos en 1970 a un estimado de un millón 100 mil en 1982 (2).

Esta reducción, que al parecer es generalizable a otras áreas científicas y técnicas (3) resulta altamente crítica cuando se analiza que el sector de la industria química es uno de los más dinámicos de la economía y nuestro país posee enormes riquezas naturales que deben ser racionalmente explotadas para beneficio interno.

Muchos son los factores que influyen en esta problemática, en este trabajo nos abocaremos únicamente a un tema que por experiencia personal sabemos las dificultades que suele ocasionar en los estudiantes (4).

Los planes de estudio de los cursos de Química, tanto de secundaria como de bachillerato y de nivel universitario, incluyen el tema de la estructura electrónica de los átomos. Como se trata de un tema que se apoya en una base amplia de conocimientos de física universitaria, su exposición tan temprana (5) suele causar numerosos problemas y es común que los estudiantes sólo conserven de esas clases un recuerdo confuso y lo que es más grave, una profunda aversión por la Química.

Es por eso que surgió la inquietud de diseñar un dispositivo didáctico, pues sabemos que estos, por el impacto que producen, facilitan el aprendizaje del alumno y al mismo tiempo nos permiten presentar en forma atractiva y motivante las ideas conocimientos e información.

1.2 OBJETIVO DE LA TESIS.

El objetivo del presente trabajo es mostrar cómo el ABACO CUANTICO ayuda al estudiante a determinar la configuración electrónica de los elementos en su estado basal y correlacionarla con algunas de las propiedades periódicas de los elementos.

El ABACO CUANTICO es entonces un dispositivo didáctico que ayuda a que los alumnos incrementen su aprendizaje sobre la estructura electrónica de los átomos.

1.3 HIPOTESIS DE TRABAJO.

Actualmente las materias científicas como la química concentran sobre sí cada vez más la atención de los especialistas en educación. Esto se debe, en primer lugar, a la influencia que estas ciencias ejercen en el desarrollo y bienestar de la sociedad y en segundo lugar, a la necesidad que tiene el hombre moderno de contar con una formación sólida en aspectos científicos que le permitan comprender y utilizar el medio que le rodea.

En la búsqueda de métodos y materiales didácticos que no sólo fomenten el interés de los estudiantes en aspectos científicos, sino que además propicien una actitud positiva hacia el aprendizaje de las ciencias, se propone el uso del ABACO CUANTICO como un auxiliar didáctico en la enseñanza de la química, para lo cual se presenta la siguiente hipótesis;

El ABACO CUANTICO constituye un apoyo didáctico útil en el proceso enseñanza aprendizaje, en los niveles medio, medio superior y superior (primeros semestres) para el entendimiento de las configuraciones electrónicas de los elementos, en los cursos de química.

CAPITULO 2 ANTECEDENTES.

La enseñanza de la ciencia en el siglo pasado suponía el aprendizaje basado en la memorización de hechos científicos, de definiciones conceptuales, de clasificaciones taxonómicas, de nomenclatura especializada y de fórmulas, las cuales eran conceptualizadas como el conjunto de verdades incontrovertibles que constituían el conocimiento científico del hombre.

A fines del siglo pasado, con todas las dificultades teóricas y metodológicas inherentes al desarrollo de una psicología científica, diferentes investigadores ya manifestaban su interés por estudiar el aprendizaje y los procesos subyacentes a él.

Las diferentes aportaciones teóricas sobre el aprendizaje, derivadas de los resultados obtenidos en estas investigaciones, permitieron formular una serie de teorías del aprendizaje que se caracterizan por las diferentes concepciones teóricas en que se sustentan.

En estas teorías podemos apreciar básicamente, que para unos el aprendizaje se concibe como un proceso psicológico básico por medio del cual se puede explicar el resto de los procesos psicológicos y el comportamiento en general; para otros, constituye una manifestación de la organización estructurada de varios elementos cognoscitivos relacionados con una información proveniente del exterior. También se concibe como un proceso colateral a otros procesos que se desarrollan acordes con la evolución del sujeto y su interacción con el medio ambiente.

A mediados de este siglo, se han perfilado dos grandes corrientes en la psicología experimental, cuyas contribuciones al estudio del aprendizaje han influido en las diferentes concepciones sobre este proceso: la escuela neoconductista y la cognoscitivista. Dado el gran número de publicaciones en esa área que operan en los grandes centros de investigación psicológica se hace extremadamente difícil, una exposición sintética que sea al mismo tiempo clara, objetiva y crítica, en una obra de naturaleza didáctica y breve como ésta. Es por eso que para los propósitos del presente trabajo, en el cual no pretendemos hacer un análisis exhaustivo de todas las teorías del aprendizaje, se revisarán solamente los enfoques neoconductistas, con Skinner a la cabeza el cual no está interesado en la explicación de lo que ocurre en la mente del estudiante en el momento del aprendizaje, y cognoscitivistas destacándose en estas la Teoría Evolutiva de Jean Piaget que proporciona mayores oportunidades de interpretación adecuada de la vida mental humana, que procura analizar lo que pasó verdaderamente en el interior de la conciencia.

De cualquier manera, una y otra tratan de aumentar el conocimiento de las potencialidades inherentes al ser humano que para los fines de este trabajo ambas constituyen un marco importante en el desarrollo del mismo.

2.1 TEORIA PSICOGENETICA DE PIAGET

2.1.1 INTRODUCCION

Vista a grandes rasgos, la teoría de Piaget se refiere al análisis de la génesis de los procesos y mecanismos involucrados en la adquisición del conocimiento, en función del desarrollo del individuo. Es decir, desde una perspectiva genética, Piaget estudia las nociones y estructuras operatorias elementales que se constituyen a lo largo del desarrollo del individuo y que propician la transformación de un estado de conocimiento general inferior a uno superior.

En este sentido Piaget pretende construir una epistemología que a través del método genético analice la construcción evolutiva del conocimiento, como producto de la interacción del sujeto con el objeto y, con base en esto, explorar la génesis y las condiciones del paso de un estado de conocimiento a otro.

El método genético ha propiciado la aparición de la psicología genética, al incorporarse el análisis genético al estudio de la adquisición del conocimiento a lo largo del desarrollo del individuo, o sea, la caracterización de las diferentes operaciones y estructuras mentales que se presentan desde la infancia hasta la edad adulta, y que son determinantes en la adquisición y evolución del conocimiento.

Con un fuerte apoyo empírico Piaget desarrolla una teoría referente a la explicación y descripción de las operaciones mentales que construyen la constante transformación del conocimiento individual en cada fase del desarrollo del individuo.

Así observamos cómo es que el niño, a partir de ciertas estructuras orgánicas preestablecidas, y en su interacción con el medio que lo rodea, comienza a configurar ciertos mecanismos operativos: a nivel cognoscitivo, que conducen a la conformación de nuevas estructuras mentales cada vez más sofisticadas, determinantes en la evolución del conocimiento individual.

Piaget dirige su atención básicamente a la inteligencia y al proceso del razonamiento, para explicar de esta manera el aprendizaje humano, por lo cual haremos en seguida una breve explicación de las nociones piagetianas para aplicarlas después a la explicación del aprendizaje.

2.1.2 NOCIONES PIAGETIANAS EN LA EXPLICACION DEL PROCESO EVOLUTIVO DEL CONOCIMIENTO INDIVIDUAL.

En la teoría de Piaget sobresalen tres características en las que éste apoya fuertemente sus estudios psicogenéticos:

1. La dimensión biológica,
2. La interacción sujeto-objeto, y
3. El constructivismo psicogenético .

Para Piaget existe una analogía entre las concepciones biológicas y psicológicas sobre la idea de incorporación de elementos nuevos que estructuran el conocimiento en el sujeto. Considera que existe una continuidad entre los procesos de adquisición de conocimiento y la organización biológica del individuo, de aquí su énfasis en la dificultad de comprender la psicogénesis si no se toman en cuenta las raíces orgánicas.(6)

En la psicología se observa que son los mecanismos biológicos los que hacen posible la aparición de las funciones cognitivas en el sujeto. Las primeras manifestaciones de la actividad cognoscitiva parten de ciertos sistemas de reflejos o de estructuras orgánicas hereditarias. Los procesos de asimilación y acomodación destacan como elementos imprescindibles en la explicación de la construcción gradual de los esquemas cognoscitivos y de los estados en que se encuentran en cada fase (o estadio) del desarrollo humano.

La noción de esquemas se refiere a la representación de una forma de actividades cognitivas en relación a un contenido (conceptos). Son formas de reacciones que pueden ser susceptibles de ser reproducidas y sobre todo de ser generalizadas a una diversidad de objetos o situaciones del medio ambiente exterior. Dicho de otra manera, el esquema es un grupo estructurado de acciones, que permiten al individuo repetir las en una situación dada y aun más, aplicarlas y utilizarlas a nuevas situaciones. Así, el esquema de acción presenta las siguientes características: No puede percibirse, no es algo tangible, (se pueden percibir las acciones que uno ejecuta, pero no el esquema). El individuo puede, en un momento dado, estar consciente de su esquema, gracias a las acciones que realiza, y con ello de los resultados sucesivos que obtiene.

El esquema es individual, cada individuo posee un esquema que si bien hace referencia a una situación común a la de otro individuo, los esquemas de ambos no son exactamente iguales.

Existe estrecha relación entre una experiencia pasada (acciones anteriores) y la ejecución de una actividad actual. Este punto habla de la importancia de una continuidad evolutiva de los esquemas cognoscitivos.

La ejecución de una serie de acciones ante un objeto o situación dada, en forma regular, indica la presencia de un esquema. Para cada patrón de acciones que comparten características similares, se posee un esquema. Por otra parte, el esquema exhibe también un estado de conocimiento.

La asimilación se presenta como un proceso de incorporación de los objetos exteriores a los esquemas. Este proceso surge a partir de las estructuras biológicamente determinadas. Dicho de otra manera "conocer algo es asimilar".

La asimilación es la modificación de las observaciones para ajustarlas a modelos internos (esquemas) y la acomodación permite la modificación de esos modelos internos para adecuarlos a las observaciones. La combinación de estos dos procesos propicia la construcción de los esquemas, o sea, la transformación de esos modelos internos. Piaget señala que dichos procesos serían inútiles si no se tomase en cuenta la interacción del sujeto con el objeto. El conocimiento que se adquiere depende de la propia organización del sujeto y el objeto de conocimiento.

Según Piaget, el objeto se conoce sólo a través de las actividades que el sujeto realiza con el fin de aproximarse a ese objeto. "El objeto no es un dato inmediato que pueda alcanzarse en forma espontánea", sin embargo, el constante acercamiento al objeto permita la construcción

de esquemas cognoscitivos cada vez más complejos que se originan en las estructuras biológicas más primitivas. Piaget otorga la misma prioridad al objeto y al sujeto, rechaza la primacía de uno de ellos sobre el otro.

La construcción del conocimiento es un proceso continuo, iniciado a partir de las estructuras orgánicas predeterminadas que a lo largo del desarrollo del individuo conforman las estructuras operacionales, las cuales, en la interacción constante del sujeto con el objeto cambian de un estado inferior de conocimiento a uno superior.

En cada etapa se refleja la constitución de estructuras operatorias cada vez más grandes que permiten al individuo lograr un grado de organización intelectual. Así, en la etapa que va de la niñez a la edad adulta, se observan constantes construcciones de estructuras que tienden a producir la organización interna requerida por el individuo. Como puede verse este proceso resulta ser una función invariante en cada una de las etapas del desarrollo, y las únicas que varían son las estructuras que se van formando. Entonces, la función invariante de renovación y transformación constante de estructuras variables propicia la organización por lo tanto la adaptación.

Se habla de adaptación cuando el organismo transforma sus estados mentales en función del medio y de su propia organización cognoscitiva. Este proceso trae como consecuencia el logro del equilibrio continuo.

Sobre la relación entre organización (que implica el ordenamiento cognoscitivo) y la adaptación (posibilidad de

seguir interactuando con el medio), Piaget señala una serie de categorías del conocimiento que corresponden a cada aspecto de la realidad y que el sujeto construye a lo largo de su vida.

Estas categorías de análisis que Piaget observa en cada estadio o fase del desarrollo del individuo, especialmente en el niño, forman, asimismo, parte de las nociones que propone para explicar las dimensiones más importantes del conocimiento, como lo son la construcción de lo real, la formación del símbolo, la génesis del número y las cualidades de los objetos físicos. (7)

Con base en un método empírico, Piaget observó y analizó cada una de estas categorías en diferentes niños de acuerdo con cada fase del desarrollo de éstos. El uso de la llamada lógica operatoria es el instrumento utilizado por Piaget para explicar las operaciones de las estructuras intelectuales y la formación de esquemas mentales con base en cada una de estas nociones básicas.(8)

Jean Piaget sostiene que el desarrollo intelectual se lleva a cabo en cuatro etapas sucesivas: Sensomotora, preoperatoria, de operaciones concretas y de operaciones formales (de razonamiento formal) no obstante que existen desacuerdos acerca de la naturaleza exacta y disposición de sus etapas secuenciales.(9)

La primera etapa de desarrollo sensorio-motriz se inicia desde la aparición del lenguaje o, más precisamente, desde la función simbólica que hace posible su adquisición (1 y medio a 2 años), comienza un período que se extiende hasta más

o menos los 4 años, y que va desarrollarse un pensamiento simbólico y preconceptual. Habilidades físicas, principalmente son desarrolladas.

Desde los 4 hasta los 7-8 años aproximadamente, se constituye, en continuidad íntima con el precedente, un pensamiento intuitivo, cuyas articulaciones progresivas conducen al umbral de la operación.

De los 7-8 a los 11-12 años se organizan las "operaciones concretas", es decir, las agrupaciones operatorias del pensamiento referidas a los objetos que pueden manipularse o susceptibles de percibirse intuitivamente.

Desde los 11-12 años y durante toda la adolescencia se elabora, en fin, el pensamiento formal, cuyas agrupaciones caracterizan a la inteligencia reflexiva completa.

Las etapas concreta y formal son de interés especial para el maestro de enseñanza media.

Piaget sostiene que para que un alumno alcance la etapa formal de desarrollo — una etapa en la cual el alumno es capaz de comprender ideas abstractas como las de átomos, electrones y orbitales además de obtener conclusiones con una lógica consistente, deducir y captar las relaciones entre los objetos — debe haber dominado la etapa concreta. En ésta, los alumnos hacen razonamientos acerca de materiales tangibles y visibles. Pueden clasificar objetos, dividir grupos en partes, ordenar una serie; pero al resolver un problema, por lo general lo hacen por ensayo y error. No pueden elaborar hipótesis lógicas y consistentes. Los alumnos que se encuentran en la etapa concreta tienen enorme dificultad para captar los conceptos científicos.

ficos presentados en forma abstracta como es el caso del modelo cuántico del átomo.(10)

En teoría, la etapa formal según Piaget, debe lograr un completo desarrollo a los 15 años de edad.

Se han hecho estudios que demuestran que un porcentaje considerable de los estudiantes mexicanos, cuyas edades oscilan entre los 17 y los 23 años, no han alcanzado dicha etapa. (11) Al parecer también existe el mismo problema en otros países. En Australia se llevó a cabo una investigación en la cual se comprobó que una considerable proporción de alumnos de los grados 8 y 9, por ejemplo, todavía se encuentran en la etapa concreta del pensamiento.(10) Con esto no se quiere dar a entender que no se pueda apresurar el avance de la etapa concreta hacia la formal. Más bien se trata de hacer resaltar el problema de que los maestros de ciencias deben tomar nota de la etapa de madurez intelectual del alumno si pretenden que el nuevo aprendizaje tenga algún sentido.

Finalmente el conocimiento se da por aproximaciones sucesivas al objeto, es necesario repetir temas en los diversos ciclos escolares, pero siempre partiendo de lo concreto (la realidad) a lo abstracto (los modelos), de lo macroscópico a lo microscópico y de lo simple a lo complejo.(12)

2.1.3 EL APRENDIZAJE EN LA TEORIA PIAGETIANA

La teoría de Jean Piaget sobre el aprendizaje y las operaciones intelectuales da cuenta del funcionamiento de los procesos psicológicos, según la evolución del individuo.

Su tesis principal postula la interacción del individuo y el medio ambiente a lo largo del desarrollo de aquél, y explica la relación sujeto-objeto con base en los mecanismos biológicos y cognoscitivos subyacentes en las estructuras y en la génesis de éstas. El desarrollo mental del individuo requiere de una organización que permita construir formas nuevas que conduzcan a un equilibrio entre las estructuras mentales y las estructuras del medio. Este equilibrio facilita la adaptación intelectual, el cual se logra a través de las transformaciones que las estructuras mentales presentan al interactuar con el medio.

Jean Piaget explica el aprendizaje como un proceso en desarrollo, en el que el individuo construye sus conocimientos a partir de la relación entre incorporación o asimilación de nuevos esquemas y la reestructuración o acomodación con los esquemas anteriores. Se conceptúa la asimilación como la entrada de estructuras externas al individuo, y la acomodación como la relación interna (en el individuo) de las estructuras nuevas con las estructuras viejas, lo que permite que se construyan nuevos conocimientos; esto conduce a un equilibrio y adaptación del nuevo conocimiento, el cual se vuelve a romper cuando se enfrenta a nuevos esquemas y estructuras.

El aprendizaje es considerado como un proceso de aproximaciones, a veces muy lentas, a través de las cuales se realizan modificaciones e integraciones que conducen a la adaptación de un nuevo conocimiento.

A la luz de esta concepción constructivista se piensa que el individuo debe ir consolidando los esquemas de generalización, de relación, de conceptualización, etcétera, para que pueda lograr aprendizajes a partir de la experiencia física, entendiendo ésta como el aprendizaje logrado a partir de la manipulación directa del individuo sobre de los objetos, en este caso, a partir de la elaboración de su propio AFACO CUANTICO, y que pueda transformarla en una experiencia operatoria (reflexión acerca de lo que hace) que culminará en el entendimiento de las configuraciones electrónicas de los átomos.

Se espera que los alumnos, a través de la asimilación-acomodación, construyan nuevos conceptos acerca de la estructura electrónica de los átomos, la investigación y el desarrollo histórico de éstos.

Puesto que adquirir el razonamiento formal es un factor determinante en el aprendizaje de la química, es recomendable sugerir métodos, técnicas y como en este caso apoyos didácticos que ayuden al alumno a comprender los conceptos abstractos y además lo impulsen a desarrollar sus capacidades intelectuales. Podemos hacer un progreso considerable en la enseñanza de la química para estudiantes no científicos (estudiantes que no son totalmente formales en su pensamiento o se encuentran en la etapa concreta) cuando reconozcamos el vasto número de ideas en química que son presentadas en una manera que requieren de un pensamiento formal para llegar a un entendimiento aproximado del concepto. Podemos buscar un acercamiento alterno para estas ideas que se apoyan menos en operaciones forma-

les. Sin embargo, ya que la ciencia es por naturaleza formal, también debemos hacer un esfuerzo conciente para realizar el desarrollo intelectual de los estudiantes universitarios. No podemos asumir que "buenos" estudiantes son formales sino que ciertamente debemos ayudarlos a convertirse en formales. (13)

2.2 CONDICIONAMIENTO OPERANTE DE SKINNER.

Los principios conductistas se basan en la creación de una psicología "objetiva" cuyo objeto de estudio sea la conducta observable; su método de estudio, el método experimental y su problema central, la predicción y control de la conducta observable.

2.2.1 CONDUCTISMO METODOLOGICO.

Skinner presenta su teoría como Conductismo Metodológico en el cual sostiene que dos observadores difícilmente se pondrán de acuerdo sobre lo que sucede en el mundo de la mente. Lesce el punto de vista de las ciencias físicas, los eventos mentales no son observables. No se podrán medir las sensaciones y percepciones de una persona, pero sí su capacidad de discriminación de estímulos. Esto significa que los conceptos de sensación y percepción son reducidos a la operación de discriminación.

Skinner considera que la teoría es cualquier explicación de un hecho observado, que apoya la ocurrencia de ciertos eventos, en algún lugar, con algún nivel de observación diferente, descritos en términos diferentes y medidos en sus diferentes dimensiones.

Skinner describe las relaciones existentes entre el estímulo y la respuesta para su explicación de la conducta. Considera al medio ambiente y a la conducta como flujos continuos que se presentan paralelamente y que se dividen en unidades discretas denominadas estímulos y respuestas, respectivamente. Las líneas de ruptura entre el estímulo y la respuesta son sólo un aspecto metodológico que permite determinar la relación funcional existente entre ambos eventos. Así Skinner introduce la noción de relación función en sustitución de la relación causal.⁽¹⁴⁾

Skinner atiende a la conducta, pero no refleja, que se relaciona con la fisiología interna del organismo (condicionamiento del reflejo según Pavlov), sino la conducta que tiene efectos sobre el medio ambiente, que opera sobre de él y lo modifica. A esta clase de conducta Skinner la denomina conducta operante. Esta conducta surge espontáneamente en ausencia de cualquier estímulo con el que pueda ser específicamente correlacionada, pero que opera en el medio ambiente, produciéndose la presentación de un estímulo contingente a ella. Si el estímulo es un reforzador aumenta la probabilidad de que esa conducta vuelva a ocurrir.

Skinner se refiere a la palabra "contingente" como seguido de ... o inmediato a ..., es decir, que es consecuencia o producto de la respuesta.

El condicionamiento operante es el fortalecimiento de la operante que resulta del reforzador. Al procedimiento de aplicar un estímulo reforzador contingente se le llama reforzamiento.

2.2.2 EL APRENDIZAJE EN EL CONDUCTISMO METODOLÓGICO.

El aprendizaje es el concepto central de la teoría skinneriana. Aprendizaje es un cambio en la conducta y se explica a través del condicionamiento de una operante. Para determinar que la probabilidad de una respuesta previamente reforzada vuelva a ocurrir, es necesario observar las frecuencias de emisión de esas respuestas. Es decir, a través de una tasa de respuestas (frecuencias) ascendente como consecuencia del reforzamiento, se indica cuál es la probabilidad de ocurrencia de esa respuesta, que es, según Skinner, lo que define el aprendizaje.

El condicionamiento operante es el proceso didáctico mediante el cual una respuesta se hace más probable o más frecuente; un operante es fortalecido (reforzado). Un condicionamiento operante es una serie de actos que consigue que un organismo haga algo; levante la cabeza, mueva una palanca, diga una palabra. En el proceso del condicionamiento operante, las respuestas operantes se modifican o cambian. El reforzamiento quiere decir que se aumenta la probabilidad de ciertas respuestas.

En el condicionamiento operante, los maestros son considerados arquitectos y edificadores de la conducta de los estudiantes. Los objetivos didácticos se dividen en un gran número de pasos muy pequeños y se refuerzan uno por uno. Los operantes, serie de actos, se refuerzan para que incrementen la probabilidad de su recurrencia en el futuro. En este proceso es de suma importancia que los profesores empleen programas de reforzamiento debidamente cronometrados y espaciados.

La teoría del reforzamiento de Skinner ha sido utilizada en escuelas, donde se ha logrado incrementar los niveles académicos, la atención al maestro, la interacción social y la creatividad de los estudiantes. También se ha obtenido aumento en el número y calidad de preguntas de estudiantes pasivos. Por otro lado, se ha enseñado a estudiantes cómo lograr que los maestros mejoren las clases cuando no son muy competentes. (15)

Para Skinner, la enseñanza es el arreglo de las contingencias de reforzamiento para facilitar el aprendizaje. El maestro es quien debe arreglarlas para desarrollar conductas académicas. El maestro debe arreglar el medio ambiente y material educativo para que los estudiantes vayan paso a paso, a su propia velocidad y con un mínimo de consecuencias aversivas o frustración, alcanzando conocimientos más complejos.

La primera tarea de los maestros es dar forma a las respuestas adecuadas, e inducir a los jóvenes a que las pronuncien y escriban en forma apropiada. Pero cree que la tarea principal es provocar la conducta adecuada mediante distintas clases de control de estímulos. En materias como la química las respuestas deben quedar bajo control de estímulos apropiados. Skinner recomienda para la realización de esta tarea la instrucción programada.

La instrucción programada, es un método de enseñanza y aprendizaje en el cual la materia preestablecida se desmenuza en pequeños y diferentes pasos y se organiza con cuidado en una secuencia lógica en la que puede ser aprendida prontamen-

te por los estudiantes. Cada paso se apoya deliberadamente en el anterior. El estudiante puede progresar a través de la secuencia de pasos a su propia velocidad de aprendizaje y es reforzado inmediatamente después de cada paso. El refuerzo consiste en darle la respuesta correcta inmediatamente después de que ha registrado su respuesta y permitirle que avance al paso siguiente sólo después de haber dado la respuesta correcta. Ya existen en la literatura científica referencias o libros con estas características, como es la obra de J. W. Eichinger "Enlaces químicos introducción y fundamentos" Publ. Cultural (1968).

En el área educativa, la enseñanza programada en libros y en máquinas ha sido una de las contribuciones más grandes del enfoque eskineriano (17,18).

A continuación se muestra como se manifiesta esta teoría en una sesión de clase(19).

Al plantear el objetivo, hay que dividirlo en partes (la fragmentación de contenidos es una de las constantes en la enseñanza conductista de Skinner) y lo circunscribimos a un tiempo predeterminado buscando una respuesta positiva del alumno al cabo de ese tiempo. En la primera parte de la clase se debe emplear una conferencia o investigación para imponer a los estudiantes una cierta cantidad de información tratando que ésta sea lo más completa posible. Con esa información, se supone que el alumno podrá resolver determinados problemas con base en esquemas también "impuestos" (esto es lo que implica el problema "tipo" que incita a la protesta del estudiante cuando el problema del examen difiere del "tipo"). Con esto y con ayuda de

un apoyo didáctico como es en este caso el ABACO CUANTICO el alumno alcanzará el objetivo propuesto y lo que es más importante se le podrá evaluar.

Vemos que el objetivo es meramente conductual, porque su consecución puede ser evaluada por observación y registro (por medición empírica). Esto conlleva por lo tanto un "control" de la enseñanza aprendizaje. La teoría conductista ignora la motivación para el aprendizaje y propicia una tecnología para aprender y un inventario para resolver problemas, pero en este caso el alumno se reforzará con la motivación que le produce el uso del ABACO CUANTICO en la resolución de problemas.

El esquema se producirá luego cuando un alumno resuelva un problema frente a sus compañeros. Todo el grupo intentará aplicar la tecnología suministrada y los que obtengan el resultado "habrán aprendido". Una forma es que un alumno pase al pizarrón y aplique ese mismo mecanismo de enseñanza aprendizaje.

2.3 PROGRAMAS.

De acuerdo con el carácter formativo de la educación, el programa es un medio para lograr el desarrollo del adolescente y no propiamente para llenarlo de conocimientos, se pretende formarle hábitos de OBSERVACION, de EXPERIMENTACION, de INVESTIGACION, de ESTUDIO, de APRENDIZAJE y por supuesto que conozca esta rama del saber con el objeto de despertar o encauzar su vocación.

2.3.1 LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A NIVEL SECUNDARIA

Objetivos Generales: Se encuentran enmarcados en los de la educación media básica.

El alumno explicará cómo la química al lograr la transformación de las sustancias que se encuentran en la naturaleza, ayuda al progreso y bienestar de la humanidad.

El alumno aplicará los conocimientos adquiridos a situaciones y problemas de la vida cotidiana.

¿Cómo contribuye la química al desarrollo del organismo? Le fomenta interés y vocación por la importancia que representa para el desarrollo de nuestro país. Al ser una ciencia experimental desarrolla el criterio científico buscando relaciones de causa a efecto.

Desarrolla la aplicación del método científico al permitirle realizar investigaciones, fomentando la actividad metódica la observación y principalmente la experimentación estimulando el razonamiento y la capacidad de interpretación acerca de la información obtenida en sus observaciones.

¿Dónde interviene el ABACO CUANTICO como un auxiliar didáctico?

Area: Ciencias Naturales, Segundo grado Unidad 3 Obj.

Part. 3.2 Destacará la importancia que representan en el avance científico, los distintos modelos usados para representar el átomo. 3.3 Reconocerá la tabla periódica como la agrupación de símbolos químicos más útil para el estudio de los fenómenos químicos.

En sí los temas que se abordan son los siguientes:

Modelo atómico de Rutherford.

Modelo atómico de Bohr.

Modelo atómico de Sommerfeld.

Números cuánticos y configuración electrónica.

Grupos o familias de la tabla periódica.

Actividad química de los elementos representativos.

Valencia de los elementos con el grupo al que pertenecen.

Unidad 4 Obj. Part. 4.1 Establecerá la diferencia entre metales y no metales, 4.2 Conocerá la representación de las reacciones químicas.

Como se observa en las secciones que se mencionaron el ABACO CUÁNTICO es un auxiliar didáctico importante que nos puede ayudar a que los estudiantes comprendan mejor estos conceptos.

Cabe señalar que en el Obj. Esp. 3.2.1 (p.234) como actividades el programa (20) sugiere; Actividad 3.2.1.6 Consulte y registre: la fórmula de Rydberg para determinar el número máximo de electrones en cada nivel de energía; el número máximo de electrones en los 4 primeros niveles Act. 3 2.1.7. Con el número atómico de 5 elementos distribuya los electrones en los niveles de energía de acuerdo con las reglas de Rydberg. Haga esquemas de las configuraciones electrónicas de dichos elementos.

En sí la fórmula de Rydberg no es la que da el número máximo de electrones por nivel, sino que fué E. C. Stoner (1924) quien dio las ocupaciones de electrones de cada órbita atómica y quien corrigió la forma en que los colocaba Bohr (21).

La fórmula de Rydberg es $\bar{\nu} = R_H \left[\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2} \right]$

Donde:

$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda}$ número de oscilaciones en la unidad de distancia, se conoce también como número de onda de la radiación emitida.

R_H = Constante de Rydberg cuyo valor experimental es igual a $109\,677.581 \text{ cm}^{-1}$ y su valor teórico predicho por la teoría de Bohr es $109\,678.2 \text{ cm}^{-1}$.

$n =$ números enteros donde $n_1 > n_2$

Esta expresión reproduce y predice todas las líneas de emisión del hidrógeno.

Simmons, L. M. (22) fue quien uso una serie de Rydberg pero modificada para la construcción de una tabla periódica larga que él la llamó "Tabla Aritmética de los Elementos". La suma sucesiva de la serie modificada de Rydberg es:

$$S_t = 2(1)^2 + 2(1)^2 + 2(2)^2 + 2(2)^2 + \dots +$$

$$2\left(\frac{1}{2}t + \frac{1}{4} - \frac{1}{4}(-1)^t\right)^2$$

Donde:

S_t = representa la suma de los primeros t términos de la serie modificada de Rydberg

Los valores sucesivos de las sumas de esta serie, para $t = 1, 2, 3 \dots 8$, son 2, 4, 12, 20, 38, 56, 88, 120, respectivamente. Con estos valores se construye la Tabla Aritmética.

Para la construcción de la Tabla Aritmética se sigue el procedimiento siguiente: En una columna vertical (encabezada con s^2) colocada a la derecha, como se indica en la tabla 1, se escriben las sumas sucesivas de la serie de Rydberg, viz., 2, 4, 12, 20, 38, 56, 88 y 120. En el lado izquierdo de esos enteros se escriben los enteros positivos faltantes en orden descendente de derecha a izquierda.

De esta manera se forma una tabla que contiene todos los enteros positivos hasta 120 sin repetición en hileras y columnas. El símbolo de cada elemento conocido se coloca arriba de esos enteros los cuales representan su número atómico.

Como se podrá observar esta tabla "Aritmética" es la que se conoce como Tabla Periódica Cuántica (Ver tabla No. 1).

Por lo tanto, es de suponerse que en los objetivos específicos (3.2.1, Act. 3.2.1.6) del programa de Secundaria se están refiriendo a la expresión $2n^2$ que indica el número máximo de electrones que pueden existir en un nivel dado del átomo mas no es la serie de Rydberg.

En tercer grado de Secundaria el Obj. Part. 1.3 indica que los alumnos reafirmarán sus conocimientos sobre estructura atómica y la clasificación de los elementos químicos. Con estos objetivos los alumnos ampliarán sus conocimientos sobre el modelo atómico de Bohr y sobre el concepto cuántico ondulatorio del átomo. En estos temas el ABACO CUANTICO tiene mayor aplicación.

TABLA 1. TABLA ARITMETICA DE LOS ELEMENTOS.

														d ¹	d ²	d ³	d ⁴	d ⁵	d ⁶	d ⁷	d ⁸	d ⁹	d ¹⁰						p ¹	p ²	p ³	p ⁴	p ⁵	p ⁶			i ¹	s ¹	t
																														i	H	He	I						
																														ii	Li	Be	II						
																														iii	3	4	Mg	III					
																														iv	11	12	Ca	IV					
																														v	19	20	Sr	V					
																														vi	37	38	Ba	VI					
																														vii	55	56	Ra	VII					
																															87	88		VIII					
																																	120	VIII					

														iii	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn					ii	B	C	N	O	F	Ne					
														iv	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					iii	5	6	7	8	9	10					
															Y	Zr	Cb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd					iv	Al	Si	P	S	Cl	Ar					
															39	40	41	42	43	44	45	46	47	48					v	13	14	15	16	17	18					
														v	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg					vi	17	18	19	20	21	22					
															71	72	73	74	75	76	77	78	79	80						23	24	25	26	27	28					

														<p style="text-align: center;">Lantánidos</p> <p>La Ce Pr Nd II Sa Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb</p> <p>57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70</p>													
														<p style="text-align: center;">Actínidos</p> <p>Ac Th Pa U Np Pu Am Cm</p> <p>89 90 91 92 93 94 95 96</p>													

Tierras Raras y Actinidos	de transición	Representativos
---------------------------	---------------	-----------------

2.3.2 LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A NIVEL PREPARATORIA

La química junto con la física constituyen una de las bases fundamentales del progreso tecnológico en los países en desarrollo y en los desarrollados.

Es necesario fomentar la vocación hacia esta parte de la cultura para que nos produzca a largo plazo los científicos y técnicos que el país necesita para lograr su independencia y renovación, éste, es uno de los objetivos del curso de Química II a nivel preparatoria.

El adolescente, por sus características y motivaciones está en etapa adecuada para que su vocación sea despertada, orientada y encauzada. Pero no hay que olvidar que la mayor parte de los alumnos que ingresan a cursos de preparatoria no poseen aún un nivel de pensamiento formal. Por lo tanto se considera que es imprescindible que el profesor que imparte la asignatura debe estar al tanto de esta situación.

El uso del ABACO CUANTICO como apoyo didáctico teniendo en cuenta las características abstractas de los temas sobre estructura atómica de los programas de la E.N.P. (Unidad III y IV Química II)(23) así como las del proceso de aprovechamiento de los alumnos a los que van dirigidos, mejorará el aprendizaje de los estudiantes, ya que mediante su uso despertará el interés, captará su atención, mejorará el aprovechamiento de los alumnos y el aprendizaje será más significativo.

2.3.3 LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A NIVEL LICENCIATURA

Los planes de estudio a nivel licenciatura que incluyen el tema de la estructura electrónica de los átomos son los siguientes:

Fisicoquímica 1, que en los actuales planes de estudio se convirtió en estructura de la materia Facultad de química, UNAM (23).

Química General División de Ciencias Básicas e Ingeniería o Tronco Común, UAM-I (24,25).

Como una descripción sintética estos cursos tratan sobre el estudio de los principales modelos desarrollados para explicar el comportamiento y naturaleza de la materia relacionándolos con la realidad, con temas tales como:

Modelos atómicos, Teoría Cuántica, Enlace Químico, Teoría del Orbital Molecular, Propiedades Periódicas, etc.

La existencia de un bloque de materias comunes a diferentes carreras tiene la función de fomentar la interdisciplinariedad y crear un nivel básico de formación.

Sin embargo, se ha visto que tales funciones generan una problemática especial, ya que los alumnos frecuentemente adoptan una actitud que resulta contraproducente. Si los cursos no se relacionan directamente con su carrera, los toman como un simple y fastidioso requisito, esto aunado a la apatía y falta de espíritu crítico en algunos estudiantes y a veces maestros, acentúa aun más dicha actitud.

A este nivel, el ABACO CUANTICO, con ciertas limitaciones, puede ser un material de considerable ayuda, ya que aun

en ese nivel, dado el perfil de conocimientos del alumno que ingresa a la universidad, también presenta sus dificultades: " Después de catorce años de impartir esta materia, me he convencido de que el primer semestre universitario es un mal momento para desarrollar el tema ". Comentarios del Dr. Andoni Garritz de la Facultad de Química UNAM (Contactos Vol. II, N.ºm. 6 p. 15, 1985).

CAPITULO 3. EL AFACO CUANTICO DISPOSITIVO DIDACTICO

3.1 FUNDAMENTO TEORICO

Conviene recordar algunos conceptos e ideas básicas sobre la estructura cuántica; por eso, antes de hacer la descripción de este dispositivo didáctico haremos un breve resumen.

- Las unidades estructurales de los átomos son los neutrones, protones y electrones.

- Los neutrones (**sin carga alguna**) y los protones (con carga positiva) tienen aproximadamente la misma masa, cercana a la unidad de masa atómica (uma).

-El átomo es eléctricamente neutro por lo que contiene igual número de protones (Z) y electrones.

- En el núcleo se encuentran los protones y los neutrones (A) pertenecientes a un átomo y los electrones ocupan la atmósfera electrónica que rodea al núcleo.

- El electrón tiene una carga negativa con una magnitud exactamente igual a la carga del protón. Según Luis de Broglie, el electrón es onda-partícula y puede manifestarse indistintamente, conforme a circunstancias especiales.

- El modelo atómico de Rutherford propone que: El átomo no es una partícula compacta, sino bastante hueco, tiene un núcleo donde está concentrada toda la carga positiva y casi toda la masa y los electrones giran alrededor del núcleo.

- A la dispersión de una radiación electromagnética por medio de un prisma o rejilla de difracción, se le da el nom-

bre de espectro. Los hay de emisión y de absorción.

- El modelo atómico de Bohr propone que: el electrón gira alrededor del núcleo atómico describiendo órbitas circulares llamadas órbitas estacionarias de distinto radio dependiendo del contenido de energía del electrón, se designan con las letras K, L, M, ..., Q, ... que corresponden a 1, 2, ..., 7, ... para las configuraciones del átomo en su estado más estable. Estos números se representan con la letra "n" de nivel de energía llamado también número cuántico principal.

- El número máximo de electrones que pueden existir en un nivel determinado es $2n^2$.

- Sommerfeld modificó el modelo de Bohr admitiendo órbitas tanto circulares como elípticas. Los niveles de energía se dividen en subniveles los cuales se manifiestan en las series espectrales. Para esto se requiere de un segundo número cuántico llamado número cuántico azimutal que también expresa la forma o excentricidad de las órbitas y actualmente se designa con la letra "l". El valor de "l" depende del nivel de energía "n" y por lo tanto de su valor. Puede asumir todos los valores enteros desde 0 a $(n - 1)$, es decir, 0, 1, 2, ..., $(n - 1)$.

- El número cuántico azimutal designa el subnivel dentro del nivel principal de energía e indica la forma de la órbita en la cual se mueve el electrón alrededor del núcleo. Cuando un electrón tiene un valor de $l = 0$ la órbita se designa con la letra s. Para los demás valores de l ver la tabla número 2.

l	SIMBOLO	SIGNIFICADO*
0	s	Sharp (exacta)
1	p	Principal (principal)
2	d	Diffuse (difusa)
3	f	Fundamental (fundamental)
4	g	Ninguno
5	h	Ninguno
.	.	.
.	.	.
.	.	.

Tabla 2. Símbolos para los valores de l.

- Número cuántico magnético (m) define la orientación en el espacio de los subniveles permitidos por el número cuántico azimutal. Los valores que adquiere el número cuántico magnético son de +1 hasta -1, pasando por cero inclusive.

- De acuerdo con De Broglie, los rayos luminosos, los rayos X y los electrones se comportan como partículas y como ondas; todas las partículas atómicas tienen asociada una cierta longitud de onda definida por la ecuación:

* Estos símbolos se derivan de las palabras inglesas sharp, principal, ... que son términos que tienen su origen en la espectroscopía experimental.

$$\lambda = h/mv$$

en donde:

λ = longitud de onda

m = masa de la partícula

v = velocidad

h = constante de Planck = 6.626×10^{-34} J s

- Erwin Schrödinger dedujo una ecuación matemática en donde el electrón era tratado en función de su comportamiento dual ondulatorio-corpúscular. De acuerdo con esta ecuación de onda, la posición probable de un electrón está determinada por tres parámetros llamados cuánticos y se designan con las letras n, l y m. Estos tres números cuánticos coinciden con los descubiertos experimentalmente, que se describieron antes.

- El cuarto número cuántico denominado "spin" se representa con la letra s y puede tomar solamente dos valores + 1/2 ó - 1/2 que se pueden considerar como dos orientaciones del electrón y se representan simbólicamente con flechas apuntando hacia arriba y hacia abajo respectivamente. Como se podrá observar el ABACO CUANTICO incluye estos parámetros en donde se pueden obtener directamente. Se leen en la parte inferior.

- Principio de exclusión de Pauli: Un átomo no puede tener dos electrones con los cuatro números cuánticos iguales.

- Orbitales ($\psi_{n,l,m}$) son funciones de onda que permiten conocer la distribución de densidad electrónica en el espacio o la probabilidad de encontrar el electrón en un punto alrededor del núcleo.

- Configuración electrónica es una forma de expresar la distribución de los electrones en los niveles, subniveles y orbitales.

- El diagrama orbital o representación gráfica de la configuración electrónica es una forma abreviada de representar la distribución de los electrones en los niveles, subniveles y nos permite analizar su distribución en los orbitales.

- Los electrones de valencia son aquellos que determinan las propiedades químicas de un elemento; son los que tienen el valor más alto de "n", y el nivel que los contiene es el nivel de valencia.

- Electrón diferencial. Se llama así al último electrón que entra a un átomo de acuerdo con las reglas de ocupación de orbitales; es decir, el que distingue a un átomo de un elemento del que lo precede en la clasificación periódica.

- Kernel: Conjunto de electrones que no participan en el enlace químico, se encuentran entre el núcleo y la capa de valencia.

- Regla de construcción progresiva o regla de aufbau**
Para construir la configuración del estado basal de un átomo, váyanse llenando los orbitales en orden creciente de la suma ($n + l$). Cuando ($n+l$) coincida para dos orbitales, llénese antes el de menor n.

*Kernel en biología, da la idea de corazón o semilla de un fruto; es decir, de algo interno.

**Palabra del alemán con el mismo significado.

- Regla de Hund de máxima multiplicidad. Esta regla dice que los electrones permanecen sin aparear con espines paralelos en orbitales de igual energía, hasta que cada uno de estos orbitales tiene, cuando menos, un electrón.

- Orbitales degenerados. Los orbitales que tienen el mismo número cuántico secundario, como son los orbitales p, los d y los f, se dice que son degenerados, es decir, tienen la misma energía

- Principio de incertidumbre. Se sabe que es imposible hacer una medida en el átomo sin interactuar con él. Para obtener de él información hay que excitarlo con energía, bombardeándolo, para que conteste. Pero esta información no es del sistema que existía antes de nuestra actuación, que es el que deseamos conocer, sino de uno deformado. Siempre se observa con alguna incertidumbre todo sistema. Debido a esto Heisenberg enunció en 1927:

"Es imposible conocer con exactitud y a la vez la posición y la velocidad de una partícula".

3.2. DESARROLLO HISTORICO DEL ABACO CUANTICO

La finalidad de las prácticas del Laboratorio de Química es auxiliar al estudiante para afirmar y profundizar sus conocimientos teóricos por medio de experiencias totalmente prácticas, además de contribuir a formarle una disciplina con base en el método científico, fundamental en el mundo que lo rodea, es por eso, que, tanto a nivel medio, como medio superior, se realiza un número determinado de prácticas por curso.

Dichas prácticas, de acuerdo al programa y a las características del plantel, son diseñadas por los profesores. Por experiencia personal en las unidades donde se aborda el tema de estructura cuántica, dado su carácter teórico, son muy pocas las prácticas que existen o que se pueden realizar, en su mayoría son únicamente para ejercitar sobre el manejo de la tabla periódica, representación de orbitales en forma esquemática o maquetas con algunos materiales como unícel, globos, etc.

En virtud del tiempo programático que se le da a este tema (un mes aproximadamente nivel Sec. y E.N.P.) había la necesidad de diseñar más prácticas sobre este tema para cubrir las horas de Laboratorio. Para esto me encontraba laborando como Profesor de Ciencias Naturales en la E.S.T Núm.51 y en una junta de Academia (1982) se nos asignó la tarea de realizar prácticas que trataran sobre este tema, esto hizo que dedicara un tiempo a la investigación tanto de referencias como de guías de prácticas de Laboratorio en bibliotecas y también probando en casa y es aquí donde al ver maniobrando

un ábaco a uno de mis hijos, me surgiera la idea de diseñar un modelo didáctico usando el mismo mecanismo, fácil de manejar, objetivo y de un costo mínimo.

Dicho trabajo lo presenté en la siguiente reunión de Academia, siendo el único y teniendo una gran aceptación de los compañeros maestros. Este trabajo en un principio únicamente se usaba para determinar el número máximo de electrones por nivel y las configuraciones electrónicas de los elementos conociendo su número atómico.

El trabajo se probó con los alumnos quienes lo realizaron con gusto, los resultados fueron satisfactorios, no obstante hubo que hacer modificaciones en lo que respecta a los materiales que se emplearon para su elaboración.

Posteriormente la D.G.E.S.T. a través de su Departamento Unidad de Jefes de Enseñanza consideraron conveniente hacer un solo libro de Laboratorio para todas las escuelas pertenecientes a este sistema. Esto se llevó a cabo reuniendo a varios profesores del Área en la que tuve el honor de asistir. En esta reunión se seleccionaron las prácticas que más se ajustaban al programa, nuevamente al abordar el tema de estructura atómica se presentó la misma situación que en la Junta de Academia y el Abaco Cuántico fue incluido junto con las demás prácticas en la Guía de Laboratorio de Ciencias Naturales, 2o Grado. Estas guías no se venden comercialmente, se canalizan a través de las direcciones de cada escuela.

Viendo la aceptación que tuvo este trabajo a nivel -
Secundaria lo propuse a nivel Preparatoria no sin antes re-
visarlo y hacerle algunas correcciones y modificaciones com-
plementándolo hasta llegar a funcionar como una Tabla Periódica.

Este es el AEACO CUANTICO cuya descripción y uso se
dará en el siguiente capítulo. Los resultados se indicarán
más adelante.

3.3 DESCRIPCION DEL ABACO CUANTICO

Existen algunas tablas o reglas que se utilizan para determinar la configuración electrónica de los elementos químicos pero debido a su complejidad o falta de objetividad resultan difíciles de manejar, algunos son incompletos o bien de una sola aplicación, esto constituye una desventaja para su uso y su posible aplicación.

El objetivo de este trabajo es suprimir algunos de los inconvenientes de esas tablas o reglas, ya que por medio del ABACO que aquí se describe, su manejo es más sencillo, más completo, más accesible económicamente y de fácil construcción.

Los detalles característicos de este ABACO se muestran claramente en la siguiente descripción y en los dibujos que la acompañan, indicando las diferentes partes que lo constituyen.

La figura 1 es una perspectiva completa del ABACO CUANTICO.

La figura 2 es una vista del lado derecho del ABACO.

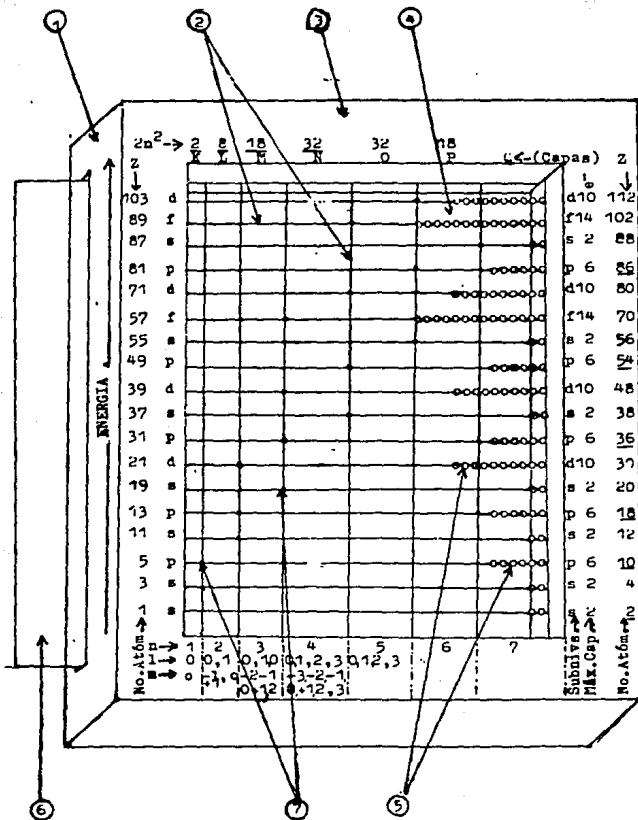
La figura 3 es un esquema de la hoja de fondo del ABACO.

A continuación se dará una descripción de cada figura.

3.3.1 DESCRIPCION DE LAS PARTES QUE CONSTITUYEN EL ABACO CUANTICO.

La figura 1 es una perspectiva completa del ABACO CUANTICO. Como se podrá observar consta de un marco rectangular que puede ser de madera u otro material, en el costado izquierdo se encuentra una rejilla por donde se introducen las láminas de fondo que son intercambiables, en ellas se encuentran registradas las propiedades periódicas de las que se hablará mas adelante. Arriba de esta rejilla se muestra una flecha que indica el orden relativo de energía en los subniveles; los intervalos entre los subniveles son arbitrarios, pero indican que hay una diferencia grande entre la energía contenida, por ejemplo, en los subniveles 1s y 2s, etc.

Sobre el marco, la primera columna del lado izquierdo indicada con números del 1 al 103 que están denotados con la letra Z, nos indica el número atómico de los elementos en orden creciente. Enseguida se señalan, del mismo lado, los subniveles denotados con las letras s, p, d y f. Desde estas letras parten unos hilos horizontales que para fines didácticos son de diferentes colores. Todos los tirantes s son de un color, los que parten del subnivel p son de otro color, los que parten del subnivel d son de otro color y así



sucesivamente. En estos hilos van insertadas unas esferillas (chaquiras, chaquirones, etc.) que representan los electrones que hay por cada subnivel.

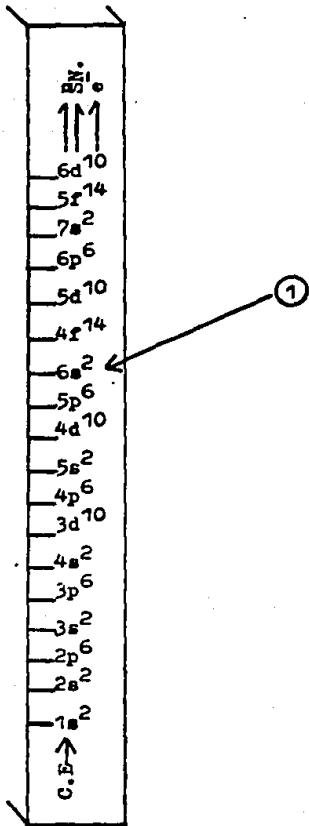
Los subniveles también se muestran en el lado derecho - indicándose en ellos su máxima capacidad electrónica, es decir, el número máximo de electrones que puede contener cada subnivel. Este número viene dado por el número de esferas que se encuentran contenidas en cada tirante.

Después de la columna de números que indican la máxima capacidad de electrones por subnivel se señala otra columna del número atómico Z en donde se encuentran subrayados los - números atómicos 2, 10, 18, 36, 54 y 86 que son los correspondientes a los números atómicos de los gases inertes, esto se ha hecho con el fin de identificar el "kernel" que se usa para la forma abreviada de la notación cuántica de la configuración electrónica de los elementos, siendo los gases inertes los que se toman como base para este tipo de abreviatura.

En el costado derecho se muestran las configuraciones (Fág.2) conjuntamente con nivel, subnivel y número de electrones; con estos puede obtenerse directamente la configuración electrónica conociendo únicamente el número atómico Z , es por eso que en la parte posterior del APACO se da una relación de elementos químicos ubicados en orden alfabético.

En la parte inferior del marco se indican los niveles - energéticos señalados con la letra n y son del 1, ..., 7 (número cuántico principal) mismos que se encuentran indicados en la parte de arriba con las letras de la K a la Q identificados con las líneas verticales de la hoja de fondo

FIG. 2

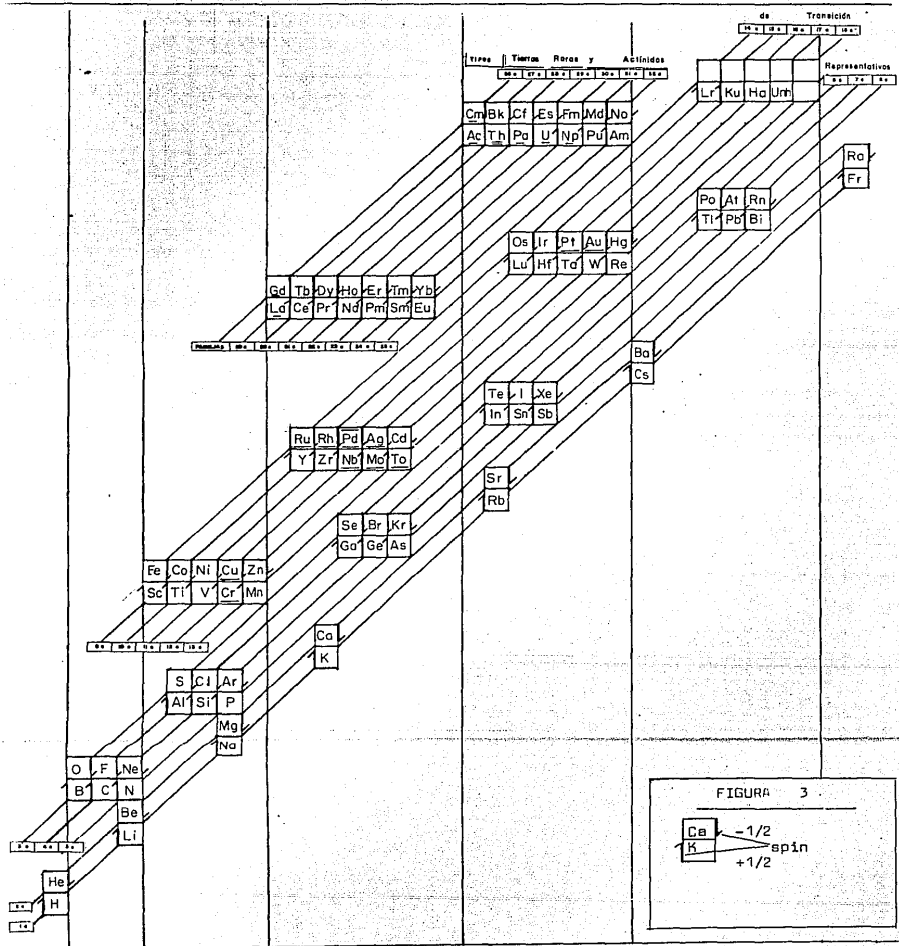


(Fig. 3), sobre de éstas letras están los números que indican la máxima capacidad electrónica por nivel según la expresión $2n^2$.

También en la parte inferior, inmediatamente después de los valores de " n ", se indican los valores del número cuántico azimutal, o de forma: " l " que son números enteros desde 0 hasta (n - 1), inmediatamente abajo se indican los valores del número cuántico magnético representado por la letra " m " que puede tomar valores desde -l hasta +l.

La fig. 3 es la lámina de fondo que se introduce por la rejilla del lado izquierdo quedando en la parte de abajo de los tirantes, en ella se encuentran los símbolos de los elementos químicos existentes o descubiertos a la fecha (105, del 106 al 109 ver Ref. 21 pag. 788 - 792) colocados de manera conveniente, de tal forma que los elementos con un arreglo similar de electrones en la capa externa (elementos que tienen el mismo número de electrones de valencia) quedan agrupados en líneas rectas diagonales que vienen constituyendo los llamados grupos periódicos o familias. En los cuadros donde se localizan los símbolos están unas flechas que van a indicar la orientación del spin* (1. \downarrow) del electrón que pueden tener solamente dos valores +1/2 para las flechas que están orientadas hacia arriba y -1/2 para las que apuntan hacia abajo. Las líneas verticales que se encuentran en esta lámina son las que separan los niveles energéticos.

*Aunque en el átomo gaseoso hay igual probabilidad de que un electrón desordenado tenga spin positivo o negativo.



Este ABACO se lee de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha. Las esferas tienen topes colocados de acuerdo al nivel y al número atómico.

Cada número (de los valores de n) seguido de una letra (ya sea s, p, d, f) representa un orbital.

En la parte de abajo de los tirantes (hoja de fondo Fig. 3) se encuentran los símbolos de los elementos químicos existentes a la fecha (1949) colocados de manera conveniente. Así como se intercala esta lámina se pueden intercalar otras con datos por ejemplo de electronegatividad (Lám. 4), radio atómico (Lám. 1), volumen atómico (Lám. 2), etc. en sí todo lo que se encuentre relacionado con la configuración electrónica de los elementos siendo de esta manera más fácil de entender con la ayuda que proporciona este Abaco. A estas láminas se les ha llamado auxiliares y se intercalan por la ranura que se encuentra en el costado izquierdo, con ellas se deducen de manera inmediata las relaciones entre los datos (de las láminas) y su correlación con la configuración electrónica.

A continuación se muestra el material que se puede emplear para la construcción del ABACO CUANTICO.

3.3.2 MATERIAL DE CONSTRUCCION DEL ABACO CUANTICO (FIG. 1).

NO.	ESPECIFICACION	PUEDE SER DE:	FUNCION
<u>DEL MATERIAL .</u>			
1	Marco	Madera, plástico, fierro u otro material.	Sirve de soporte de todos los elementos que constituyen el abaco.
2	Tirantes	Hilo cáñamo, alambre de fierro u otros, de diferentes colores para diferenciar los subniveles.	Nos representan los niveles (Negro) y subniveles (azul) p (Morado) d (verde) f (naranja).
3	Frente del marco.	Puede ser sobre el mismo material que el marco o bien poner un forro de plástico u otro material.	En él se anotan los valores de Z, n, l, m, capas K, ..., Q y s, p, d, f.
4	Lámina de fondo. Fig. 1	Cartulina u otro tipo de papel o bien madera, plástico, mica, etc.	Sirve de apoyo a las láminas auxiliares o de fondo. En la parte posterior puede llevar instrucciones para su uso.
5	Esfera.	Chaquira o cuentas de plástico, madera u otro material de un sólo color.	representan los electrones.

NO. ESPECIFICACION DEL MATERIAL	PUEDE SER DE :	FUNCION
6 Láminas auxiliares.	De cartulina plástico u otro material.	Son auxiliares que se adicionan al Aba- co con diversos datos.
7 Tapes o rete- nes.	Gotas de resistol u otro pegamento o bien broches metálicos.	Sirven para dete- ner las esferas cuya colocación va de acuerdo a los valores de " n ".

Es importante hacer notar que la forma en que se representan las casillas en la Fig. 3 debe ser la misma para TODAS las láminas auxiliares, pues es esta la manera en que los elementos químicos manifiestan su periodicidad. Las líneas rectas o diagonales constituyen las familias o grupos, es decir, elementos que presentan propiedades químicas muy semejantes.

3.4 USOS DEL ABACO CUANTICO

A manera de ejemplo se determinará la configuración electrónica del cobalto de número atómico 27 (Z).

Primeramente se introduce la lámina de la Fig. 3 .

Del lado izquierdo se busca el número atómico más cercano al 27, que en este caso el inmediato inferior es el 24 (del Sc) primera esfera y de aquí se van adicionando esferas hasta localizar el Co, de esta manera quedarán en este subnivel (tirante) 7 electrones (esferas).

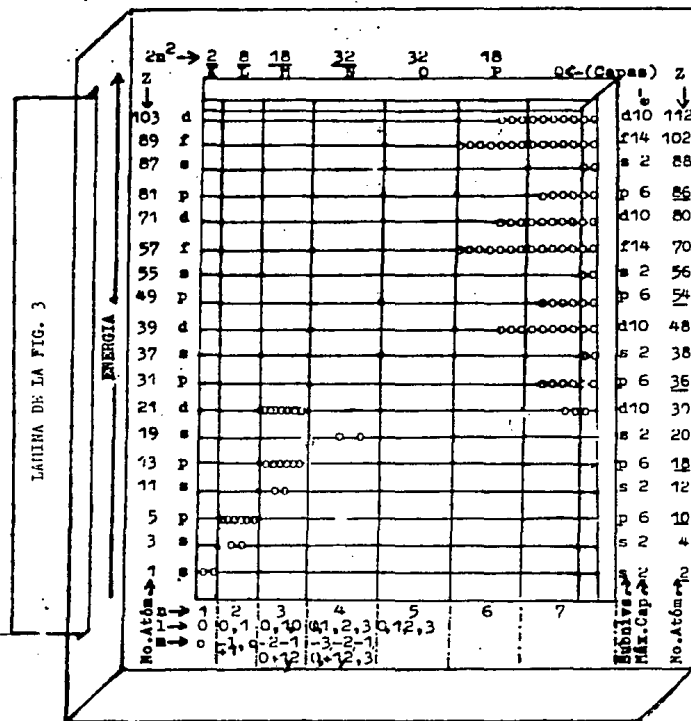
Se recorren, a partir de este subnivel y a todos los de abajo, las esferitas de derecha a izquierda hasta que el tope las detenga (el número de esferas desplazadas debe ser igual al número atómico 27). Ver Fig. 4 .

Cuando el elemento está abajo del tirante se cuentan esferas tantos cuadros sean y cuando el elemento está por arriba del tirante, se toman las inferiores más las esferas que están por arriba del tirante como es el caso que se está tratando: 5 esferas abajo del tirante (Sc-1n) y 2 esferas arriba del tirante (Fe- Co).

A continuación se lee el primer valor de n que es 1; en el lado izquierdo el subnivel que le corresponde con el número de esferas que se encuentran en el tirante de este subnivel (s^2).

Enseguida se lee de la misma manera el valor de n = 2 en la parte inferior y del lado izquierdo s^2 , p^6 y así sucesivamente hasta llegar al último electrón que es $3d^7$.

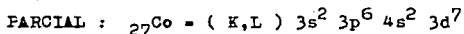
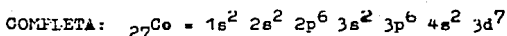
Figura 4 Configuración electrónica del cobalto.



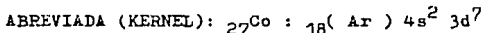
[Handwritten signature]

Finalmente para leer la configuración se empieza por la parte inferior de izquierda a derecha y hacia arriba.

La configuración electrónica convencional para este elemento será:



Observe en el ABACO CUANTICO que las capas K y L están completas, de ahí esta notación semiabreviada. Muchos libros (26) traen $_{27}\text{Co}(K,L) 3s^2 3p^6 3d^7 4s^2$

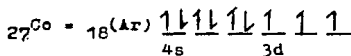


Para obtener esta notación usando el ABACO primero localizar el número atómico inmediato inferior subrayado que en este caso es el 18 (Z del lado derecho en el Abaco Cuántico) que corresponde al Argón, y únicamente recorrer las esferas faltantes (las de $4s^2$ y las de $3d^7$).

REGLA DE HUND Y DIAGRAMA ENERGETICO COMPLETO

Esta regla dice que los electrones permanecen sin aparear con spines paralelos en orbitales de igual energía (orbitales degenerados: los tres orbitales p, los cinco d, etcétera) hasta que cada uno de estos orbitales tiene un electrón.

FORMA ABREVIADA:



Fe	Co			
Sc	Ti	V	Cr	Mn

FIG. 3 Lám. de fondo.

PRINCIPIO DE EXCLUSION DE PAULI Y ELECTRON DIFERENCIAL

Dado que el último electrón se encuentra en el orbital 3d, entonces $n = 3$; al subnivel d, le corresponde el valor de $l = 2$, para los cinco orbitales del subnivel d; el electrón diferencial ocupa el de m igual a -1 y como la flecha se dirige hacia abajo (Fig. 3) $s = -1/2$.

Estos datos n, l, m se obtienen directamente en la parte inferior del ábacú, en la misma columna en donde se localiza el símbolo del elemento (Co) y el s en la hoja de fondo (Fig. 3).

Así el electrón diferencial del Co tendrá como números cuánticos*:

${}_{27}^{Co}: e^- \text{ Dif. } n = 3, l = 2, m = -1, s = -1/2$

que cumple con el principio de exclusión de Pauli.

Determinemos los cuatro números cuánticos para el electrón que le antecede al diferencial. Siguiendo el mismo mecanismo, los números cuánticos serán:

$$n = 3, l = 2, m = -2, s = -1/2$$

ELECTRONES DE VALENCIA DEL COBALTO

Son los electrones que tienen el valor más alto de n .

${}_{27}^{Co} : {}_{18}(\text{Ar}) 4s^2 3d^7$ Nivel de valencia: 4

Electrones de valencia: 2

De acuerdo al diagrama energético del cobalto en el orbital 3d tiene 3 electrones no apareados (solitarios) por lo tanto el cobalto es paramagnético.

*Si se considera que el electrón diferencial del Co entra en 4s, por lo tanto los valores de los números cuánticos serán: $n = 4, l = 0, m = 0$ y $s = -1/2$.

3.5. ABACO CUANTICO, CONFIGURACION ELECTRONICA Y CORRELACIONES CON ALGUNAS DE LAS PROPIEDADES PERIODICAS DE LOS ELEMENTOS .

Es importante recordar que después de la brillante clasificación de L. Meyer y D. Mendeleev, se desarrollaron los trabajos de Moseley quien al estudiar las radiaciones espectrales emitidas por los elementos químicos y al hacer incidir sobre ellos radiaciones X, encontró que cada elemento emitía radiaciones muy particulares que lo identificaban. Estas radiaciones tenían una relación directa con el número atómico de cada elemento. Moseley llegó a esta brillante conclusión:

" Las propiedades de los elementos varían periódicamente cuando los elementos se arreglan en orden creciente de números atómicos ".

El arreglo periódico se basa en los grupos y periodos.

Los elementos de cada grupo en la clasificación tienen propiedades físicas y químicas semejantes y en consecuencia poseen un arreglo orbital de electrones característico.

Esta clasificación, también la contempla el ABACO CUANTICO ; en la Fig. 3 se puede apreciar que los elementos con un arreglo similar de electrones en la capa externa (elementos que tienen el mismo número de electrones de valencia) se agrupan siguiendo una misma línea recta diagonal, son los mismos que en las tablas periódicas conocidas (T.F.C. de Simmons Ref. 22) constituyen los grupos periódicos o fami-

lias. Esto es, las diagonales en el ABACO CUANTICO son los llamados grupos o familias.

3.5.1 RADIO ATOMICO

LAMINA NO. 1

Al observar en las líneas diagonales del ABACO se ve que el radio atómico generalmente aumenta con el número atómico. El efecto protector de los electrones en el nivel interno disminuye la atracción entre el núcleo y los electrones exteriores. Como aumenta el número de electrones en los niveles energéticos internos los electrones externos ocupan volúmenes más grandes. Esto influye en el incremento de las medidas atómicas dentro de un grupo de elementos.

En un periodo de elementos representativos al aumentar la carga nuclear sin el correspondiente aumento en niveles de energía electrónicos, ocasiona que los electrones externos sean atraídos más fuertemente por el núcleo. Luego, como la carga nuclear aumenta de izquierda a derecha, los radios atómicos disminuirán de izquierda a derecha.

3.5.2 VOLUMEN ATOMICO

LAMINA NO. 2

El átomo está constituido por un núcleo central y electrones que se mueven a su alrededor, el movimiento hace que los átomos parezcan esferas aun cuando en su mayor parte sean espacio vacío. La nube electrónica esférica proporciona al átomo su volumen y rechaza a otros átomos cercanos a ella. El volumen del átomo no es una cantidad completamente definida debido a que tampoco lo es el límite de la nube electrónica, sin embargo podemos observar en el ABACO CUANTICO que en cada

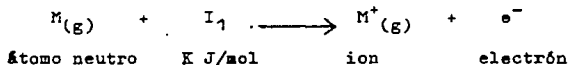
grupo, el volumen atómico aumenta al aumentar el número atómico del elemento; pues un elemento se diferencia del anterior en que tiene una capa más, aumentando la distancia del núcleo a la superficie exterior.

El volumen atómico varía al igual que el radio atómico, en un mismo grupo aumenta con el número atómico (ver Láms. 1 y 2).

3.5.3 ENERGIA DE IONIZACION

LAMINA NO. 3

La energía de ionización* es una medida de la energía necesaria para remover un electrón de un átomo gaseoso neutro y formar un ion positivo, gaseoso.



En general en un grupo o familia del ABACO CUANTICO (línea recta diagonal), la energía de ionización decrece al aumentar el número atómico del elemento, o sea decrece de abajo hacia arriba.

*Mal llamada en muchos libros potencial de ionización.

Las tendencias en las energías de ionización están relacionadas con el tamaño atómico; a mayor radio, menor es la energía de ionización. La razón de esto se basa en que hay un continuo aumento en el tamaño de la nube de los electrones de valencia a medida que aumenta el número cuántico principal n . Por ejemplo el electrón de valencia del Cs, está más alejado del núcleo y por lo tanto es más fácil de remover que el electrón de valencia 5s del Rb.

Las energías de ionización de los elementos alcalinos decrecen en el siguiente orden (seguir línea diagonal, lámina núm. 3):

Elementos	Li	>	Na	>	K	>	Rb	>	Cs
e ⁻ de Val.	2s		3s		4s		5s		6s

Cada elemento del grupo se diferencia del anterior en tener una capa más, con lo que el electrón más externo está más lejos del núcleo y, por lo tanto, es menos atraído electrostáticamente por éste, a causa de lo cual hace falta menos energía para desplazarlo.

3.5.4 ELECTRONEGATIVIDAD

LAMINA NO. 4

La electronegatividad es una medida relativa de la capacidad de un átomo cuando forma parte de una molécula, ion o radical para atraer y sostener electrones. Su unidad es el pauling⁽²⁷⁾ ya que fue Linus C. Pauling quien estableció esta escala. En un grupo en el ABACO CUANTICO (línea diagonal) disminuye al aumentar el número atómico y aumenta conforme el elemento se sitúa más cerca a los gases nobles. Así el elemento más electronegativo es el flúor (4.0), le sigue el oxígeno (3.5), luego el cloro (3.0), etc. Con esta propiedad, la electronegatividad, se puede saber si un átomo tiende a ceder o ganar electrones frente a otro átomo. El átomo del elemento más electronegativo gana electrones al menos electronegativo.

Una de las aplicaciones inmediatas del concepto de electronegatividad consiste en identificar lo iónico que es un enlace. Si la diferencia de electronegatividad entre dos átomos es mayor de 2.1, podemos considerar que el enlace formado entre ambos es básicamente iónico (electrovalente), y para valores menores a éste, el enlace es covalente. Esto nos permite decidir, en principio, que tipo de enlace se manifiesta entre ellos y saber de antemano cuáles serán algunas de las propiedades de los compuestos que formen.

* En la mayoría de los libros lo llaman valores en la escala de Pauling. (Energía^{1/2}).

Para fines didácticos a nivel bachillerato e incluso universitario es interesante sugerir el empleo de la regla mnemotécnica(28) para las electronegatividades de los elementos que en el AFACO CUANTICO se contemplan en la capa L (n=2 sin incluir el Ne) y que las llamaremos E_2 y para los elementos que están en la capa M (n=3) del sodio al cloro que llamaremos E_3 , ya que para estos elementos la aplicación de electronegatividades es muy útil. La regla es:

$$E_2 = \frac{z - 1}{2} \quad \text{y} \quad E_3 = \frac{z^* - 1}{3}$$

donde z es el número atómico de los elementos 2 y 3 que corresponden a los elementos de la segunda y tercera capa (únicamente hasta el cloro) respectivamente, y z^* es un número atómico efectivo, $z^* = z - 7$. La fórmula E_2 predice exactamente las electronegatividades de todos los elementos de la segunda capa (en la escala de Pauling). Los valores obtenidos de E_3 son considerablemente mayores por 0.1 ó 0.2 unidades para los elementos de la tercera capa, excepto el cloro.

A manera de ejemplo se determinará la electronegatividad del oxígeno y la del sodio.

$$O^8: E_2 = \frac{8 - 1}{2} = 3.5 \quad (3.5 \text{ Pauling})$$

$$Na^{11} E_3 = \frac{4 - 1}{3} = 1 \quad (0.9 \text{ Pauling})$$

$$z^* = 11 - 7 = 4$$

3.5.5 DENSIDADES

LAMINA NO. 5

Sabemos que al aumentar la nube electrónica en un átomo aumenta su volumen, por otro lado como el átomo es un sistema en equilibrio al aumentar el número de electrones aumenta el número de protones y por lo tanto aumenta la masa atómica en un mismo grupo, esta relación nos define la densidad ($d=m/V$).

Se puede observar que en un mismo grupo del ABACO la densidad aumenta al aumentar el número atómico. Para los elementos de transición los átomos se hacen más pequeños lo que significa un aumento en la densidad ya que se contiene una gran masa en un volumen pequeño (ver Vol. atómico).

Cuando hablamos, en los experimentos, de cuerpos simples o sustancias elementales, no nos referimos precisamente a los átomos sino a cuerpos formados por átomos de una sola clase que se caracterizan mediante propiedades tales como la densidad, la temperatura de fusión, la temperatura de ebullición, etc.

3.6 RESULTADOS

Sabemos por experiencia las dificultades que presenta para los estudiantes el aprendizaje de la química dado el nivel de abstracción y de conocimientos previos que se requieren para su comprensión, es por eso la necesidad de diseñar recursos, materiales o apoyos didácticos que, además de facilitar la labor del maestro, aumenten la motivación de los alumnos y hagan más eficaz el aprendizaje. Este es el fin que se persigue con el uso del ABACO CUANTICO: presentar en forma atractiva y motivante las ideas, conocimientos e información rudimentaria sobre la Teoría Cuántica.

Las actividades y resultados se presentan a continuación:

- Primeramente se dio una introducción al tema que se iba a tratar (objetivos) y antecedentes que nos llevaron al desarrollo de un apoyo didáctico que nos facilitara la comprensión del tema relacionado.
- Para que el alumno se fuera involucrando en su proceso de aprendizaje se le pidió que elaborara su propio dispositivo, considerándose éste y una exposición oral, como un aspecto más para la evaluación del alumno.
- En esta fase hubo observaciones, opiniones, comentarios e ideas de los estudiantes sobre el uso, mejoramiento de la presentación sobre este diseño; se tomaron en cuenta las adaptaciones necesarias y los complementos adecuados para

hacer más efectivo el aspecto pedagógico del tema que se estaba tratando.

RESULTADOS:

- Este auxiliar didáctico fue recibido con entusiasmo por la mayoría de los estudiantes sobre todo fue más notable la aceptación por parte de las jovencitas.
- Resultó ser una experiencia que estimuló la autoactividad y el interés de los alumnos.
- Su manejo resultó ser agradable para los estudiantes por su sencillez.
- Los alumnos practicaron la determinación de configuraciones electrónicas mediante su forma o notación convencional y abreviada, identificación de electrones de valencia y su carácter de electronegativo o electropositivo.
- Obtuvieron configuraciones electrónicas de varios elementos aun con número atómico muy elevado y las relacionaron con las propiedades periódicas de los elementos.
- Determinaron los cuatro números cuánticos del electrón diferencial y de otros electrones.
- Se identificaron los elementos que presentan un comportamiento peculiar y se determinó su configuración electrónica correspondiente.
- Como era de esperarse, el alumno deseaba una aplicación de los datos obtenidos a través del ABACO CUANTICO, por lo que se diseñó una práctica en la que se aplicara dicho disposi-

tivo (Ver práctica Estructura Atómica y Densidad, Apéndice A). Con esto el alumno pudo vincular la teoría con la práctica aplicando sus conocimientos obtenidos.

- Este dispositivo captó la atención del alumno durante el tiempo que fue necesario, además tuvo un alto grado de participación por parte de los alumnos.
- Para cada sesión, en la que usaron el material didáctico, se formularon preguntas relativas a la parte que se estaba aplicando. Se observó que el nivel de conocimientos era satisfactorio.
- El uso de material didáctico hizo que los alumnos se nivelaran en lo que a conocimientos se refiere, es decir, hay menos variabilidad en el rendimiento.
- El uso del apoyo didáctico es efectivo para alumnos que en un principio manifestaban poco interés por la materia o bien su nivel era bajo, ya que les permitió recuperarse.
- El grupo se motivó más cuando se utilizó el dispositivo ya que provocó participación y discusión del grupo.

3.7 LIMITACIONES

Manejo mecánico de las configuraciones electrónicas en Secundaria y Bachillerato (se puede superar con la acción del profesor).

En este ABACO no se visualizan claramente los períodos como se muestran en las demás tablas periódicas, para esto, se toma como base, la cercanía que presenten a los gases nobles, los elementos cuyas propiedades se estén tratando.

La propiedad periódica de la configuración electrónica que presenta excepciones debe ser explicada con la participación del profesor maniobrando las esferillas en el ABACO CUANTICO.

CAP. 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Para que los materiales didácticos tengan éxito deben ser realizados por los alumnos, porían no ser efectivos si los alumnos son nada más observadores pasivos.
- Los auxiliares didácticos deben estar cuidadosamente integrados dentro de la secuencia educativa.
- Las experiencias más importantes para la enseñanza de las ciencias deben partir de contactos sensoriales inmediatos con la realidad, prácticas y experimentos de cátedra, y siguiendo hasta una representación abstracta (modelos) de la realidad.
- Se deben fomentar por cuantos medios estén al alcance del profesor los procesos de creatividad para lograr que los educandos lleguen a ser ellos mismos y no traten de ser malas réplicas de falsos modelos.
- Sustituir la enseñanza enciclopédica por una motivadora, útil para la comunidad, que venza la fobia por las ciencias y sus aplicaciones.

RECOMENDACIONES

- Dar prioridad a la realización de experimentos de laboratorio con estudiantes de todos los niveles. Esto no necesariamente debe llevarse a cabo en un laboratorio convencional; lo necesario es que el estudiante entienda la importancia de lo que él está haciendo y para eso, conviene motivarlo en forma adecuada.
- Dado que tanto la exploración espacial como la ecología han puesto de manifiesto que el hombre vive en una única y frágil biósfera que es destruida por el hombre, tratar de incorporar en la enseñanza de la química temas que pongan en relieve la necesidad de una responsabilidad ecológica individual y social.
- Es necesario establecer y promover la producción nacional de material y equipo para la enseñanza de la química.
- Promover el desarrollo de materiales didácticos o de apoyo didáctico que ayuden al profesor en su labor educativa. Se gana mucho empleando aunque sea con materiales de mínimo costo, como ejemplo el Abaco Cuántico, y no siempre vale la pena, por razones de efectividad, iniciarse con grandes inversiones.
- Explorar el vasto y con frecuencia despreciado potencial de las mujeres dentro de la enseñanza de la química.
- Dada la importancia de las computadoras como "el medio de información de la sociedad", buscar la forma de incorporarlas a la educación de la química.

- Explorar formas para unir el espíritu de diseñar -que es característico de la tecnología- con el espíritu de descubrir -que es característico de la ciencia-. Lo primero debe fomentar la capacidad en la solución de problemas del mundo real y actual; lo segundo debe satisfacer el deseo de saber y entender cómo el hombre y la naturaleza trabajan en el mundo.
- Tomando en cuenta que: " la acción de aprender se manifiesta como cambios en el propio comportamiento promovidos por uno mismo", inventar nuevos métodos de evaluación, evitando el aprendizaje de memoria.
- Conviene hacer uso de la teoría de Skinner, en su justa dimensión, su técnica de la instrucción programada encaminada a lograr un autocontrol, ha abierto valiosos horizontes para el adelanto de la educación e instrucción industrial y humanista.
- Trabajar con entusiasmo dentro de una perspectiva de colaboración y no de competencia.

APENDICE A - ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA

QUIMICA INORGANICA II

5o AÑO DE BACHILLERATO.

PRÁCTICA NO. ____

ESTRUCTURA ATÓMICA Y DENSIDAD.

NOMBRE DEL ALUMNO: _____ GRUPO: _____

NOMBRE DEL PROFESOR: _____ FECHA: _____

C U P D R O D E E V A L U A C I O N

PARTICIPACION EN EL LABORATORIO:
RESULTADOS Y REPORTE DE LA PRACTICA.....

I.) OBJETIVO: OBTENER LA DENSIDAD DE ELEMENTOS CONOCIDOS A PARTIR DE DATOS TEÓRICOS SOBRE ESTRUCTURA ATÓMICA Y LOS COMPARAR CON LAS DENSIDADES OBTENIDAS EXPERIMENTALMENTE.

II.) MATERIAL.

- | | |
|--------------------|---|
| PROBETA GRADUADA. | TABLA B.9 PAG.648-649 DE CLEMENTI Y RAIMONDI. |
| BALANZA ANALITICA. | |
| BARRA DE COBRE | CRUZ/CHAMIZO/GARRITZ " ESTRUCTURA ATÓMICA " |
| BARRA DE FIERRO. | UN ENFOQUE QUÍMICO, FONDO EDUC. INTERAM. |
| AGUA DESTILADA. | 1986 MEX. |

III) INTRODUCCION.

DESDE QUE DALTON PLANTEO LA EXISTENCIA DE LOS ÁTOMOS, E INCLUSO ANTES, EL HOMBRE HA TRATADO DE RESPONDER A LA PREGUNTA ¿ DE QUE TAMAÑO ES EL ÁTOMO ? CON EL TIEMPO NOS HEMOS DADO CUENTA DE QUE ESTA INTERROGANTE ES MUY DIFÍCIL DE RESPONDER, Y NO TENEMOS UNA RESPUESTA ÚNICA Y UNIVERSALMENTE ACEPTADA.

MUCHOS TRABAJOS SE HAN PROPUESTO TANTO TEÓRICOS COMO EXPERIMENTALES PARA DETERMINAR LOS RÁDIOS DE LOS ÁTOMOS, UNO DE ELLOS ES EL DE SLATER (1930) QUIEN BASÁNDOSE EN CONCEPTOS DE ESTRUCTURA CUÁNTICA Y AL ELABORAR SU TRABAJO SOBRE CARGA NUCLEAR EFECTIVA PROPUSO SU PROPIA ECUACION PARA CALCULAR RÁDIOS ATÓMICOS.

SU ECUACION ES :

$$r_{(Slater)} = \frac{(n)^2}{Z^*} (.529 \text{ \AA}^0)$$

- DONDE r = RADIO ATÓMICO EN CM ($1 \text{ \AA}^0 = 10^{-8}$)
 n = NIVEL DE ENERGÍA EXTERNA (NUM. CUÁNTICO PRINCIPAL)
 Z^* = VALOR EFECTIVO DE LA CARGA NUCLEAR.

CON LOS RÁDIOS CALCULADOS CON ESTA EXPRESION PODEMOS DETERMINAR EL VOLUMEN DE LOS ÁTOMOS, VOLUMEN MOLAR Y CONSECUENTEMENTE LA DENSIDAD DE CUALQUIER ELEMENTO Y CORRELACIONARLA CON LA DENSIDAD EXPERIMENTALMENTE.

IV.) DESARROLLO DE LA PRACTICA.

4.1) DETERMINACION DE LA DENSIDAD TEORICA.

4.1.1 ESCRIBIR LA CONFIGURACION ELECTRONICA DEL COBRE (Z=29) Y DETERMINA A PARTIR DE ESTA LOS CUATRO NUMEROS CUANTICOS DE LOS ELECTRONES DEL NIVEL MAS EXTERNO: _____

$$n = \underline{\hspace{2cm}} \quad l = \underline{\hspace{2cm}} \quad m = \underline{\hspace{2cm}} \quad s = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$n = \underline{\hspace{2cm}} \quad l = \underline{\hspace{2cm}} \quad m = \underline{\hspace{2cm}} \quad s = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.1.2 CON AYUDA DE TU PROFESOR DETERMINA EN LA TABLA DE RAIMONDI Y CLE - MENTI EL VALOR DE Z^* = _____ Y SUSTITUYELO EN LA EC. DE SLATER

$$r_{Cu} = \frac{(n)^2}{Z^*} (.529 \times 10^{-8} \text{cm.}) =$$

 RESULTADO.

4.1.3 CON EL DATO OBTENIDO DETERMINA EL VOLUMEN ATOMICO CON LA EXPRESION:

$$V_{Cu} = \frac{4}{3} \pi r^3 =$$

 RESULTADO.

4.1.4 DETERMINA EL VOLUMEN MOLAR.

$$V_{molar} = (V_{atomico}) (N_A) =$$

$$N_A = \text{Núm. de Avogadro} = 6.023 \times 10^{23} \text{ atomos/mol}$$

 RESULTADO.

4.1.5 DETERMINA LA DENSIDAD: RELACION m_a/V_{molar} . $m_a = \text{mase atomica.}$

$$d = \frac{m_a}{V_{molar}} =$$

 g/cm³
 RESULTADO.

4.2 DETERMINACION DE LA DENSIDAD EN FORMA EXPERIMENTAL.

4.2.1 CON LA BALANZA DETERMINA EL PESO DE LA BARRA DE COBRE $m_{barra} =$ _____

4.2.2 VIERTE AGUA DULT. EN UNA PROJETA HASTA LA MITAD ANOTANDO EL VOLUMEN

$$V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

NUMERAR CUIDADOSAMENTE LA BARRA DE COBRE Y REGISTRA EL VOLUMEN :

$$V_2 = \underline{\hspace{2cm}}$$

EL VOLUMEN DESPLAZADO ES IGUAL AL VOLUMEN DE LA BARRA DE COBRE

$$V_2 - V_1 = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.2.3 CON ESTOS DATOS DETERMINA LA DENSIDAD.

$$d_{\text{exp.}} = \frac{m}{V_{\text{despl.}}}$$

RESULTADO.

4.2.4 COMPARA EL VALOR OBTENIDO EXPERIMENTALMENTE CON EL OBTENIDO TEÓRICAMENTE ¿ COMO SON ? _____

4.2.5 ANOTA TUS CONCLUSIONES:

SI EL TIEMPO TE LO PERMITE REPITE LA MISMA EXPERIENCIA CON LA BARRA DE FIERRO.

V.) VERIFICACION.

5.1 ¿ QUE SUPOSICION SE HIZO AL DETERMINAR EL VOLUMEN DEL ATOMO DE COBRE?

5.2 ¿ DE QUE DEPENDE EL TAMAÑO DE UN ATOMO ?

5.3 PORQUE PARA APLICAR LA FORMULA DE J.C. SLATER SE TOMA EL ORBITAL QUE TENGA EL MAYOR VALOR DE " n " ?

5.4 EXPRESE EL RADIO ATOMICO OBTENIDO CON LA EC. DE SLATER EN ANGSTROMS

$$R^0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

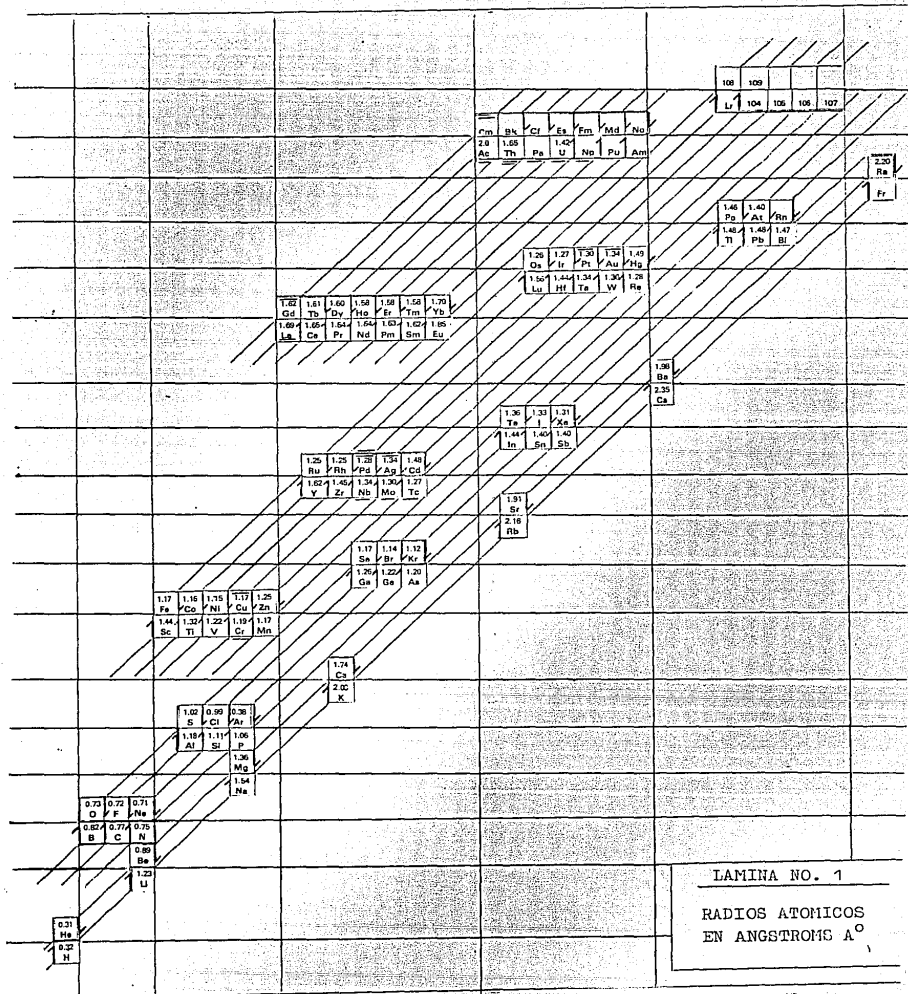
5.5 CUAL SERA EL DIAMETRO EN CM. Y EN MM (MILIMETROS) DEL ATOMO DEL Cu?

5.6 SI UN MILLON DE ATOMOS DE COBRE SE SITUARAN UNO TRAS DE OTRO, ¿ QUE LONGITUD, EXPRESADA EN mm. , TENDRA ESA CADENA ATOMICA ?

FIRMA DEL ALUMNO.

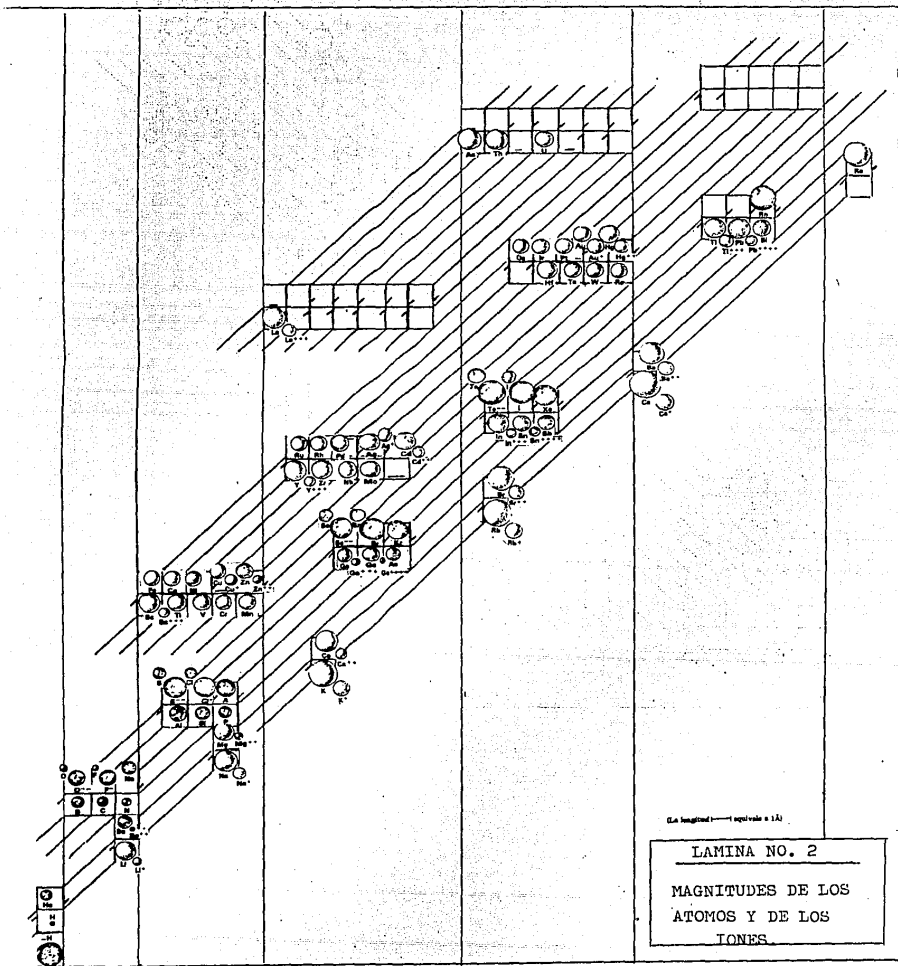
ESTA TESIS NO PUEDE
SER DE LA BIBLIOTECA

APENDICES
LAMINAS AUXILIARES



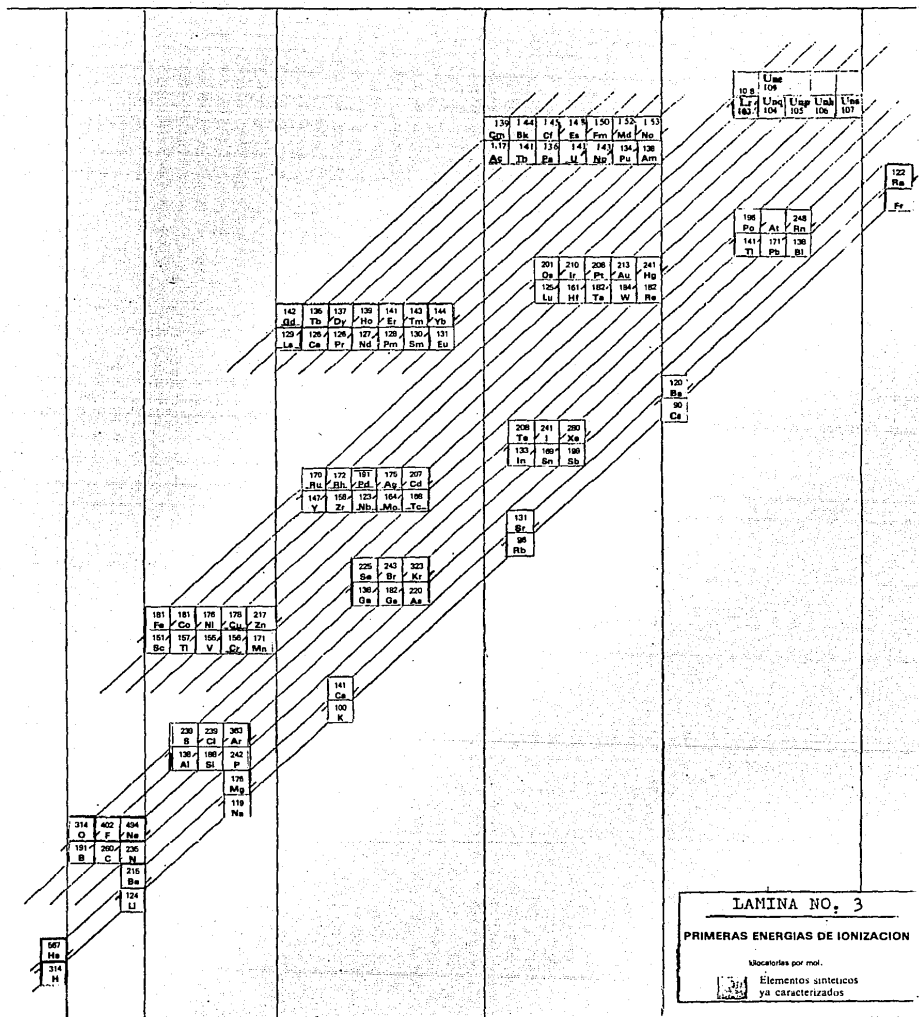
LAMINA NO. 1

RADIOS ATOMICOS
EN ANGSTROMS A°



La longitud ——— equivale a 1 Å.

LAMINA NO. 2
 MAGNITUDES DE LOS
 ATOMOS Y DE LOS
 IONES.

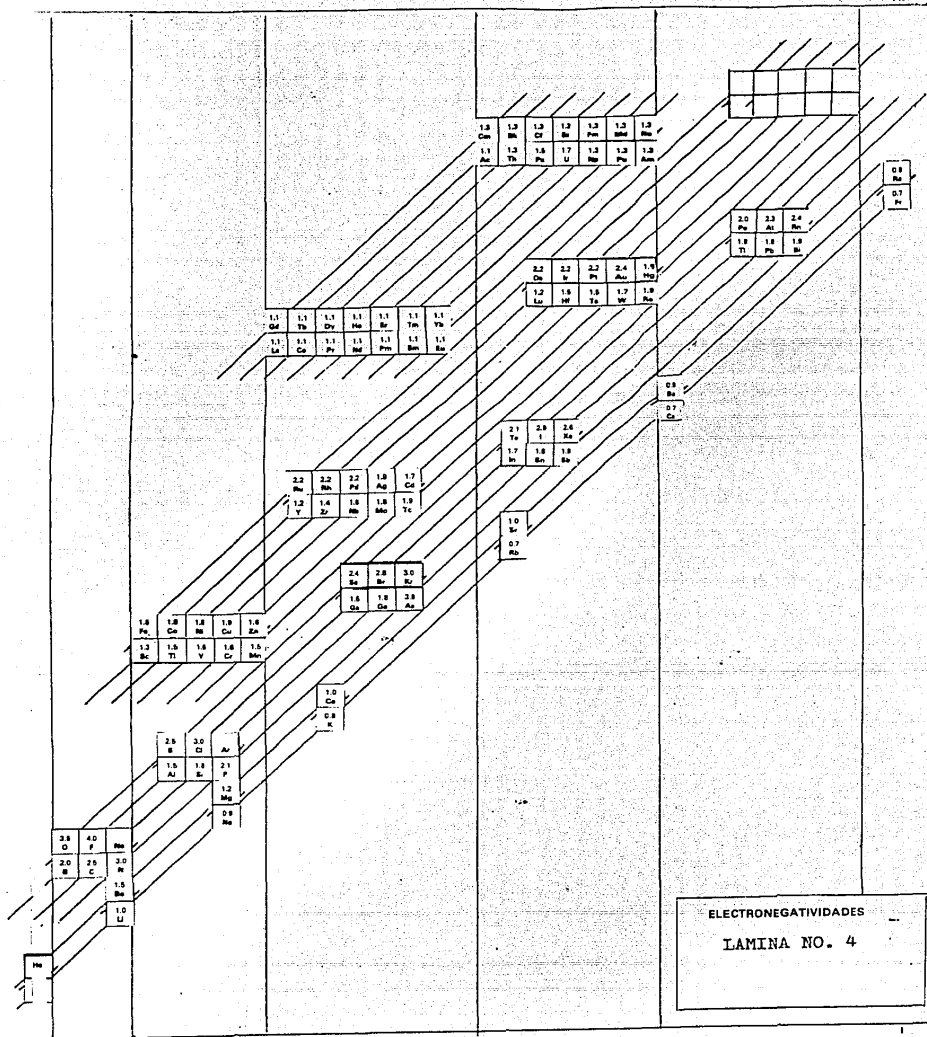


LAMINA NO. 3

PRIMERAS ENERGÍAS DE IONIZACIÓN

Uso: Tablas por mol.

Elementos sintéticos
ya caracterizados



ELECTRONEGATIVIDADES

LAMINA NO. 4

5. BIBLIOGRAFIA

- 1.- Valdez G. O., Rojano R. R., Cataño C. S., Análisis de algunos problemas en la enseñanza de la química a nivel medio superior y proposición de contenido mínimos. Rev. Soc. Quím. Méx. 25 (4), 511-514 (1981).
- 2.- Chamizo J.A. y Garritz A. Nunca es tarde para enmendar entuertos. ICYT, Núm. 137, 1988.
- 3.- Valdez F. E., Ruiz Ch. G. El eterno problema de los reprobados Contactos Vol. II Núm. 7, 38-43 (1985).
- 4.- Vivier B.A. La introducción del modelo cuántico del átomo en el curso de química general. Contactos Vol. II Núm. 6, 9-21 (1985).
- 5.- Cruz D., Chamizo J.A. y Garritz A. Estructura electrónica de los átomos y moléculas: ¿cuándo y cómo debe impartirse a nivel universitario? Rev. Soc. Quím. Mex. 27 (3), 121 - 128 (1983).
- 6.- Piaget, J. Biología y conocimiento. Madrid, Edit. Siglo XXI, 1969 p. 267.
- 7.- Piaget, J., and Inhelder, B., "The Psychology of the Child," Basic Books, Inc., 1969.
- 8.- Piaget, J. La psicología de la inteligencia, Barcelona. Cap. 5 Edit. Crítica.
- 9.- Craig, E.S., The Philosophy of Jean Piaget and its Usefulness to Theachers of Chemistry, J. Chem. Educ., 49, 807 (1972).

- 10.- Tisher R.P., Power C.N., Endean L. Ideas fundamentales en la Enseñanza de las Ciencias. Limusa pp. 89-94 Mex. 1980.
- 11.- Castro A.C.M., De la Torre A.N. Estudio del desarrollo intelectual del estudiante mexicano como un factor determinante en el aprendizaje de la química. Rev. Soc. Quím. de Mex. Vol. 21 (4) 1977.
- 12.- Hdes M. Gisela, Bello G. Silvia, El aprendizaje de contenidos académicos comunes en los niveles de escolaridad media, medio superior y superior, Rev. Soc. Quím. Mex. Vol. 28 (5) 1984.
- 13.- Herron, J.D., Piaget for Chemists, J. Chem. Educ., 52 (3), 146 (1975).
- 14.- Ruiz Larraguivel E. Reflexiones en torno a las teorías del aprendizaje, Perfiles Educativos Num. 2 CISE Julio-Agosto 1983 UNAM.
- 15.- Medina, P.J., Skinner y el eskinerismo, Ciencia y desarrollo, 24 (1976).
- 16.- Eichinger, J.W., Enlaces químicos introducción y fundamentos, Publ. Cultural Méx. (1968).
- 17.- Bigge, M. L., Hunt M.P., Bases Psicológicas de la Educación, Cap. 14 pp. 437-465 Ed. Trillas, Mex. 1980.
- 18.- Skinner, E.F., Tecnología de la enseñanza, México, Edit. Labor S.A., 1982.
- 19.- Litter, M.I., Aportes para una redefinición de la enseñanza de la química I, Contactos, Vol. I (1), 1954.
- 20.- S.E.F. Programas de Educación Media, Ciencia Naturales, Comisión de libros de Texto, 1975.

- 21.- Crus, D., Chamizo, J.A., y Garritz A, Estructura atómica. Un enfoque químico. Fondo Educ. Interamericano. Mexico, 1986.
- 22.- Simmons, L.M., Display of Electronic Configuration by a Table J. Chem. Educ., 65P (1948).
- 23.- UNAM Planes de Estudio y Programas de la E.N.P.
- 24.- Vivier, B.A., Op. cit.
- 25.- Rojo, D.A., Reflexiones sobre el tronco común, Contactos Vol. III Núm. 1, 79-81 (1987).
- 26.- Karapetians, M.J., y Drakin, S.I., Estructura de la sustancia, Edit. Mir Moscú, 1974 p. 96.
- 27.- Ocampo, G.A. et al., Fundamentos de química I, Publ. Cultural Mexico 1986 p.56.
- 28.- Kapellos, S., Mavrides, A., Electronegativity: A Mnemonic Rule, J. Chem. Educ., 64(11), 1987.
- 29.- Bravo, L.A., Tabla periódica en espiral y propiedades zonales, España, Ed. Reverté, 1978.