

**TESIS EN OPCIÓN AL GRADO CIENTÍFICO DE DOCTOR EN CIENCIAS PEDAGÓGICAS.**

**TÍTULO:**

**“LA RELACIÓN ESTRUCTURA - PROPIEDADES – APLICACIONES (E-P-A)  
DE LAS SUSTANCIAS Y EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CAUSAL  
EN LA QUÍMICA DE SECUNDARIA BÁSICA”.**

**AUTOR:** Lic. FARA DE LA CARIDAD ESTRADA SIFONTES.

**TUTOR:** Dra. MARÍA RITA CONCEPCIÓN GARCÍA.

**CONSULTANTE:** Dr. FRANCISCO PÉREZ ALVAREZ.

**CENTRO DE PROCEDENCIA:** *ISP: “JOSÉ DE LA LUZ Y CABALLERO”*  
**HOLGUÍN.**

**Curso:** 2001 - 2002

## INTRODUCCIÓN:

El vertiginoso progreso de la ciencia provoca una explosión de conocimientos que proporciona al saber una curva de ascenso sin igual en la historia de la humanidad. Ante los maestros se abre la perspectiva de contribuir al desarrollo integral de los alumnos mediante la incorporación de conocimientos científicos, el desarrollo del pensamiento del escolar y de su independencia cognoscitiva; al respecto A. Labarrere plantea:

**"La vía fundamental para la obtención de nuevos conocimientos, es la inclusión del objeto del conocimiento en diferentes sistemas de relaciones".(LABARRERE, A. Conferencia Magistral ISPH. 1994).** Esta idea permite definir el camino a seguir en el logro del desarrollo del escolar.

La reflexión anterior está a tono con los principios que para la educación de la personalidad, ha adoptado el sistema educacional cubano. La educación intelectual favorece el desarrollo de las potencialidades del pensamiento del individuo; para la adquisición de conocimientos sobre objetos y fenómenos son esenciales además, la estructura del pensamiento y el sistema de operaciones lógicas que dominen los escolares; son por esto muy importantes, el contenido de las asignaturas docentes y los métodos utilizados en el proceso de enseñanza – aprendizaje.

El estudio de la Química en la escuela brinda amplias posibilidades para desarrollar el pensamiento del alumno y muy específicamente su pensamiento causal mediante la explicación de la relación existente entre la estructura, las propiedades y aplicaciones de las sustancias. R. M. Castillo, expone:

**“Para que el estudio de la química no se reduzca a la asimilación de los conocimientos sobre hechos aislados, es importante mostrar las relaciones de causa y efecto que existen entre los mismos, de ahí la importancia que tiene la revelación de dichas relaciones entre la estructura de las sustancias y sus propiedades, entre las propiedades de las sustancias, su localización en la naturaleza y sus aplicaciones”. (CASTILLO, R. M. 2001. p.59).**

Las relaciones entre los objetos y fenómenos son infinitas según el principio de la concatenación universal. Los fundamentos del marxismo – leninismo esclarecen que cada fenómeno y todo el mundo en su conjunto constituyen un complejo sistema de relaciones, cuyo aspecto más esencial es la conexión e interacción de las causas y los efectos. Esta conexión permite que de unos fenómenos surjan otros, se logre el movimiento y el desarrollo eternos.

La concatenación universal debe reflejarse en el conocimiento humano; sólo de esa manera

puede conocer el mundo en su unidad y su movimiento lo que influirá en el desarrollo de su pensamiento. Constituyen estas ideas la base filosófica y metodológica de esta investigación. Se asume como pensamiento causal, al **“desarrollo de la capacidad de encontrar y explicar los nexos causales que existen objetivamente entre los objetos y fenómenos. (SHARDAKOV, M.N. 1978. p.176)**. Señala este autor que el desarrollo del pensamiento causal es uno de los componentes fundamentales que intervienen en el desarrollo general del pensamiento de los alumnos.

La Química en Cuba, como asignatura de la Secundaria Básica, contribuye al desarrollo del pensamiento causal del escolar, definiendo como idea rectora la relación causal estructura – propiedades - aplicaciones (E-P-A) de las sustancias; su utilización debe permitir que los adolescentes expliquen hechos y fenómenos de la naturaleza y la vida, donde esta relación es ley causal.

En Cuba se plantea como idea rectora del curso de Química escolar: la relación causal E-P-A de las sustancias, lo que fue introducido en el proceso de perfeccionamiento de la asignatura Química para la Enseñanza Media a partir de 1991.( Pérez, F. Hedesá, Y. -et al-. 1991). Esta relación es declarada en el año 2000 Ley de la Didáctica de la Química (Pérez M. R 2000 p.64) y en el 2001 se señala como principio de la enseñanza de la Química el carácter sistematizador e integrador de los contenidos sobre esta relación causal en el estudio de las sustancias químicas (Castillo, R.M. 2001). En programas, textos y orientaciones metodológicas de Secundaria Básica se expone el modelo didáctico concebido y vigente en la actualidad. Su intención fundamental es brindar a los escolares la posibilidad de explicarse una amplia gama de hechos o fenómenos y dotarlos de una cultura que les permita orientarse en su cotidiano de vida, conocer su entorno.

Desde los inicios del establecimiento de los nuevos programas se observa como logro la introducción de esta idea rectora, la necesidad de explicar fenómenos relacionados con ella, explicación que se indica esté presente en todas las unidades del programa de Química escolar y se contiene explícitamente en 62 tareas del texto escolar desde el octavo al noveno grados. Sin embargo, la interacción permanente con los docentes, las opiniones de metodólogos y otros especialistas, los resultados de los diagnósticos a los estudiantes y resultados de pruebas de ingreso a la universidad, así como la práctica pedagógica de la autora, mostraron la existencia de dificultades en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la relación E-P-A de las sustancias en el curso de Química. La necesidad de solucionarlas provocó el desarrollo de un estudio fáctico del

problema de manera que se pudiera precisar la situación y necesidad manifiestas.

En pruebas aplicadas en el curso 1996/1997 a 1 745 estudiantes de Secundaria Básica de Holguín, se evidenció que su totalidad no puede explicar hechos o fenómenos de la relación causal E-P-A de las sustancias. Muestran además un pensamiento causal empírico a partir de descripciones incompletas de los hechos o fenómenos analizados.

Los profesores de los alumnos diagnosticados y otros profesores de la provincia, 90 en total, cuya experiencia oscila entre los 10 – 25 años y que obtuvieron evaluaciones de B y MB de su desempeño profesional, exponen (Anexo 16) que en la E-P-A de las sustancias existen relaciones causales; pero el 24% de ellos comete imprecisiones relacionadas con la estructura, propiedades y aplicaciones de las sustancias; el 81% no logra establecer la esencia de la relación de forma plena; al averiguar sobre la metodología que utilizan para lograr que sus alumnos expliquen estos contenidos se limitan a señalar la aplicación de la sustancia, informan de cuál propiedad depende y cuál es el tipo de enlace químico que tiene la sustancia; este procedimiento resulta insuficiente para obtener los resultados deseados. Expresan que la bibliografía de tipo metodológico de que disponen es insuficiente en cuanto a orientar modos de actuación en ese sentido.

En 24 clases observadas a estos profesores se detectó que no se profundiza en los nexos entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones, los conocimientos precedentes asimilados por los estudiantes no les permiten comprender la naturaleza de la estructura de las sustancias, se obvia la dependencia que tienen las propiedades de las sustancias de sus diferentes niveles de organización; el análisis de hechos o fenómenos de la naturaleza es pobre y no se exige que el estudiante explique su esencia.

En consulta realizada a 24 especialistas (metodólogos provinciales y municipales de Secundaria Básica, Preuniversitario, Enseñanza de adultos, y profesores de la Educación Superior, que poseen entre 5 – 15 años en sus cargos) acerca de las causas del problema, utilizando las técnicas de análisis general: "Embalse de ideas", "Reducción de listado", "Voto ponderado" y "Diagrama de causa efecto", señalaron como fundamentales:

- Insuficiente preparación de los profesores para el desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje de este tema.
- No se entrena el pensamiento de los estudiantes para que logren explicar la relación causal.

El análisis de bibliografía científica, científico – metodológica y escolar, nacional y extranjera, no evidencia la exposición interrelacionada de todos los elementos de la relación E-P-A, ni la recomendación de modos de actuación. Del estudio del programa, texto escolar y orientaciones metodológicas al profesor vigentes en Cuba (1991), para la Secundaria Básica se deduce entre otros aspectos:

- ❖ Ausencia de conceptos de esencia para establecer la relación E-P-A; entre ellos: estructura de la sustancia, propiedades, propiedades físicas y químicas; ellos se manejan como si fueran del dominio del estudiante.
- ❖ No aparece definida la habilidad “explicar la relación causa – efecto E-P-A de las sustancias”, su sistema operacional, ni indicadores para su evaluación.
- ❖ Las orientaciones metodológicas al profesor sólo se refieren a la necesidad de establecer las relaciones causales por separado E – P o P – A, en ningún caso se provoca el análisis pleno de los tres elementos y sus nexos, no aportan modos de actuación.

Se es consciente que el desarrollo del pensamiento causal no es privativo del estudio de la Química, los problemas que en el se presentan se extienden a otras asignaturas; un diagnóstico culminado en 1998, en Holguín, (Estrada, F., Alberja , H., Góngora, A.1998), “Las relaciones causales y la explicación de los fenómenos durante el estudio de las ciencias naturales en escolares holguineros”, determinó como causas de que los estudiantes al iniciar el octavo grado no tengan iniciado el desarrollo del pensamiento causal, las siguientes:

- ☛ Los profesores no dominan con profundidad los términos; causalidad, causa, causa específica y absoluta, efecto.
- ☛ No consideran la importancia del estudio de la causalidad para la vida del hombre.
- ☛ Generalmente no utilizan en sus clases el método problémico, de manera que el alumno tenga que enfrentarse a la solución de problemas cotidianos y científicos.
- ☛ Las habilidades que más desarrollan son: la observación y la descripción, se trabaja muy poco la argumentación, valoración, demostración y la explicación.
- ☛ Existe muy poca exigencia en la obtención de respuestas completas en aquellas preguntas que requieren del análisis de relaciones causa – efecto para obtener una explicación o predicción.

- ☛ El profesor hace uso de la causalidad explícita muy escasamente y sus propias explicaciones son muy pobres, en cuanto a lo que se refiere al análisis de relaciones funcionales.

Estas conclusiones indican la insuficiente preparación de profesores y estudiantes acerca de las relaciones causa – efecto y por ello el insuficiente desarrollo del pensamiento causal del escolar.

De lo expuesto se infiere que ***la potencialidad de la E-P-A para contribuir a la formación del pensamiento causal no es aprovechada suficientemente, en los cursos de Secundaria Básica.***

El estudio diagnóstico fue realizado en Holguín, no obstante, no es esta una problemática que se circunscriba a este territorio; en Cuba durante la última década se han realizado varias investigaciones sobre el tema en la Enseñanza General Media y Superior: C. Romero (1994) y (2000), P. L. Escobar (1995), H. V. Ferro (1995), M. Pérez (2000), R. Pérez (2000) y M. Castillo (2001); no obstante estos autores no se refieren a sus relaciones con el desarrollo del pensamiento del escolar, cuestión que será abordada en esta Tesis.

Esta situación permite declarar el **PROBLEMA CIENTÍFICO:**

**¿ Cómo favorecer el desarrollo de un pensamiento causal desde la relación E-P-A de las sustancias en los alumnos de Secundaria Básica?**

**El OBJETO de investigación es el proceso docente – educativo de la Química en Secundaria Básica y el CAMPO: desarrollo del pensamiento causal con la explicación de hechos o fenómenos de la relación E-P-A de las sustancias en Secundaria Básica.**

Para resolver el problema se propone como **OBJETIVO:** Establecimiento de una propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal mediante la explicación de hechos o fenómenos de la relación E-P-A de las sustancias en la Química de Secundaria Básica

Se considera **HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN:**

**Una propuesta metodológica basada en la relación didáctica existente entre conocimiento, habilidad y las etapas evolutivas del pensamiento causal, particularizada en los contenidos químicos esenciales para el dominio de la relación causal E-P-A de las sustancias, favorecerá que los estudiantes de Secundaria Básica expliquen hechos o fenómenos donde esta relación es ley.**

## **TAREAS:**

1. Determinar las posiciones teóricas para el desarrollo de la propuesta metodológica a través del análisis de la bibliografía científico metodológica relacionada con el tema
2. Diagnosticar el estado actual del objeto de estudio través del análisis facto - perceptible.
3. Determinar las tendencias históricas en el análisis didáctico – metodológico de la relación causal E-P-A de las sustancias
4. Elaborar la propuesta metodológica, que posibilitará la explicación de hechos y fenómenos relacionados con la causalidad en la E-P-A de las sustancias en los cursos de Química de Secundaria Básica.
5. Aplicar la propuesta metodológica mediante cuasiexperimento pedagógico, para constatar la efectividad del modelo didáctico propuesto y la validez de la hipótesis planteada.

## **MÉTODOS:**

### **TEÓRICOS:**

**Histórico - Lógico:** Para evaluar el comportamiento del campo de investigación a través del tiempo, su evolución, logros científico metodológicos que se han reportado

**Modelación:** Para modelar el sistema que se estudia, creando abstracciones que expliquen a través de la construcción de modelos teóricos, las relaciones causales y den solución al problema de la investigación.

**Sistémico:** Para organizar jerárquicamente el sistema que se estudia mediante la determinación de sus componentes y relaciones; al tener en cuenta su estructura y jerarquía, lo que permitirá explicar el comportamiento del sistema, su unidad dialéctica, la determinación de su célula genética y conocer las dependencias causales que se dan entre sus variables.

**Inducción – Deducción:** Se utilizará para llegar a determinar generalizaciones, que constituyen puntos de partida para definir o confirmar puntos de vista teóricos acerca del objeto. A partir de dichas posiciones teóricas se llegará a nuevas conclusiones lógicas, acerca del objeto.

**Hipotético – Deductivo:** Se utilizará para lograr el establecimiento de la metodología a partir de la hipótesis de trabajo.

## **EMPÍRICOS:**

*Observación:* Permitirá conocer la realidad mediante la percepción directa de los objetos y fenómenos en la etapa experimental.

*Experimento:* Como método empírico de estudio del objeto, a través de cuasiexperimento para validar el alcance de los objetivos propuestos en el mismo. Se realizará en condiciones naturales bajo la influencia de todos los factores que actúan sobre el objeto de investigación.

*Entrevista:* Para la recopilación de información mediante la conversación.

*Pruebas pedagógicas:* Permitirán obtener información relacionada con las transformaciones ocurridas en el objeto de estudio.

*Estadísticos.* Para el procesamiento de los datos empíricos obtenidos en el diagnóstico del problema y en el proceso experimental.

## **APORTES DE LA INVESTIGACIÓN:**

1. Propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal desde una Asignatura, posee como elementos fundamentales:
  - Modelo didáctico general para el desarrollo del pensamiento causal, que se sustenta en los nexos didácticos existentes entre el conocimiento definido en el núcleo conceptual, los niveles de formación de la habilidad “explicar relaciones causales en hechos y fenómenos de la vida y la naturaleza”, y las etapas al desarrollo evolutivo del pensamiento causal.
  - Metodología para concretar el modelo general para el desarrollo del pensamiento causal en una asignatura, que define el trabajo metodológico a realizar por el profesor o colectivo de profesores al particularizarlo a un objeto específico, con vistas a lograr un proceso docente educativo donde se contribuya al desarrollo del pensamiento causal del escolar.
  - Modelo didáctico particular para el desarrollo del pensamiento causal en la E-P-A de las sustancias, con un valor de uso que permita a los profesores de Secundaria Básica lograr en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química que los alumnos utilicen estos vínculos para explicar hechos o fenómenos de la naturaleza y la vida, donde esta relación



es ley causal.

2. Perfeccionamiento del sistema de conocimientos fundamentales relacionado con el estudio de la E-P-A de las sustancias en Secundaria Básica, para lograr el substrato de los procesos de explicación de las relaciones causa – efecto, lo que consistió en la introducción de los conceptos estructura de las sustancias, propiedades, propiedades físicas y químicas, aplicaciones y las ideas de la causalidad con el dominio de los conceptos; causa, causa real y próxima y efecto.
3. Definición y operacionalización del sistema de habilidades que permiten a los estudiantes de Secundaria Básica utilizar la relación causal E-P-A de las sustancias para explicar hechos o fenómenos.
4. Definición de las etapas de desarrollo del pensamiento causal, que proporcionan los indicadores para valorar su desarrollo a partir del tipo de tarea que es capaz de realizar el estudiante según la lógica de la explicación que utilice.

### **SIGNIFICACIÓN TEÓRICA:**

La concepción de un modelo didáctico evolutivo para el desarrollo del pensamiento causal que se sustenta en la definición de los componentes del proceso de desarrollo del pensamiento causal, es decir el nexo didáctico existente entre:

- El elemento del conocimiento que contiene a la relación causal que se analizará.
- La etapa de la habilidad coincidente con ese conocimiento.
- La etapa de desarrollo evolutivo del pensamiento causal a lograr en el alumno

Sobre la base de esta concepción se particulariza este modelo en el proceso de enseñanza de la Química de la Secundaria Básica, lo que aporta un estudio didáctico del proceso de explicación de las relaciones causa – efecto estructura – propiedades – aplicaciones de las sustancias en hechos o fenómenos de la vida y la naturaleza donde esta relación es ley causal.

### **SIGNIFICACIÓN PRÁCTICA:**

Consiste en una metodología para que el profesor logre concretar el modelo didáctico general para

el desarrollo del pensamiento causal en un objeto particular y estructurar el proceso de enseñanza – aprendizaje sobre la base de ese modelo lo que influirá en el desarrollo del pensamiento causal del, escolar.

#### **ACTUALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:**

La investigación desarrollada resuelve la contradicción que se presenta entre las aspiraciones acordes al fin y objetivos que la sociedad se propone alcanzar en la Secundaria Básica, y los resultados obtenidos hasta el momento con la aplicación del modelo didáctico vigente, cuando esa aspiración social se convierte en necesidad del estudiante y con la reformulación del problema logra explicar hechos o fenómenos exponiendo la relación causal que existe en la E-P-A de las sustancias.

El aportar un modelo didáctico general para el desarrollo del pensamiento causal, hace posible su aplicación a todas las asignaturas del nivel de estudios y brinda la posibilidad de una intervención pedagógica uniforme e interdisciplinar que favorecerá el desarrollo del escolar.

#### **CONTRADICCIÓN FUNDAMENTAL:**

Radica en que entre los objetivos de la Química de Secundaria Básica se plantea que el estudiante debe ser capaz de explicar las relaciones causa – efecto entre la estructura, propiedades y aplicaciones de las sustancias; sin embargo, la concepción didáctico metodológica de esta asignatura no propicia el logro de dicho objetivo, generando el problema descrito en esta Tesis.

### **CAPITULO I: El estudio de la relación estructura-propiedades-aplicaciones de las sustancias. Su contribución al desarrollo de la Química como ciencia y asignatura y al desarrollo del pensamiento causal del escolar**

#### **INTRODUCCION:**

Para lograr la transformación consciente de cualquier objeto o fenómeno es indispensable conocerlo, apoderarse o penetrar en su esencia mediante el método más efectivo, estudiar sus relaciones internas y con el entorno. El presente capítulo esta dedicado fundamentalmente a la exposición de los resultados del estudio realizado para conocer la evolución histórica de la temática; su influencia en el establecimiento de la química como ciencia y de la disciplina Química, donde la relación causal E-P-A de las sustancias se erige como idea rectora y ley

didáctica, con influencia determinante en el desarrollo del proceso de adquisición del conocimiento químico y en la obtención de los resultados.

Lo obtenido en este acercamiento al problema ha permitido conocer algunas de las muy variadas aristas de esta temática, en las cuales es posible incursionar para lograr un proceso de enseñanza – aprendizaje cualitativamente superior, que dote a profesores y estudiantes de herramientas que les hagan mas comprensible y significativa su relación con el mundo químico y en especial la contribución de la química al desarrollo del pensamiento causal del escolar.

### **I.1. Influencia de la relación estructura – propiedades – aplicaciones de las sustancias en el desarrollo de la ciencia química y en el establecimiento de su Disciplina.**

F. Engels en su obra “Dialéctica de la naturaleza” señala:

**“El hombre conoce la realidad porque la transforma, y la transforma con su práctica para satisfacer determinada necesidad . . . los objetos tienen determinado valor en correspondencia con las necesidades materiales o espirituales que objetivamente deben satisfacer, es decir el criterio fundamental y el punto de partida determinante del valor del conocimiento, es la transformación del mundo”. ( ENGELS, F. 1982 p.213)**

Esta idea lleva a la búsqueda de cómo las necesidades de la humanidad condicionaron el surgimiento y evolución de la química, lo que transcurrió en condiciones socio – económicas específicas, en interacción con diferentes procesos y fenómenos naturales y sociales, por ejemplo las revoluciones sociales, las guerras, las revoluciones científicas e industriales y otros.

En la historia de la química se han presentado problemas que acompañan su desarrollo como ciencia en todas sus etapas, transformándose de acuerdo con el nivel alcanzado en los conocimientos químicos, uno de ellos es: **“ ... el problema de la génesis de las propiedades de la materia como clave para obtener materiales con propiedades deseadas; ... se desarrolla conjuntamente con la evolución de la química, desde sus mismos albores hasta nuestros días, siendo eje o núcleo invariante de la química”. (BEKANOV, I. A. 1984, p.114)**

El hombre conoció las sustancias y sus transformaciones mucho tiempo antes de que surgiera la ciencia que las estudia. El descubrimiento y utilización de la reacción de combustión permitió la supervivencia de la humanidad, la dureza de las piedras su utilización para preparar armas e instrumentos de trabajo, la posibilidad de fundir los metales favoreció perfeccionar estas armas e

instrumentos; el género humano desde su surgimiento utilizó las bondades naturales de las sustancias que lo rodean y en su lucha por la supervivencia las transforma y perfecciona.

¿Qué permite usar una sustancia de cierta manera y no de otra?, ¿cuáles propiedades de las sustancias facilitan su utilización con determinados fines?, ¿de dónde surgen las propiedades de las sustancias?, ¿cómo obtener las sustancias que se necesitan?, ¿cómo transformar una sustancia en otra?, éstas y muchas otras interrogantes puede plantearse el hombre en su afán por satisfacer sus necesidades.

La primera forma de solucionar este problema apareció en la filosofía natural antigua y perduró más de dos milenios. Las doctrinas acerca de la sustancia y sus principios componentes, parten de los filósofos de la Antigua Grecia, fueron producto de la contemplación de la naturaleza y la aspiración de explicar la diversidad de las cosas.

En el siglo VII comienza el período de la alquimia pero en la Edad Media el progreso real de la química está íntimamente ligado a la producción artesanal más que con la alquimia.

En la época del Renacimiento, el progreso de la ciencia estuvo dado por las exigencias a la producción de acuerdo con las necesidades del hombre. Se logró el perfeccionamiento de ramas como la metalurgia, con la química técnica se llegaron a obtener varias sustancias en grandes cantidades. En el siglo XVI surge una nueva rama de la química, la iatroquímica o química médica, el hombre necesitaba combatir las grandes plagas que los destruían por miles; la química se consideraba asistente de la medicina.

En el siglo XVII aparecen obras filosóficas que influyen en el desarrollo de las ciencias naturales; Francis Bacon introduce, como método fundamental de la investigación científica, el experimento organizado y planificado. Renace la atomística antigua y se profundiza el pensamiento acerca de lo que constituye a las sustancias, surge el término molécula. A pesar del surgimiento de la Revolución Científica el desarrollo de la química fue notablemente lento. Sólo en la segunda mitad del siglo XVII con los trabajos de Boyle surge una nueva manera de abordar el problema. Las transformaciones en el campo de la producción determinaron la necesidad de transformaciones radicales en el campo de las ciencias naturales; se perfecciona el enfoque experimental del conocimiento de la naturaleza, la química junto con otras ciencias naturales estudia las propiedades objetivas del mundo material. Se definió a la química como ciencia de los elementos químicos y sus combinaciones. La “ciencia de los compuestos”, llegó a ser el primer campo

relativamente independiente de los conocimientos químicos, analizando la relación compuesto – propiedades. La química se encontraba en su etapa analítica.

Un tercer momento en la solución del problema fue planteado en la etapa del paso de la manufactura al sistema fabril, aparecieron toda una serie de teorías de alto grado de generalización que dieron principio al segundo sistema conceptual: **“la química estructural”**. La química de analítica se transformó en sintética, era primordial el estudio de la estructura y función, lo que encuentra explicación en la Teoría de la Estructura química (Bútlarov, A.M. 1861), de acuerdo con ésta las propiedades de las sustancias se determinan no sólo por su composición cualitativa y cuantitativa, como se consideraba antes, sino también por la estructura interna de la molécula. Los estudios de Bútlarov permitieron orientarse en la infinita gama de compuestos químicos, determinar la estructura de las moléculas sobre la base de sus propiedades, predecir propiedades a partir de la estructura y determinar vías de síntesis de nuevos compuestos químicos.

En 1869 D. I. Mendeleiev formula la Ley Periódica de los elementos químicos la que se convirtió en una poderosa arma para el desarrollo posterior de la química; el posterior descubrimiento de la estructura del átomo corroboró esta ley y permitió comprender una infinita gama de procesos químicos. La química de mediados del siglo XIX se caracterizó por un crecimiento constante y rápido del número de compuestos conocidos, naturales o artificiales. Fueron necesarios materiales con propiedades rigurosamente determinadas y en cantidades nunca vistas. Esto provoca la necesidad de utilizar métodos de análisis y síntesis en el montaje de los experimentos correspondientes, donde la estructura de las moléculas representa una particularidad, lo que sirvió de base a un nuevo sistema conceptual de la química: **“el estudio de los procesos químicos”**, en su base se encuentra la organización química del sistema de producción. El proceso de obtención de bienes materiales llegó a manifestarse como una aplicación técnica de la ciencia; basado en las relaciones entre la estructura y función de las sustancias y la organización química del proceso.

Se logra un acelerado proceso de síntesis de materiales necesarios y con una alta tecnología. En este período (siglo XX) es imprescindible la integración ciencia – técnica – producción; el experimento científico se industrializa, la química pasa a una nueva forma de solución del problema, que abre el camino a la producción de materiales con características de los más altamente organizados sistemas químicos, los que son posibles solamente en la evolución

prebiológica. Se empieza a usar la experiencia catalítica de la naturaleza viva, a partir del conocimiento de la estructura y propiedades de las sustancias naturales y su reproducción artificial. Surge el cuarto sistema conceptual de la química: **“la química evolutiva”**.

Para la determinación de los sistemas conceptuales de la química mencionados, I.A. Bekanov (1984) tiene en cuenta el núcleo conceptual que sustenta la explicación de los procesos químicos a que se refieren en un momento histórico dado; en su descripción incluye las relaciones que se hacen evidentes entre categorías fundamentales de la E-P-A, ellas se representan en gráficas que aparecen en Anexo I. Bekanov expresa además que la historia de la química puede ser presentada como el surgimiento de sus cuatro sistemas conceptuales; determinándola como un sistema integral de conocimientos científicos con una estructura única, que indica la jerarquía de los sistemas conceptuales, lo que favorece las posibilidades de determinación de los niveles de la investigación científica, y por ello sus perspectivas de desarrollo.

La necesidad del hombre de estudiar la génesis de las propiedades de las sustancias, para obtener otras, con las propiedades deseadas y emplearlas en su beneficio, encontró su basamento en la relación causal E-P-A de las sustancias, lo que influyó decisivamente en el desarrollo de la ciencia química.

Conociendo la estrecha relación de este problema con el desarrollo de la química, es posible comprender su influencia en la lógica de la disciplina Química, al saber que la lógica propia de la ciencia que contiene la disciplina influye decisivamente en el contenido de la enseñanza, incluyendo los hechos o fenómenos fundamentales, el núcleo de la teoría: modelos, leyes y conceptos, así como las leyes derivadas y aplicaciones (ÁLVAREZ, C. 1999). Como parte de la teoría se incluyen las ideas básicas o rectoras para inferir su núcleo. Las ideas rectoras caracterizan el pensamiento científico y reflejan el grado de comprensión del objeto, dando paso a la determinación del sistema de conceptos y demás elementos del conocimiento. (TALÍZINA, N. F. 1988)

Está determinado que la sustancia es el objeto de estudio de la química (KUZNETZOVA. N. E. 1985), y como tal de esta disciplina; la relación entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias se encuentra en el núcleo del estudio de este objeto y se erige como eje central del estudio de los cursos de Química, da solución a los problemas al definir los conocimientos asociados y su exposición ordenada, permite determinar el sistema de habilidades que se asocia a esos conocimientos, en dependencia del papel y lugar que ocupe la disciplina en

el plan de estudios del nivel correspondiente y siguiendo la lógica del aprendizaje sugiere modos de actuación, para lograr una asimilación clara y precisa de los contenidos.

En CubaSe introdujo la relación E-P-A de las sustancias como idea rectora de los cursos de Química escolares en 1991 (PERÉZ, F. HEDESSA, Y. et al , 1991), su estructuración metodológica se ha ido perfeccionando con los trabajos científicos realizados, han sido definidas las etapas por las que ha transitado (ROMERO, O. C. 2000), utilizando la evolución del proceso de Perfeccionamiento Educacional, la información de Seminarios Nacionales, sistemas de tareas de los textos escolares, sistemas de medios. Las dificultades detectadas en el proceso diagnóstico de esta investigación, indican las posibilidades de encontrar nuevas etapas en su perfeccionamiento metodológico, fundamentalmente al definir sus nexos con el desarrollo del pensamiento del escolar. En el año 2000 la relación causal E-P-A de las sustancias es definida como ley de la Didáctica de la Química (PÉREZ, M. R. 2000).

Lo expuesto permite concluir que la lógica de la ciencia y de la disciplina que la contiene se desarrollan inmersas en la solución de problemas y que éstos en el proceso de aprendizaje se convierten en métodos, en modelos de actuación dentro de la lógica del aprendizaje, lo que influye en la posibilidad de lograr los objetivos propuestos. La relación E-P-A de las sustancias ha sido determinante en el desarrollo de la ciencia química, de igual manera puede llevar al educando al conocimiento del mundo químico.

## **I.2. Tendencias fundamentales en el análisis didáctico metodológico de la relación causal E-P-A de las sustancias en los cursos de Química.**

El estudio de las tendencias didáctico metodológicas acerca de la relación E-P-A de las sustancias obliga a considerar su tratamiento en textos de Química General, Inorgánica, Orgánica y otros especializados; textos escolares y de Metodología de la Enseñanza de la Química, así como, en otros documentos que pueden constituir herramientas de trabajo para profesores y estudiantes de Química en sus niveles iniciales. Se tuvo en cuenta bibliografía del área de Iberoamérica, la ex - Unión Soviética, Alemania, Estados Unidos, Canadá y Cuba entre otros. El estudio de los programas escolares de Química de 22 países iberoamericanos (LLANOS, R. CM. 1997) además, de los mencionados anteriormente, permitió determinar que no incluyen a la E-P-A como idea rectora de los cursos de Química de la Enseñanza Media.

El estudio histórico demostró que esta relación ha influido en el establecimiento de la química como ciencia y de sus sistemas conceptuales. A. M. Bútlarov en 1861, al establecer su Teoría de la Estructura de la sustancia, deja clara la dependencia de las propiedades de las sustancias de su composición y estructura, y la gran significación de estos aspectos para el logro de la síntesis de nuevas sustancias con propiedades deseadas y la posibilidad de comprender hechos y fenómenos de la naturaleza cuya esencia se explica con el análisis de la relación causal E-P-A de las sustancias.

Al investigar acerca del establecimiento del concepto estructura química, no se detecta definición alguna en la bibliografía revisada, científicos y didactas se refieren al mismo como algo predeterminado y obviamente conocido. Al requerir la opinión de Roald Hoffman (1997), expresó al respecto:

**“El concepto de estructura química tiene su historia que viene desde el siglo XIX donde se trató de entender la naturaleza microscópica de las sustancias y donde el conocimiento se adquirió a través de la cristalografía y la mecánica cuántica, éste fue asimilado e integrado con conceptos previos. Por eso hay una adaptación continua del concepto, una evolución lenta. . . . De pronto podemos usar otros caminos que nos lleven a una idea de lo que los químicos entienden por una estructura química. Y vamos a obtener pedazos de entendimiento de cómo esa estructura se convierte en propiedades macroscópicas de la materia” (HOFFMAN. R, 1997. p.1)**

El análisis de estos planteamientos permitió determinar:

- Existe una adaptación continua del concepto.
- Es necesario investigar lo que los químicos entienden por estructura química.
- Este conocimiento permitirá comprender la influencia de dicha estructura en las propiedades de las sustancias.

Al analizar textos de Química de diversos autores se observa que no todos utilizan los mismos rasgos cuando se refieren a la estructura o a la relación estructura – propiedades. Por ejemplo W. F. Luder, R. A. Sherpard, A. A. Vernom y S. Zuffante (1966) expresan **“Una sustancia es una clase de material de composición y propiedades constantes. . . .” (LUDER, W. F. –et al- 1966. p.11)**; también J. E. Spice (1967) refiere: **“Toda la materia está edificada a partir de un centenar de átomos diferentes . . . las propiedades de distintos objetos . . . vienen determinadas por los átomos que intervienen en la constitución de tales sustancias. . . .”**



**(SPICE, J. E. 1967, p.1).** Estos autores superponen la composición a la organización de las partículas constituyentes.

Otros autores como L. Pauling (1955), J. A. Johnson (1971), E. Cartmell y G. Fowles (1975), H. S. Gray (1981), R. León (1991), A. Ponjuan (1979), A. R. Lara (1986), V. E. Agacino (1987) y D. Fernández (1986) tienen presente ante todo cómo se organizan las especies químicas, principios y demás elementos de la teoría cuántica, la cinética, la termoquímica y en general las relaciones entre las partículas, su estereoquímica. Por ejemplo Cartmell y Fowles señalan: “ **Puesto que los iones con estructura de gas noble son esféricos, atraen a los iones de carga opuesta con la misma intensidad en todas direcciones. . . se deduce que en una estructura iónica que contenga iones esféricos  $A^+$  y  $B^-$  la disposición más estable es aquella en que los iones están en contacto entre sí y dispuestos simétricamente. . .** ” (CARTMELL, E. y FOWLES, G. 1975, p 132).

Un tercer grupo considera la importancia de la composición y de la estructura química, valorándolos aún como aspectos separados de la sustancia. H. Remy (1974) plantea: “**Una completa descripción de la constitución debe poseer además elementos de la estructura**”. (REMY, H. 1974, p. 292). Algunos de estos autores hacen marcado énfasis en las íntimas relaciones de dependencia que entre estos dos elementos existen. Al respecto N.E. Kuznetzova, (1985), expresa “... **para comprender las regularidades de las reacciones son indispensables los conocimientos acerca de la composición, estructura química y espacial, de la sustancia,...**” (KUZNETZOVA, N.E., 1985, p.78). Un punto de vista semejante expresa H.K.Chertkov, (1979), al plantear que:

**“Cualquier compuesto químico, se caracteriza por una determinada composición y estructura química... Es conocido que la composición elemental es el portador material de la sustancia. Utilizando este concepto, podemos derivar la dependencia de las propiedades de la composición elemental. Tomando el segundo concepto “estructura”, podemos responder. ¿cómo está constituida la sustancia y cuales propiedades posee?”**  
(CHERTKOV, H.K., 1979, p.128)

E.A. Castro. (1997) afirma que: “... **el dominio de la química es la composición y estructura de la materia y las fuerzas que cohesionan dichas estructuras**” (CASTRO, E. A. 1997, p.58). A pesar que este autor iguala materia con sustancia al igual que Luder y Hoffman, lo relevante en éstos y los otros casos es que queda clara la influencia determinante e insoluble de la

composición en la estructura de la sustancia. ¿ Por qué, entonces, excluirla de esta concepción?, ¿no constituye uno de sus rasgos esenciales?, ¿podrán la composición de la sustancia y su estructura, existir independientemente una de la otra? Acerca de esta problemática, se considera como esencia de la estructura de la sustancia:

♦ **Una composición cualitativa y cuantitativa que determina el tipo de especie química.**

♦ **Una organización determinada por las relaciones entre las partículas involucradas.**

Lo que fue determinado en una investigación (Holguín, 1996) dedicada a la formación del sistema de conceptos químicos de la carrera Lic. En Educación. Especialidad Química, (Concepción, R. Holguín. 1996). Entre las problemáticas abordadas se declara la existencia de conceptos fundamentales cuya definición no era introducida por ninguna disciplina de la carrera y todas las asignaturas las utilizaban, entre ellos estructura química de la sustancia. El diagnóstico realizado demostró que tampoco en los niveles educaciones anteriores se aportaba definición alguna al respecto, por lo que se aporta la siguiente definición: “ **Composición, concatenación y ordenamiento espacial que caracteriza a una especie química**”, o “**composición y organización que caracteriza a una especie química**”. (CONCEPCIÓN, R., ESTRADA, F., MARTÍNEZ.G., 1996). Esta definición es introducida y aplicada en el proceso de enseñanza – aprendizaje en la escuela, en la etapa experimental de la presente investigación (por considerarla adecuada al nivel) y tiene plena correspondencia con el postulado fundamental de la Teoría de la Estructura de A.M. Bútlarov, (formulado en 1861):

**“La naturaleza química de las partículas complejas se determina por la naturaleza de las partículas elementales que la componen, la cantidad de ellas y estructura química. ...cada átomo químico que participa en la composición de un cuerpo, toma parte en el surgimiento de este y actúa aquí con una determinada cantidad de fuerza química que le corresponde, yo nombro, estructura química a la distribución de la acción de esa fuerza, a consecuencia de la cual los átomos químicos, directa o indirectamente actúan unos sobre otros y se unen en la partícula química”. (BÚTLEROV.A.M. , 1951, citado por CHERTKOV, H.N., 1979, p.69)**

En la bibliografía mencionada anteriormente queda claro que las propiedades de las sustancias son una consecuencia directa de la estructura de los átomos, moléculas y otras entidades elementales que la forman, se dedica espacio al análisis de la dependencia de las propiedades de

las sustancias, de la geometría de sus moléculas, la disposición espacial de sus átomos, de las direcciones y ángulos de enlace. Especial valor tienen las explicaciones relacionadas con las variaciones de las propiedades de los átomos y sus estructuras electrónicas a través del estudio de la Ley y Sistema Periódicos. Sin embargo no es amplia la referencia a obtenciones y síntesis de compuestos, procesos industriales y otras aplicaciones de las sustancias, que son citados fundamentalmente en textos de Química Inorgánica y Orgánica.( Spice, J. E. 1967, Luder, W. F 1966, Kuznetzova N. E 1985, Glinka H. L. 1977, Jodakov. Ya. V. 1987. )

Los textos escolares revisados, de la ex -URSS, Estados Unidos, Canadá, España, Méjico, Argentina, Colombia y Cuba, muestran la introducción de elementos de la relación E-P-A de las sustancias, siendo variable el énfasis en uno u otro de los aspectos de la tríada; por ejemplo el texto escolar soviético Química Inorgánica de 1987 , los textos cubanos de Química en tres tomos, hasta los vigentes en Cuba, tratan de hacer evidente la relación E – P y además estudian aplicaciones de las sustancias de importancia económica, en algunos casos describen procesos industriales de obtención de sustancias de uso común. En Estados Unidos y Canadá en revistas y folletos escolares como “Wondersciencie”, “Facets”, “Chemcom” y el texto “Chemestry in Constex”, abordan la química desde la escuela primaria, utilizando el método experimental, dando mayor énfasis al análisis de las propiedades de las sustancias y a sus aplicaciones. En Iberoamérica, los contenidos relacionados con la estructura de las sustancias son tratados de forma introductoria en la Secundaria Básica. Según el estudio realizado, en los países iberoamericanos (LLANOS, R. CM. 1997) es más profundo el análisis de aquel aspecto que relaciona a las sustancias con el deterioro del medio ambiente. Como conclusión, se hace evidente que en los textos escolares revisados están presentes los tres elementos de la E-P-A de las sustancias, pero no se patentiza plenamente su interrelación y dependencia.

La bibliografía didáctico – metodológica revisada muestra un panorama semejante al descrito para los textos escolares; el tema es tratado con mucha más profundidad en los textos de Metodología de la Enseñanza de la Química (MEQ) de autores soviéticos. En Estados Unidos, Canadá y en Iberoamérica en general, proponen el trabajo con la relación P – A en aras del mejoramiento ambiental y el conocimiento del mundo que rodea al escolar, pero sin profundizar en el establecimiento pleno de la relación E-P-A, en muchos casos obvian los nexos con la estructura. Es criterio de la autora que no es posible explicar lo que no se conoce; teniendo en cuenta los objetivos de los programas cubanos, el estudiante debe conocer los elementos básicos y

definiciones de la estructura, propiedades y aplicaciones, así como sus nexos para poder explicar hechos o fenómenos relacionados con la E-P-A, lo que redundará en la posibilidad de conocer el mundo en que vive y en la formación adecuada de una concepción científica del mundo.

D. M. Kirushkin. y B. C. Polosin. (1970), hacen énfasis en la relación de la química con la vida y la formación de la concepción científica del mundo, recomiendan una profundización de los conceptos del sistema de conocimientos “estructura de la sustancia”; no desarrollan propuestas generalizadoras del proceso de enseñanza – aprendizaje para la relación causal E-P-A de las sustancias. Junto a S. G. Shapovalenko. (1986), expresan la necesidad del conocimiento de la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias, mencionan la dependencia causal E-P-A, pero no ofrecen modos de actuación, ni ningún otro tipo de recomendación que facilite la actividad del maestro en el proceso de formación de estos conceptos interrelacionados.

T.V. Smirnova. (1982), plantea la necesidad del establecimiento de las relaciones causales, dentro del carácter dialéctico materialista del proceso de conocimiento de la naturaleza sienta las bases para el análisis filosófico de la relación estructura – propiedad, el cual no llega a desarrollar plenamente, ni realiza el análisis de su nexo con las aplicaciones de las sustancias.

N.E. Kuznetzova. (1984), profundiza, en el papel del estudio de los conceptos de la estructura en la formación de la concepción científica del mundo y en el cuadro químico de la naturaleza, relacionando los contenidos químicos con los filosóficos, concede gran importancia a la clasificación de las sustancias de acuerdo a su composición y estructura. En 1985, al exponer el sistema del concepto “sustancia”, ubica en el núcleo del mismo a la relación estructura – propiedades; propone el estudio de la estructura de las sustancias por niveles de complejización y los nombra: atómico – subatómico, molecular, macromolecular. Define conceptos fundamentales como “propiedad”, “propiedad física” y “propiedad química”. Gran influencia han tenido en la presente propuesta, sus ideas acerca del establecimiento de interrelaciones entre la composición, estructura y propiedades de las sustancias y su caracterización por niveles de organización. Menciona además la existencia de la periferia del sistema “sustancia” como el nivel factológico y de las aplicaciones, no lo desarrolla, ni declara los nexos con el núcleo, su explicación de las relaciones entre la estructura y las propiedades está centrada en el aspecto químico, no aporta una metodología que permita llevar estas ideas al proceso pedagógico.

Relevante resultó el estudio de documentos elaborados por autores cubanos:

En 1994, se culmina una extensa investigación en el ISP de Guantánamo (O. C. Romero. et al) muy rica en su aporte de medios visuales para el proceso de enseñanza – aprendizaje de este tema, sus limitaciones se inician desde el momento en que realizan su estudio excluyendo a la estructura, no obstante reconocer su importancia, exponen: “ . . . **si la relación entre las propiedades y las aplicaciones de las sustancias se vincularan además con la estructura que justifica esta relación, el conocimiento que se lleva a los alumnos fuera mas completo, el basamento científico sería más sólido**”. (ROMERO.O.C., 1994).

La mencionada autora en su Tesis Doctoral (2000) incluye el análisis de la estructura, considera como conceptos fundamentales de la misma: tipo de enlace, tipo de red cristalina, disposición electrónica, tamaño del átomo y composición química, este último elemento lo asume a partir de la definición aportada por R. Concepción. et al (1996). Su metodología se sustenta en la utilización de láminas que representan la estructura, propiedades y aplicaciones de las sustancias estudiadas y otros medios didácticos, así como de juegos didácticos y uso del experimento químico. No obstante en su Tesis no se observan valoraciones acerca de las relaciones de la E-P-A con el pensamiento del escolar, aspecto que se analiza en la presente Tesis.

Pedro Luis López Escobar (1995), toma como punto de partida un conjunto de relaciones funcionales que parten de los presupuestos teóricos derivados de la Teoría de la Estructura molecular que tuvo sus antecedentes en la Teoría Estructural de Bútlarov, de este análisis deriva una cadena causa – efecto que constituye el basamento teórico metodológico de su alternativa textualizada. Determina relaciones estructura – propiedades, clasifica a las propiedades en primarias y secundarias sin exponer el criterio utilizado para este agrupamiento, no aporta metodología, ni aclaraciones como guía. En su valoración plantea además que las relaciones que evidencia tienen un alto nivel de complejidad para la Secundaria Básica. Se discrepa de su idea de considerar sólo como causa de las propiedades físicas de las sustancias a aquellos elementos estructurales del macro nivel (tipo de redes cristalinas e interacciones entre las moléculas), desconociendo la influencia de los enlaces químicos existentes entre los átomos que se unen para formar a las diferentes entidades elementales; propiedades tales como temperatura de ebullición, fusión, densidad y otras, encuentran una explicación plena a nivel del enlace químico.

V.H Ferro. y Z. Cruz. (1995), aportan una definición general de estructura:” **La estructura es – entonces- el ordenamiento de los elementos sustanciales para cada estado de movimiento del sistema material como un todo**”.( FERRO.H.V., 1995, p.56) La definición que se utiliza en

este trabajo no se contradice con la planteada, se considera más asequible a estudiantes que se inician en el conocimiento químico. Ferro ,V.H incorpora al estudio de las relaciones causales (limitadas a las E – P) el método estructural, el termodinámico y el cinético, cuestión esta muy acertada, en concordancia con el nivel superior para el cual trabaja. La autora considera el enfoque estructural como el más adecuado para el estudio del problema en Secundaria Básica. Los parámetros termoquímicos, como propiedades de las sustancias, son a su vez efectos de sus estructuras y al relacionarse en el sistema de reacción provocan la aparición de valores cualitativa y cuantitativamente diferentes y ya inherentes al sistema como un todo, ellos junto a los parámetros cinéticos del sistema, actúan como condicionantes de la relación causal E-P-A y por tanto la inhiben o favorecen en dependencia del caso particular de que se trate, estas relaciones por su alta complejidad deben analizarse en niveles superiores del estudio de la Química.

En el año 2000 en su Tesis Doctoral Pérez M. R. define: **“La relación estructura – propiedades – aplicaciones es una Ley para la Didáctica de la Química...”**.(PÉREZ, M. R., 2000, p. 62), al establecer como regularidades con carácter de ley , las siguientes:

- ♦ En el proceso pedagógico de la Química, la relación entre la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias constituye la esencia para la organización de su enseñanza y su aprendizaje.

- ♦ El enfoque estructural, termodinámico y cinético constituye la base para la organización de la enseñanza y el aprendizaje de la reacción química.

Realiza un estudio filosófico para demostrar sus ideas y concluye que en la relación estructura, propiedades, aplicaciones esta implícita la operacionalidad del conocimiento científico, considerando que en la estructura está lo abstracto, en las propiedades, la contemplación viva y en las aplicaciones la práctica del conocimiento científico. Ya anteriormente había señalado que es imposible el fraccionamiento, la separación, el aislamiento total de una de estas tres categorías para una mejor comprensión y una formación más acabada de un cuadro químico del mundo en los estudiantes durante el desarrollo del proceso docente educativo de la Química. Se coincide plenamente con las ideas defendidas por este autor en lo que al tema respecta.

R. M. Castillo, (2001) propone un conjunto de principios para la enseñanza de la Química en los ISP, entre los que plantea el carácter sistematizador e integrador de los contenidos de la E-P-A en el estudio de las sustancias químicas y expone que ellos desempeñan un importante papel no solo para la comprensión y dominio del material estudiado, sino que contribuye a la formación del

cuadro químico y evidencia el carácter de sistema de la ciencia química y su relación con otras ciencias.

Es imprescindible referirse al programa de Química escolar vigente en Cuba desde 1991, se hace evidente a través del análisis del mismo que se propone el estudio de las sustancias con un enfoque estructural, cuestión que se asume en esta investigación según se explicó anteriormente por considerarlo adecuado al nivel de desarrollo del escolar. Como se ha mencionado el programa establece que la relación E-P-A es la idea rectora del curso escolar de Química (F. Pérez, Y. Hedessa, et al, 1991) entre sus objetivos generales aparece:

❖ **Contribuir a la formación de una concepción científica del mundo en los alumnos mediante:** (entre otros)

• **El establecimiento de las relaciones causa - efecto que se evidencian en la dependencia que existe entre las propiedades físicas y químicas de las sustancias, su estructura y sus aplicaciones, así como, en la variación periódica de distintas propiedades de los elementos, las sustancias simples y compuestas en un grupo y en un período de la Tabla Periódica.**

Los objetivos de grado emitidos en el curso 1999 - 2000 no muestran diferencias en su nivel de profundidad y no esclarecen hasta donde deben ser desarrollados los procesos lógicos de la explicación que revelan en el nivel de asimilación. Además los objetivos de unidades separan la tríada E-P-A, exigiendo por ejemplo, que se expliquen las diferencias que existen en los valores de temperatura de fusión y ebullición entre los óxidos metálicos y no metálicos, sobre la base de su estructura, y en objetivo aparte, que se ejemplifiquen las aplicaciones de los óxidos en correspondencia con sus propiedades lo que no favorece el establecimiento pleno de las relaciones E-P-A. Los profesores sólo cuentan con orientaciones metodológicas que no revelan cómo establecer las relaciones causa – efecto, ni aportan modos de actuación metodológica para desarrollar el trabajo, en ellas no se provoca el análisis interrelacionado de los tres elementos. Por otra parte ya en la introducción se señaló que dentro de este programa no se concibe el tratamiento a conceptos esenciales para poder establecer la relación E-P-A, los que se manejan como si ya el estudiante los conociera.

Al valorar el texto escolar en dos tomos (1991), para el estudio de la Química en Secundaria Básica, se observa que sólo en muy aisladas ocasiones se mencionan relaciones causales, se realiza fundamentalmente para justificar propiedades físicas de diferentes sustancias a partir de su

estructura. Está ausente tratamiento alguno de relación E – P químicas, no se abordan análisis de la tríada E-P-A y aunque en la introducción se señaló que 62 tareas del texto exigen la explicación no se garantiza con ellas que se utilicen plenamente las relaciones causales involucradas precisamente por las deficiencias en las explicaciones del texto.

El estudio realizado permite determinar las tendencias que han prevalecido en el estudio de la relación E-P-A de las sustancias:

- ❖ En Cuba se declara el estudio de las relaciones de la E-P-A de las sustancias como idea rectora de sus cursos escolares de Química
- ❖ En Cuba han transcurrido etapas que van desde el único reconocimiento de la relación causal E– P, hasta el establecimiento de la relación E-P-A como una Ley de la Didáctica de la Química.
- ❖ Autores cubanos reconocen a la composición y organización que caracteriza a una especie química como rasgos esenciales del concepto estructura química de las sustancias.
- ❖ Varios autores preconizan la necesidad de estudiar a la estructura de la sustancia por niveles de organización estructural.
- ❖ En el orden metodológico, la mayoría de los autores estudiados, extranjeros y cubanos, reconocen la necesidad de establecer los nexos causales E-P-A. Pero no aportan modos de actuación que permitan un desarrollo del proceso de enseñanza – aprendizaje acorde a los objetivos planteados por la sociedad y a su vez del pensamiento del escolar.

Luego de conocer el desarrollo didáctico – metodológico de este tema, es importante realizar el estudio filosófico que lo sustenta.

### **I.3. Fundamentos filosóficos para el estudio de la causalidad E-P-A de las sustancias.**

Todo lo que nos rodea se encuentra entre sí en diferentes relaciones: causales, temporales, funcionales, espaciales y otras. La relación causal existe objetivamente y ocupa un lugar muy importante en los nexos existentes entre los objetos y fenómenos. Deben tomarse en consideración las múltiples y variadas relaciones entre las cosas y fenómenos para el análisis de la realidad como sistema determinado de relaciones, la dependencia entre los fenómenos y procesos que en ella ocurren, es uno de los rasgos del conocimiento científico de hoy (enfoque holístico. Úrsul A. D. 1981) . Sin embargo F. Engels expresó: “ . . . **para comprender los**



**distintos fenómenos debemos arrancarlos de la concatenación universal y analizarlos aisladamente y en este caso aparecen ante nosotros movimientos alternos uno como causa y otro como acción". (ENGELS, F. Dialéctica de la naturaleza. 1982. p 246) .** También V.I.Lenin (1979) expresa una idea semejante cuando valora que el concepto humano de la causa y el efecto simplifica la concatenación de los fenómenos de la naturaleza, aislando aspectos del proceso universal único. Esto indica que aunque es imprescindible formar en los alumnos la idea de la concatenación universal, el estudio de las relaciones causales de un fenómeno aislado permite conocer la esencia del mismo en su individualidad y en sus relaciones con otros.

Del estudio de los clásicos del marxismo leninismo se ha podido conocer que la relación causal es la que existe entre la causa y el efecto. Consiste en que todo fenómeno, sea de la naturaleza o de la sociedad, surge provocado por otro fenómeno o fenómenos. Se llama "causa" al fenómeno que da origen a otro fenómeno. Es conveniente saber que siempre la causa precede al fenómeno, pero no todo lo que antecede es causa. El "efecto" es el resultado de la acción de la causa. V. I. Lenin (1979) deja claro que la causa es el fenómeno precursor y promotor de otro que recibe el nombre de efecto. Cuando esta relación entre un fenómeno y otro, es necesaria, interna, esencial y relativamente estable se denomina ley. Tampoco debe confundirse el motivo con la causa; el motivo (ocasión) impulsa la acción, pero tras él está la causa; el motivo es un antecedente que contribuye al surgimiento del hecho, facilita que se desencadene la causa. Otro aspecto que es preciso tener en cuenta al estudiar la causa y el efecto es el de las condiciones, como un conjunto de fenómenos que por si solos no pueden originar directamente la relación causa y efecto, pero pueden, al acompañar a la causa, en determinadas circunstancias de lugar y tiempo, asegurar su desarrollo o cuando faltan lo entorpecen.

La relación causal tiene la propiedad de ser determinada y unívoca. Una determinada causa produce un efecto completamente determinado; causas iguales, en idénticas condiciones, producen los mismos efectos.(Gorski, D.P. 1992)

Es necesario tener en cuenta la posibilidad de reversibilidad que posee la relación causal (M.N. Shardakov, 1978), no existe sólo la dependencia directa de causa a efecto, sino también la contraria, de efecto a causa; la dependencia que se desprende de una causa, se convierte en causa, en cuyo caso la causa inicial pasará a ser consecuencia. La reversibilidad asimétrica se manifiesta cuando la dependencia directa y la inversa no son simétricas ni equivalentes. No todos los nexos y relaciones poseen carácter directo y reversible; por lo que la reversibilidad no figura en

todos los nexos y relaciones que tienen lugar en la realidad. Muchos fenómenos se deben a varias causas, en estos casos se habla de multiplicidad de causas y la suma de los efectos de varias causas que actúan conjuntamente en un fenómeno, se denomina mezcla de acciones. Dominando la causalidad es posible suscitar los efectos que son necesarios.

La dialéctica materialista ha sido definida como la ciencia de las concatenaciones (F. Engels, 1982) Para comprender el sistema lógico de la dialéctica materialista es necesario determinar el lugar que ocupan en él las categorías. Éstas son formas del pensamiento y como tal se sitúan entre los conceptos (A.V.Úsova, 1988). Las categorías son el producto de la actividad del cerebro, que permite reflejar adecuadamente la realidad. La categoría causa – efecto se encuentra entre las que representan a la naturaleza y al pensamiento, son consideradas como el reflejo de las leyes más generales que rigen la dinámica de la naturaleza y el pensamiento, se basan en el principio del movimiento, en el paso de los conocimientos de leyes menos profundas a otras más profundas.

La veracidad del pensamiento es objeto de investigación tanto de la lógica formal, como de la dialéctica. La primera estudia las formas en que un juicio se deduce de otros; se abstrae del contenido concreto de los juicios, estudia su contenido formal, toma juicios ya formados sin analizar su génesis, desde su punto de vista todo juicio es verdadero o falso. La lógica dialéctica como teoría filosófica del pensamiento es opuesta a lo formal y viene a ser su negación, ya que expresa el movimiento del pensar desde una nueva perspectiva que retoma lo mejor de lo formal.

La lógica formal y la dialéctica se complementan y no se contradicen, ambas constituyen la lógica del conocimiento científico, el pensamiento fluye como la unidad de lo dialéctico y lo formal. D. P. Gorski (1992) en cuanto al estudio de la causalidad por la lógica formal plantea: “... **sólo se ocupa del problema de la relación causal en la medida en que afecta a los procedimientos lógicos que sirven para determinar la dependencia causal de los fenómenos**”. (GORSKI D.P. 1992, p.279). Según la lógica dialéctica, el conocimiento de la relación causal proporciona una explicación científica de los fenómenos.

En contraposición al materialismo, el idealismo estima la causalidad producto del espíritu, de la conciencia; los idealistas subjetivos afirman, por ejemplo, que la causalidad no existe en la misma naturaleza, sino que es llevada a ella por nuestra conciencia. Los fenómenos, dicen tales idealistas, no se hallan por si mismos relacionados entre si, sólo en la conciencia y gracias a ella se relacionan los unos con los otros. Este punto de vista anticientífico acerca de la causalidad fue

sostenido en el siglo XVIII por Hume y en el siglo XIX por Mill, Mach y Avenarius, entre otros. Actualmente filósofos e investigadores burgueses son participantes del mismo criterio. Es imprescindible referirse al conductismo, ya que entre sus bases filosóficas se encuentra el determinismo. Éste reconoce a la causalidad como nexo, que todos los fenómenos están condicionados causalmente. Pero éste no es el único sustento filosófico del conductismo, sus raíces parten del empirismo filosófico de Hume, el asociacionismo de Mill y la fisiología experimental de Sechenov y Pavlov, de ahí sus erradas concepciones acerca de la absolutización del papel del esquema estímulo – respuesta (causa – efecto) que es donde emplea al determinismo, como vía de obtención de resultados en el proceso de enseñanza – aprendizaje. Para el conductismo el aprendizaje es un cambio estable de la conducta, un cambio en la probabilidad de obtener determinadas respuestas, esto responde a la tradición filosófica empirista, en donde los conocimientos son un cúmulo de asociaciones y no el resultado de un proceso mental. El conductismo considera el conocimiento sólo como producto.

Filósofos idealistas contemporáneos consideran que la palabra causa debe ser suprimida de la terminología filosófica, la sustituyen por la ley de la relación funcional, planteando que no tiene importancia como surgen los fenómenos, cuál es la causa de su existencia, sólo consideran la dependencia que existe entre los fenómenos o variables expresadas en fórmulas concretas, reemplazan la relación causal con la relación lógica del fundamento y el efecto (en la lógica formal se llama fundamento a una idea que dimana de otra idea). También algunos físicos afirman que no todos los fenómenos tienen una causa, a su juicio en los microprocesos no hay condicionalidad causal, lo que argumentan con el determinismo Laplaciano o el principio de incertidumbre de Heisengber. (E. Ortiz 1994). Cualquier interpretación idealista de la causalidad es anticientífica y reaccionaria.

Los aspectos generales analizados se particularizarán para la E-P-A de las sustancias.

### **I.3.1. La causalidad en la E-P-A de las sustancias.**

Entre la estructura – propiedades – aplicaciones de las sustancias existe, objetiva e independientemente de nuestra conciencia, una relación causal, irreversible, de cadena, con una jerarquía causal determinada por la función que desempeña en la misma la estructura. Ésta es la causa real de que la sustancia posea determinadas propiedades, que constituyen su cualidad; las que a su vez, son las causas próximas de sus aplicaciones.

Los nexos estructura – propiedades se dan de manera objetiva en la naturaleza; la aplicación de las sustancias depende del hombre. De acuerdo al desarrollo científico técnico alcanzado en su evolución, el hombre podrá utilizar, en dependencia de sus propiedades y estructura a las sustancias; o por el contrario, obtener sustancias con propiedades deseadas, determinadas por una estructura que recrea a la natural o es determinada por el hombre a partir de los elementos que la forman y las condiciones en que se produzca su síntesis. (En este último caso es posible analizar una reversibilidad en la utilización de la relación causal, pero esta se da en la mente del hombre, que con su inteligencia es capaz de dominar a la naturaleza y ponerla a su servicio). Esto no significa que la relación propiedades – aplicaciones no exista independientemente de la conciencia humana; si la sustancia existe, las relaciones causa – efecto E-P-A existen objetivamente, puede ocurrir, que el hombre no conozca las formas de utilizar a esa sustancia, pero cuando lo haga, lo hará en dependencia de las propiedades que ésta posea y en consecuencia de su estructura.

La sustancia se organiza estructuralmente por niveles de complejidad, el subatómico y atómico, el del enlace químico, llamado por otros autores molecular, y el macro nivel; esto trae como consecuencia una serie de relaciones causales internas, donde la composición y organización de cada nivel, se constituye en efecto del anterior; a la vez las relaciones E – P se pueden analizar por niveles, determinando , en lo posible, cual es el nivel estructural que provoca la aparición de cada propiedad, inclusive existen propiedades que dependen únicamente de la composición y otras de la composición y organización estructural. De igual forma entre las propiedades y las aplicaciones hay una cadena causal múltiple; generalmente la aplicación de una sustancia no depende de una sola propiedad, sino, de un conjunto de ellas que constituye su cualidad; en ocasiones también determinadas propiedades de la sustancia favorecen que esta sea utilizada con diferentes fines.

Son muy ricas y complejas las relaciones causa – efecto en la relación E-P-A de la sustancia, de ahí la necesidad de hacerlas asequibles al escolar, de manera que pueda utilizarlas para explicar fenómenos de la vida y la naturaleza, de los cuales constituye su esencia, por lo que es necesario el análisis del desarrollo del pensamiento y su relación con la actividad del escolar.

#### **1.4. El desarrollo del pensamiento causal, relación con la actividad cognoscitiva del adolescente.**

El pensamiento es estudiado y revelado en diversas esferas del conocimiento, con sus particularidades; en la teoría del conocimiento, la lógica, la psicología y otras. En general el pensamiento es considerado como un proceso histórico del conocimiento del mundo por la sociedad, su resultado son los conocimientos como reflejo ideal de la existencia (P.I. Pidkasisti, 1986). El estudio psicológico de la actividad cognoscitiva de la persona incluye la investigación del pensamiento; la didáctica debe determinar las relaciones entre el pensamiento y la actividad cognoscitiva; asimilar los resultados que aporta la psicología y atender sus manifestaciones durante el desarrollo práctico del proceso, debe esclarecer las relaciones entre el pensamiento y el conocimiento.

En la psicología el pensamiento se aborda en esencia en dos vertientes fundamentales (P.I. Pidkasisti, 1986), el pensamiento como forma de la actividad cognoscitiva del hombre, como conjunto de conocimientos que reflejan la realidad y además el pensamiento como un proceso de interacción del sujeto con el objeto; esta última línea representada fundamentalmente por S.L. Rubenstein y sus alumnos, subraya su carácter procesal; aunque algunos de ellos identifican el proceso del pensar con el conocimiento, para otros, como Ya. A. Ponomariëv, el pensamiento constituye un componente importantísimo del conocimiento individual, pero no coincide con él en su totalidad.

El pensamiento como proceso de interacción del sujeto que conoce con el objeto conocido, se debe considerar en la enseñanza, como actividad relacionada con la capacidad de razonar lógicamente y alcanzar deducciones y además como la capacidad que permite anticiparse y crear nuevos conocimientos (P.I. Pidkasisti, 1986). Se toma partido por este punto de vista al comprender que cuando el alumno realiza análisis, síntesis y generalizaciones de lo ya conocido, para explicar lo nuevo que se relaciona con ese saber ya adquirido, se garantiza el automovimiento del pensamiento; o sea el pensamiento actúa como el conocimiento encaminado a revelar y establecer vínculos y relaciones entre los objetos del conocimiento y crear nuevos conocimientos, teóricos y procesales.

Investigaciones realizadas por los psicólogos de la ex - URSS; Vigostky, Leontiev, Rubenstein, demostraron que el individuo se desarrolla desde la cuna como miembro de la sociedad y que su pensamiento se forma bajo la influencia de las condiciones de vida y educación, normas e ideales que tienen origen social. S.L. Rubenstein. (1969) señala que el desarrollo intelectual ocurre en el proceso de asimilación de conocimientos adquiridos por la humanidad en su evolución histórico

social. Dichos conocimientos condicionaron el desenvolvimiento mental del individuo y en ello radica la determinación histórico – social del pensamiento como característica específica del hombre. L. Vigostki defendió la posición de que el desarrollo de la psiquis del niño es de naturaleza social, que la fuente del desarrollo es la cooperación y la enseñanza.

Psicólogos y didactas cubanos, al estudiar el pensamiento, asumen estas ideas como fundamentos de sus posiciones. A. Labarrere, (1995) caracteriza al pensamiento como proceso dirigido, que puede ser regulado por el hombre; en primera instancia lo concibe como solución de problemas, apoyándose en Rubenstein resalta que la inclusión del objeto en nuevos sistemas de relaciones constituye la manera peculiar de manifestarse el mecanismo principal del pensamiento, o sea el análisis a través de la síntesis; afirma que la solución de problemas es el tipo de actividad por excelencia que permite el acceso al conocimiento del pensar humano.

Rita M. Álvarez de Zayas (1995), condiciona el desarrollo de la personalidad a las relaciones que se dan entre la realidad social y las ideas previas del alumno que provocan la adquisición de conocimientos nuevos, articulados con los anteriores a través del proceso de formación del pensamiento, considera como sus resultados a los conocimientos, habilidades y actitudes.

M. Silvestre, (1999) declara una íntima relación entre la adquisición del conocimiento y el desarrollo del pensamiento, producto de lo cual se logra la formación de cualidades y valores.

H. Fuentes (1995) se pronuncia por la estrecha relación entre el desarrollo intelectual y el proceso de asimilación de cada nuevo procedimiento y que la formación de cada habilidad influye en el desarrollo del pensamiento. Considera que el desarrollo intelectual se debe lograr en el proceso de apropiación del contenido, pero que este debe tener previsto el desarrollo de las habilidades del pensamiento, teniendo en cuenta los objetivos, contenidos y selección de los métodos.

Del análisis de estos autores, queda claro que el desarrollo del pensamiento se logra por medio de la experiencia social; que existe una íntima relación entre el desarrollo del pensamiento y la adquisición del conocimiento, éstos no se identifican, pero interactúan, el conocimiento constituye condición esencial del desarrollo del pensamiento y a su vez el conocimiento actúa como su producto; por lo que se considera apropiada la definición de pensamiento de M.N. Shardakov (1978);

**“ . . . el pensamiento es la cognición objetivizada y generalizada de los objetos y fenómenos de la realidad en sus rasgos y propiedades comunes y esenciales, en sus nexos y relaciones, y también, sobre la base de los conocimientos generalizados**

**obtenidos, la cognición y la creación de nuevos objetos y fenómenos singulares de la realidad". (SHARDAKOV, M.N. 1978, p.13.)**

A. Labarrere, (1995) plantea, que según sea el tipo de actividad a que se enfrente el hombre, así surgirán requerimientos diversos para su pensamiento; que el pensamiento siempre tiene una forma concreta de manifestarse. M. N. Shardakov (1978), como S. L. Rubenstein, (1969) señala como formas básicas del pensamiento al análisis y la síntesis, éstas sustentan constructivamente a la comparación, abstracción, generalización, inducción, deducción y analogía, formación de conceptos, su clasificación y sistematización, determinación de nexos y relaciones. El determinar tan variadas formas de expresión del pensamiento puede provocar la interrogante acerca de la existencia de tal diversidad de pensamientos, al respecto A. Labarrere, (1995) es muy preciso al señalar que la única valoración racional para separarlos depende de la manifestación del pensar que tiene la actividad que se realice. Los estudiantes de Secundaria Básica cubanos deben explicar los nexos causales existentes en hechos o fenómenos de la naturaleza y la vida a través de las asignaturas que componen su plan de estudios, de esta premisa, y de las dificultades detectadas en la etapa facto - perceptible de esta investigación, el interés de particularizar en aquella forma del pensamiento que permite establecer nexos y relaciones entre los objetos y fenómenos; **el pensamiento causal**. La única definición encontrada de pensamiento causal es la que aporta M.N. Shardakov (1978), la cual se asume por estar en plena correspondencia con las ideas de esta investigación: “ **desarrollo de la capacidad de encontrar y explicar los nexos causales que existen objetivamente entre los objetos y fenómenos del mundo exterior**”. (SHARDAKOV, M.N. 1978, p.176)

El desarrollo del pensamiento causal ha sido seguido por eminentes psicólogos; entre ellos se destacan L. S. Vigostky con su teoría del desarrollo histórico cultural, J. Piaget con su teoría del desarrollo espontáneo, S. L. Rubenstein, M.N. Shardakov y otros. Ellos, independientemente de las discrepancias evidenciadas en sus concepciones acerca de la forma en que a él se llega, coinciden en que el pensamiento causal es uno de los componentes fundamentales que intervienen en el desarrollo general del pensamiento. En su formación tienen singular importancia tales aspectos de la actividad mental como las diferentes explicaciones, demostraciones, predicciones, críticas y otros, de ahí la necesidad de alcanzar su desarrollo en la etapa escolar. Desde el punto de vista de la lógica dialéctica, Shardakov. M.N. (1978) plantea la existencia de dos tipos de pensamiento causal:

- Un pensamiento empírico elemental, que no se apoya en lo general para explicar los fenómenos singulares.
- Un pensamiento causal generalizado, mediante el cual se explican los fenómenos singulares apoyándose en las correspondientes leyes de carácter general, o que como resultado del estudio realizado de una serie de fenómenos del mismo género, se descubren las leyes o reglas generales que lo rigen.

Este autor clasifica además al pensamiento causal en:

- ♦ Monovalente (el fenómeno se explica a partir de una ley o regla determinada, se deduce de ella).
- ♦ Múltiple (el fenómeno se explica sobre la base de una serie de leyes y no de una sola, el proceso mental en este caso constituye una cadena de operaciones intelectuales).

Al interpretar el proceso evolutivo descrito por Shardaikov para la formación del pensamiento causal del escolar, en la presente Tesis se delimitan las siguientes etapas:

- ❖ **Pensamiento causal empírico** (la relación causa efecto se da en un solo sentido, de lo singular a lo singular, se basa en la experiencia acumulada en lo cotidiano).
- ❖ **Pensamiento causal generalizado en su etapa inicial** (ocurren procesos deductivos, condicionando causalmente los fenómenos por medio de leyes).
- ❖ **Pensamiento causal generalizado por abstracción** (procesos inductivos permiten el paso de lo parcial a lo general, las relaciones causales que han observado en fenómenos aislados, comienzan a generalizarse en forma de leyes).
- ❖ **Pensamiento causal generalizado por inducción** ⇔ **deducción** (utiliza de forma consciente leyes y reglas que han asimilado para explicar otros fenómenos del mismo género, logran extrapolar sus conocimientos a nuevas situaciones y encuentran nuevas vías de solución del problema).

El pensamiento causal generalizado se caracteriza porque se desarrolla de lo singular a lo general y se mueve de lo general a lo singular.

Muy importantes son los trabajos desarrollados por J. Piaget acerca del desarrollo del pensamiento causal en niños y jóvenes, independientemente de las justas críticas recibidas en los trabajos de Shardaikov, Rusell, Klingensmith, Ellis y otros, en lo que se refiere a su tesis de desarrollo espontáneo con la edad y la existencia de diecisiete fases para la comprensión de las relaciones causales, entre ellas el “finalismo”, “animismo”, “artificialismo” y otras. Su planteamiento emitido a



principios del siglo XX: “... **la causalidad científica no es innata**”. (PIAGET, J. 1965, p.123), es valorado positivamente por L.Vigostky. En su obra “Pensamiento y Lenguaje” (1934), L. Vigostky expone que Piaget demostró que los conceptos del escolar se caracterizan por su falta de conocimiento consciente de las relaciones, aunque los maneja de modo espontáneo, irreflexivo y aclara que el niño toma conciencia de las diferencias no porque conduzcan a una inadaptación, sino porque el conocimiento de las similitudes requiere una estructura avanzada de generalización, y que el de las diferencias puede efectuarse por otros medios.

Relacionado con la formación de la idea de la causalidad científica Vigostky concuerda con Piaget y expresa que el adolescente puede resolver problemas utilizando conceptos científicos, porque el maestro trabajando con el alumno, le ha explicado, le ha suministrado información, le ha hecho preguntas, lo ha corregido y ha hecho que el mismo le explique los temas; la investigadora cree además esencial el que lo oriente en la búsqueda del nuevo conocimiento, de vías para solucionar nuevos problemas sobre la base de lo ya conocido. L.Vigostky, asegura que: **“La enseñanza constituye la fuerza motriz fundamental del desarrollo intelectual del individuo, en la enseñanza está la base del desarrollo del pensamiento en general”**. (VIGOTSKY, L.1988, p.26)

La noción de la causalidad científica no es innata, hay que formarla, claro que la única vía para lograrlo no es el estudio de la relación E-P-A y que en ello deben interactuar todas las influencias que se dan en las relaciones interdisciplinarias de las Ciencias Naturales y Sociales; en Química, esta relación E-P-A, es el substrato ideal para el desarrollo del pensamiento causal del adolescente. Se es consciente de que la capacidad de percatarse y descubrir los nexos causales que existen entre los objetos y fenómenos, se adquiere a través del largo proceso escolar, mediante el estudio de los diferentes materiales y conforme a las leyes que rigen la actividad mental del educando.

Los trabajos de S.L. Rubenstein, y sus discípulos resultan esenciales en el aspecto referido a la solución de problemas relacionados con la causalidad; él plantea que la resolución de un problema se realiza por el análisis a través de la síntesis, lo que se traduce al cambio de las características conceptuales de los objetos, o el cambio de la situación problémica a medida que se resuelve el problema y en consecuencia a la reformulación del mismo. En la investigación realizada por L.I. Antsiférova. (1974) se denota muy claramente este método; en el curso del razonamiento, la causa próxima del efecto inicialmente dado se situaba en su sitio y en calidad de

causa próxima inmediata aparecía la consecuencia de la causa final buscada. La solución de problemas de la manera descrita implica un cambio en su formulación durante el proceso de resolución.

**“Los cambios de formulación . . . se deben a que al incluir los objetos en nuevas conexiones, el análisis ha descubierto en los mismos objetos nuevas propiedades, que hayan su expresión en nuevas características conceptuales. El cambio de formulación del problema es resultado de descubrir la interdependencia – sujeta a ley - de las proposiciones y por tanto la posibilidad de sustituir la una por la otra, lo que abre mayores posibilidades para su ulterior análisis y solución del problema” (RUBENSTEIN, S. L. 1969, p.325)**

Estos planteamientos sustentan plenamente las ideas metodológicas de esta Tesis de lograr la sustitución del lugar de la causa por el efecto, en cuanto a sustituir las propiedades de las sustancias que son causas próximas de sus aplicaciones, por su posición como efecto de otra causa real, la estructura de las sustancias, en el proceso de determinación por parte de escolar de las relaciones causa efecto que se dan en la E-P-A de las sustancias.

La mayoría de las investigaciones psicológicas revisadas acerca del desarrollo intelectual indican como etapa ideal para lograr la formación del pensamiento teórico, a la adolescencia. Esta etapa del desarrollo humano según Leontiev, se extiende desde los 11 – 12 años hasta los 15 aproximadamente, donde se inicia la juventud temprana, esa edad es reconocida para el adolescente cubano por diferentes autores. Señalan que en esta etapa se experimentan cambios en relación con el pensamiento, manifestándose como una de sus características, que el desarrollo de la capacidad de operar con conceptos y contenidos más abstractos alcanza un nivel más alto que en el escolar de menos de 11 años, alcanzando también mayor desarrollo de la capacidad de combinar relaciones, tener en cuenta varias hipótesis, suponer consecuencias de sus acciones y valorar sus productos con una visión más crítica y ajustada a la realidad. Entre las características de la actividad del adolescente Leontiev define que se forman y reestructuran distintos procesos psíquicos, comienza a funcionar el razonamiento lógico y el analítico, ocurre el paso de la memorización mecánica a la memoria lógica. También V.V. Davidov (1992) al referirse a la actividad de estudio del adolescente, señala que gracias a ella se forman las relaciones teóricas con la realidad; esto les permite considerar las propiedades objetivas inherentes a la

realidad y sus regularidades, dominan la capacidad de estructurar relaciones en dependencia de los diferentes problemas y exigencias de la vida.

W. Harlen (1994), señala que la principal característica entre los 11 y 13 años es el pensamiento operativo, que aparecen señales de cambio características de un período de transición, pueden manejar intelectualmente ideas abstractas usar relaciones lógicas, adoptando diversos puntos de vista.

L. Vigostky (1988) deja claro que en esta edad no aparece ninguna nueva función elemental, sino que las ya existentes se elevan a un mayor nivel de complejidad. En esta etapa aparece el dominio de nuevas operaciones mentales y razonamientos relacionados con las dependencias causales entre objetos y fenómenos; el adolescente tiene ya las potencialidades para el dominio de lo abstracto.

L.I. Bozhovich (1976) expone que en los grados medios, los alumnos entran de lleno en la asimilación de todo un sistema de conceptos científicos, de un sistema de dependencias causales, que constituyen el contenido de la asignatura correspondiente, cita a V.V.Bogoslovsky (1954), quien describe toda una serie de investigaciones que demuestran que en la adolescencia ocurren cambios esenciales en algunas operaciones intelectuales particulares, por ejemplo la búsqueda activa de las dependencias causales.

Al iniciar la adolescencia los escolares cubanos se insertan en un nuevo nivel de educación (Secundaria Básica), con características muy diferentes al anterior, cuentan con un mayor número de profesores que imparten diferentes asignaturas, con métodos y estilos nuevos de enseñanza, lo que exige a los alumnos nuevos métodos de asimilación y formas superiores de actividad cognoscitiva.

R. Bermúdez. (1998), considera que la escuela latinoamericana en general, no favorecen el desarrollo del pensamiento teórico, sino a partir de los 15 años, señala que no aporta el espectro preconceptual necesario como base de los conocimientos científicos. Se discrepa de esta absolutización, puesto que, aunque la muestra tomada de los adolescentes holguineros evidenció un nivel empírico de desarrollo del pensamiento causal y también confundían la explicación con la descripción y la narración de lo observado, éste es el primer peldaño para iniciar el trabajo de formación y desarrollo del pensamiento causal, se considera la posibilidad de lograr la formación y contribuir al desarrollo del pensamiento causal del escolar, entre todas las asignaturas del currículum, con una intervención pedagógica que estime las relaciones didácticas entre los

contenidos esenciales para el dominio de las relaciones causales y la evolución por etapas del pensamiento causal. Se sustenta esta idea con la concepción de análisis genético - etáreo del adolescente cubano (Amador, A. Y, et al, 1995), al exponer que es necesario partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico de los estudiantes y sobre esa base determinar el nivel de desarrollo que se pretende alcanzar en los adolescentes. En el análisis genético el nivel de desarrollo expresa los grados sucesivos que va alcanzando el proceso o formación psicológica en diferentes etapas y en el sentido etáreo requiere de un criterio normativo más o menos preciso acerca de lo que debe esperarse alcanzar en cuanto al grado de desarrollo de una formación o proceso psicológico en una edad o período determinado.

Son muy variadas las posiciones filosóficas, epistemológicas y psicológicas referidas al aprendizaje del adolescente consideradas en el área de la didáctica; las ideas de esta Tesis acerca del aprendizaje se sustentan en el paradigma histórico cultural, toma como punto de partida el desarrollo alcanzado por el escolar en el momento de iniciar la intervención pedagógica y declara hasta donde debe llevarse en ese desarrollo. Asume que la enseñanza precede al desarrollo y que este último debe ser entendido como una serie de cambios o transformaciones cualitativas asociadas a cambios en el uso de herramientas psicológicas. Son estos cambios saltos dialécticos y no simplemente cambios cualitativos acumulativos. A pesar qué, en la política educacional cubana se ha declarado indispensable la realización del diagnóstico para trabajar sobre la base del desarrollo alcanzado por el escolar, aún no se ha delimitado plenamente a modo de pronóstico los esenciales mínimos que satisfacen las aspiraciones expresadas en los objetivos de cada nivel y en específico para la Secundaria Básica. Esta Tesis propone la introducción de un modelo didáctico evolutivo sobre la base dialéctico materialista de Vigostky y que prevea, en lo que respecta al desarrollo del pensamiento causal, la determinación del estado de desarrollo inicial del escolar y la definición del estado que se desea alcanzar al culminar los estudios de Secundaria Básica.

### **I.5. La explicación y el desarrollo del pensamiento causal en el proceso de enseñanza – aprendizaje.**

Para el conocimiento de los fundamentos de las ciencias y la actividad laboral, es esencial la comprensión y asimilación por los alumnos de los nexos causales entre los objetos y fenómenos. Siguiendo las ideas de Vigostky acerca del desarrollo del pensamiento, puede plantearse que la

posibilidad de encontrar y explicar los nexos causales que existen entre los objetos y fenómenos, se desarrolla a lo largo del estudio y que los fenómenos de la realidad circundante ayudan a los alumnos a desarrollar el pensamiento causal, pero para lograrlo tienen gran importancia, las explicaciones, demostraciones, y otras formas de desarrollo de su actividad mental.

Se considera necesario expresar algunas valoraciones acerca de la explicación como operación del pensamiento, su comprensión se hace indispensable para a su través lograr el dominio de la causalidad científica relacionada con el objeto, hecho o fenómeno que se estudia.

La explicación es incluida en los modelos de conocimientos vinculados a las teorías; I.V. Kuznetzov (1978), V.G.Razumovkii (citado por Fuentes 1995), P.I.Pidkasisti (1980), H. Fuentes (1995), C.Álvarez (1995 y 1999), y otros la ubican entre los niveles o peldaños configuracionales más elevados de la estructura del conocimiento, generalmente en la derivación de la teoría, para explicar los hechos que sustentan a esa teoría y las consecuencias que dimanen de ella; expresan que a través de la explicación se revelan los nexos y dependencias entre magnitudes encontradas en el sistema conceptual estudiado y que esa explicación ocurre sobre la base de las leyes que se establecen en el núcleo de la teoría. Al estudiar la explicación, se observa que es definida en el Larousse cómo, exposición destinada a hacerse comprender. En el Diccionario Filosófico Foulqué se concibe la explicación como forma de la investigación científica, que consiste en poner de manifiesto la esencia del objeto; por su significado gnoseológico, ella puede ser de varios tipos.

- Explicación por medio de lo general (analogía, modelo).
- Explicación causal.
- Explicación por medio de la ley.

La autora considera que la base de toda explicación científica es la causalidad. Únicamente partiendo de la explicación es posible la previsión científica. La explicación lleva al desarrollo, además es un recurso lógico – metodológico en virtud del cual un concepto o representación conocida aunque imprecisa, se sustituye por un concepto científico preciso. En la obra mencionada se citan además ideas de otros autores acerca de la explicación: Stuar Mill, en “Systema de Lógica” expresa que un determinado hecho está explicado cuando se ha establecido la ley o leyes causales de las que su producto es un caso particular. E. Meyerson señala que la explicación pretende ante todo la deducción del fenómeno partiendo de sus antecedentes causales, de los que deberá ser consecuencia lógica. (Citados por Foulqué).

Para R. Bermúdez, (1995), explicar el comportamiento de un objeto es hallar su motor impulsor y ello constituye el motor impulsor de su surgimiento, es decir, su causa; señala como primer paso del estudio de un fenómeno, conocer la causa de su surgimiento.

M. González (2001) realiza un estudio acerca del desarrollo de la explicación y su influencia en la fundamentación oral del alumno universitario al explicar hechos o fenómenos, exigiendo el establecimiento de argumentos ordenados y de las relaciones causales entre los mismos de forma que es posible seguir el proceso de razonamiento propio del conocimiento científico, utiliza esta vía para el desarrollo de la habilidad explicar hechos o fenómenos y con ello de la expresión oral en general. Constituye esa investigación un precedente de la idea que se revelará en esta Tesis acerca de la importancia de tener en cuenta la lógica de la explicación para considerar el desarrollo del pensamiento causal del escolar.

P.I.Pidkasisti (1986), señala que la explicación incluye todo lo que se informa sobre los nexos y las relaciones de los objetos – o sus partes – y fenómenos, o sea, sobre los nexos y relaciones que tienen un carácter estable. Para él las explicaciones incluyen dos partes: afirmaciones y demostraciones. En la parte de las afirmaciones se señala el nexo inherente a los objetos y fenómenos y en qué se expresa, pero en la parte demostrativa se señala, que se repite, que está regido por leyes. Expresa además que dominar un concepto al nivel de explicación significa dominar la esencia del concepto.

De una u otra forma todos estos autores expresan una causalidad directa entre la explicación y la causalidad científica, con lo que se concuerda en esta investigación.

A pesar del subjetivismo de M. Bunge, expresado, en uno de sus aspectos, en no relacionar la explicación con las causas de los fenómenos es importante conocer sus planteamientos relacionados con la explicación por el estudio lógico realizado acerca de la misma. Para Bunge la explicación es una operación conceptual; la define como “explicación racional”, y expone que es una argumentación que suministra una respuesta racional a una cuestión de “por qué” correctamente formulada. Revela además que la frase “explicación de hechos”, es elíptica y no debe tomarse literalmente; explicar un hecho, es explicar una proposición que describe un hecho. Al explicar se habla de “una respuesta” y no de “la respuesta” ya que un mismo hecho puede describirse de varias maneras, pueden interesar diferentes aspectos de una misma cuestión y su explicación varía con el cuerpo de conocimientos en el que tienen lugar. Bunge señala que la explicación requiere de la deducción y que el objetivo de la explicación científica es ampliar,

profundizar y racionalizar el conocimiento ordinario, la explicación científica no hace concesiones a la comprensión, en el sentido de no reducir lo no familiar a lo familiar, lo profundo a lo superficial; la ciencia permite explicar fenómenos familiares. Siempre que sea posible respetando el nivel de los conocimientos del escolar, es necesario esforzarse por conseguir una explicación más profunda, fruto de la teoría. Se toma partido por la explicación como una secuencia hipotética – deductiva que contiene generalizaciones; que se da a través de la argumentación al penetrar profundamente en la naturaleza de las cosas, y aquí se aclara: al penetrar en la esencia de los objetos que se estudian, a través de las relaciones causales.

En la Química de la Secundaria Básica cubana el alumno debe aprender a explicar científicamente el comportamiento de las sustancias ( F. Pérez, et al, 1991), basado en la idea rectora “ **Las aplicaciones de las sustancias están condicionadas por sus propiedades y éstas a su vez, por su estructura**” (PÉREZ, F. et al, 1995. p.5). Los estudios realizados por M.N.Shardakov (1978), mostraron que inicialmente los alumnos no conocen el significado de “causa” y “efecto”, cuando el maestro les pide una explicación, se limitan a contar lo que conocen acerca del objeto, hecho o fenómeno, lo confunden con la narración (lo que también fue detectado en las clases observadas durante la etapa de diagnóstico del problema en escolares holguineros). El profesor debe enseñar a distinguir el significado correcto de estos términos; de lo contrario, se limitarán a recurrir a su memoria para exponer lo que aparece en los textos o lo que les enseñó su maestro. Esta autora considera, al igual que Shardakov, que para lograr el pensamiento causal en los escolares hay que enseñarles a descubrir las causas, en subordinación, la determinación de causas principales y secundarias, generalmente las primeras se encuentran ocultas a la percepción directa, no son visibles, son difíciles de encontrar por el alumno. En el proceso de enseñanza – aprendizaje, se acumula toda una serie de conocimientos prácticos y teóricos, la actividad analítico – sintética se va perfeccionando y van siendo capaces de encontrar causas reales y establecer sobre su base las consecuencias adecuadas.

En las primeras etapas del aprendizaje, generalmente se explican los fenómenos de forma aislada, el proceso mental va de lo individual a lo individual, no es reversible, no se eleva a lo general y no se basa en ello para explicar los fenómenos. Este proceso, en las investigaciones psicológicas se denomina “transducción” (Shardakov, M.N. 1978), (Gorski D.P. 1992) es necesario superarlo; para ello se propone que el proceso de enseñanza – aprendizaje transcurra través de todas las etapas de desarrollo del pensamiento causal, esto es; del pensamiento causal empírico,

al generalizado por inducción – deducción, lo que se logrará sobre la base de los contenidos que se asimilen en ese proceso. Es por tanto imprescindible dotarlos de un aparato cognoscitivo que les permita desarrollar su pensamiento. P.I. Pidkasisti (1986), señala como esencial la inclusión del conocimiento lógico operacional (llamado procesal o instrumental por otros autores), a la vez que los elementos teóricos del conocimiento en el proceso de enseñanza – aprendizaje; con él coinciden autores cubanos como C. Álvarez, H. Fuentes y otros. Significa que para adquirir los conocimientos hay que saber “qué” adquirir y “cómo” adquirirlos. De acuerdo con esto para que los alumnos puedan alcanzar independientemente los conocimientos a un nivel creador, deben conocer el objeto de su actividad cognoscitiva y saber cómo trabajar con él.

**“Para poder enseñar a los alumnos. ... se deben separar en el proceso de enseñanza las formas y los métodos especiales de acción, por medio de los cuales el alumno asimila los conocimientos creados por la sociedad. La secuencia lógica de determinada acción no sólo constituye el método para revelar el contenido de los conceptos, sino también el objeto de asimilación. La búsqueda y la desagregación de este sistema de acciones son específicas para un material concreto”. (PIDKASISTI, P.I. 1986. p.74.).**

Se asumen estas ideas, que dan fundamento a las concepciones acerca de la forma en que se logrará el desarrollo del pensamiento causal y en específico la explicación de los conocimientos de la relación E-P-A de las sustancias, lo que será revelado fundamentalmente en el capítulo II. Para que sea eficiente el proceso de adquisición de conocimientos y habilidades es preciso organizarlo en una concepción que garantice el logro de los objetivos planteados. C.Álvarez (1999), señala que, al trabajar con las habilidades es necesario determinar aquellas que resulten fundamentales o esenciales o que en calidad de invariantes deben aparecer en el contenido de la asignatura. Estas invariantes son las que efectivamente deben llegar a ser dominadas por los estudiantes y son las que aseguran el desarrollo de sus capacidades cognoscitivas; es decir, la movilización de aquellas potencialidades que le permitan enfrentar problemas complejos y resolverlos mediante la aplicación de dichas invariantes.

H.Fuentes (1995), delimita las habilidades a partir de la clasificación dada por N.F.Talízina (1987) y retomada por C.Álvarez (1995, 1999), en; específicas, lógicas o intelectuales y de comunicación (docente generales). Señala además que las habilidades lógicas (o del pensamiento) no se corresponden con una disciplina específica, sino que cada una de ellas contribuye a su formación



de acuerdo con la correspondencia de su objeto de estudio. En la presente propuesta, la habilidad invariante está dada por **“la explicación de relaciones causa – efecto en la E-P-A de las sustancias”**. Esta habilidad generalizada se construye sobre un sistema de habilidades más simples y con su apropiación, el estudiante debe ser capaz de resolver muchos problemas particulares. N.Talízina, C.Álvarez y otros identifican a este tipo de habilidad como invariantes, considerando que expresan en el plano didáctico el modo de actuación, la lógica con que se actúa contribuye a la formación de valores y de capacidades. Siguiendo las ideas de H.Fuentes y demás autores señalados, se considera que la habilidad invariante tiene carácter metodológico, su estructura y concepción constituye una metodología para la organización del trabajo, para la formación de sus instrumentaciones y el logro de su dominio, al convertirse en habilidad, un modelo didáctico de actuación del estudiante.

La habilidad mencionada constituye una habilidad específica de la Química de Secundaria Básica y se estructura por medio de habilidades lógicas complejas que posibilitan la explicación total o por etapas de la relación causal E-P-A de las sustancias, hace su contribución a otra mucho más integral que es: **“ explicación de las relaciones causales en hechos y fenómenos de la vida y la naturaleza”**, habilidad generalizada del nivel de Secundaria Básica, y uno de los momentos más importantes para la aplicación por los estudiantes de la dependencia causal de la relación E-P-A, contribuyendo así a al desarrollo de la capacidad de dominar la causalidad científica.

Distintos autores se han referido al estudio de hechos y fenómenos. El materialismo dialéctico (F. Konstantinov. 1978), al estudiar la esencia y el fenómeno explicita que llegar a la esencia de un objeto cualquiera significa comprender la causa de su surgimiento, las leyes de su vida, las contradicciones internas que les son inherentes, las tendencias del desarrollo y sus propiedades determinantes. Expresa además que el fenómeno es la manifestación externa de la esencia, la forma en que aparece, al referirse a esto, tiene en cuenta la significación objetiva de lo interno y lo externo para definir al propio objeto, lo que se asume.

En la presente Tesis se aprecia al hecho como una manifestación real de lo abstracto, esencial, que está contenido en el fenómeno. De tal manera el fenómeno es lo abstracto, que expresa la esencia interna de los hechos que lo conforman. El hecho es lo empírico, el fenómeno lo teórico.

Al estudiar hechos o fenómenos se señala como indispensable la explicación de las causas de su surgimiento; esta explicación se logrará si los alumnos son preparados para ello como un componente importante del proceso docente educativo, con modos de actuación. Es necesario

orientar al estudiante para realizar el sistema de acciones que se obtiene sobre la base de los procedimientos de la actividad cognoscitiva, lo que supone por parte del profesor un conocimiento profundo de la estructura de las habilidades indispensables y la posibilidad de instrumentar un sistema de tareas de acuerdo a las operaciones y acciones para el logro de los objetivos planteados.

En esta obra se considera que el proceso de explicación de hechos y fenómenos debe iniciarse con **la observación**; esta es una de las formas más importantes de la percepción voluntaria. Su formación y desarrollo como habilidad se inicia desde los primeros años de vida y su dirección supone una gradación de dificultades; objetos, fenómenos, procesos y dentro de cada uno de éstos, de los más sencillos a los más ricos en detalles. Ha sido definido que se constituye en el primer paso del análisis científico. La observación permite apreciar las características externas (o internas) de los objetos y fenómenos y puede realizarse a través de la experimentación. (M.López, 1990)

Muy unida a la observación se encuentra **la descripción** del hecho o fenómeno. Mediante la descripción hecha por el alumno, el profesor puede valorar la calidad de la observación realizada. La formación y desarrollo de las habilidades mencionadas tiene que ser objeto de una enseñanza dirigida en la que deben tomar parte todas las asignaturas desde la enseñanza preescolar. Es muy importante señalar que en el campo científico, la descripción es correcta en la medida en que se ajusta a la realidad y es realizada con el vocabulario técnico y científico acorde al contenido intrínseco en el objeto, hecho o fenómeno que se describe. (M.López , 1990).

**La identificación** de las características esenciales del hecho o fenómeno es un proceso de abstracción que parte de la interpretación de la tarea que implica un problema y que ha sido planteada al alumno. Shardakov, M.N. (1978) anuncia que esenciales son las propiedades, nexos y relaciones con ayuda de los cuales los objetos y fenómenos de un género se distinguen de otros. El proceso identificatorio permite la determinación de la dirección de la búsqueda del nuevo conocimiento y el establecimiento de suposiciones o presupuestos.

En la ciencia existen diferentes tipos de suposiciones (Kopnin, 1984), de ellas interesa la suposición en la hipótesis, ya que sirve como medio para conocer el objeto, sus nexos y leyes esenciales; su contenido tiene carácter problémico, el conocimiento ha de ser demostrado, rechazado o sustituido por otro; sobre ella se edifica un sistema de conocimientos que permite poner de manifiesto nuevos hechos y sirve para el progreso del saber. Este es el tipo de

suposición que deben lograr los estudiantes; para ello es preciso que se utilicen las más diversas formas del raciocinio, pues es necesario argumentar esa suposición hasta el punto que se logre la solución al problema científico. **La argumentación** en el proceso docente se basa generalmente en conocimientos que posee el estudiante y que le sirven de fundamento. Se argumenta sobre lo que se conoce. Cuando el alumno aprende a argumentar logra la consolidación de sus conocimientos científicos, asimila normas, principios y valores según las situaciones en que la use, lo que contribuye a la formación de su personalidad; este proceso exige de los alumnos la toma de posición, que puede estar implícita en la idea que se argumenta. (M. López, 1990).

En el proceso de argumentación de la hipótesis, en el paso de la suposición relativa al vínculo sujeto a leyes de los fenómenos se hacen conclusiones deductivas. “ **La comprobación deductiva de las hipótesis es precisa porque la analogía y la inducción incompleta ordinaria, por si solas, no pueden conducir a deducciones fidedignas... La conjetura inicial (lo mismo que la suposición), se depura, gracias a la elaboración deductiva de todo lo casual y se convierte en una suposición argumentada científicamente, es decir, en una hipótesis científica**”. (ANDREIEV, I. 1984, p.271)

Se ha señalado el establecimiento de suposiciones como respuesta a la pregunta y la solución del problema científico a través de la hipótesis. Kopnin expresó: “**Las hipótesis que se enuncian para explicar un cierto círculo limitado de datos empíricos no tienen gran importancia para la ciencia. No son estas las hipótesis que determinan el estado de la ciencia en nuestra época, ni tampoco las perspectivas de su desarrollo**”. (KOPNIN, P.V., 1984 p.456). ¿Tienen ellas importancia en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las bases de la ciencia?; sin lugar a dudas la respuesta es afirmativa, a la hipótesis en el proceso formativo, le antecede una determinada acumulación de conocimientos empíricos y teóricos que deben ser utilizados por el estudiante para resolver el problema científico. En este caso la hipótesis se convierte en una transición del no saber al saber, del conocimiento de hechos al conocimiento de vínculos y regularidades necesarias. G. Batúrina (1968) considera que los escolares no son capaces de elaborar independientemente una teoría, concepción, hipótesis o ley. En el sentido estricto de su creación para la ciencia esto es cierto, sin embargo en la presente obra se considera la existencia de la “**hipótesis escolar**” y es caracterizada como aquella “**conjetura que realiza el escolar basado en sus conocimientos; coincidentes con los de la ciencia, y que sea suficiente para explicar a su nivel los hechos o fenómenos que se analizan**”.(ESTRADA, F. 1999 p.18).

Cuando el escolar desarrolla los procesos inductivo – deductivos que lo llevan al conocimiento de las causas y la consiguiente argumentación de sus ideas, está formulando sus hipótesis. En la formulación de hipótesis como solución al problema científico se logra el desarrollo del adolescente, ya que por medio de ella se influirá en el logro de niveles más elevados del conocimiento.

D. P. Gorsky (1992), plantea que la hipótesis constituye una explicación supuesta de hechos conocidos y posee gran importancia para el proceso del saber. F. Pérez, et al (1999) consideran que para lograr un trabajo efectivo durante el empleo de hipótesis es indispensable, ante todo, tener claridad de este concepto, y aporta su definición: **“Una hipótesis es una proposición o sistema de proposiciones científicamente fundamentada sobre un fenómeno o hecho conocido que debe ser explicado y cuyas causas o relaciones se desconocen”.** ( PEREZ, F, et al, 1999. p.6) Esta definición reafirma las consideraciones expresadas acerca de la hipótesis escolar. Cuando el maestro incorpora a los alumnos al proceso investigativo, organiza su actividad cognoscitiva de manera que expliquen hechos o fenómenos, puede llegar a niveles superiores al aplicativo, a la creatividad, que deviene en posibilidad de realizar **“predicciones escolares”**, se considera como tales, al **“ anuncio que basado en la generalización y extensión de los conocimientos precedentes, realizan los estudiantes acerca de hechos y fenómenos de la naturaleza y la sociedad, existentes y ya definidos por la ciencia, pero desconocidos para ellos hasta ese momento y cuya veracidad pueden comprobar”** (ESTRADA, F. 1999 p.19), este es un nivel superior de la hipótesis escolar, su realización es un acto creativo, en toda su individualidad, donde intervienen las características de la personalidad del escolar.

Las ideas expuestas anteriormente se reafirman al analizar las características de hipótesis y predicciones en el proceso docente que son expresadas por W. Harlen (1994), J.A.Suaréz y E. González (1994) citados por F.Pérez, Y. Hedessa, M.Cuervo (1999), los cuales coinciden al referirse a la necesidad de que los profesores conozcan claramente el contenido de ambos conceptos y que las hipótesis y predicciones que se utilizan en clases ya fueron formuladas y comprobadas por la sociedad para solucionar diferentes problemas científicos, lo cual el profesor conoce. Señalan además que en las clases de las asignaturas de ciencias naturales frecuentemente las hipótesis y sobre todo las predicciones, se formulan basándose en analogías y su valor de verdad puede comprobarse mediante el método experimental.

El paso de la causalidad empírica, al inicio de la formación de la causalidad teórica, puede realizarse por analogía; si los alumnos conocen la causa de un fenómeno cotidiano, y otro fenómeno ofrece algunos aspectos semejantes, pueden por analogía encontrar las causas de ese fenómeno. Ciertamente es que en este caso, el pensamiento va de lo singular a lo singular (Kopnin, 1980) y no se elevará de lo singular a lo general ni viceversa, pero en una etapa inicial puede conocer las leyes que rigen a ese nuevo fenómeno particular que utilizará, para bajo la orientación del profesor, por deducción aplicarlo luego a otros fenómenos particulares. Tal es la idea que se desarrolla en este trabajo, pasar del análisis de las relaciones causales que se dan cuando un niño juega con una pelota, a las relaciones causales existentes en la E-P-A de las sustancias, que se constituyen en ley para el análisis y posterior explicación de fenómenos que se relacionan con ella. (Ver Anexo 4 ). A partir de aquí es necesario entonces lograr el camino evolutivo que implica el tránsito por las diferentes etapas al desarrollo del pensamiento causal, integrándolas didácticamente, a través de las tareas, con las etapas de desarrollo de la habilidad **“explicar las relaciones causa efecto - en el objeto de estudio -”** y el sistema de conocimientos de la ciencia correspondiente. En Química se considera indispensable el dominio de los conceptos “estructura química”, “propiedades” y “aplicaciones”; no es posible explicar lo que no se conoce

## CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO I:

Los estudios revelados en este capítulo constituirán el sustento teórico de la propuesta metodológica:

La necesidad del hombre de estudiar la génesis de las propiedades de las sustancias, para obtener otras con las propiedades deseadas y emplearlas en su beneficio, encontró su basamento en la relación causal E-P-A de las sustancias, lo que influyó decisivamente en el desarrollo de la ciencia química y por tanto en la lógica de la disciplina que la contiene.

En la Química la E-P-A es el substrato ideal para contribuir al desarrollo del pensamiento causal del adolescente. Esta es una relación causal irreversible, de cadena, con jerarquía causal determinada por la función de la estructura en la tríada. La sustancia se organiza estructuralmente por niveles lo que provoca cadenas de nexos causales internos. Entre las propiedades y las aplicaciones hay multiplicidad de causas. Es imprescindible que el alumno domine los conceptos “estructura”, “propiedades” y “aplicaciones” para poder explicar los nexos causales entre ellos.

Se proponen cuatro etapas para el desarrollo del pensamiento causal:

- ♦ Pensamiento causal empírico.
- ♦ Pensamiento causal generalizado en su etapa inicial.
- ♦ Pensamiento causal generalizado por abstracción.
- ♦ Pensamiento causal generalizado por inducción – deducción.

Es necesario lograr la evolución que implica el tránsito por las diferentes etapas al desarrollo del pensamiento causal, integrándolas didácticamente a través de tareas, con las etapas de desarrollo de la habilidad “explicar las relaciones causa – efecto – en el objeto de estudio –” y el sistema de conocimientos de la ciencia correspondiente.

## **CAPÍTULO II: Propuesta metodológica para desarrollar el pensamiento causal, su aplicación a la Química a través de la relación estructura-propiedades-aplicaciones( E-P-A) de las sustancias en Secundaria Básica.**

### **INTRODUCCIÓN:**

En Cuba se ha definido el Fin del nivel secundario de enseñanza y formulado los objetivos generales, entre los cuales se incluye el desarrollo del pensamiento lógico y abstracto del escolar. El conocer la esencia y relaciones de los objetos, hechos y fenómenos que lo rodean, le permitirá un modo de actuación consciente y lógico ante la sociedad y la naturaleza de ahí que en el proceso docente educativo (PDE) se deban establecer las vías de enseñanza – aprendizaje que conduzcan al éxito esperado en la formación de ese ciudadano y den solución a los problemas detectados en la práctica escolar.

El estudio fáctico y teórico realizado llevó a concebir la necesidad de crear una propuesta metodológica que permita dar solución al problema de investigación, establecer un modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal en la explicación de la relación E-P-A de las sustancias, de manera que profesores de Química y estudiantes de Secundaria Básica (SB), expliquen hechos o fenómenos donde esta relación es ley causal. El carácter de la problemática que se aborda definió la necesidad de partir de un modelo general para el desarrollo del pensamiento causal y una metodología para lograr su aplicación a una asignatura, este modelo general se concreta en el modelo particular de la Química. Los tres elementos integran la propuesta metodológica.

### **II.1. Modelo didáctico general para el desarrollo del pensamiento causal.**

El modelo que se presenta concibe la evolución al desarrollo del pensamiento causal al determinar la relación didáctica entre los conocimientos del núcleo conceptual definido, la formación y desarrollo de la habilidad explicar relaciones causales en el objeto y las etapas al desarrollo del pensamiento causal, a su vez incluye las categorías didácticas y leyes del proceso pedagógico según las Teorías de los procesos conscientes, de la actividad y de la comunicación. Se sustenta en el modelo de aprendizaje histórico cultural creado por Vigostky y sus seguidores, que consideran el desarrollo de la persona, al realizar el aprendizaje sobre los contenidos fundamentales de su cultura. El modelo fue ideado para Secundaria Básica, puede aplicarse a cualquier nivel de enseñanza.

Los principios dialécticos, de la modelación y didácticos fundamentan los principios particulares del modelo que se ofrece. Ha sido declarado que esta Tesis se sustenta en el principio de la concatenación universal como base metodológica.

Se tiene en cuenta para la estructuración del modelo, el método sistémico del conocimiento de la naturaleza y la sociedad; las exigencias actuales al proceso de enseñanza – aprendizaje; los procedimientos sistémico - estructural y estructural – funcional que conciben la existencia de bloques de contenidos que se ramifican, se entrelazan y garantizan las funciones del modelo: la explicación y predicción de hechos o fenómenos utilizando las relaciones causales, y la contribución al desarrollo del pensamiento causal, lo que se concreta en los principios particulares del modelo que se propone:

- ◆ Cientificidad, en tanto garantiza la introducción de los contenidos siguiendo el método de la ciencia, influyendo en la formación de la concepción científica del mundo del estudiante.
- ◆ Isomorfismo, coincidencia teórica con el proceso que se pretende desarrollar.
- ◆ Autocondicionamiento sistémico de todos los componentes del proceso. Coincidencia del modelo didáctico con el contenido, que garantiza las funciones del modelo.
- ◆ Sistemática, la esencia del modelo transita a través de todas las instancias organizativas del proceso.
- ◆ Asequibilidad, dada por una enseñanza comprensible y reflexiva, donde cada término sea significativo para el alumno y se encuentre dentro de sus posibilidades reales.
- ◆ Sincronismo del conocimiento y la acción, la enseñanza y el aprendizaje.

- ♦ Desarrollo del pensamiento del escolar, garantizando la coincidencia de las posibilidades de los estudiantes con la incursión en sus zonas de desarrollo actual, próximo y perspectiva, el tránsito del pensamiento causal empírico al generalizado por inducción  $\Leftrightarrow$  deducción en el proceso de apropiación de los contenidos.( Para el modelo particular esos contenidos serán los de la relación E-P-A de las sustancias).

C. Alvarez de Zayas (1997) significa que en las investigaciones pedagógicas no es posible resolver los problemas que se presentan, abstrayendo un aspecto del proceso; se requiere que se siga teniendo en cuenta el todo y a éste como un sistema. No será una simple suma de elementos, sino su concreción en el pensamiento, su integración, donde están presentes los elementos en un modelo, donde se revelen las relaciones de sus elementos, el fenómeno con la esencia, las partes entre sí y con la totalidad. De ahí que para concretar el modelo teórico se utilicen los enfoques: sistémico - estructural, dialéctico y genético.

Para lograr el análisis sistémico – estructural del modelo se consideró en primera instancia que el desarrollo del pensamiento se logra por medio de la experiencia social y en íntima relación con la adquisición del conocimiento que es condición indispensable para alcanzarlo, y que este proceso se da fundamentalmente en el Proceso Docente Educativo, lo que obliga a tener presente los componentes o categorías didácticas de dicho proceso y las leyes que lo rigen para conservarlos y determinar sus relaciones en el modelo que se establecerá. Se asume entonces la Teoría de los Procesos Conscientes establecida por C.Álvarez de Zayas (1997) y sus seguidores, al comprender la necesidad de lograr un proceso formativo que incluye lo educativo, instructivo y desarrollador.

**El modelo didáctico general** para el desarrollo del pensamiento causal se concibe conformado por tres subsistemas:

☞ **Contenidos para el desarrollo del pensamiento causal.**

☞ **Proceso formativo del pensamiento causal.**

☞ **Valoración del proceso y sus resultados.**

En cada uno de estos subsistemas aparecen y se relacionan los componentes del proceso docente educativo con el que se espera contribuir al desarrollo del pensamiento causal del escolar. Estos componentes sólo tienen sentido en sus relaciones con el todo, con el proceso y a su vez con el medio externo.

Según C. Álvarez (1997) la relación entre el proceso y el medio externo (necesidad social) ocurre entre tres componentes; obteniéndose entre ellos una tríada dialéctica: **el problema, el objetivo y**



**el objeto del proceso docente educativo.** El problema expresa la situación inicial del proceso que no satisface las necesidades de aquellos que participan en él y que porta un objeto que se transformará en su desarrollo, al alcanzar el objetivo, lo que provoca la solución de dicho problema **(Primer subsistema del modelo)**. Por esto es indispensable para lograr concretar el modelo a un proceso docente educativo particular, definir su problema, objetivo y objeto. Este último se concretará en los contenidos; ese contenido movilizado a través de los métodos llevará a la solución del problema y por tanto al resultado esperado.

En el diagnóstico realizado en esta investigación se definió el nivel de desarrollo inicial del pensamiento causal de los estudiantes, éste no satisface las expectativas de aquellos que participan en el proceso docente educativo y por tanto se considera un:

*Problema:* **Desarrollo del pensamiento causal de los escolares de Secundaria Básica, a un nivel empírico elemental, revelado en descripciones incompletas de los fenómenos analizados y utilización de otros fenómenos singulares para explicarlos.**

**Cuestión que se pretende resolver con el modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal al alcanzar el objetivo:**

*Objetivo:* **Explicar hechos y fenómenos de la naturaleza y la vida relacionados con la realidad objeto de estudio, a partir de sus relaciones causales, utilizando procedimientos inductivo – deductivos.**

Este objetivo se particulariza para la Química y será revelado en el capítulo III al realizar el análisis de la etapa experimental de esta investigación.

Es imprescindible definir las relaciones internas que se darán entre las categorías del proceso docente educativo que se precisa desarrollar. Las relaciones entre los componentes garantizan que el estudiante alcance el objetivo, que sepa resolver los problemas, lo que se formula mediante las relaciones objetivo – contenido – método (incluye medios y forma). (Segundo subsistema del modelo). Mediante el método se establece la relación dialéctica entre el objetivo, y el contenido, o sea, a través del método se resuelve la contradicción entre el objetivo y el contenido.

Para los restantes componentes proceso docente educativo, contenido, métodos, medios, forma y resultado se asumen las definiciones aportadas por C. Álvarez, (1999). La relación objetivo – contenido se manifiesta cuando los contenidos son resultado de la adecuación al objetivo. El sistema de conocimientos expresa todos los conceptos, cualidades, propiedades, leyes propios de objeto en que está presente el problema o familia de problemas. El sistema de habilidades es aquel sistema de acciones y operaciones que forman la cualidad o capacidad que se revela en el objetivo (C. Álvarez, 1995). La relación entre las habilidades y la capacidad se resuelve mediante la solución de tareas docentes. Los valores de esos conocimientos y habilidades forman parte del contenido y al integrarse de un modo sistémico forman las convicciones del escolar. Los contenidos del proceso docente educativo se van acercando a la realidad a través de la sistematización (integración) tema – asignatura – disciplina.

El método es el modo de desarrollar el proceso, es la estructura del mismo, de la actividad del profesor y el alumno; es específico, en tanto es fenoménico e inherente a cada momento del proceso; está determinado en el aprendizaje por la habilidad que aparece en el objetivo y se personifica y transforma en cada escolar. La asimilación por el estudiante de la habilidad generalizada que orienta el objetivo pasa por su transformación en el desarrollo del método de aprendizaje. “ La relación entre el objetivo y el método, de carácter dialéctico, se convierte en la contradicción fundamental del proceso y su fuente de desarrollo; en que lo social se individualiza y lo individual se socializa”. (ALVAREZ, C. 1997, s. p)

También el contenido puede tener distintos niveles de significación para el alumno, la relación contenido método expresa el vínculo entre el objeto de aprendizaje y el sujeto que aprende; ahí es donde se establece la escala de valores de ese objeto para el escolar, lo que permite el dominio del contenido; la obtención de un resultado que precise los

conocimientos asimilados, las habilidades y valores formados y demuestre si el nivel a que se aspiraba en el objetivo fue logrado. El resultado va dirigido a la evaluación de la eficacia al relacionarse con el contenido y demuestra la eficiencia con que se desarrolló el proceso al relacionarse con el método. ( Tercer subsistema del modelo).

Para lograr el proceso formativo el profesor debe trabajar las características del contenido denotando el significado social del mismo, en un proceso interactivo que promueva zonas de desarrollo próximo y logre que ese contenido sea significativo para el estudiante. Para que la transformación de la situación inherente al nuevo contenido, sea un problema para el estudiante, reflejará la necesidad, el motivo que el alumno tenga para apropiarse del contenido.

Al tener como premisas las ideas anteriormente expresadas se expone la estructura del modelo para el desarrollo del pensamiento causal que incluye a las categorías didácticas y leyes del proceso docente educativo. Contempla en primer plano la interrelación dialéctica problema – objetivo – objeto; en cada subsistema se expresan las relaciones didácticas que se dan entre los componentes del proceso que se pretende desarrollar:

Primer subsistema: **Relación problema – objetivo – objeto.**

Segundo subsistema: **Relación objetivo – contenido – método.**

Tercer subsistema: **Relación del resultado con el resto de los componentes.**

El primer subsistema determina que la insatisfacción social revelada en el nivel empírico del pensamiento causal del alumno, que es insuficiente para que este explique las relaciones de esencia en hechos y fenómenos de la vida a partir de sus relaciones causales, debe resolverse al alcanzar el objetivo que define la necesidad de lograr un pensamiento generalizado por inducción – deducción, en la solución de nuevos problemas. Al responder a una dirección intencional el objetivo se convierte en categoría rectora del proceso, en lo que transforma a la situación inicial, lo que se logra por voluntad consciente de las personas que en él intervienen. En el objetivo formulado queda explícita la habilidad generalizada que debe dominar el alumno para lograrlo y resolver la contradicción dialéctica expresada en esta relación. El objeto como portador del problema, es el proceso en el cual se resolverá la contradicción y expresa los contenidos que deberá aprender el alumno. Se definen entonces los conocimientos y habilidades indispensables para resolver el problema, los de la ciencia

particular y los de la causalidad, así como los valores que se formarán asociados a esos conocimientos y habilidades.

Los conocimientos están regidos por el núcleo conceptual que se defina, que contiene la esencia de los hechos y fenómenos que se estudiarán para desarrollar el pensamiento causal, o sea, la base teórica esencial que permite resolver el problema. (Autores como Talízina, C. Alvarez y H. Fuentes lo denominan invariante de conocimientos). Prevé la definición de los conocimientos precedentes que se deberán dominar para enfrentar significativamente a los incluidos en el núcleo conceptual, referidos a la asignatura en especial, ciencias afines o tributarias y los relacionados con el dominio de la causalidad. El volumen de estos conocimientos debe precisarse para el nivel de enseñanza en que se desarrollará el proceso, en este caso para Secundaria Básica; tanto los de la ciencia como los de la causalidad, específicamente las relaciones causa – efecto funcionales que revelan la esencia interna del núcleo y las relaciones externas que pueden ser condicionales, espaciales o temporales.

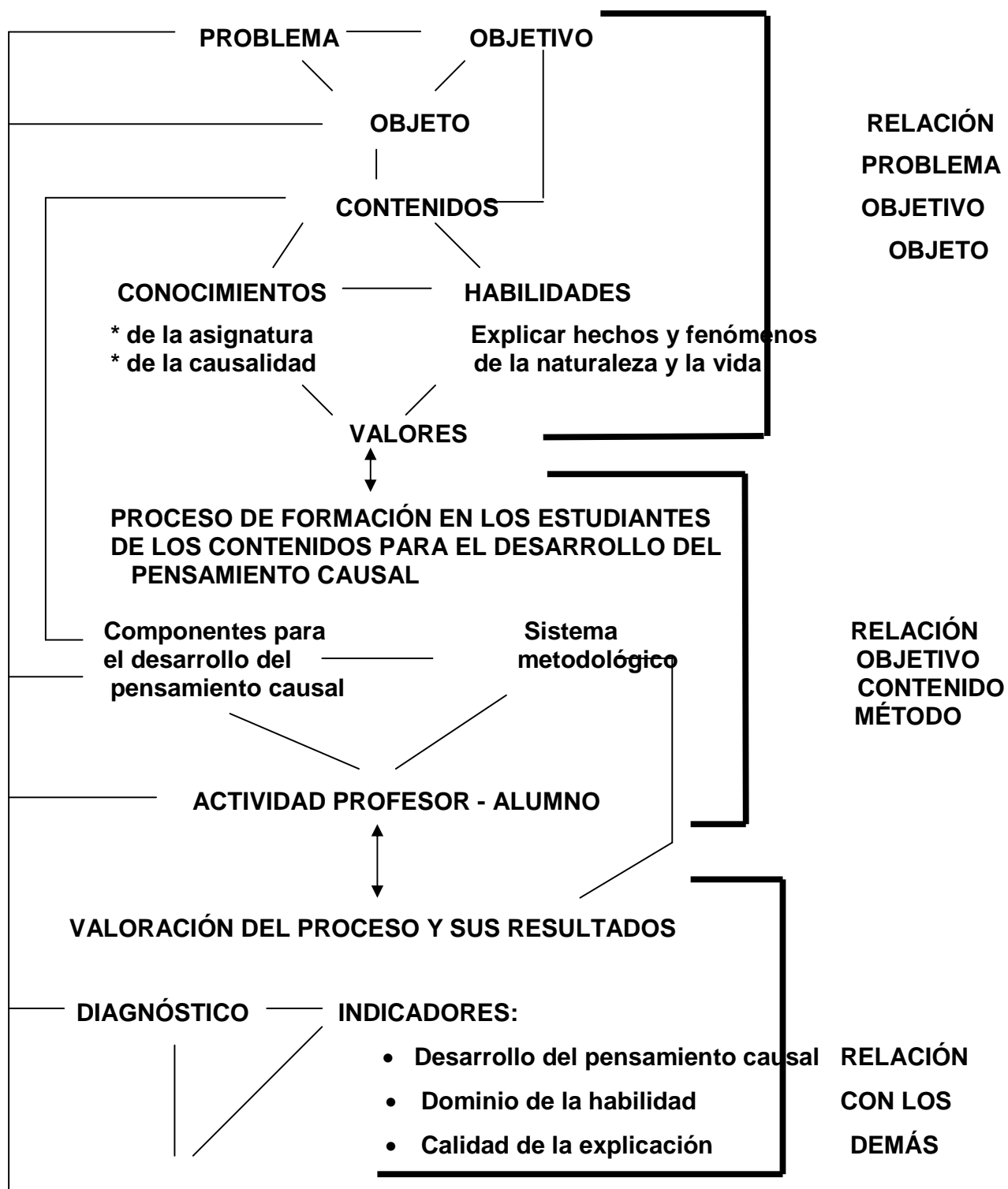
Al realizar el análisis de los programas de las asignaturas de Secundaria Básica y los objetivos de este nivel, pudo ser determinada la habilidad generalizada o habilidad invariante **“Explicar las relaciones causales existentes en hechos o fenómenos de la naturaleza y la vida”**, utilizándola, el alumno será capaz de resolver múltiples problemas; es necesario definirla y operacionalizarla, lo que permitirá su transformación en el proceso de enseñanza – aprendizaje y se particularizará de acuerdo al núcleo conceptual definido en cada asignatura. El segundo subsistema, de las relaciones objetivo – contenido – método expone los elementos metodológicos para lograr el proceso formativo donde se desarrollará el pensamiento causal. Involucra elementos esenciales; en primer lugar, **los componentes del desarrollo del pensamiento causal en el proceso de enseñanza aprendizaje**, que recogen a la relación causa – efecto a estudiar, la cual va evolucionando, complejizándose y enriqueciéndose en el desarrollo del proceso, sus nexos didácticos con las etapas de formación y dominio de la habilidad invariante o habilidades específicas que se corresponden con ese conocimiento y su relación con las etapas evolutivas al pensamiento causal a lograr en cada momento. Estos componentes recorren toda la sistematización (integración) del contenido definiendo la gradación de los niveles de actuación. En segundo lugar y en íntima relación, **el sistema metodológico**, el cual caracteriza el proceso de enseñanza –

aprendizaje en el que se desarrollará la actividad del profesor y el alumno, define como **método fundamental** para determinar nexos causales en Secundaria Básica a “**la reformulación del problema**” y brinda orientaciones metodológicas al profesor para conducir el proceso formativo y tareas para el alumno que le permitirá dentro del núcleo definido evolucionar al pensamiento causal generalizado.

La valoración del proceso y sus resultados se representa en el tercer subsistema de relaciones, los del resultado con el resto de los componentes. Define al diagnóstico inicial y continuo como proceso metodológico esencial para conocer el estado del problema al inicio, durante el proceso y al obtener el resultado que soluciona el problema; para su modelación y ejecución se tendrán en cuenta los indicadores del nivel de desarrollo del pensamiento causal y los criterios para determinar el dominio alcanzado en la habilidad, todo ello involucrado en un proceso evaluativo formativo, socializado, que permita no sólo determinar el estado actual del estudiante, sino además su desarrollo prospectivo.

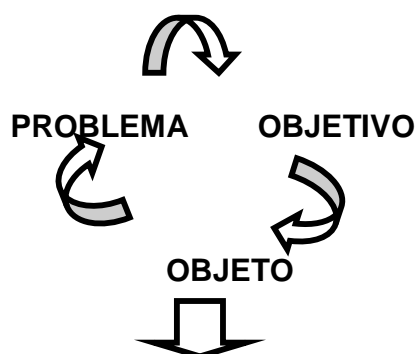
La estructura general del modelo puede representarse en el siguiente esquema:

## MODELO DIDÁCTICO PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CAUSAL



Cada uno de estos subsistemas puede ser aún más detallado:

**SUBSISTEMA QUE REVELA LA RELACIÓN PROBLEMA – OBJETIVO -OBJETO**



CONTENIDOS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CAUSAL	
CONOCIMIENTOS	HABILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Núcleo conceptual, esencia de los hechos y fenómenos a estudiar:</li> <li>• Conocimientos precedentes – de la asignatura, ciencias afines o tributarias, de la causalidad.</li> <li>• Conocimientos asociados al núcleo conceptual, de la ciencia particular y de la causalidad, que revelen relaciones internas del objeto (funcionales) y relaciones externas (condicionales, espaciales y temporales).</li> </ul>	<p>Habilidad generalizadora de S. B:</p> <p>Explicar relaciones causales existentes en hechos y fenómenos de la naturaleza. <i>(De acuerdo con el núcleo conceptual determinado)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Habilidades que permiten enfrentar la solución del problema planteado. Determinadas a partir del conocimiento de la célula genética específica que se analizará.</li> <li>• Conceptualización de las habilidades.</li> <li>• Operacionalización (Determinación del sistema instrumental)</li> </ul>



## VALORES ASOCIADOS AL CONOCIMIENTO TEORICO Y PROCESAL

### SUBSISTEMA QUE REVELA LA RELACIÓN OBJETIVO – CONTENIDO - MÉTODO

#### PROCESO DE FORMACIÓN EN LOS ESTUDIANTES DE LOS CONTENIDOS PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CAUSAL

##### COMPONENTES PARA LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO CAUSAL, cada uno de los cuales tiene en cuenta:

- Conocimiento que contiene a la relación causa – efecto.
- Etapa de la habilidad que se corresponde.
- Etapa de desarrollo evolutivo del pensamiento causal a lograr.

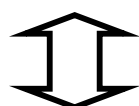
##### SISTEMA METODOLÓGICO:

##### ORIENTACIONES

AL PROFESOR ——— TAREAS DEL ALUMNO

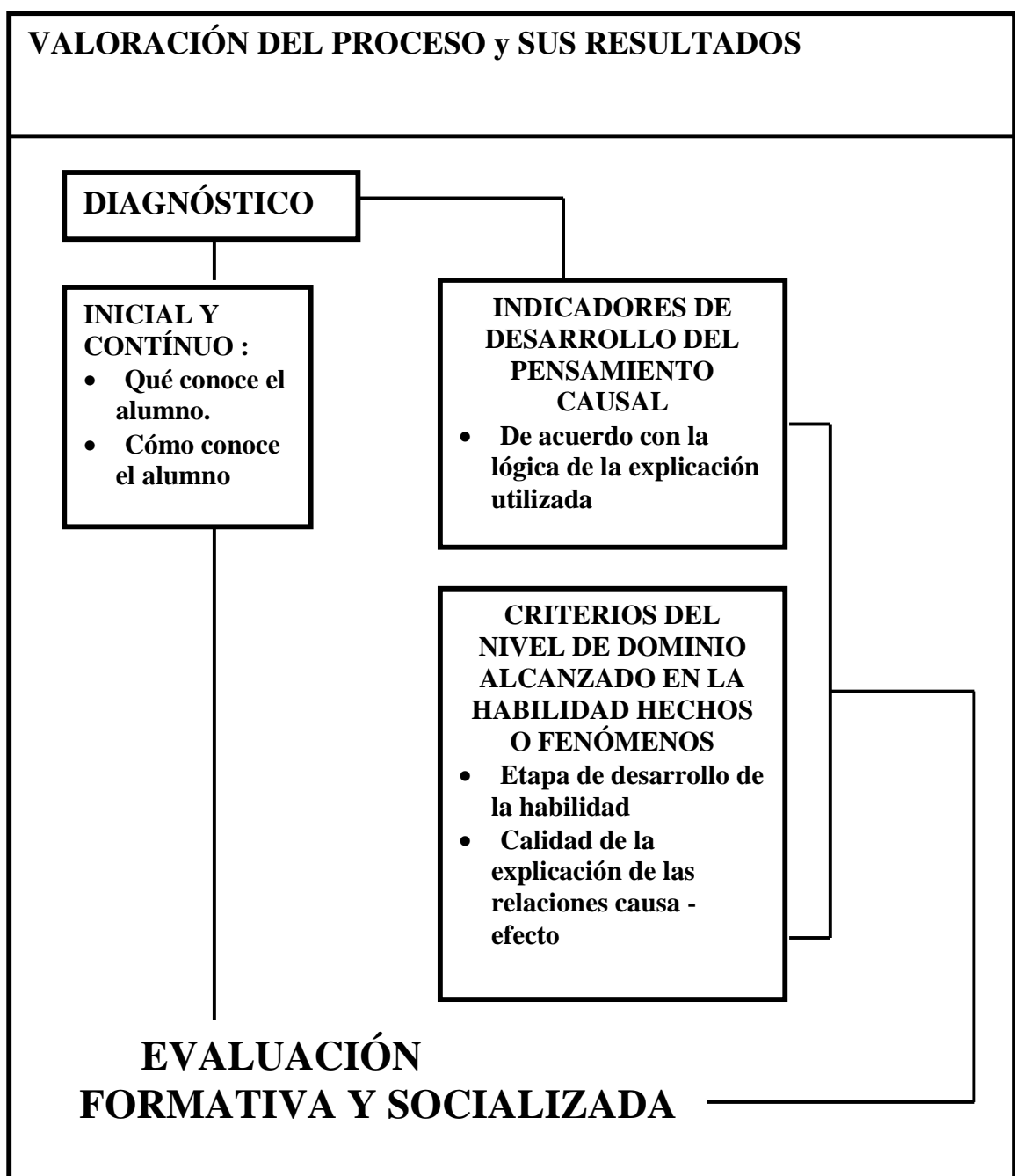
MÉTODO: REFORMULACIÓN DEL PROBLEMA

**ACTIVIDAD**  
**PROFESOR = ALUMNO**  
(Regida por los principios particulares del modelo)





**SUBSISTEMA QUE REVELA LA RELACIÓN DEL RESULTADO  
CON LOS DEMÁS COMPONENTES DEL PROCESO**



Luego de desarrollar la descripción sistémico – estructural del modelo, se impone analizar su funcionalidad, iniciada en el análisis anterior y concretada en la determinación de sus regularidades sobre la base de las cuales se desarrollará el proceso; determinando el papel de cada componente como causa o efecto lo que se constituye en ley que establece el movimiento del objeto. Puede concluirse que el nivel de insatisfacción social definido al caracterizar el estado inicial de desarrollo del pensamiento causal del escolar, será eliminado si los estudiantes logran explicar hechos o fenómenos de la vida y la naturaleza relacionados con el objeto de estudio, a partir de sus relaciones causales, al utilizar procedimientos inductivo – deductivos que los llevarán a nuevos estadios de desarrollo de su pensamiento, realizar predicciones, críticas, demostraciones y otros procesos lógicos complejos. Esta aspiración se constituye en elemento rector del proceso define el núcleo conceptual, los conocimientos a él asociados y la habilidad generalizada, así como los demás componentes del proceso.

Los contenidos se movilizan en el desarrollo del proceso formativo, en la actividad del profesor y el alumno, regida por los principios particulares del modelo, a partir de un sistema metodológico que define los nexos didácticos entre los contenidos y las etapas evolutivas al desarrollo del pensamiento causal; utiliza como método fundamental para la determinación de nexos causales “la reformulación del problema”. El resultado que se alcance será valorado a través de los indicadores de desarrollo del pensamiento causal, con un diagnóstico continuo que favorecerá una evaluación formativa, lo que permitirá el perfeccionamiento del proceso como un todo y de cualquiera de sus elementos.

**La dialéctica del objeto modelado** se revela en sus contradicciones y de ahí su desarrollo, **la contradicción primaria se da entre el objetivo que se deriva del encargo social y el nivel de desarrollo inicial del pensamiento causal del alumno** que aún es insuficiente para explicar los hechos y fenómenos definidos, esta contradicción permite organizar el trabajo metodológico y definir las características del proceso en los diferentes niveles. **La**

**contradicción de esencia** se revela en que la necesidad social no se ha convertido inicialmente en una necesidad del estudiante, se moviliza el proceso sólo cuando esa exigencia se convierte en una necesidad del alumno, cuando para él adquiere un valor, cuando las tareas que resuelve le permiten darse cuenta que lo que aprende le ayuda a comprender su entorno, a solucionar problemas de la vida cotidiana, de ahí que se requiera un alto nivel de motivación para la solución y explicación de problemas con los cuales se enfrenta a diario, cuya esencia se da en el núcleo conceptual definido y puede que hayan pasado para él inadvertidos o se sintieran impotentes para solucionarlos.

La motivación se logra fundamentalmente cuando el alumno comprende su entorno a través del método que se emplee en la solución de las tareas. El método de “reformulación del problema” implica la movilización del pensamiento, pues generalmente se formulan una serie de interrogantes colaterales al núcleo conceptual que permiten determinar condiciones que favorecen o entorpecen que se haga evidente la relación causa – efecto de esencia, el establecimiento de relaciones interdisciplinarias y el enriquecimiento cultural, logrando una interacción directa del alumno con su entorno y desechar todo lo que no sea imprescindible para explicar la esencia del fenómeno estudiado. Por tanto en el proceso de instrucción se logra educar y alcanzar desarrollo al ofrecer herramientas para transformar y preservar el medio que rodea al estudiante. Por esto **la contradicción de esencia se da entre el objetivo y el método utilizado** por el escolar para alcanzarlo, bajo la dirección del docente.

Para lograr resolver la contradicción fundamental de este proceso docente educativo es imprescindible tener en cuenta regularidades esenciales previstas en el modelo que enriquecen el proceso formativo para el desarrollo del pensamiento causal. Se hace evidente la relación existente entre el conocimiento que contiene la relación causal que se estudiará, la etapa de la habilidad generalizada o la habilidad específica que le corresponde y la etapa de desarrollo del pensamiento causal a lograr. La determinación de estos componentes es esencial para poder definir el tipo de tarea que desarrollará el estudiante, de ahí la regularidad: relación entre los componentes para el desarrollo del pensamiento causal y las tareas del alumno. Otra regularidad de esencia prevista en el modelo se concibe al relacionar el tipo de tarea que puede resolver el alumno con los indicadores de desarrollo del pensamiento causal y los criterios del nivel de dominio alcanzado en la habilidad, todo lo cual

será valorado a través de un diagnóstico continuo que tendrá en cuenta no solo qué aprende el alumno, sino cómo lo aprende y qué puede aprender.

El análisis dialéctico se clarifica al realizar **el análisis genético del objeto**; lo que implica (C. Álvarez, 1999) la determinación de un cierto campo de acción elemental que se convierte en la célula del objeto, que es tan sencilla que no puede desmembrarse en subsistemas menores. **En el caso del desarrollo del pensamiento causal esa célula consiste en la determinación de la causa real, que se constituye en esencia del hecho o fenómeno que deberá explicar el estudiante.**

En la determinación de la causa real de cada hecho o fenómeno estudiado están presentes todos los componentes del proceso y sus leyes, se desarrolla el conjunto de operaciones de la acción y siempre se realiza en un acto didáctico donde confluyen: un elemento determinado del conocimiento del núcleo conceptual, una etapa de formación o dominio de la habilidad y una etapa de desarrollo del pensamiento causal. El nivel que alcance el estudiante en la determinación de la causa real dependerá del desarrollo alcanzado en su pensamiento causal, de tal manera podrá encontrar y explicar nexos causales si se basa en la experiencia acumulada en lo cotidiano, si para ello utiliza procesos deductivos que condicionan a los fenómenos por medio de leyes, si a partir de relaciones causales analizadas en fenómenos particulares generaliza leyes causales, o si utiliza de forma consciente leyes que ha asimilado para explicar nuevos fenómenos, extrapola sus conocimientos teóricos y procesales a nuevas situaciones encontrando nuevas vías de solución del problema, lo que en ese orden mostrará la evolución del pensamiento causal. Cada uno de esos elementos servirá de substrato al próximo, lográndose así un desarrollo en espiral, conformando sistemas de orden mayor y un resultado integrador, dado por la posibilidad de explicar hechos y fenómenos de la naturaleza y la vida relacionados con el objeto de estudio, a partir de sus relaciones causales, al utilizar procedimientos inductivo – deductivos para la solución de las tareas.

El modelo propuesto debe ser concretado a la asignatura para lograr el desarrollo del proceso que se desea y un resultado que satisfaga la aspiración revelada en el objetivo y se solucione el problema detectado. Para ello es necesario un trabajo metodológico por parte del profesor o colectivo de profesores que garantice la definición de cada uno de los elementos que componen al sistema.

## **II. 2. Metodología para concretar el modelo general para el desarrollo del pensamiento causal en una asignatura.**

El presente epígrafe expone una metodología para concretar y particularizar el modelo general a un objeto específico con vistas a lograr dinamizar un proceso docente educativo donde se contribuya al desarrollo del pensamiento causal. Se profundizará en concepciones teóricas relativas a elementos del sistema y a su movimiento que facilitarán la labor de los docentes.

### **METODOLOGÍA PARA CONCRETAR EL MODELO GENERAL PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CAUSAL A UN OBJETO PARTICULAR:**

- I. Elaborar y aplicar el diagnóstico inicial, sobre la base de sus resultados definir problemas y objetivos.
- II. Determinar el sistema de contenidos.
- III. Determinar los componentes del proceso de desarrollo del pensamiento causal.
- IV. Determinar el sistema metodológico. (métodos, medios y forma; tareas para el alumno y orientaciones al profesor).
- V. Definir el proceso evaluativo al tener en cuenta las etapas de desarrollo de la habilidad, la calidad de la explicación y los indicadores para el desarrollo del pensamiento causal.

A partir de esta metodología se elabora un folleto para guiar el trabajo metodológico del profesor y facilitar su labor en la particularización del modelo general a una asignatura específica. (Anexo 3 “ Metodología para concretar el modelo a una asignatura. Recomendaciones al trabajo metodológico del profesor”).

**I. Diagnóstico:** Para llegar a determinar el estado inicial del problema se realizará un proceso de **diagnóstico**. En el Seminario Nacional para el personal docente (año 2000), fue caracterizado el proceso de diagnóstico, se precisa que con él se determina el estado del problema en un momento dado, con un objetivo que indica su finalidad, qué se aspira lograr, qué y para qué se precisa diagnosticar. Se diagnostica para saber el nivel alcanzado en el objeto; en ese documento se omite que **ese diagnóstico debe realizarse sobre la base de un pronóstico**, contenido en el objetivo y solo entonces podrá conocerse qué debe ser

atendido, modificado en función de lo esperado. Tradicionalmente el diagnóstico inicial se realiza para conocer qué conoce el alumno sobre los contenidos de una determinada asignatura, pero hasta el momento no se labora para saber cómo conoce y qué puede conocer el alumno, o sea el estado de desarrollo de su pensamiento y sus potencialidades; aspecto que será atendido en esta investigación.

**Para la realización del diagnóstico del estado de desarrollo del pensamiento causal** una de las vías es elaborar una prueba de lápiz y papel que recoja elementos que permitan valorar el dominio alcanzado por el estudiante en la determinación de relaciones causales y en el proceso de explicación. Se propone utilizar tareas de opción múltiple (cerradas), de completamiento de frases y de desarrollo (abiertas).

**La tarea de opción múltiple** debe aportar una opción causal de esencia en un hecho o fenómeno que sea conocido por el alumno, del cotidiano de vida y varios distractores que contengan relaciones no esenciales del fenómeno que se estudia. Esto permite determinar si los estudiantes buscan la causa del hecho o fenómeno en sus relaciones internas, esenciales o en factores externos que pueden o no resultar condicionantes de la causalidad.

El segundo tipo de tareas, **por completamiento de frases**, tiene un objetivo semejante, pero además permitirá valorar la elaboración del alumno al referirse a la causa del fenómeno.

Se sugiere usar **tareas de desarrollo o abiertas** que solicitarán explicar un fenómeno conocido de la vida cotidiana y un fenómeno de la naturaleza que haya sido objeto de estudio previo en la propia asignatura o en una de las asignaturas afines al objeto que se pretende diagnosticar y utilizar como substrato para el desarrollo del pensamiento causal; es ideal utilizar una tarea que recoja un fenómeno para cuya explicación sea preciso utilizar conocimientos de toda un área, esto permitirá precisar qué debe ser atendido para desarrollar un trabajo conjunto de todos los factores docentes que inciden sobre el alumno.

Estas tareas permiten determinar el grado de desarrollo alcanzado por el estudiante en el proceso de explicación, (si utiliza relaciones de esencia para lograrla, señala las causas, elabora hipótesis o se limita a una descripción de los fenómenos), y realizar consideraciones acerca de los procedimientos lógicos que utiliza para desarrollar la tarea al tener presente los indicadores para el desarrollo del pensamiento causal. Al analizar los resultados es importante delimitar el nivel de desarrollo del pensamiento y el dominio de los procesos lógicos en la explicación. Son importantes otros métodos de diagnóstico, como la realización

de tareas orales, individuales y colectivas, uso de tareas diferenciadas, el estudio de casos, los test de metacognición y la constante observación e interacción directa con el alumno. Estas variantes permitirán al docente explorar las zonas de desarrollo actual y potencial de sus estudiantes e introducir "ayudas" según sea necesario.

**La formulación del objetivo**, debe incluir como pronóstico el nivel a alcanzar en dicha habilidad, una precisión de hasta donde es necesario que el alumno llegue. Cuando en el objetivo definido para el modelo se explicita que se realizará la explicación de hechos y fenómenos inherentes al objeto, a partir de sus relaciones causales, utilizando procedimientos inductivo – deductivos, se están definiendo los esenciales mínimos, el nivel de profundidad de ese objetivo, se conoce exactamente hasta donde conducir el proceso y que nivel de desarrollo del pensamiento causal se aspira a lograr. Es muy común que en los objetivos estatales aparezca la habilidad y el conocimiento asociado, pero no el pronóstico de desarrollo a alcanzar con ese contenido. Para lograr definir ese pronóstico el profesor debe dominar los procesos lógicos del pensamiento que están íntimamente relacionados con el éxito del aprendizaje a través de la actividad cognoscitiva del alumno, ya que en una habilidad lógica, sus operaciones son otras habilidades lógicas que se entremezclan mutuamente. Se infiere la necesidad de perfeccionar, al derivarlos, a los objetivos que no definan el pronóstico a alcanzar en el desarrollo.

Es imprescindible además que el alumno se haga consciente del objetivo, esto no se logra de manara inmediata; el desarrollo sistémico de tareas que relacionen el conocimiento, la habilidad contenida en el objetivo y la utilización de un método que desarrolle su accionar metodológico, debe lograr que el estudiante se haga consciente de lo que necesita, máxime cuando los conocimientos que adquiere poseen para él un determinado valor axiológico. Los conocimientos teóricos y procesales que estén contenidos en las tareas deben ser cuidadosamente seleccionados para que representen un valor para el alumno, que estimulen su necesidad de conocer nuevas aristas del problema y el dominio del método favorezca su accionar. Es fundamental la orientación que se realice del trabajo independiente. Al orientar las tareas se valorará con el estudiante, o será valorado por él mismo:

- ◆ La importancia de la actividad a realizar, de manera que se motive para ello.
- ◆ El objetivo que se persigue, el cual dejará claro hasta donde debe llegar el alumno.
- ◆ La estructura de la habilidad que empleará para realizar la tarea.
- ◆ Datos o fuentes esenciales que le permitan obtener la información indispensable.

El alumno estará en condiciones de elaborar sus objetivos particulares en la propia actividad que realiza, determinar las herramientas intelectuales y prácticas que utilizará, lo que está íntimamente relacionado con el desarrollo de su personalidad y con los medios de que disponga.

**II: Contenidos:** Para estructurar el sistema de conocimientos que se abordará, el profesor debe dominar profundamente la teoría que refleja la realidad que se va a estudiar y su sistema categorial. Lo que facilitará que pueda **determinar el núcleo conceptual** que resolverá el problema dentro del objeto estudiado.

H. Fuentes (1995) aporta pasos metodológicos para definir el núcleo conceptual, éstos son analizados y particularizados en esta investigación para determinar el núcleo conceptual que contenga al sistema de relaciones causales del objeto que servirá de substrato para el desarrollo del pensamiento causal:

1. Tener en cuenta los conocimientos de la ciencia incluidos en el programa de la asignatura, indispensables para resolver el problema detectado en relación con el pensamiento causal.
2. Incluir en el sistema de conocimientos los de la causalidad según las necesidades evidenciadas en el diagnóstico y los de la ciencia, que sirven de base para caracterizar el objeto en el proceso de enseñanza – aprendizaje. ( En los programas de Secundaria Básica cubanos, se precisan los conocimientos que deberá adquirir el escolar en cada asignatura; pero sólo referidos a los de la ciencia que los contiene, sin incluirse aquellos conocimientos que trascienden a esa ciencia y que desempeñan un papel integrador, por ejemplo; no se incluyen conceptos filosóficos, deben explicar relaciones causales, pero nadie les enseña que es la causa y el efecto; explicarán hechos y fenómenos pero no conocen qué es esto, los profesores utilizan todos esos términos como si en efecto el alumno los dominara)
3. Elaborar un nuevo modelo del sistema de conocimientos en el que se consideren factores ideo - políticos, socio – económicos, psicológico – didácticos y lógico – sistémicos que sea síntesis de esos factores en el proceso docente educativo. (Significa esto que definirá las potencialidades del conocimiento para la labor ideo - política, el desarrollo de la conciencia ciudadana, y el desarrollo del pensamiento del escolar, su contribución al desempeño futuro, exitoso, de la persona en la sociedad,



incluyendo aquellos conocimientos, conceptos fundamentales que les permitan abordar el problema y lograr el desarrollo del pensamiento causal.

4. Comprobar si el modelo de conocimientos es derivable e integrable (modelo inicial ajustado) desde la disciplina hasta la clase, seleccionando los componentes para el desarrollo del pensamiento causal que mejor respondan a los objetivos en cada nivel de sistematización.
5. Comprobar la integrabilidad, funcionabilidad y estructurabilidad del nuevo modelo de conocimientos.

Sobre la base de los conocimientos que aparecen en los programas estatales se deberá elaborar un nuevo modelo que contenga todos los factores que intervienen en el proceso formativo del educando relacionados en ese núcleo conceptual; para el caso que se analiza se considera la inclusión, en el núcleo conceptual, de los conocimientos de la ciencia particular o sistema de ciencias, su sistema de relaciones esenciales donde se evidencian las relaciones causa – efecto y los de la causalidad: causa, causa real, causa próxima y efecto.

Es importante además tener en cuenta los conocimientos precedentes indispensables para que los nuevos conocimientos sean significativos y se encuentre la forma de relacionarlos con lo que ya ha asimilado el alumno. Si en el diagnóstico se evidencian deficiencias será imprescindible incluirlos en el proceso de enseñanza – aprendizaje, pues su ausencia puede crear vacíos en el sistema de conocimientos del alumno y provocar incompreensión de los nuevos conocimientos.

El alumno se apropia de **la habilidad** en el proceso de aprendizaje. El profesor deberá tener claro qué significa la habilidad en el plano conceptual, cuáles son las operaciones que la componen, para ayudar al alumno a lograr su dominio y actuar en consecuencia; por tanto también hay que determinar las etapas de desarrollo de esa habilidad a lo largo del proceso de enseñanza – aprendizaje.

En el modelo didáctico propuesto, se concibe, el análisis de hechos y fenómenos a partir de su ley de causalidad a través de una serie de operaciones que deben realizarse en la mente del estudiante. El análisis de estos procesos mentales debe tener en cuenta que el éxito de las actividades que los alumnos realizan depende en gran medida de la forma en que dichas actividades son asimiladas por ellos. Las habilidades posibilitan realizar una determinada tarea y es precisamente con la realización de tareas que el alumno se apropiará de las

operaciones que conforman la habilidad (Moreno, G. 2001) y desarrollará su sistema lógico operacional.

Para explicar hechos y fenómenos es importante que tanto la observación como la descripción de ellos sean dirigidos en las primeras etapas a la formación de las acciones de la habilidad; esto puede realizarse a través de tareas que lleven al estudiante a un proceso de abstracción donde resalten aquellas características del hecho o fenómeno que son realmente necesarias, para luego lograr la explicación o dar solución a la interrogante científica planteada en la tarea, con lo que se logrará; la revelación de los aspectos característicos de los objetos y fenómenos en general y la determinación de los aspectos esenciales dentro de la diversidad de ellos. Este es un momento complejo ya que depende en gran medida del conocimiento teórico que posee el estudiante, y que será el que le permitirá llegar a la esencia. El conocimiento de esos factores esenciales (causales) de lo que se estudia permitirá establecer “hipótesis escolares” (ESTRADA, F. 1999) al desarrollar los procesos inductivo – deductivos que llevan al conocimiento de las causas; la consiguiente argumentación de sus ideas es la demostración de la hipótesis.

Siguiendo la lógica de lo expresado y el estudio teórico realizado acerca de la explicación se aporta una definición y operacionalización de la habilidad generalizada del nivel secundario de enseñanza:

**“Explicar relaciones causales en hechos o fenómenos”.**

**Definición:** Determinación de la causa que se constituye en esencia de la ocurrencia del hecho o fenómeno y es ley causal, de la que el hecho o fenómeno deberá ser consecuencia lógica.

Al hecho o fenómeno estar vinculado directamente con una determinada relación causal en esa ley es imprescindible encontrar su causalidad.

**Operacionalización:**

- ❖ Observar el hecho o fenómeno, o recibir la información requerida.
- ❖ Describir lo observado, o el conocimiento que se tenga acerca del fenómeno.
- ❖ Identificar las características esenciales del hecho o fenómeno (proceso de abstracción que deviene de la interpretación de la tarea que implica un problema).
- ❖ Establecer y argumentar suposiciones (elaborar hipótesis que consideren relaciones causales encontradas y revelen la esencia del fenómeno o hecho).
- ❖ Solucionar el problema (demostrar hipótesis explicativas a partir del planteamiento de la causa real y la derivación de sus consecuencias o efectos).

El estudiante debe ser capaz de encontrar los nexos causales, la ley de causalidad y eso está determinado por la relación causal específica de que se trate y que constituye la célula genética del objeto del conocimiento particular que se estudie; por ejemplo, en la Química de Secundaria Básica el núcleo conceptual que contribuye al desarrollo del pensamiento causal es la relación estructura – propiedades – aplicaciones de las sustancias, en la Biología, la relación estructura – función, en la Geografía la Ley de Integridad. De modo que la determinación de los nexos causales en cada uno de esos objetos tendrá sus particularidades y por tanto se conforman habilidades específicas elementales, que se constituyen en invariantes dentro de ese objeto, devienen de la operacionalización de la habilidad generalizada mostrada, ellas deberán ser definidas por el profesor y ofrecidas al estudiante en el proceso de enseñanza- aprendizaje en la realización de tareas.

El desarrollo de la habilidad atraviesa por diferentes etapas. La magnitud y alcance de la habilidad que se trata implica su extensión al curso y al nivel de Secundaria Básica, esta habilidad generalizada se irá complejizando y enriqueciendo con la formación paulatina de operaciones más sencillas que llevan, al final, al dominio de la acción y contribuye al desarrollo del pensamiento causal. Esto no significa una simple suma de operaciones; con el avance del contenido y el desarrollo del pensamiento causal, se obtienen momentos que parten del planteamiento de la situación problémica llevando al alumno a su comprensión. Por la complejidad del contenido se impone la ejercitación de las generalizaciones obtenidas, amén de que a través de los diferentes temas vencidos se ha ejercitado, se destinará una etapa a la sistematización, la concreción de lo aprendido, ella da paso a una transferencia, donde las situaciones planteadas constituirán nuevos problemas, no sólo en lo cognitivo sino en lo procesal, lo que va generando el desarrollo de capacidades, no existe una exacta diferenciación de estas etapas puesto que mediante los temas, se realizan procesos de introducción de nuevas situaciones problémicas, que requieren la búsqueda de lo nuevo, lográndose así, un proceso desarrollador.

A partir del análisis de las etapas de desarrollo de la habilidad aportadas por H. Fuentes (1995) y C.Álvarez (1999), la autora determina **tres etapas para lograr el desarrollo de la habilidad generalizada:**

- ♦ **Etapas de comprensión del problema.** Ocurre al inicio de la formación de conocimientos e instrumentaciones indispensables para explicar las relaciones

causales en hechos y fenómenos cuya ley depende de la relación causa – efecto de esencia en el objeto. A partir del conocimiento del nivel de desarrollo del pensamiento causal que posee el estudiante ocurren transformaciones que lo llevan a la comprensión y asimilación de las operaciones. Desarrolla una actividad mediada por un sistema de apoyo que le brinda el maestro para que transiten a niveles superiores de desarrollo.

- ♦ **Etapas de sistematización.** En la misma el estudiante ya conoce la estructura interna de la habilidad y tiene los elementos básicos del conocimiento. Nuevos problemas del objeto de estudio se resolverán aplicando la habilidad aprendida,, lo que permitirá que la fije y la sistematice hasta alcanzar su dominio, conocerá nuevos aspectos del objeto del conocimiento como consecuencia de su modo de actuación a partir de la instrumentación obtenida anteriormente, o sea, con la misma habilidad obtiene nuevos conocimientos.
- ♦ **Etapas de transferencia.** Enfrentará la solución de tareas de un grado de dificultad mayor, pero además en este momento ya se encuentra en condiciones para enfrentar nuevos problemas y buscar nuevas vías de solución que le permitan, sobre la base de lo aprendido, llegar al desarrollo de elementos creativos, predicciones, críticas, etc. Ocurre también la reducción de pasos, lo que indica que se logra un cierto grado de automatización en la acción.

Con el tránsito por estas etapas lo aprendido adquiere un valor para el alumno, hace suya la necesidad establecida en el objetivo, desarrolla evolutivamente sus potencialidades, se ha dado cuenta que lo aprendido le es útil, cambia sus sentimientos, las habilidades dominadas forman parte de su personalidad, de su cultura, pueden interpretar los hechos y fenómenos de la naturaleza y la vida cotidiana, relacionados con el objeto aprehendido, y actuar en consecuencia.

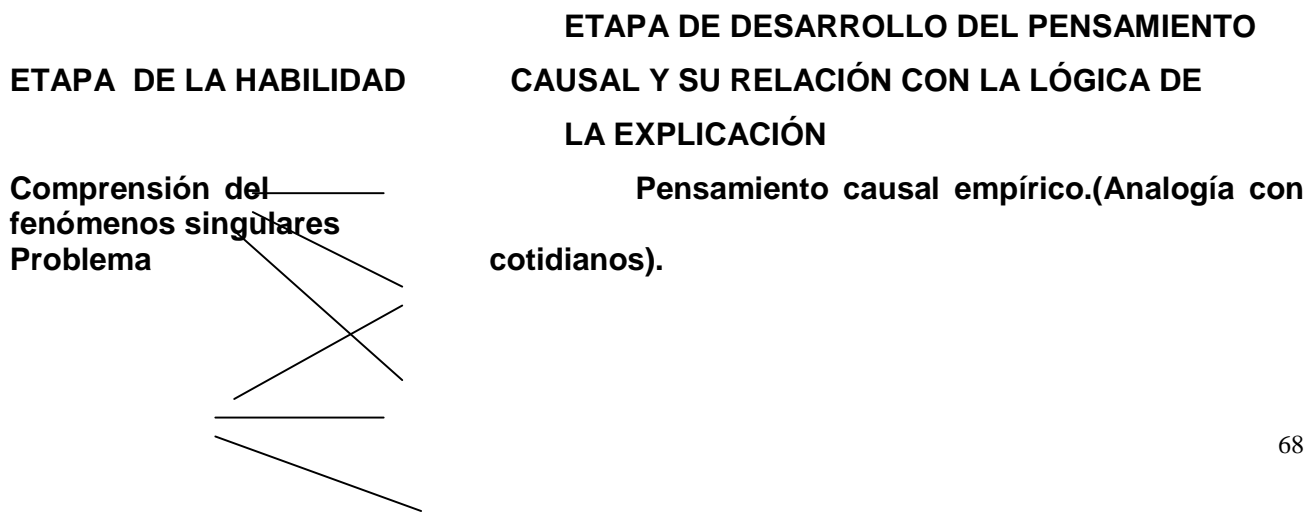
**III. Componentes:** Para que tenga lugar el proceso formativo para el desarrollo del pensamiento causal se debe partir de la determinación de las etapas de su desarrollo en el proceso de enseñanza – aprendizaje del objeto que se analice. Quiere esto decir que se determinarán los momentos didácticos en que se llevará a cabo la acción (componentes), para ello es preciso conjugar tres factores:

- ❖ **el elemento del conocimiento que contiene la relación causal que se analizará,**

- ❖ la etapa de formación de la habilidad o las habilidades específicas que coinciden con ese conocimiento,
- ❖ la etapa de desarrollo evolutivo del pensamiento causal que se desea lograr en el alumno.

La conjunción de estos factores, su nexo didáctico, es lo que se considera **componente del proceso de desarrollo del pensamiento causal**, la apropiación por el alumno de su paulatino incremento de complejidad en espiral es lo que permitirá que ocurra el desarrollo.

En este epígrafe se han analizado las características del conocimiento a partir de la determinación del núcleo conceptual y las etapas de formación de la habilidad, en el Capítulo uno de esta Tesis se exponen las etapas al desarrollo evolutivo del pensamiento causal. Al mencionar los niveles de actuación en las diferentes etapas de la habilidad, se hace referencia específicamente al conocimiento procesal, o sea a que el alumno utiliza los pasos que ha aprendido. En esas etapas se van logrando transformaciones en el pensamiento. De un pensamiento causal empírico, donde la relación causa – efecto ocurre en un solo sentido, basado en la experiencia de lo cotidiano se transita al inicio de un pensamiento generalizado, donde se conoce la ley causal fundamental y a partir de ella se deduce la causalidad de los fenómenos particulares analizados; esto es un proceso evolutivo que debe transitar conjuntamente con las etapas de desarrollo de la habilidad, cuyas relaciones pueden representarse como aparecen en la gráfica que se muestra a continuación. Revela esto la relación de esencia que se manifiesta entre la forma en que el estudiante desarrolla su explicación y la etapa de desarrollo del pensamiento que ha logrado alcanzar, por ejemplo si el estudiante realiza un mayor número de tareas sólo utilizando la deducción a partir de leyes ya conocidas, se considerará que se encuentra en una etapa de pensamiento causal generalizado en su etapa inicial, por el contrario el uso de leyes para explicar fenómenos semejantes, la extrapolación de sus conocimientos a nuevas situaciones, será indicativo de un pensamiento causal generalizado por inducción – deducción.



	<b>Pensamiento causal generalizado en su etapa inicial. (Deducción a partir de leyes ya conocidas).</b>
<b>Sistematización generalizan leyes</b>	<b>Pensamiento causal generalizado por abstracción. (Inducción, a partir de fenómenos particulares se causales).</b>
<b>Transferencia deducción.  extrapola sus  para solucio-</b>	<b>Pensamiento causal generalizado por inducción-  (Utiliza leyes para explicar fenómenos semejantes, conocimientos a nuevas situaciones, encuentra vías nar problemas) .</b>

Estas relaciones no tienen por qué ser estáticas, su movimiento estará determinado por el estado inicial de desarrollo detectado en el diagnóstico y por las potencialidades particulares de cada alumno y del grupo, cómo logre avanzar el individuo y el grupo.

**IV. Sistema metodológico:** La estructura del contenido condiciona al **método**, en él su suficiencia se alcanza cuando se hace afectivo para el estudiante, quien bajo la dirección del maestro lo desarrollará (C.Álvarez, 1997). **El sistema metodológico** aporta el método que se considera fundamental para establecer relaciones causales en el nivel de enseñanza secundario, la “**reformulación del problema**”. Las características psicológicas del desarrollo en la adolescencia son un sustrato ideal para que este método sea asimilado afectivamente por los estudiantes, su inquietud, su necesidad de conocer el mundo, de integrarse activamente a la vida cotidiana y a la sociedad, hacen que se apropien de la posibilidad que les brinda el método de plantearse cada vez nuevas interrogantes, cuya respuesta los adentra en el conocimiento de ese mundo, hace que sientan la necesidad de transformar la situación inicial planteada y establezcan relaciones afectivas con la solución del problema, logrando con ello la instrucción y el desarrollo. No obstante ese proceso de reformulación no debe ser arbitrario, será dirigido por el profesor hacia la búsqueda de los elementos esenciales de la relación causal que es estudiada, a desechar aquellos elementos y relaciones externas y a precisar cómo ellas influyen en la ley causal del fenómeno en cuestión

A partir de los estudios realizados por Rubenstein y Ansiférova,(1969) en esta Tesis se define este método y ofrecen los procedimientos a seguir para lograr la correspondencia del método para el desarrollo de las tareas y la habilidad definida:

**“Reformulación del problema”:** Búsqueda de la causa próxima hasta llegar a la causa real o verdadera, siempre constituyendo la causa próxima en efecto.

• **Procedimientos para el empleo del método:**

- Determinar el efecto que se analizará
- Determinar la causa próxima
- Reformular el problema (la causa próxima se constituye en el efecto de otra causa que puede ser también próxima o real)
- Determinar la causa real.(formulación de hipótesis escolares)
- Explicar las relaciones causa – efecto: (demostración de hipótesis escolares)

La determinación de este método para la Secundaria Básica, proviene de la valoración de sus peculiaridades y de la experiencia de la autora, lo que no niega la posibilidad de aplicación de otros métodos adaptados a las características del escolar que los desarrollará.

El profesor, para instruir, debe guiar a los estudiantes, incorporarlos de un modo consciente al logro del objetivo, ser capaz de hacerles entender donde está la insuficiencia en el sistema de contenidos que ya domina para poder resolver el nuevo problema, encontrar los métodos de enseñanza que descubran la importancia del nuevo material y ofrecer la posibilidad de apropiarse de él, buscando el logro de desempeños superiores. El maestro debe ser experto en la tarea y poder delimitar los avances del alumno. Cuando en el sistema metodológico se hace referencia a las orientaciones metodológicas al profesor, se piensa en un análisis reflexivo acerca del desarrollo del proceso donde se ofrezcan recomendaciones metodológicas para lograr su efectividad, descubra los problemas a tratar que sean más precisos para alcanzar el objetivo, que lleve al profesor a su propia reflexión y a la búsqueda de nuevas vías metodológicas para que el alumno aprenda a partir del desarrollo de sus potencialidades. Esas orientaciones metodológicas pueden concebirse por el colectivo de profesores al realizar trabajo científico - metodológico, en las preparaciones metodológicas colectivas y aún en la individualidad de un profesor al preparar su plan de clases.

**El alumno** se relaciona con el objeto de estudio a través de **la tarea**. Para determinar las tareas a través de las cuales el alumno se relaciona con el objeto es preciso estar consciente de que el objetivo determina qué problemas seleccionar; una vez establecidos los objetivos,

a partir de los problemas, son estos los que determinan qué otros problemas seleccionar para resolver. Son las tareas las que garantizan el dominio de la habilidad y el logro del objetivo. (Kuznetzova, N.E. 1985). No se elaboran tareas aisladas para cada operación de la habilidad; ella, en todo su conjunto se aplica repetidamente, en tareas que irán incrementando su nivel de complejidad, pero que mantienen su lógica de ejecución.

Las tareas permitirán al alumno transitar por el sistema de conocimientos regido por el núcleo conceptual y la relación causal que contiene el hecho o fenómeno que se estudia, la etapa de desarrollo de la habilidad correspondiente y el nivel de desarrollo del pensamiento causal revelado en los procesos del pensamiento que incluya la tarea; así los alumnos pueden explicar la relación causal:

- ❖ Por analogía con fenómenos cotidianos.
- ❖ A partir del conocimiento de la ley causal de un fenómeno particular, establecer la causalidad de un nuevo hecho singular similar al anterior.
- ❖ Conocida una ley causal deducir los nexos causales en otro fenómeno.
- ❖ Al generalizar la ley causal que se cumple en fenómenos individuales relacionados.
- ❖ Al utilizar procesos inductivo – deductivos con desarrollo de análisis y síntesis complejos.
- ❖ Al encontrar nuevas vías para la solución de problemas de la causalidad, a partir de leyes y reglas ya asimiladas; realizar predicciones y críticas.

Estos procesos pueden concretarse en **TAREAS TIPO** donde se exija al alumno:

- ◆ Responder a preguntas de por qué acerca de hechos y fenómenos.
- ◆ A partir de un efecto, determinar su causa.
- ◆ Conocida la causa, predecir consecuencias.
- ◆ Identificar en un conjunto de proposiciones referidas a un hecho o fenómeno, la causa real, causas próximas y efecto o efectos, todas de conjunto o por separado. Argumentar su selección.
- ◆ Elaborar hipótesis acerca de las causas de un fenómeno.
- ◆ Explicar hechos y fenómenos a partir de sus relaciones causales de esencia.
- ◆ Explicar contradicciones entre lo real y lo esperado en un hecho o fenómeno.
- ◆ Realizar críticas a juicios que violen la ley causal que existe en el fenómeno.
- ◆ Predecir causas o consecuencias de un fenómeno conocido el contrario en la relación.

El modelo presentado al analizar la relación objetivo – contenido – método destaca que sus elementos se concretan en la actividad interrelacionada profesor – alumno. El primero aporta el andamiaje necesario para lograr generalizaciones y resolver problemas, el segundo los resuelve y vuelve a lo general con nuevas cualidades logrando la internalización progresiva de las instrumentaciones. Este proceso se sustenta en la teoría de la actividad, la comunicación y de los procesos conscientes.



Esta actividad estará regida por los principios particulares del modelo que se presenta, implica concebirla como un proceso científico con una enseñanza asequible, reflexiva y comprensible, al nivel de desarrollo del escolar de Secundaria Básica, y garantizar la coincidencia de las posibilidades de los estudiantes con la incursión en sus zonas de desarrollo actual, próximo y prospectivo y el tránsito del pensamiento causal empírico al generalizado por inducción – deducción en el proceso de apropiación de los contenidos.

La actividad del profesor y el alumno también está relacionada con el tipo de forma organizativa que se desarrolle; la concepción que se posee al respecto aparece en el Anexo 3, donde se describe la tipología de las clases asumida, la caracterización de la actividad del profesor y del alumno de acuerdo al tipo de clase y las cualidades que se requieren de las clases que se desarrollarán.

**V. Proceso evaluativo:** Para analizar este proceso, o sea las **relaciones del resultado del proceso con los demás componentes**, se considera importante la valoración del proceso y sus resultados; para saber si ha funcionado de forma óptima, con un máximo de eficacia.

Al valorar se emite un juicio crítico, resultado del análisis del desarrollo histórico de lo valorado y de los resultados alcanzados; para valorar el resultado y desarrollo del proceso docente educativo previsto en el modelo, es necesario tener en cuenta la evaluación formativa y el control. El profesor responsable del proceso, a través del control irá determinando cómo se va comportando su desarrollo para perfeccionarlo y obtener de forma óptima, las aspiraciones del encargo social. **La evaluación formativa**, no es un control que revela los niveles finales de un aprendizaje, sino una vía que permite perfilar progresivamente las metas y objetivos trazados y un proceso que posibilita conocer la evolución de los escolares, a la vez que va guiando los cambios que deben realizarse para asegurar la eficacia del proceso pedagógico. Se sugiere una evaluación socializada donde los propios estudiantes autovaloren la actividad realizada, valoren la actuación de sus compañeros, del profesor y del desarrollo del proceso. (Colectivo de autores, ISP Holguín, 2000)

El método fundamental de control es el diagnóstico inicial y continuo; para desarrollarlo es necesario tener en cuenta los indicadores de desarrollo del pensamiento causal. El control es la evaluación del desempeño, constatación de resultados reales. La evaluación incluye el control, la comprobación y las mediciones. Como expresa Orestes Castro (1992), existe en

este caso una relación jerárquica, donde la evaluación es el concepto más abarcador. La evaluación debe dirigirse no solo a los productos del nivel de desarrollo real de los escolares que revelen ciclos ya completados, es muy importante determinar sus potencialidades, a ello debe contribuir la evaluación formativa que se realiza a través de la interacción continua profesor – alumno, alumno – alumno, prestando “niveles de ayuda” (Medina Liberty, 1998) según lo alcanzado por el escolar; a su vez esto permitirá trazar líneas de acción y el perfeccionamiento de los elementos del proceso.

Es necesario insistir en la importancia del control sistemático que permite determinar si el conocimiento adquirido es reproductivo o si el alumno puede aplicarlo a situaciones conocidas o nuevas y además conocer lo que aún no se ha asimilado. Es esencial que el alumno desarrolle tareas donde pueda valorarse su desarrollo intelectual. De acuerdo con la habilidad generalizada que se propone, estas tareas deberán incluir la observación, descripción, identificación de caracteres esenciales, argumentación, elaboración y demostración de hipótesis. ( Ejemplos de tareas que contienen tales operaciones intelectuales aparecen en Anexo 5 “Tareas para el alumno”). Tareas con estas características pueden llevar al alumno a la asimilación paulatina de los procesos explicativos, donde estén involucrados: la analogía, la deducción, la inducción, abstracción y generalización.

El profesor debe ser sensible y detectar el empleo de estos procedimientos lógicos, pero además debe hacer consciente al alumno de que es capaz de utilizarlos; para ello es importante que exija la participación activa del alumno no solo en la ejecución de la tarea, sino desde la orientación, donde éste debe analizar las condiciones, datos que se le ofrecen y en particular los procedimientos a emplear para lograr la solución esperada.

La incursión en las potencialidades del alumno lleva implícita la aplicación de tareas de diagnóstico colectivo e interacciones individuales, por ejemplo: luego de realizada una tarea, un estudiante expondrá los procedimientos que considera utilizó para desarrollarla, el grupo juzgará al respecto y se realizarán aclaraciones (profesor o estudiantes) acerca de las ideas no acertadas: Otra variante es que se de respuesta correcta y completa a una tarea y el grupo especule acerca de cuales procedimientos se emplearon; en casos de respuestas incompletas o incorrectas el grupo o los equipos de trabajo valorarán los procedimientos deficientes empleados.

En el desarrollo de estas actividades pueden ayudar diferentes tipos de órdenes para las tareas que permitirán reflexionar acerca de lo que se conoce o puede conocerse:

BUSCA LA ESENCIA...	Encontrar relaciones internas.
¿EN QUÉ SE PARECEN? fenómenos	Establecer analogías entre hechos o
¿CÓMO SE RELACIONAN?	Encontrar relaciones.
¿CUÁNTO SABES ACERCA DE...?	Encontrar relaciones multicausales.
IDENTIFICA LA ESENCIA...	Identificar esencias.
ELABORA SUPOSICIONES RESPECTO A LA CAUSA DE ...	Elaborar hipótesis.
DEMUESTRA QUE ES LA CAUSA DE...	Demostrar hipótesis.
EN TALES HECHOS ENCUENTRA LA ESENCIA DEL FENÓMENO QUE LOS AGRUPA...	Realizar inducciones y encontrar causa común.
A PARTIR DE TAL LEY EXPLICA TALES HECHOS...	Realizar deducciones.
EXPLICA ESTE NUEVO HECHO. . .	Utilizar procesos inductivo – deductivos.

A partir de estos ejemplos el profesor puede utilizar tantas variantes como sea posible u otras que considere apropiadas para analizar el desarrollo actual y potencial del estudiante. Es importante la utilización de tareas diferenciadas en cuanto al nivel de ayuda que lleva implícito la orden de la tarea. Tareas de alta complejidad con textos que ofrezcan la mínima información podrán ser resueltas por alumnos con elevado desarrollo de su zona perspectiva, por el contrario alumnos con menor desarrollo potencial necesitarán mayor nivel de ayuda en la orden de la tarea, que se les profundice más en la fase de orientación de la tarea, que se analice con ellos los pasos a seguir para la ejecución.

Refiere O. Castro (1992) que para evaluar la calidad de un objeto, es preciso hacerlo según normas o estándares establecidos que permitan juzgar acerca de su mayor o menor adecuación a los modelos o patrones de referencia. Además para poder evaluar hay que tener en cuenta que este es un proceso sistémico de recogida de datos que apunten a las posibles causas de los problemas, para poder buscar vías de solución a los mismos.

María del C. Fernández (1996) refiere que la calidad sólo es mensurable en forma indirecta a través de indicadores, hay que asignarle valor a una cualidad de un objeto, “ **los**

**indicadores evaluativos responden a descripciones, opiniones, juicios y valoraciones realizadas por personal competente sobre aspectos previamente identificados...” (FERNÁNDEZ de A. María del C. 1996. P.75)** Para determinar los indicadores que se utilizarán se asume el procedimiento general propuesto por esta autora; indica partir del concepto general del objeto que se desea evaluar y dividirlo en sus variables componentes; si éstas no son mensurables directamente deben seleccionarse indicadores, los cuales son escogidos por su posible relación causal con el objeto. En este trabajo el proceso de determinación de indicadores se inició considerando la definición de pensamiento causal asumida por la autora y las etapas por la que transcurre la evolución al pensamiento causal generalizado, caracterizando lo que debe ser capaz de hacer el alumno en cada uno de ellas. Precisamente la descripción permitió determinar los indicadores y poder ubicar el desarrollo del pensamiento en la etapa determinada que ha sido capaz de vencer el alumno, significa esto que **se considera una relación causal entre el tipo de tarea que es capaz de vencer y la etapa de desarrollo del pensamiento.**

**INDICADORES GENERALES QUE MUESTRAN LA EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO CAUSAL, EN ORDEN ASCENDENTE DE COMPLEJIDAD:**

- Determinar la relación causal en un solo sentido, de lo singular a lo singular.
- Realizar deducciones causales a partir de leyes ya conocidas.
- Realizar inducciones donde sea evidente que las relaciones causales individuales comienzan a generalizarse en forma de leyes.
- Utilizar de forma consciente leyes y reglas que han asimilado para explicar fenómenos.
- Extrapolar sus conocimientos a nuevas situaciones y encontrar nuevas vías de solucionar el problema.

Para evaluar el grado de dominio alcanzado en la habilidad, el profesor procederá a caracterizar los niveles de dominio de esta, que pueden oscilar desde un nivel bajo, nivel medio y nivel alto, y el análisis para cada una de las operaciones de la habilidad; lo que se ubicará en una tabla de doble entrada (ver anexo 3). Será el profesor el experto de las operaciones de la habilidad que enseña, determinarán cuáles son los niveles que persigue lograr en sus alumnos. Esto permitirá ubicar exactamente el desempeño de cada estudiante en un nivel de dominio de la habilidad y conocer en cual o cuales operaciones tiene dificultades. Para realizar valoraciones cuantitativas del proceso se puede otorgar calificación a cada nivel.

Todo lo expresado puede concretarse en una asignatura como expone en el siguiente

epígrafe para el estudio de la Química en la Secundaria Básica.

### **II. 3. Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal a través de la E-P-A de las sustancias en Secundaria Básica.**

La aplicación del modelo propuesto, para la utilización de la relación E-P-A de las sustancias en los cursos de Química de Secundaria Básica se afecta por:

**Insuficiente introducción del sistema de contenidos precedentes indispensables para iniciar el estudio de la relación causal E-P-A, lo que se revela en:**

- ◆ Desconocimiento de las relaciones causa efecto de manera científica.
- ◆ Ausencia de ideas iniciales acerca de la estructura de las sustancias, que en años anteriores eran introducidos por la asignatura Física.
- ◆ Ausencia en el programa vigente de conceptos fundamentales relacionados con la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias.
- ◆ Permanencia de un aprendizaje por recepción, que no propicia la actividad intelectual del alumno.

**El modelo propuesto considera la eliminación de estas dificultades.**

Al realizar la **aplicación de este modelo a la asignatura Química para la Secundaria Básica se consideró:**

La causa y el efecto como categorías generales de la dialéctica, se particularizan en las ciencias específicas. La relación causal E-P-A de las sustancias, existe objetiva e independientemente de nuestra conciencia; es irreversible, de cadena, con una jerarquía determinada por la función que en ella desempeña la estructura, quien es la causa real de que la sustancia posea determinadas propiedades, las que a su vez son causas próximas de sus aplicaciones. Se constituye en eje o núcleo de la química al influir decisivamente en el establecimiento de sus sistemas conceptuales. La lógica de la ciencia indica la definición del estudio de ésta en la escuela; su exposición ordenada donde cada término va relacionado con su concepto, cuyos rasgos se comprendan claramente y se diferencien de los demás, sin perder sus vínculos sistémicos, y sugiere modos de actuación definidos por su relación con la lógica del aprendizaje, para lograr una asimilación clara y precisa de los contenidos, lo cual es determinante en el logro de las capacidades del escolar relacionadas con el desarrollo del pensamiento causal.

Se determinó:

**NÚCLEO CONCEPTUAL:** La relación causal E-P-A de las sustancias

- ✓ **Conocimientos precedentes** indispensables para comprender la relación E-P-A de las sustancias; los relacionados con:
  - la discontinuidad de las sustancias
  - partículas que la forman (átomos, moléculas, iones)
  - movimiento continuo de las partículas
  - estados de agregación de las sustancias: sólido, líquido y gaseoso
- ✓ **Conocimientos acerca de la causalidad científica:**
  - causa, causa próxima, causa real, efecto.
- ✓ **Conocimientos esenciales de la E-P-A de las sustancias.** (En Anexo 2 se expresan las ideas esenciales que se manejan al respecto).
  - Conocimientos de la estructura
  - Conocimientos de las propiedades
  - Conocimientos de las aplicaciones
  - Conocimiento de la cadena de relaciones causales que existen en la E-P-A de las sustancias.

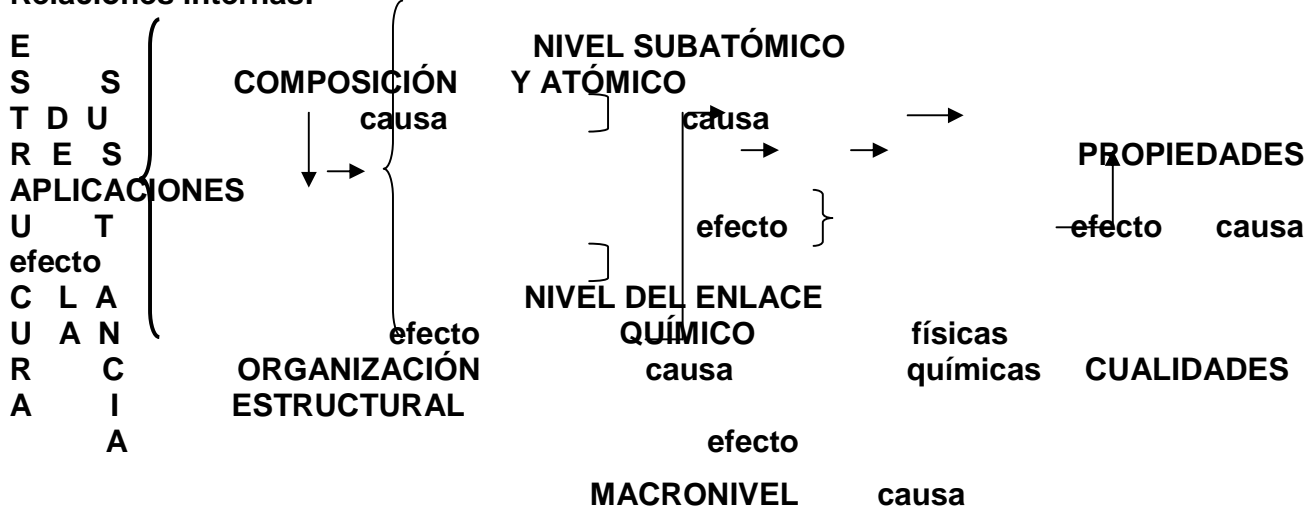
R Estas relaciones pueden ser representadas en gráficos:

**Relación causal general:**

**ESTRUCTURA ⇨ PROPIEDADES ⇨ APLICACIONES**



**Relaciones internas:**



**Habilidades: A partir de la habilidad generalizada se propone el sistema de habilidades específicas para la Química de Secundaria Básica:**

**Explicar la relación causa - efecto E-P-A de las sustancias:**

**Definición:** Determinación de la causa o causas de los fenómenos que se constituyen en elementos del sistema de relaciones existentes en la E-P-A de las sustancias, considerando la jerarquía funcional que es ley causal.

El análisis de la relación E-P-A en este nivel se realiza fundamentalmente a partir de las aplicaciones o propiedades. Es posible dividir la explicación de la relación en etapas parciales, o realizarla plenamente;

Estructura – Propiedad (E – P)	} análisis parcial de la relación
Propiedad - Aplicación (P – A)	

Estructura – Propiedades – Aplicaciones (E-P-A) } análisis total

La actuación con aplicación consecutiva de los análisis parciales permite realizar la explicación de la relación E-P-A de las sustancias; siendo la propiedad el elemento que se transforma en causa próxima o efecto, en dependencia del nexo que se analice. La lógica del aprendizaje para los cursos iniciales de Química, indica iniciar la determinación de los nexos causales E-P-A, a partir de uno de los posibles efectos: propiedades o aplicaciones, siendo este último el que con más frecuencia es utilizado con esos fines en la práctica escolar.

**OPERACIONALIZACIÓN DE LA HABILIDAD:**

• **Explicar la relación causal E-P :**

- ~ Describir la propiedad o conjunto de propiedades a analizar para explicar la relación E-P.
- ~ Identificar el nivel de organización de la sustancia que provoca la aparición de la propiedad.
- ~ Determinar la causa específica de existencia de esa propiedad (aspectos estructurales que la provocan).
- ~ Argumentar la hipótesis que revela la relación causa- efecto E-P (qué, por qué y cómo la estructura influye en la aparición de esa propiedad).

• **Explicar la relación causa efecto P- A :**

}

- ~ Describir la aplicación de la sustancia que se analizará.
- ~ Identificar entre las propiedades de la sustancia cuál o cuáles permiten que pueda ser utilizada de esa manera y describirla.
- ~ Argumentar la hipótesis que revela la relación causa - efecto P - A (qué, por qué y cómo esa propiedad posibilita la aplicación).

Se definió la **METODOLOGÍA PARA EXPLICAR LA RELACIÓN CAUSAL E-P-A, utilizando el método de “Reformulación del problema”**.

Se establece una relación entre las operaciones de la habilidad y los procedimientos del método que permite comprender la lógica del desarrollo de las tareas, en la Secundaria Básica generalmente se parte del análisis de la aplicación por esto fue ubicada como primera operación:

<b>OPERACIONES DE LA HABILIDAD</b>	<b>PROCEDIMIENTOS DEL MÉTODO</b>
Describir la aplicación de la sustancia que se analizará.	Determinar el efecto que se analizará
Identificar entre las propiedades de la sustancia cual o cuales permiten que sea utilizada de esa manera.	Determinar la causa próxima.
Argumentar la relación P – A. (por qué y cómo esa propiedad posibilita la aplicación.	Reformular el problema. La causa próxima se constituye en efecto de otra causa que puede ser también próxima o real.
Describir la propiedad o conjunto de propiedades a analizar para explicar la relación E – P.	
Identificar el nivel de organización de la sustancia que provoca la aparición de la propiedad.	Determinar la causa real. (Formular hipótesis escolares).
Determinar la causa específica de existencia de esa propiedad. (Aspectos estructurales que la provocan.	
Argumentar la hipótesis que revela la relación causa – efecto E-P-A de las sustancias	Explicar las relaciones causa – efecto. (Demostrar hipótesis escolares).

Siguiendo las relaciones entre los elementos conocimientos, habilidad y etapas de desarrollo del pensamiento causal fueron determinados los componentes para el desarrollo del pensamiento causal según el modelo general; siendo particularizados para el estudio de la



relación E-P-A de las sustancias en la Química de Secundaria Básica, lo que será revelado en la siguiente tabla:

**COMPONENTES PARA EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CAUSAL A TRAVÉS DE LA E-P-A DE LAS SUSTANCIAS:**

<b>Conocimientos que contienen las relaciones causales</b>	<b>Habilidades específicas que se corresponden con el conocimiento</b>	<b>Etapas de evolución al pensamiento causal.</b>
<b>ETAPA DE COMPRENSIÓN DEL PROBLEMA</b>		
1. Ideas iniciales acerca de la E, P, A de las sustancias y sus relaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Discontinuidad de las sustancias,</li> <li>- Definición de propiedades de las sustancias y su clasificación</li> </ul>	Explicar relación propiedad – aplicación	Inicio del paso de la causalidad empírica a generalizada
2. Conocimientos acerca de las propiedades de las sustancias puras y las mezclas	Explicar fenómenos basados en los rasgos esenciales de los conceptos.	Idem.
3. Dependencia de las operaciones para las separaciones de las mezclas, de las propiedades de las sustancias que las constituyen.	Explicar relación propiedades – aplicaciones.	Pensamiento causal Inicial – Procesos deductivos.
4. Conocimientos acerca de la estructura y propiedades del átomo (nivel sub – atómico y atómico)	Explicar relación estructura – propiedades.	Pensamiento causal generalizado, condicionado por medio de leyes en su etapa inicial a través de procesos deductivos
5. Estudio de las sustancias simples: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura de sustancias moleculares y sus propiedades físicas. Alotropía. Aplicaciones.</li> <li>- Estructura de sustancias atómicas, propiedades físicas. Aplicaciones.</li> <li>- Estructura de</li> </ul>	Explicar relación E - P - A. Explicación de las relaciones causales E-P-A en el ejemplo de sustancias simples. Apropiación de las acciones para la explicación de estos hechos y fenómenos.	Pensamiento causal generalizado por abstracción. (singular general)

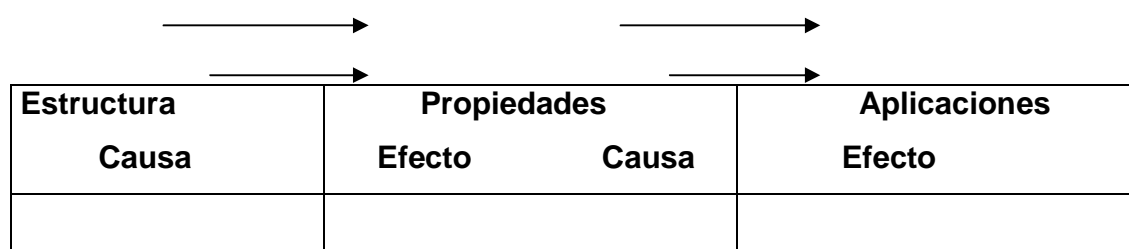
sustancias moleculares, propiedades químicas. Aplicaciones		
<b>ETAPA DE SISTEMATIZACIÓN</b>		
1. Estudio de las sustancias compuestas (óxidos metálicos y no metálicos). Estructura, propiedades físicas y químicas de combinaciones inorgánicas moleculares e iónicas. Aplicaciones.	Explicar relación E – P, posibilidad de predicción E – P a partir del conocimiento precedente de las relaciones en sustancias simples. Explicación de la E-P-A. Establecimiento de diferenciaciones causales entre sustancias moleculares e iónicas. Inicio de la explicación de contradicciones entre lo esperado y lo real.	Inicio del pensamiento causal generalizado por inducción deducción. Posibilidad de realizar críticas sobre la base de generalizaciones.
Generalización de los contenidos asimilados acerca de la E-P-A de las sustancias		
<b>ETAPA DE TRANSFERENCIA</b>		
1. Estructura, propiedades físicas y químicas de las restantes combinaciones inorgánicas. (sales, hidróxidos). Aplicaciones. Dependencia de las relaciones genéticas de la composición y potencialidad de reacción.	Explicación E-P-A de estas combinaciones, utilizando los procesos inductivo – deductivos. Posibilidad de predicción de la ocurrencia de fenómenos correspondientes a clases generales de compuestos químicos: a partir de la estructura predecir propiedades y viceversa: posibles aplicaciones..	Pensamiento causal generalizado por inducción deducción.
2. Estudio de las variaciones periódicas de los átomos, sus sustancias simples y compuestas al utilizar el Sistema Periódico a lo largo del curso y el conocimiento de la Ley Periódica.	Posibilidad de predecir el tipo de enlace químico característico de una sustancia a partir de la posición de sus átomos en la Tabla Periódica y viceversa. Explicación de las variaciones periódicas E – P.	Pensamiento causal generalizado por inducción deducción.

Al realizar el inicio de la formación de conocimientos e instrumentaciones indispensables para explicar las relaciones causales en hechos o fenómenos relacionados con la E-P-A de las sustancias, en el octavo grado, a partir del pensamiento causal empírico que posee el

estudiante, debe ocurrir la transformación hasta ponerlos en condiciones de lograr un pensamiento causal generalizado donde se manifiesten procesos inductivo – deductivos. El desarrollo de las habilidades alcanza un nivel reproductivo con una incipiente productividad que se manifiesta en posibilidades de predicción y realización de críticas. En noveno grado, el dominio alcanzado anteriormente posibilita lograr un salto cualitativo en el proceso y su resultado. El pensamiento causal debe caracterizarse ya por su desarrollo en una etapa generalizada inductiva – deductiva, alcanzando un nivel aplicativo, con tendencia a lo creativo.

### **Algunas consideraciones metodológicas para lograr la explicación en la E-P-A de las sustancias:**

- Es necesario emplear sistemáticamente el método previsto al realizar los análisis causales.
- Para realizar un análisis completo de la relación se iniciará por aquel aspecto que sea más familiar a los alumnos. Lo más común es que se inicie a este nivel por las aplicaciones de las sustancias, el análisis de éstas debe estar precedido por un proceso de investigación para garantizar un conocimiento profundo de las mismas.
- Es recomendable la utilización de esquemas gráficos que de conjunto con la aplicación del método faciliten y guíen las operaciones mentales de los alumnos, fundamentalmente en las etapas en que está ocurriendo la formación de estos contenidos: (Semejante a los de la página 69, o cómo el que se muestra a continuación:



- En las primeras etapas, en el pizarrón debe quedar la caracterización del elemento del sistema analizado (aplicaciones- reveladas en un hecho o fenómeno), es recomendable la utilización de preguntas que guíen el razonamiento de los alumnos: - Explique la causa....., - ¿por qué .....?, demuestre que.... y otras que permitan ir buscando la causa próxima (propiedades) del fenómeno analizado, convertirla en efecto , o sea analizarla como otro fenómeno del cual es necesario encontrar su causa real (estructura). Es

recomendable el completamiento inicial del cuadro de derecha a izquierda, o sea, siempre buscando la causa próxima (propiedades) del fenómeno (aplicaciones), hasta llegar a la causa real, (estructura), esto se logra convirtiendo la causa próxima de esa aplicación, en efecto de la llamada causa real o inicial; de hecho así se consigna en el cuadro que se recomienda anteriormente. Es importante insistir al completar el cuadro, si las propiedades seleccionadas llegan a evidenciar la cualidad de la sustancia , de igual manera, el análisis de la estructura debe contemplar su composición y organización especificando dentro de lo posible el nivel de complejidad de la sustancia en el cual puede justificarse esa propiedad

- Las propiedades de las sustancias deben ser seleccionadas de manera tal que se evidencie la cualidad de la sustancia que es causa de esas aplicaciones y consignarlas en el pizarrón, es importante que quede claro que generalmente se tiene en cuenta una propiedad que es la de mayor importancia para lograr esa aplicación; de igual manera, al actuar con la estructura, se contemplarán, su composición y organización estructural especificando el o los niveles de complejización de la sustancia donde pueda justificarse la propiedad explicitada o el conjunto de ellas. (Elaboración de hipótesis)
- Para completar el análisis científico de la causalidad se debe llevar a los estudiantes a que lleguen a conclusiones (Demostración de hipótesis escolares), utilizando los elementos obtenidos durante la aplicación del método guardando el orden jerárquico de la relación EPA de las sustancias, esto es utilizar los elementos de la tabla pero de izquierda a derecha, evidenciando la relación causal en ese orden.
- En etapas avanzadas de la formación de la causalidad científica, en estudiantes entrenados, no es imprescindible la forma gráfica de análisis; a través del desarrollo y utilización de todas las formas del razonamiento, analogía, inducción, deducción y otras, deberá obtener una conclusión argumentada que le posibilitará explicar, en la medida que se lo permita el nivel de sus conocimientos de la ciencia, el hecho o fenómeno que se investiga.
- Existe la posibilidad, en dependencia del grado de desarrollo alcanzado por los alumnos en el dominio de los contenidos, que desarrollen procesos predictivos  $E - P$ ,  $P - E$ ,  $P - A$ ,  $A - P$ ; estas variantes implicarán la utilización de procesos mentales más complejos, que tienen como base la causalidad científica y la concreción de aspectos que antes podían

parecer inconexos y ahora aportan la solución, lo que se logra a través de un período de maduración de la información que se posee, teniendo en cuenta toda la experiencia acumulada anteriormente.

- La amplitud del horizonte cultural del maestro y el establecimiento de relaciones interdisciplinarias, son factores muy importantes en el proceso de explicación de la E-P-A de las sustancias.
- El desarrollo, análisis y explicación de los diferentes experimentos químicos que se desarrollan en la escuela posee singular importancia en el establecimiento de la relación causal E-P-A; debido a esto se ha considerado la confección de pasos metodológicos a seguir para su desarrollo:
  - ◆ En todas las actividades experimentales debe propiciarse la observación del objeto o fenómeno a estudiar (generalmente las propiedades de las sustancias, sus transformaciones y condiciones en que ocurre el proceso).
  - ◆ Se guiará al estudiante a través de una hoja didáctica donde se orientará a describir lo observado, buscando siempre una suposición de la causa de lo que hayan podido apreciar en el experimento. Las actividades de la hoja didáctica estarán concebidas de manera tal que el estudiante deba establecer la relación entre las propiedades de la sustancia que se hacen evidentes en el experimento y la estructura de estas, así como proponer o recordar aplicaciones de las mismas, en dependencia del nivel de conocimientos del alumno.
  - ◆ En todos los casos al concluir el experimento los estudiantes deben explicar la relación E-P-A, a partir de la descripción de la estructura de la sustancia objeto de análisis, la relación de la propiedad que se evidencia con la estructura y el establecimiento de vínculos causales –P-A en general.

Se asumen las características del modelo general para la determinación de **las orientaciones metodológicas al profesor y el sistema de tareas del alumno**, aspectos estos que se revelan en los anexos 4 y 5, en los mismos aparecen ejemplos del análisis de la relación E-P-A en sustancias concretas. Se conciben las relaciones profesor – alumno según la tipología de las clases mencionada en el modelo general (Anexo 3), al igual que las etapas para el desarrollo de los procesos valorativos, a través del diagnóstico continuo y una

evaluación formativa y socializada, que considera los momentos para realizar los actos valorativos:

1. Valoración y evaluación parcial, según las etapas determinadas por los componentes del proceso de formación del pensamiento causal (reveladas anteriormente).
2. Valoración de procesos metacognitivos relacionados con los contenidos de la E-P-A (al culminar la etapa de comprensión del problema, lo que permitirá en la de sistematización perfeccionar el dominio y al culminar el estudio de las sustancias compuestas en la etapa de transferencia)
3. Valoración y evaluación final (al finalizar el octavo grado midiendo un nivel de actuación reproductivo – aplicativo, posibilidad de predicción y crítica).
4. Valoración y evaluación final (al culminar el noveno grado midiendo la productividad en la explicación y predicción).

Se aporta la operacionalización de la habilidad por niveles de dominio para realizar los procesos evaluativos:

**Habilidad: Explicar relaciones causa – efecto estructura – propiedad.**

Estructura interna	Nivel alto	Nivel medio	Nivel bajo
<b>Describir la propiedad analizada para explicar la relación E – P.</b>	Estructura la narración con el vocabulario químico preciso	Define la cualidad	Menciona a la propiedad
<b>Identificar el nivel de organización de la sustancia que influye en la aparición de la propiedad.</b>	Reconoce el nivel y los elementos, las relaciones, que influyen en la aparición de la propiedad	Reconoce el nivel de organización, menciona elementos aislados.	Reconoce elementos aislados del nivel sin mencionar este
<b>Determinar la causa de la existencia de esa propiedad</b>	Elabora hipótesis acerca de la causa específica, a partir de las relaciones jerárquicas	Plantea la causa ubicándola en el nivel de organización, no jerarquiza elementos.	No establece la relación jerárquica entre elementos
<b>Argumentar la hipótesis que revela la aparición de esa propiedad</b>	Explica la relación causa – efecto teniendo en cuenta la causa próxima hasta llegar a la causa real	Explica la relación causa – efecto a partir del nivel de organización.	Explica la relación sólo a partir de elementos estructurales aislados.

**Habilidad: Explicar relación causa – efecto propiedad – aplicación.**

Estructura interna	Nivel alto	Nivel medio	Nivel bajo
--------------------	------------	-------------	------------

<b>Describir la aplicación de la sustancia a analizar</b>	Estructura la narración con el vocabulario químico relativo al proceso de aplicación	Señala características del proceso de aplicación	Menciona a la aplicación.
<b>Identificar las propiedades que posibilitan la aplicación de la sustancia.</b>	Plantea las cualidades de la sustancia que favorecen la aplicación	Plantea la propiedad esencial que favorece su uso	Plantea propiedades no esenciales que influyen en la aplicación.
<b>Argumentar hipótesis explicativa de la relación P – A.</b>	Explica la relación causa – efecto exponiendo por qué y cómo la cualidad posibilita la aplicación.	Explica la relación causa – efecto sólo a partir de la propiedad esencial	Explica la relación a partir de propiedades no esenciales.

Se asumen los indicadores de desarrollo del pensamiento causal definidos en el modelo general. Se aplicarán tareas que se correspondan consecutivamente con el grado de desarrollo a alcanzar, según lo esperado en cada etapa de desarrollo del pensamiento causal.

Durante la realización de la etapa experimental de la investigación fue indispensable realizar **ajustes en algunos de los elementos del modelo** para el desarrollo del pensamiento causal en la Química. Entre ellos, la delimitación de los contenidos correspondientes a cada etapa de la habilidad generalizada; la definición de habilidades específicas que se correspondan con cada relación causal que se debe analizar de acuerdo al programa establecido (1991).

Fue necesario extender la llamada etapa de sistematización hasta el noveno grado para reafirmar los contenidos asimilados anteriormente y que los alumnos fueran capaces, sobre la base de lo aprendido, de explicar nuevos hechos o fenómenos y utilizar nuevas vías para resolver los problemas.

Los resultados obtenidos al inicio del proceso desarrollado mostraron la necesidad de incrementar las tareas de índole predictiva, para que sobre la base de las instrumentaciones adquiridas al desarrollar la explicación de relaciones causa – efecto y utilizando las leyes y reglas aprendidas, el alumno pudiera predecir la causalidad, bien la causa, bien el efecto esperado; esto permitió el perfeccionamiento de las tareas del alumno, de manera que se obtuvieron en etapas posteriores resultados satisfactorios.

Fue necesario ajustar además las técnicas de colaboración e incursión en las zonas de desarrollo próximo de los alumnos, que se empleaban fundamentalmente en clases de ejercitación y sistematización, de manera que pudiera brindarse a los estudiantes “ayudas” para que lograran resolver problemas de mayor complejidad, que exigían el empleo de procedimientos lógicos más complejos que lo evidenciado en sus zonas de desarrollo actual, tales como predicciones, críticas y análisis de contradicciones.

De igual manera, en la etapa de generalización fue necesario incluir en el seminario a los docentes una profundización acerca del proceso evaluativo, para que interiorizaran las maneras de incursionar en las zonas de desarrollo potencial de los alumnos y apoyarlos para alcanzar desarrollo.

## **CONCLUSIONES CAPÍTULO II:**

La posibilidad de los estudiantes de explicar hechos o fenómenos se consideró al elaborar la propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal que se expone en este capítulo. Ésta posee tres elementos esenciales:

- ❖ Modelo didáctico general para el desarrollo del pensamiento causal
- ❖ Metodología para lograr la concreción del modelo a una asignatura en particular.
- ❖ Modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal en la E-P-A de las sustancias en la Química de Secundaria Básica.

El primero de ellos aporta las concepciones teóricas de un modelo evolutivo que se sustenta en las relaciones didácticas existentes entre el conocimiento que incluye a la relación causa – efecto que se analizará, la etapa de la habilidad a formar o las habilidades específicas que se corresponden con ese conocimiento y la etapa de desarrollo del pensamiento causal. La metodología para poner ese modelo en movimiento define el trabajo metodológico a realizar para particularizar el modelo a un objeto de la realidad, esta concreción se revela en el modelo para el desarrollo del pensamiento causal a través de la E-P-A de las sustancias, cuyas concepciones aplicadas al estudio de la Química en Secundaria Básica permiten que profesores y estudiantes expliquen hechos o fenómenos donde esa relación es ley causal.

## **CAPÍTULO III: Resultados experimentales de la propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal a través de la relación E-P-A de las sustancias en la Química de Secundaria Básica**



## **INTRODUCCIÓN:**

En este capítulo se realiza la valoración de la propuesta metodológica abordada en esta Tesis, la cual como se explicó incluye como elementos fundamentales al Modelo Didáctico para el desarrollo del pensamiento causal, Metodología para el establecimiento del modelo en una asignatura específica, así como el Modelo Didáctico particularizado al proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química de Secundaria Básica.

En este capítulo se valorarán los resultados obtenidos al determinar la factibilidad de uso del modelo general, la valoración y aplicación de la metodología para concretar ese modelo a otras asignaturas y niveles de enseñanza, a partir de la opinión de posibles usuarios y la aplicación experimental del modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal a través de la E-P-A en la asignatura Química de Secundaria Básica

Con relación al proceso experimental en la Química de Secundaria Básica, se propone la valoración de la efectividad del Modelo Didáctico particular a partir de su eficacia y eficiencia, teniendo como presupuestos los aportes de B. Estévez (2000), quien considera que: "... la efectividad para el proceso docente debe ser la conjunción dialéctica de la eficacia y la eficiencia"(ESTÉVEZ. B. 2000 p.84) y entiende que un proceso docente será más efectivo que otro si, además de lograr los objetivos previstos, lo hace con mayor calidad en la adquisición de los conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes y ahorra recursos económicos incluyendo el tiempo de ejecución de la actividad.

### **III.1. Factibilidad de uso del modelo para el desarrollo del pensamiento causal y de la metodología para concretarlo a una asignatura.**

Durante el curso 2000 – 2001 se trabajó con 47 profesores de las asignaturas de las ciencias naturales. Biología (16), Geografía (19) y Química (12), entre ellos Metodólogos, Jefes de Departamento, profesores de Secundaria Básica, profesores de Preuniversitario, profesores de Enseñanza de Adultos y Enseñanza Técnica, todos profesionales de 5 – 19 años de experiencia y evaluados de B y MB. Se les presentó el modelo general para el desarrollo del pensamiento causal en su carácter de posibles usuarios, con el objetivo de obtener sus opiniones acerca de la importancia del modelo y la posibilidad de aplicarlo en sus respectivas asignaturas.

Al utilizar la técnica de trabajo en grupos “Embalse de ideas” se recogieron las siguientes opiniones:

- El modelo es muy importante, ya que trata un problema real que se presente en los alumnos en general y hasta el momento no conocían ninguna propuesta metodológica que les ofreciera modos de actuación al respecto.
- Consideran que es posible aplicarlo en sus asignaturas, señalaron además la necesidad de recomendaciones metodológicas para su concreción.
- Expresan que la aplicación del modelo debe llevarlos al desarrollo de un trabajo metodológico profundo en la particularización de cada asignatura y de las relaciones intermaterias para que el estudiante pueda recibir un cúmulo de influencias uniforme.
- La aplicación del modelo debe llevar a una profundización de los conocimientos científicos y metodológicos del profesor acerca de su asignatura y de los contenidos de su área.

La investigadora está plenamente de acuerdo con las opiniones obtenidas de esos profesores y considera que el trabajo metodológico a realizar, además de profundo, debe ser sistémico para lograr la evolución esperada en el desarrollo del pensamiento causal de los estudiantes dentro de cada asignatura y entre ellas..

En la segunda parte del trabajo realizado con estos profesionales les fue entregado de manera individual el folleto. “ Metodología para la concreción del modelo para el desarrollo del pensamiento causal a una asignatura”, éste debía cubrir las expectativas expresadas anteriormente acerca de la necesidad de contar con orientaciones metodológicas precisas para lograr particularizar el modelo. Se realizó un estudio en equipos de trabajo de cada una de las orientaciones contenidas en el folleto, los resultados de los análisis fueron socializados y concluyeron:

- La metodología es orientadora del trabajo a realizar, expresa ordenadamente la manera de actuar para lograr concretar el modelo en una asignatura específica a partir de determinar los componentes del proceso de desarrollo del pensamiento causal en el objeto de estudio.
- Lograr establecer el modelo en una asignatura implica una profundización de los conocimientos de las ciencias para la explicación de las relaciones causa – efecto en

los hechos o fenómenos que se estudian en los programas escolares; el folleto esclarece la necesidad de reelaborar el sistema de contenidos expresados en los programas en función del logro de un objetivo y la solución al problema.

- La etapa de mayor dificultad es la elaboración de un sistema de tareas que cumpla con las características necesarias para lograr la evolución del pensamiento causal, ya que implica el dominio de los procesos lógicos del pensamiento por los profesores, de los conocimientos de la ciencia que aborda la asignatura y la relación de esos procesos lógicos con la etapa de desarrollo de la habilidad específica que se trabaje y eso acorde con el nivel genético – etéreo del alumno a quien vaya dirigido. No obstante las referencias que aparecen en el folleto acerca de las formas lógicas con que el alumno puede lograr la explicación y las tareas tipo presentadas son de gran utilidad cómo guía para elaborar las tareas, por su correspondencia con las etapas para el desarrollo del pensamiento causal.
- El trabajo metodológico a realizar es intenso y debe extenderse a todos los cursos donde se imparta la asignatura para el logro del objetivo que se determine; no será un trabajo de aplicación mecánica, su sistematicidad lleva a su propio perfeccionamiento y adaptabilidad a las características concretas de los alumnos a quienes va dirigido.
- Debe lograrse una adecuada relación intermateria para incidir positivamente y de conjunto en el escolar.

Estas ideas coinciden con las de la investigadora y evidencian la comprensión del contenido expresado en el documento. Luego de culminado este análisis, a los usuarios se les planteó cómo tarea: Determinar los componentes del proceso de desarrollo del pensamiento causal para un objeto (Tema) de la asignatura que imparten. Los resultados obtenidos al desarrollar esta tarea, son considerados exitosos por la investigadora. En primer lugar lograron adaptar el modelo a sus necesidades y características particulares, encontrar los nexos causales existentes en el objeto estudiado y las desglosaron pormenorizadamente, definir las habilidades específicas al tema en cuestión a partir de la habilidad generalizada y su sistema operacional y como aspecto relevante al valorar las etapas de evolución al desarrollo del pensamiento causal incluyeron tareas que consideraron necesarias para lograrlo.

Es importante destacar que el modelo didáctico y la metodología para concretarlo en una asignatura (contenida en el folleto) se refieren a las etapas de desarrollo de la habilidad generalizada a través de todo el estudio de la asignatura y los profesores lograron extrapolarlas a habilidades específicas de un tema, cuestión esta que demuestra su posibilidad de derivación e integración.

Luego de realizada la tarea los profesores coinciden en que necesitaron estudiar más profundamente los contenidos de las asignaturas particulares, consultar bibliografía de más alto nivel que cuando siguen sus programas como es tradicional. Se refieren a que logran esclarecer los contenidos y encontrar formas de hacerlos más asequibles a los estudiantes al analizar el sistema de relaciones en que se encuentran inmersos.

Todo lo expresado hace pensar en la factibilidad de concreción del modelo a través del trabajo metodológico del profesor, que permite la planificación, organización, regulación y control del proceso de enseñanza – aprendizaje del objeto en cuestión y que las orientaciones que dimanaban del folleto son pertinentes para complementar el modelo didáctico propuesto para el desarrollo del pensamiento causal y facilitan la labor del docente y del colectivo de docentes. No obstante se es consecuente con qué no es un trabajo que pudiera considerarse sencillo, pero redundaba en una mejor preparación científica y metodológica del docente. Es preciso profundizar en el trabajo metodológico interdisciplinar a realizar.

### **III.2. Actividades previas al proceso experimental.**

El carácter de las transformaciones que se deseaban lograr en el proceso experimental de esta investigación, fundamentalmente la introducción de los conceptos: **estructura de la sustancia, propiedades, propiedades físicas y químicas, aplicaciones y las ideas de la causalidad científica**, indujo a la realización de pilotajes previos, que tuvieron como objetivo valorar la posibilidad de los escolares de comprender y utilizar estos conceptos. Esta actividad se desarrolló durante el curso 1995/1996. Se partió de un diagnóstico a 768 estudiantes de octavo grado y a 181 de décimo y onceavo grados. La selección de alumnos de tales grados se fundamenta en el interés de conocer las posibles diferencias en la asimilación de estos conceptos entre adolescentes, vírgenes en su formación química y alumnos de la juventud temprana ya iniciados en los conocimientos químicos.

El diagnóstico inicial aplicado (Ver Anexos 6, 8, 10) a estos tipos de estudiantes mostró:

Los estudiantes de octavo grado no eran capaces de explicar fenómenos cotidianos y de la naturaleza, no tenían formadas las ideas de la causalidad científica; al exponer sus ideas precedentes acerca de la estructura, propiedades y aplicaciones se limitaban a expresar ideas formadas en su cotidiano de vida (34,8%), otros ejemplificaron con la estructura de las células u otros órganos conocidos en la Biología (11,9%) y el 53,12% no expresó ninguna idea. En el concepto propiedad el 41,92 % señaló que las propiedades decían como era lo que se observaba, el resto no respondió al igual que en el caso de las aplicaciones donde sólo algunos señalaron que era “aplicar una medicina en una herida”. A las preguntas relacionadas con la causalidad no respondieron.

Los estudiantes de décimo y oncenavo grados mostraron que en lugar de explicar los hechos o fenómenos cotidianos y los relacionados con la E-P-A de las sustancias que se les presentaron, se limitaban a describirlos sin ir a la esencia interna de los mismos, en el caso particular de la relación E-P-A sólo un 14,36 % estableció relaciones E – P o P- A, en ningún caso se desarrolló el análisis total de la relación y cuando se referían a la estructura sólo tenían en cuenta el tipo de enlace químico que posee la sustancia en cuestión. El estado de los conocimientos acerca de la E, P, A y de la causalidad fue semejante al descrito para el octavo grado, aunque señalan que las propiedades dicen cómo es la sustancia y las aplicaciones informan como se usan.

La intervención pedagógica se realizó en dos grupos de estudiantes en cada grado, en las unidades: “ El dioxígeno” - 8º, “El agua” – 10º , “Los metales “- 11º, en todos los casos se introdujeron los conceptos antes mencionados, la formación inicial de la causalidad y su uso en la explicación de hechos y fenómenos relacionados con la E-P-A.

El período de introducción de estos conceptos se considera suficiente para percatarse de que son asimilados correctamente por los alumnos, los comprenden y pueden referirse a ellos al estudiar algunos hechos o fenómenos relacionados con la E-P-A de las sustancias.

Los estudiantes de décimo y oncenavo grados pudieron ampliar sus conocimientos y mejorar sus modos de actuación en cuanto al establecimiento de algunas relaciones causa – efecto E-P-A. Todo lo expresado fue constatado con la aplicación de los postest (Anexos 7, 9, 11).

Interesaba de manera particular si los adolescentes de octavo grado podían asimilar estos conceptos, lo que fue confirmado. Se consideró que los alumnos están en condiciones de

asimilar los conceptos expresados y con un tratamiento metodológico adecuado llegar a utilizarlos en sus procesos de desarrollo.

Esta etapa sirvió además para validar y perfeccionar la guía de observación a clases que se utilizaría en la etapa experimental (Anexo 17) y los métodos para iniciar la formación de los conceptos, los que fueron sugeridos posteriormente en orientaciones metodológicas al profesor en el modelo propuesto.

En el capítulo II de este trabajo, al describir el modelo se sitúa en su primer subsistema la relación problema – objetivo – objeto; para la definición de cada uno de estos componentes es necesario realizar el proceso de diagnóstico. Siguiendo las indicaciones ofrecidas en el Modelo general para el desarrollo del pensamiento causal, al finalizar el curso 1996 - 1997 se elaboró y aplicó en cinco escuelas del municipio Holguín, a 1745 estudiantes de octavo y noveno grados, pruebas de lápiz y papel (Anexos 12 y 14) con el objetivo de valorar el dominio de los estudiantes en la determinación de relaciones causales y en el proceso de su explicación. Para ello se tuvo en cuenta; sí los alumnos:

- Buscan la causa del hecho o fenómeno en sus relaciones internas esenciales o en factores externos que pueden o no resultar condicionantes de la causalidad.
- Elaboran la explicación a partir del planteamiento de sus hipótesis.
- Pueden realizar tareas que permitan determinar el grado de desarrollo alcanzado en los procedimientos lógicos; lo que se determinó por la variante de la explicación utilizada y su coincidencia con las etapas del pensamiento causal, reveladas en los indicadores para medir su evolución y que son reveladas en el modelo.

#### **Análisis de las pruebas para el diagnóstico:**

En las pruebas aplicadas se concibió que la primera tarea ofreciera una serie de opciones, para ser seleccionada la que de manera más precisa explicara la causa del fenómeno que se describe, en las pruebas de ambos grados (Anexos 12 y 14) se utilizaron fenómenos cotidianos familiares al estudiante, sólo una de las opciones apuntaba a la causa interna del fenómeno, las demás se referían a condicionantes u otros factores externos involucrados en el fenómeno. En estos casos la mayor cantidad de alumnos (84,9 % para octavo y 64,9 % para noveno) selecciona una opción que no coincide con la causa real, se concluye que no están preparados para el análisis de la génesis del fenómeno a partir de su esencia interna, generalmente se contentan con respuestas que pueden ser consideradas ideas alternativas

(Carrascosa J. A. 1998), dadas fundamentalmente por creencias populares, o por su cotidiano de vida.

Los resultados alcanzados en la segunda tarea confirman las ideas anteriores; esta tarea, por completamiento de frases, aspiró además a comprobar si los alumnos son capaces de elaborar alguna hipótesis en su esfuerzo por lograr las explicaciones, sin embargo sus respuestas denotan que utilizan factores externos en lugar de los esenciales (Véase anexos 13 y 15 ), y completan las ideas utilizando efectos en el lugar de causas; o sea que aportan una consecuencia del fenómeno como justificación de la idea; esto se evidencia en múltiples respuestas, por ejemplo cuando plantean que su mamá usa un paño para bajar las ollas del fuego porque están calientes, cuando han estudiado anteriormente la causa de la conductividad térmica de los metales, o al plantear que la pelota rueda porque un niño la empujó. También justifican a partir de un fenómeno similar, esto es de lo singular a lo singular, y usando causas próximas y no la real, al decir por ejemplo que el jabón se utiliza para bañarse ya que al igual que el champú hace espuma, o que las lluvias ácidas son dañinas porque al igual que la humedad corroen a los monumentos. La explicación de los hechos esperada en la tercera tarea no se alcanza; entre el 80 – 90 % desarrolla su actividad de manera descriptiva, ya que incluyen todo lo que conocen acerca del hecho en cuestión, mezclando aspectos esenciales y no esenciales, usan relaciones externas y en una minoría de casos las internas, pero por analogía y sin realizar algún tipo de demostración de la esencia analizada.

La cuarta tarea de noveno grado dirigida a la determinación, en grupos de hechos relacionados, las causas y efectos, así como una explicación de su selección, demuestra desconocimiento de estos términos, en la mayoría de los casos analizados, más del 50% de los estudiantes no responden, muchos expresan que no saben que es causa y efecto; los que responden no superan al 36% de aciertos al determinar la causa real y estos se justifican fundamentalmente por analogía con otros fenómenos. Para el caso “c” (54,3 %) y los restantes, el proceso lógico de la explicación ocurre con el uso de la analogía, de una ley causal o la generalización de leyes conocidas, pero siempre en valores que oscilan entre un 12 – 35 %.

De acuerdo con estos resultados según los indicadores expuestos en Capítulo II, se está en presencia de un pensamiento causal empírico elemental, que no se apoya en lo general

para explicar los fenómenos singulares, la relación causa – efecto se da en un solo sentido, de lo singular a lo singular, muy relacionada con la experiencia cotidiana.

A partir de este análisis se concretó como problema a solucionar con la intervención pedagógica:

***Desarrollo del pensamiento causal de los escolares de Secundaria Básica, a un nivel empírico elemental, revelado en descripciones incompletas de los fenómenos analizados, uso de otros fenómenos singulares para explicarlos.***

La contribución a la solución de este problema se particularizó en un objetivo para el estudio de la Química en Secundaria Básica:

*Explicar hechos o fenómenos de la naturaleza y la vida relacionados con la E-P-A de las sustancias, a partir de sus relaciones causales, utilizando procedimientos inductivo - deductivos.*

Para solucionar el problema y alcanzar el objetivo se determinó realizar la aplicación experimental del **Modelo para el desarrollo del pensamiento causal en la asignatura Química de Secundaria Básica**, en la relación E-P-A de las sustancias, donde se valoró su efectividad.

Para la modelar y ejecutar el experimento se tuvo en cuenta:

#### **OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES:**

Variable independiente: **Explicación de la relación E-P-A de las sustancias, en hechos y fenómenos donde ésta es ley causal.**

Variable dependiente: **Pensamiento causal del estudiante de Química de Secundaria Básica.**

#### **DIMENSIONES DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE:**

*Calidad de la explicación de la relación E-P-A en hechos y fenómenos donde esta relación es ley causal.*

- ◆ Nivel de dominio de los elementos del conocimiento que componen la relación E-P-A de las sustancias y de la causalidad.
- ◆ Capacidad de encontrar nexos entre los elementos de la relación E-P-A según la jerarquía causal.
- ◆ Capacidad de explicar las relaciones causales de la E-P-A en hechos o fenómenos donde esta relación es ley.

Se tienen en cuenta los indicadores generales para valorar la evolución del pensamiento



causal que fueron expuestos en la página 68 Capítulo II .

### **III. 3. Aplicación del modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal a través de la relación E-P-A. Resultados obtenidos.**

Esta etapa tuvo como objetivo:

- Valorar la efectividad del modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal a través de la E-P-A de las sustancias en los cursos de Química de Secundaria Básica.

Se valoró la efectividad a partir de la realización de un cuasiexperimento:

- ✓ Con grupos enteros de control y experimental, para comparar eficiencia en el logro de los objetivos, la adquisición de los conocimientos y de la habilidad por parte de los estudiantes.
- ✓ Desarrollo evolutivo de la habilidad dentro del propio grupo experimental, lo que permite emitir juicios acerca del desarrollo de la variable independiente y su influencia en la dependiente.
- ✓ Repetibilidad, en tanto se desarrollará independientemente en varias escuelas a un mismo tiempo y desfasadas; para comparar resultados.

Se valora la eficiencia por la posibilidad de ahorro de útiles y reactivos y la reorganización de las actividades, con respecto a las dosificaciones realizadas tradicionalmente, de manera que los objetivos se alcancen más tempranamente que en el proceso de enseñanza – aprendizaje tradicional.

En el cuasiexperimento se consideró como población a los estudiantes de Secundaria Básica de octavo y noveno grados de las escuelas del municipio Holguín, se tomaron como muestra estudiantes de tres escuelas, durante tres cursos sucesivos, lo que representa el 25% del total aproximadamente.

Para garantizar los resultados se previeron las siguientes condiciones:

- ❖ Selección de grupos enteros, de forma tal que alumnos y profesores posean características semejantes, así como adecuadas condiciones ambientales de las escuelas.
- ❖ En los grupos de control se mantendrán los contenidos tradicionales en la enseñanza de la Química, según programas estatales vigentes desde 1991; en los grupos experimentos se aplica el modelo didáctico sobre la base del mismo programa, realizando las adecuaciones contempladas en la Orientaciones Metodológicas al profesor.

- ❖ Aplicar los mismos instrumentos evaluativos en todos los grupos; en el momento que se prevea, de acuerdo a la etapa de desarrollo del contenido que se determine en el modelo
- ❖ Garantizar por parte de la investigadora la preparación de los profesores de grupos experimentales a través de seminarios metodológicos, entrenamientos metodológicos conjuntos y la entrega de folletos de orientaciones metodológicas al profesor y el sistema de tareas para el alumno.

En el cuasiexperimento participaron siete profesores de Química de tres secundarias básicas, licenciados, con educación postgraduada y más de tres años de experiencia, evaluados de B y MB. En cada centro se seleccionó un grupo experimento y uno control, las clases fueron impartidas por profesores diferentes en los grupos experimento y control. Se trabajó con tres grupos experimentales en tres escuelas, en la primera fase, los que fueron intervenidos del octavo al noveno grados (cursos 1997/1998 – 1998/1999) y en la segunda, en dos grupos, se repitió la intervención (1998/1999 – 1999/2000), en el curso 99/2000, se generalizó la propuesta a las 18 secundarias básicas del municipio Holguín

La selección de los alumnos se realizó teniendo en cuenta el índice académico de todas las asignaturas; prestando particular interés a los resultados alcanzados en el diagnóstico anteriormente descrito, al índice de las asignaturas de las ciencias naturales y la disciplina de los grupos. Para determinar los grupos de control (GC) y experimentales (GE), se hizo una comparación de uno a uno de los índices académicos alcanzados por los alumnos, dando ventaja (en caso que existiera) a los grupos control. Se seleccionaron los centros, GE y GC teniendo la aprobación de las instancias correspondientes.

Se caracterizó a los profesores teniendo en cuenta el nivel de escolaridad, educación postgraduada, experiencia como profesor de Química en el nivel, dominio de la metodología de la enseñanza de la Química, habilidad para atender a las diferencias individuales de sus alumnos y creatividad en la impartición de sus clases, así como su disposición para enfrentar las tareas del experimento.

Previo y durante el desarrollo del cuasiexperimento se desarrollaron las siguientes actividades:

1. Preparación de los profesores:

- a) Información acerca del desarrollo del experimento a los profesores seleccionados.

- b) Seminario metodológico a los profesores de grupos experimentales para lograr la comprensión y aceptación del modelo teórico, clarificar su objetivo y el tratamiento metodológico a seguir en la asignatura a partir de la utilización de las orientaciones metodológicas al profesor y el sistema de tareas del estudiante.
  - c) Entrenamientos metodológicos conjuntos (EMC) quincenales con los profesores experimentadores, que convergieron en interacción dialéctica investigador – experimentadores, en aras del mejoramiento de la metodología del proceso y la toma de decisiones para las actividades a desarrollar. Estos EMC fueron evolucionando, de manera que llegaron a constituir preparaciones metodológicas de equipo y se espaciaron en el tiempo, llegando a realizarse por parte de los profesores experimentadores autónomamente sin que fuera imprescindible la presencia de la investigadora en todos ellos.
2. Introducción del modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal a través de la explicación de la relación E-P-A de las sustancias (según aparece en capítulo II y en anexos 2, 4 y 5), a manera de intervención pedagógica en los grupos experimentales.
  3. Observación de clases en grupos experimento.
  4. Entrevista a profesores experimentadores.
  5. Aplicación de tareas de control en GE y GC.
  6. Aplicación de test de metacognición a estudiantes de GE.
  7. Aplicación de técnicas de recogida de estados de opinión en los escolares de GE.

Las actividades 3, 4, 5, 6 y 7 permitieron obtener resultados y emitir valoraciones acerca del proceso realizado y la efectividad del modelo didáctico aplicado, lo cual será analizado a continuación:

Análisis de las observaciones a clases en grupos experimentos:

Durante la fase experimental de la investigación fueron observadas 68 clases, de ellas 48 en los GE de los cursos 1997/1998 – 1998/1999 (tres escuelas 8º y 9º grados) y 24 en la segunda etapa, curso 98/99 (dos escuelas, 8vo grado). Para su observación se elaboró una guía (Anexo 17) . Fueron observadas 26 clases en grupos control que en general cumplen con las características del proceso de enseñanza – aprendizaje tradicional para la Química, persistiendo lo expresado para las clases observadas en la etapa diagnóstica de la investigación.

En las clases de GE se observaron las siguientes regularidades:

- ◆ En el 100% de ellas se formuló el objetivo de manera que contuviera a la habilidad generalizada, ya particularizada para el objeto de estudio y definiera el nivel de desarrollo esperado en la misma. La orientación hacia el objetivo reveló en el 70,8% de ellas la necesidad del establecimiento de relaciones causales y el 88,8% la explicación de fenómenos. En estas clases se dio un alto valor a la orientación hacia el objetivo, unido a la motivación, para que el estudiante comprendiera qué se esperaba de él, que los problemas a resolver le ayudarían a comprender su entorno, su cotidiano de vida y a la naturaleza.
- ◆ El 100% de las clases se caracterizó por su científicidad en tanto que los contenidos se revelaron de acuerdo al determinismo científico, encontrando y explicando correctamente las relaciones causa – efecto en los fenómenos estudiados; en caso de existir errores por parte de los estudiantes fueron rectificados por sus compañeros o el profesor. De forma general se evidenció dominio de los contenidos por los profesores y estudiantes.
- ◆ En el 91,6% de las clases se evidenció correspondencia de la explicación ofrecida por el profesor en relación con el nivel de los estudiantes; donde esto no se logró se puso de manifiesto que los profesores ofrecían una explicación por encima del nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes, lo que fue rectificado oportunamente hasta lograr la comprensión plena del problema por el escolar. El proceso se concibió de manera sistémica para ir logrando en el alumno la asimilación de los conocimientos con incremento de su complejidad y vinculados a la vida, de manera que se diera explicación a hechos y fenómenos cercanos a su cotidiano de vida.
- ◆ La formación de la habilidad explicar relaciones causa – efecto E-P-A de las sustancias en hechos y fenómenos de la naturaleza y la vida se logró en el proceso definido por el modelo didáctico, transitando por las etapas previstas. Esto se hizo evidente a través de la consecutividad de las clases observadas.
- ◆ El 100% de las clases observadas reveló tratamiento problémico al contenido, con uso de todos los métodos de la enseñanza problémica, definidos a partir del nivel de desarrollo alcanzado por el estudiante para trabajar en el acercamiento a la zona de desarrollo próximo, se logró el incremento paulatino del uso del método investigativo, fundamentalmente en la etapa de transferencia (novenio grado).

- ◆ En todas las clases observadas se ejecutó trabajo independiente por parte de los estudiantes con el uso de tareas aportadas en el modelo o tareas elaboradas por los profesores quienes orientan y controlan la actividad encaminada fundamentalmente a la búsqueda de relaciones causa – efecto, a partir de la utilización del método de reformulación del problema, para ello se utilizaron variantes que incluyeron el trabajo individual y grupal, de este último el trabajo en equipos y la discusión colectiva, se observó el aporte de “ayudas”, fundamentalmente en la apropiación de las instrumentaciones requeridas para la explicación y en particular en la elaboración de hipótesis. Se hizo evidente, en el avance del proceso, la internalización del método, las interrogantes planteadas oralmente por los estudiantes se fueron haciendo más certeras hacia la búsqueda de las causas de esencia del objeto estudiado, así como las respuestas obtenidas en las tareas del trabajo independiente para la casa. El promedio de participación de los estudiantes con respuestas individuales o colectivas se movió de 18 en la etapa de comprensión del problema a 26 en la etapa de transferencia. Se observó la disminución gradual de la tendencia a la ejecución detectada en las primeras clases.
- ◆ El control del trabajo independiente, tanto el realizado en la clase, como el orientado de tarea para la casa, fue satisfactorio en el 97,2% de las clases. Se destaca la utilización de la evaluación formativa, en especial socializada en el 81,9% de ellas, con presencia de autovaloraciones, análisis del proceso lógico de solución de la tarea y valoraciones grupales de la actividad.
- ◆ En el 41,6% de las clases observadas se realizaron experimentos o se analizaron resultados de los experimentos desarrollados independientemente por los estudiantes en sus casas, con utilización de recipientes de uso común y otros útiles elaborados por los propios estudiantes, así como la sustitución de reactivos, en los casos que fue posible, por sustancias que aparecen en la vida cotidiana. En su desarrollo se observó la búsqueda de las causas de las transformaciones observadas y la explicación de relaciones E-P-A de las sustancias involucradas.

#### **Análisis de la entrevista realizada a profesores de grupos experimentales:**

Se entrevistó a los profesores de los grupos experimentales con el objetivo de conocer su opinión acerca del desarrollo del experimento, dificultades presentadas y principales logros

obtenidos, opiniones acerca de las sugerencias metodológicas y el sistema de tareas para los estudiantes. Los resultados obtenidos revelan:

- El 100% de los profesores evalúa como muy buena la metodología aplicada y exponen que las sugerencias metodológicas son orientadoras, pero los ha obligado a profundizar sus conocimientos químicos en bibliografía complementaria, la cual anteriormente no consultaban, la necesidad de conocer la causa de esencia de los fenómenos para preparar sus clases y además poder dar una respuesta precisa a la gran cantidad de interrogantes emitidas por los alumnos provocó una autopreparación intensa en todos ellos.
- Los profesores coinciden en que el sistema de tareas es suficientemente abarcador; es necesario que cada estudiante cuente con su folleto de tareas. Es necesario continuar perfeccionando las técnicas para la detección de las potencialidades de los escolares. El trabajo independiente para la casa fue suficientemente orientado en la clase y se utilizó el mural para que los estudiantes copiaran el texto de las tareas.
- Todos los profesores opinan que el método de “reformulación del problema” es muy propicio para que estudiantes de esta edad encuentren relaciones causa – efecto y además “los hace pensar”. Provoca gran motivación en los estudiantes.
- El 100% de los profesores considera que las clases se desarrollaron de manera muy activa, se provocó la participación interna y externa de los alumnos utilizando métodos de la enseñanza problémica y técnicas de trabajo en grupos.
- Plantean los profesores que fue evidente la evolución gradual de los alumnos en cuanto a su posibilidad de dar explicaciones de hechos y fenómenos relacionados con la E-P-A de las sustancias.

De esta manera pudo constatar que los profesores de los grupos experimentales valoran positivamente el modelo didáctico aplicado en el cuasiexperimento y los resultados del mismo.

#### **Análisis de las tareas de control aplicadas durante el cuasiexperimento:**

Se señala en el capítulo II que son las tareas las que garantizan el dominio de la habilidad y el logro del objetivo. Es necesario destacar que la posibilidad de realizar o no un tipo de tarea está íntimamente relacionada con el dominio alcanzado por el estudiante en el conocimiento

y la habilidad; los procesos lógicos que utilice para desarrollarla felizmente junto con esos conocimientos constituyen resultados o equivalentes del pensamiento (PIDKASISTI, P.I. 1986), En este trabajo se juzga el desarrollo alcanzado en el pensamiento causal (según los indicadores expresados anteriormente) por la correcta ejecución de tareas que evidencian que el alumno ha sido capaz de encontrar y explicar los nexos causales que existen entre la estructura, propiedades y aplicaciones de las sustancias, y la forma lógica de desarrollo de esa explicación.

Durante el período de intervención pedagógica, en esta investigación se aplicaron a los estudiantes 21 tareas de control (Anexo 18), coincidentes con su tránsito por el 8º y 9º grados y por las etapas de desarrollo de la habilidad definidas en el modelo teórico, se concibieron de manera que los procesos indispensables para el logro de la explicación dieran la posibilidad de valorar la evolución del pensamiento causal del alumno. Fueron aplicadas 13 tareas en el 8º grado, de ellas, 8 en la etapa de comprensión del problema, y 5 en la etapa de sistematización. En el 9º grado se aplicaron 8, coincidentes con la etapa de transferencia. Se previó que el momento de aplicación de las tareas coincidiera con el vencimiento de una sub – etapa de desarrollo del conocimiento y la habilidad y de los procesos lógicos que debía emplear en dependencia del modo de actuación o nivel de asimilación que se esperaba que el alumno demostrara al realizar la misma. Independientemente de que estas tareas midieron el desarrollo alcanzado en determinados momentos concebidos en el modelo y coincidentes con los componentes para el desarrollo del pensamiento causal previamente definidos, el control sistemático permitió tener en cuenta el desarrollo potencial, las competencias emergentes (Medina Liberty, 1998) puestas de manifiesto en su interacción con el profesor y otros estudiantes al realizar las tareas.

El análisis de las tareas aplicadas se realizó según la siguiente escala:

B – nivel alto: respuestas correctas y completas, donde el alumno demuestre el uso de la explicación de las relaciones E-P-A inherentes al hecho o fenómeno que se analiza.

R – nivel medio: son respuestas correctas pero incompletas, es decir las relaciones causales no han sido reveladas plenamente.

M – nivel bajo: sólo revelan elementos aislados de los necesarios para establecer relaciones causales E-P-A, o no responden.

Las valoraciones comparativas de los resultados alcanzado en GE y GC se realizarán en lo fundamental teniendo en cuenta el nivel alto y en caso de ser significativo los restantes niveles.

#### **Valoración de los resultados de las tareas de control aplicadas:**

**La primera tarea**, se aplica luego que los alumnos han valorado las primeras ideas acerca de la estructura y las propiedades de las sustancias y los modos que tiene el hombre de emplearlas en su beneficio; tiene como objetivo comprobar la formación inicial de las nociones acerca de las propiedades de las sustancias, su diferenciación de acuerdo a las transformaciones en su naturaleza interna y que si el hombre las domina puede utilizarlas en su beneficio, se valora además la posibilidad de responder a una pregunta de por qué utilizando una característica de la estructura de la sustancia, su discontinuidad. De manera general los alumnos de GE (33.3 - 71.1%) logran responder correctamente; los alumnos de GC (26,8 – 48,7%) también logran dar respuestas correctas, nótese no obstante las diferencias entre ambos tipos de grupos; se considera que los alumnos de los GC pueden dar respuestas correctas pues el programa prevé el análisis del objeto de estudio de la química, contempla algunos de los elementos del conocimiento, además de la existencia de conocimientos precedentes de las asignaturas de las ciencias naturales.

**La segunda tarea** pretende que los estudiantes utilicen los rasgos del concepto “sustancia pura” con carácter de ley causal, lo que se considera uno de los pasos previos a la deducción de relaciones causales por medio de leyes. Los estudiantes de GE lo logran (40 – 74%), utilizando además explicaciones que evidencian una elaboración razonada, relacionada específicamente con los rasgos esenciales del concepto. Los alumnos de GC elevan en la totalidad de los casos la cantidad de respuestas correctas con respecto a la tarea anterior, no presentando diferencias significativas respecto a los GE (34,04 – 63,4%), pero aunque utilizan el concepto sustancia pura para justificar las propiedades idénticas del agua destilada en diferentes países, sus explicaciones para el caso del agua de los ríos están basadas fundamentalmente en los procesos de contaminación, usan fenómenos singulares en su explicación así como factores condicionantes de la causalidad.

**En la tercera tarea** los estudiantes deben reconocer la operación de separaciones de mezclas “filtración” y realizar el análisis de las propiedades de las sustancias involucradas



que permiten separarlas; deben realizar la explicación teniendo en cuenta la relación causa – efecto: propiedad – aplicación, en dependencia de cuales sean las propiedades de las sustancias así será seleccionada la operación que se utilizará para separarlas. Esta relación tiene carácter de ley. Los estudiantes de GE (55,5 – 87,1%) realizan la explicación a partir de esta ley causal y en su mayoría se apoyan en esquemas que relacionan a las propiedades con las operaciones de separación lo que denota ya características incipientes de generalización. Los alumnos de GC que logran responder correctamente (18,6 – 58,5%) hacen énfasis específicamente en el proceso de filtración, obteniéndose narraciones de lo observado en su cotidiano de vida del proceso de colar el café.

En los resultados alcanzados en estas primeras tareas es posible hablar de un despegue en los alumnos de los GE con relación a lo alcanzado en su pensamiento causal, con respecto a los resultados del diagnóstico descritos en el epígrafe anterior pues han comenzado a determinar relaciones causa – efecto a partir de leyes que constituyen la esencia interna de los fenómenos que analizan, aún revelados en forma de rasgos esenciales de conceptos y en leyes asimiladas, de las que logran deducir un caso particular. Los estudiantes de GC mantienen en su desarrollo un pensamiento que se basa fundamentalmente en la experiencia de lo cotidiano y las leyes que utilizan no tienen un carácter generalizador.

En **la tarea número cuatro** se comprueba la posibilidad de aplicar a un caso particular la ley que relaciona a las cargas de las partículas elementales del átomo que se encuentran en el núcleo y en la envoltura y que le confiere la propiedad de ser neutral. En este momento ya los estudiantes de GE han conocido la ley causal más general que relaciona a la estructura, las propiedades y las aplicaciones de las sustancias y al aplicarla para el estudio de la estructura del átomo llegaron a la conclusión que ésta determina sus propiedades; las propiedades del átomo de oxígeno son deducidas por estos estudiantes a partir de la generalización realizada; para explicar utilizan el análisis estructural del átomo de oxígeno demostrando que las relaciones entre las cargas contrarias de las partículas que conforman el átomo de oxígeno es igual a cero y de ahí su neutralidad (75,1 – 92,3%). Los estudiantes de GC, a quienes se les considera correcta la tarea (12,1 – 29,1%) se limitan a plantear de manera general que el átomo de oxígeno es eléctricamente neutro porque en todos los átomos la suma de las cargas de los protones y los electrones es igual a cero, se quedan a un nivel reproductivo de la generalización aprendida.

**La quinta tarea** presenta casos particulares de sustancias moleculares que cambian con relativa facilidad sus estados de agregación al ocurrir pequeñas variaciones de la temperatura; para explicar este hecho los estudiantes de GE (80,9 – 94,8%) se apoyan en el análisis de las sustancias señaladas, refiriéndose a su estado de agregación a temperatura ambiente y a las variaciones que en sus propiedades ocurren al bajar o subir la temperatura, dejando claro que otras propiedades como temperatura de fusión y temperatura de ebullición no varían, lo que sucede debido a que se rompen los enlaces intermoleculares pero no los moleculares, llegan a esta generalización por abstracción. En los GC pocos estudiantes (2,4 – 21,9%) dan respuestas consideradas correctas al expresar que todas las sustancias moleculares poseen débiles enlaces entre sus moléculas; los restantes se refieren a casos particulares sin llegar a generalizar la idea, o no responden.

En **la tarea seis** se presentan al dioxígeno y trioxígeno como sustancias formadas por un mismo elemento pero con propiedades diferentes, cuestión que deben explicar, así como que ambas sean beneficiosas a la vida en la Tierra. Los estudiantes de GE (83,5 – 97,4%) apoyados en la ley causal E-P-A de las sustancias, particularizan el caso del  $O_2$  y el  $O_3$ , aportando como hipótesis que si tienen propiedades diferentes, su estructura a pesar de poseer una misma composición cualitativa debe ser diferente; señalan que la diferencia es en la composición cuantitativa y en su organización estructural. La explicación de que ambas sean beneficiosas para la vida en la Tierra, les permite realizar una abstracción expresando la hipótesis generalizadora de que independientemente que tengan propiedades diferentes las sustancias pueden traer beneficios y ejemplifican con el uso del  $O_2$  en la respiración y el  $O_3$  en la capa de ozono que protege a la Tierra. De esta manera para lograr la explicación estos alumnos realizan abstracciones, llegando a concretar en ejemplos particulares.

Los alumnos de GC (2,3 – 8,5%), mantienen su estilo de respuesta reproductivo, la mayoría de los alumnos control (68,2 – 93,02%) se limitan a referirse al agujero de la capa de ozono, ofrecen respuestas incoherentes o no responden.

**La tarea siete** persigue realizar un análisis de las relaciones causa – efecto EPA en el ejemplo de los metales, los estudiantes de GE (88,9 – 97,4%) justifican la posibilidad de que los metales conduzcan la corriente eléctrica con su estructura, que puedan elaborarse como alambres por la propiedad de ser dúctiles, se refieren específicamente a las características del enlace metálico para justificar el paso de la corriente eléctrica, algunos llegan a analizar

el número de electrones en el último nivel de energía de sus átomos. En este momento son capaces de explicar utilizando la relación E-P-A, la conductividad eléctrica y la otra propiedad por P – A, cuestión plenamente comprensible pues a este nivel no conocen aún la teoría de las bandas acerca de la estructura de los metales.

De los cinco grupos control, sólo un 2,3 – 6,3% hace referencia a la existencia del enlace metálico, entre el 17,02% y 4,6% se refieren a la relación P – A en el sentido de que los metales conducen la corriente eléctrica, el resto no aporta ningún elemento válido o no contesta.

**La tarea número ocho** aplicada al culminar la etapa de comprensión del problema aspiró a medir la explicación plena de las relaciones causales E-P-A en el ejemplo del dióxígeno, tres grupos en su totalidad respondieron correcto y completo y en los restantes un 97,5%, esto indica una comprensión de las operaciones de la habilidad. En sus explicaciones evidencian el análisis multicausal de la relación P – A cuando valoran la existencia de sus propiedades físicas y la posibilidad del O<sub>2</sub> de reaccionar con una gran cantidad de sustancias, se observan explicaciones que siguen el orden E, P y A, pero en algunos casos el análisis comienza a partir de la aplicación y en otros de las propiedades, pero siempre manteniendo la causalidad científica. Significa esto que aparece rudimentos de un pensamiento causal generalizado por inducción – deducción, no obstante en sus explicaciones predominan los procesos deductivos y condicionados por medio de leyes y abstracciones cuando se refieren a la cualidad del O<sub>2</sub> a partir del análisis de sus propiedades. La valoración de las respuestas de los estudiantes de los grupos control permitió conocer que estos alumnos se apoyaban únicamente en la relación P – A y sólo al tener en cuenta una u otra propiedad del O<sub>2</sub>, la respuesta más común: porque es un gas; otras respuestas apuntaban a factores externos o condicionantes: porque alivia el asma, participa en la respiración, etc.

En el análisis de las respuestas a esta tarea ya se hacen evidentes logros alcanzados en los GE, se denota una evolución gradual del desarrollo de la habilidad explicar relaciones causales E-P-A, se realizó la formación de los conocimientos y operaciones indispensables y se observó evolución con enriquecimiento de las operaciones lógicas del pensamiento para lograr las explicaciones, utilizaron procesos deductivos condicionados por leyes, abstracciones e incipientes procesos inductivo – deductivos. En el modelo se concibió un nivel de actuación reproductivo, en esta etapa, se observan ya algunos rasgos de aplicación

evidenciados en la posibilidad de encontrar la causalidad con independencia del elemento de la tríada de que se trate. Los alumnos de GC no dan explicaciones usando las relaciones causales E-P-A, las más avanzadas se limitan a la relación P – A y cuando se refieren a algún elemento estructural, sólo consideran la existencia del enlace característico. En sus respuestas predomina la descripción con un carácter narrativo, consideran los hechos de manera aislada y no utilizan la esencia interna de los fenómenos para explicarlos, no se aprecian avances significativos con respecto al diagnóstico inicial ni a los grupos experimentos.

En la **Etapla de sistematización** se consolidó la habilidad formada, la ejercitaron aplicándola a nuevos objetos, esto llevó a los estudiantes a fortalecer los conocimientos teóricos y procesales y los logros alcanzados en el desarrollo de su pensamiento, perfeccionar el proceso de realizar abstracciones a partir de procesos inductivos, generalizar en forma de leyes relaciones causales que han observado en fenómenos aislados, e ir logrando la interacción inducción – deducción para resolver problemas más complejos. Todo lo cual se comprueba al aplicar las tareas de control (9 – 13)

**La tarea nueve** solicita explicar las relaciones causa – efecto E-P-A en un nuevo objeto, un óxido metálico, cuya estructura es diferente a las conocidas anteriormente por el alumno. En los GE se obtienen respuestas correctas y completas (78,1 – 100%), la principal dificultad se encuentra en el análisis del enlace iónico. Las características de este enlace son analizadas correctamente solo por dos estudiantes en los GC; en general estos estudiantes no pueden establecer la relación correspondiente y más del 80% no responde la tarea.

**La tarea diez** tiene como objetivo que se realicen predicciones de las propiedades y aplicaciones de un óxido no metálico desconocido para el alumno, a partir de la información de elementos estructurales del mismo. Para resolver correctamente esta tarea debe producirse una abstracción de otros casos particulares y llegar a una generalización para la predicción de propiedades aplicaciones. Fue realizado correctamente por el 66,6 – 89,7 % de los alumnos de GE . La abstracción de la E - P fue lograda adecuadamente además por el 5,1 – 19,04 % de los estudiantes que se consideraron de nivel medio; la principal dificultad estuvo dada en la relación P – A donde las predicciones dependen en gran medida del conocimiento que posean los estudiantes acerca de la manera en que se utilizan sustancias específicas u otras semejantes. Se incrementó en las clases la realización de tareas

predictivas y el desarrollo de investigaciones por los estudiantes que permitieron ampliar su horizonte cultural y en otras tareas de control realizar eficientemente las predicciones, lo que será valorado en lo adelante. Puede observarse además que en las intervenciones realizadas en el curso siguiente 1998/1999 – 1999/2000 ( Ver anexo 19) se obtiene un mayor número de predicciones correctas en esta tarea en los GE; 85,7 % y 89,7% respectivamente. Los estudiantes de GC no responden esta tarea.

**La tarea once** aporta las propiedades de una sustancia desconocida (X), utilizando las leyes causales conocidas, deben ser capaces de predecir su estructura y aplicaciones. En este caso se obtienen mejores resultados que en la tarea anterior, logran predicciones en forma de generalizaciones de la ley causal que han conocido en otras sustancias con características semejantes. El 68,2 – 92,3 % de los estudiantes de los GE logran respuestas correctas y completas. En los GC no responden acertadamente.

**La tarea doce** exige el desarrollo de la crítica, para ello el estudiante debe extrapolar sus conocimientos a otras condiciones, encontrando vías no definidas anteriormente para resolver el problema. Los procesos inductivo – deductivos llevan a generalizaciones que les permiten emitir juicios acerca del planteamiento que se valora. El 86,6 – 97,6 % de estudiantes de los GE desarrollan adecuadamente la crítica, inclusive casi un 70 % plantea hipótesis de posibles fenómenos que ocurrirían si el hombre violara la ley causal E-P-A de las sustancias. En los GC sólo un estudiante logra emitir una opinión acertada.

**La tarea trece.** En este caso los estudiantes deben explicar un caso especial dentro de los óxidos no metálicos, que contradice lo que es conocido para estas sustancias en relación con sus propiedades. Los estudiantes deben detectar diferencias en el enlace químico que caracteriza a esta sustancia, aparece un enlace atómico en lugar del esperado covalente polar. Logran entonces la explicación por analogía con la estructura del diamante y sus propiedades características; no significa esto una regresión en el nivel de desarrollo de su pensamiento, todo lo contrario muestran la capacidad de aplicar lo aprendido en la solución de nuevos problemas. Sólo uno o dos estudiantes de los GC logra respuestas correctas, de manera totalmente reproductiva de la información recibida en el libro de texto y a través del profesor.

Culmina de esta manera el análisis de los resultados de las tareas de control de la etapa de sistematización. En la misma se ha puesto de manifiesto una marcada diferencia entre el

desarrollo alcanzado por los estudiantes de GE y GC. En los GE se consolida la habilidad formada, el alumno logra generalizaciones y demuestra que puede desarrollar predicciones, críticas y explicar contradicciones a partir del conocimiento adquirido.

Se inicia **la etapa de transferencia**, en ella se incrementa el protagonismo estudiantil a partir de la explicación de nuevos fenómenos del mismo género utilizando procesos inductivo – deductivos, aparecen otras vías para solucionar los problemas, lo que fue constatado con la aplicación de 8 tareas (14 – 21).

**La tarea catorce** fue aplicada a los estudiantes de GE luego de realizar un trabajo investigativo acerca de las propiedades de las sales y sin haber recibido los contenidos relacionados con la estructura y aplicaciones lo que permitió conocer su capacidad para explicar las relaciones causales E-P-A extrapolando sus conocimientos a una nueva situación y de esa manera elaborar hipótesis predictivas acerca de cómo debe ser la estructura de las sales y sus posibles aplicaciones. Esto fue logrado por el 95,2 – 100 % de los estudiantes de GE, quienes se apoyaron en las características estructurales de los óxidos metálicos, las aplicaciones fueron obtenidas, en lo fundamental, de la vida cotidiana en correspondencia con las propiedades y estructura. A los estudiantes de GC se les aplicó la tarea luego de recibir el contenido de la unidad “Sales” y sólo 4,2 – 11,6 % lograron respuestas correctas, sin realizar procesos predictivos, reproduciendo lo aprendido en clases. El uso de las sales en la medicina en forma de sueros se explicó en **la tarea quince** a partir de la posibilidad de los cloruros de sodio y potasio de disolverse con facilidad y la determinación de sus causas en la estructura de las mismas. El 87,8 – 93,7 % de los alumnos de GE logra explicar la formación de iones del halógeno y el metal a partir del análisis de los electrones existentes en los últimos niveles de energía de sus átomos, plantean hipótesis acerca de la posible influencia de las moléculas polares del agua sobre la sal para formar los sueros y se refieren a que el organismo humano necesita de los iones de las sales que se encuentran en los sueros.

La explicación del proceso de disolución es concretada en **la tarea dieciseis**, donde el 81,25 – 95,1 % de los estudiantes de GE logran definir las causas en la interacción de los dipolos del agua con los iones o moléculas de los hidróxidos metálicos y no metálicos respectivamente, la ruptura de los enlaces que conforman a estas sustancias y la formación de los iones solvatados; no realizan una diferenciación del proceso interno en los diferentes

tipos de hidróxidos. Los GC no logran exponer estas ideas: En esta tarea se hace evidente que los estudiantes utilizan otras vías para explicar el fenómeno pues no se concretan al análisis E-P-A de una sustancia o tipo de sustancia, deben combinar los factores de esencia y valorar interacciones entre dos sustancias, el agua y el hidróxido (solute – disolvente). El proceso de ejemplificación y propuesta de aplicaciones lo realizan correctamente, pero se debe destacar que casi la totalidad de los alumnos utiliza a modo de ejemplos a los hidróxidos metálicos. Se infiere la necesidad de precisar el proceso de disolución en hidróxidos no metálicos e hidrácidos a través de tareas con ese propósito.

**La tarea diecisiete**, relaciona una multicausalidad dependiente de la presencia de iones  $\text{OH}^-$  y  $\text{H}^+$  en los suelos que al pasar a disolución pueden cambiar el color de los indicadores, a los estudiantes experimentales les quedan claro ya los procesos que ocurren al disolverse los hidróxidos metálicos y los no metálicos, lo que demuestran exponiendo los análisis estructurales en cada caso. En su explicación utilizan la relación causal E-P-A, a partir de la propiedad de ser solubles y las particularidades estructurales. No emiten hipótesis acerca de lo que ocurre en el indicador, lo que se esperaba, pues para ellos se constituye en ley el hecho de que los indicadores deban cambiar de coloración al interactuar con disoluciones ácidas o básicas. Los grupos control no logran responder, en los GE se obtiene entre 90 – 100% de respuestas acertadas.

En **la tarea dieciocho** se destaca el análisis de una propiedad química del  $\text{HCl}_{(\text{ac})}$ , su posibilidad de reaccionar con los óxidos metálicos que recubren al metal, dando lugar a la formación de sales. Para lograr esta explicación los estudiantes analizan la presencia de iones  $\text{H}^+$  y  $\text{Cl}^-$  en la disolución ácida y emiten hipótesis acerca de su combinación con la capa de óxidos que recubre al metal dando lugar a una sustancia que pueda ser eliminada fácilmente; el 90,6 – 100 % de los alumnos de GE responden acertadamente.

**La tarea diecinueve** exige del alumno la predicción de propiedades y estructura del aluminio. A partir del conocimiento general que poseen acerca de los metales logran concretar esos elementos en el caso particular analizado, hacen referencia a su conductividad térmica, encuentran la causa en las características del enlace metálico y la gran movilidad de los electrones, utilizan la tabla periódica para analizar las características estructurales del  $\text{Al}_{(\text{s})}$ . El 93,5 – 97,7 % de los alumnos de GE responde correctamente, utilizando procesos inductivo – deductivos para exponer sus ideas,

En **la tarea veinte** el proceso de predicción de la estructura de la sustancia en cuestión se da en las relaciones causa – efecto que se producen al interactuar átomos de elementos con diferentes posiciones en la Tabla Periódica, por lo que pueden determinar electrones de valencia y electronegatividad de los átomos, así como el enlace característico y fuerzas interpartículas de la sustancia; es decir que deben analizar cadenas de relaciones causales de la estructura en los átomos que conforman a la sustancia y luego caracterizar la estructura de ésta en particular, lo que impone el uso de procesos inductivo – deductivos complejos.

En **la tarea veintiuno** los alumnos debían percatarse de que Mendeleiev formuló la Ley Periódica teniendo como base a las propiedades de las sustancias simples y compuestas, su periodicidad en dependencia de sus masas atómicas (propiedad del átomo que depende de su composición elemental); a partir de aquí fundamentar la idea expuesta teniendo en cuenta la ley causal general E-P-A de las sustancias, refieren cómo conociendo las propiedades de la sustancia es posible predecir su estructura y aplicaciones, otros , a partir de la ley causal general realizan la misma afirmación y exponen además cómo el análisis de la posición de los elementos en la Tabla Periódica posibilita conocer la estructura de sus átomos e inclusive el tipo de enlace según las electronegatividades. Generalmente ejemplifican con sustancias simples como el dioxígeno, metales como el sodio, el aluminio y el calcio, no metales fundamentalmente el dicloro y el diyodo y sustancias compuestas, óxidos y sales binarias. En el GE se obtienen respuestas correctas y completas entre 96,8 – 100 %, los GC no responden o lo que hacen es repetir el enunciado de la Ley con sus palabras o referirse a algunas variaciones periódicas conocidas en clases.

La valoración de las respuestas de los estudiantes de GE en la etapa de transferencia permite referirse a la posibilidad de los alumnos de aportar explicaciones con el uso de procesos inductivo – deductivos; utilizar lo aprendido en la solución de problemas nuevos e inclusive de adoptar vías diferentes a las conocidas para solucionarlos.

El análisis cualitativo del proceso a partir del resultado obtenido en las tareas de control evidencia:

- ❖ Apropiación por los estudiantes de los GE de los conocimientos necesarios para establecer y explicar las relaciones causa – efecto utilizando la E-P-A de las sustancias previstas para su nivel de enseñanza.



- ❖ Desarrollo de la habilidad “explicar relaciones causa – efecto E-P-A de las sustancias”, que les aporta modos de actuación acordes al objetivo previsto para solucionar el problema detectado en el diagnóstico, dentro del estudio de la Química de Secundaria Básica.
- ❖ Fue superado al menos dentro del objeto de estudio (la relación E-P-A), el pensamiento empírico detectado en la etapa diagnóstica y revelado en el problema, según lo mostrado en la elaboración de sus explicaciones, predicciones , críticas y explicación de contradicciones, fueron capaces con la intervención pedagógica realizada, de detectar relaciones causales y explicarlas con procesos que llegaron al inductivo – deductivo evolutivamente, por lo que es posible hablar de desarrollo en su pensamiento causal.

Los resultados cuantitativos alcanzados por los estudiantes son mostrados en tablas y gráficos (Anexos 19 y 20) y analizados estadísticamente de la siguiente manera:

1. Análisis comparativo entre grupos experimento y control, utilizando la prueba de Ji-cuadrada para un valor de significación 0,01 y el factor de rendimiento  $\eta$  que se calcula por la fórmula:

$$\eta = \frac{\gamma_{\text{experimento}}}{\gamma_{\text{control}}}$$

En la cual  $\gamma$  es el factor de desarrollo de la habilidad en grupos experimento y control, si su valor es  $> 1$  se habrá obtenido mayor rendimiento en el grupo experimento y viceversa.

2. Valoración de la evolución en cada grupo experimental a partir del conocimiento del factor de plenitud de realización de las operaciones de la habilidad  $\bar{K}$ , que se calculará según la fórmula:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i=1}^N n_i}{n * N}$$

donde  $n_i$  es el número de operaciones realizadas por el  $i$  – ésimo alumno (en el caso que se analiza se tiene en cuenta el nivel alto – según modelo – lo que implica la realización de todas las operaciones de la habilidad, es decir una respuesta correcta y completa, o sea  $n.n_0$  – número de alumnos que las realizó),  $n$ , la cantidad máxima de operaciones que constituyen

la habilidad (en este caso 7) y que debe hacer cada alumno; N, la cantidad de alumnos en prueba.

Se utiliza un segundo criterio  $\gamma$ , factor de desarrollo de la habilidad, según la fórmula:

$$\gamma = \frac{\overline{K}_n}{\overline{K}_1}$$

donde  $\overline{K}_n$  es el factor de cumplimiento de las operaciones al final del experimento y  $\overline{K}_1$  al principio del experimento, el cual indica cuantas veces ha crecido el desarrollo de la habilidad.

3. Comparación entre el desarrollo evolutivo de los grupos experimentales, para encontrar repetibilidad de resultados y otros elementos indicadores de la eficacia del modelo aplicado.

La utilización de los parámetros estadísticos  $\overline{K}$ ,  $\gamma$  y  $\eta$ , son reportados por Úsova (1988). Las diferencias entre grupos experimento y control en cada variante del cuasiexperimento son altamente significativas, lo que se revela en los valores de Ji – cuadrada para cada tarea revelados en los anexos mencionados, al igual que el valor del factor de rendimiento  $\eta$ , que indica muy elevados valores de rendimiento de los grupos experimentales con respecto a los de control. Estos resultados, aunque satisfactorios, resultan obvios, toda vez que en los grupos de control no se realizó una intervención pedagógica diferente a la tradicional. Es de destacar la presencia de valores de Ji – cuadrada que solo indican diferencias significativas en las 2 – 3 primeras tareas de cada variante del cuasiexperimento, dado esto precisamente por las imprecisiones iniciales del proceso de formación de la habilidad y en la iniciación de los conocimientos de la E-P-A; no obstante cuando ya el alumno de grupos experimentales se fortalece en el conocimiento y la habilidad, emplea los procedimientos lógicos precisos para la explicación y pasan a etapas superiores de desarrollo del pensamiento causal, se observan diferencias altamente significativas respecto a los alumnos de GC los cuales mantienen un desarrollo empírico de su pensamiento y no son capaces de encontrar y explicar los nexos causales necesarios para realizar satisfactoriamente las tareas de control. El factor de plenitud de realización de las operaciones de la habilidad  $\overline{K}$  permite detectar crecimientos elevados ( 2.06, 2,10 y 3.03) para el factor de desarrollo de la habilidad

$\gamma_{\text{experimento}}$  en los cursos 1997 /1998 – 1998/ 1999 en todas las escuelas y por tanto evolución positiva en cada uno de ellos. En los cursos 1998/1999 – 1999/2000 también se denotan incrementos en el desarrollo de la habilidad (1.36 y 1.64), no obstante ser estos valores menores que los de la primera versión nótese que los cálculos tuvieron en cuenta sólo la etapa del octavo grado pues las escuelas experimentales quedaron incluidas en el último curso en las “transformaciones a la Secundaria Básica”, incrementándose con esto la fuerte influencia de variables ajenas que podían desviar el curso del experimento. (Anexo 21)

Se observa que en las tareas aplicadas en los grupos de noveno grado involucrados, tanto los experimentales como los de control (1999/2000) obtienen rendimientos satisfactorios, en los del experimento mucho más elevadas, pero al extenderse la aplicación del modelo a las 18 escuelas del municipio Holguín, los designados GC también reciben la intervención pedagógica y superan sus resultados, por supuesto no al mismo nivel de aquellos estudiantes que ya en el octavo grado habían iniciado la formación y desarrollo de la habilidad.

Es obvia la repetibilidad de los resultados cuantitativos y cualitativos para los GE y GC; no obstante se realiza una valoración a partir del análisis del factor de desarrollo de la habilidad  $\gamma$ . Para ello se tiene en cuenta lo alcanzado para todos los GE en el octavo grado, grado en que se logra la apropiación plena de la habilidad. (Anexo 21).

Se hace evidente que en todos los GE existe incremento del desarrollo de la habilidad, no obstante las irregularidades cuantitativas que se presentan en casos aislados, por ejemplo en el factor de desarrollo de la habilidad para el grupo 3 (2.8 veces) para el 8º y en general (3.03 veces) es superior que en los restantes, debe analizarse que este grupo fue el que obtuvo más bajos índices del factor de cumplimiento de las operaciones de la habilidad  $\overline{K_1}$  al inicio del experimento, al alcanzar niveles de  $\overline{K_{21}}$  semejantes a los restantes grupos, aparece comparativamente un mayor crecimiento.

Se puede observar que las intervenciones realizadas en los cursos en los cursos 1998/1999, son los que presentan un menor valor del factor de desarrollo de la habilidad al compararlos con los restantes; nótese que también estos grupos presentaron los más elevados valores de  $K_1$ ; se estima que este salto inicial en ellos esta dado precisamente por el perfeccionamiento logrado en el modelo luego de su aplicación durante un curso y la experiencia adquirida por los profesores para desarrollar la intervención pedagógica.

### **Valoración de los resultados de los test de metacognición.**

En esta investigación se tuvo en cuenta el proceso metacognitivo de los estudiantes relacionado con el desarrollo de la habilidad estudiada. Se partió del análisis que de diversos autores realiza A. Labarrere (1995), entre ellos J.M.Flavell, P. H. Winnie, R. W. Marx, D. Slife, J.Weis y T.Bell; según Labarrere ellos coinciden que una de las funciones de la metacognición es efectuar el control, principalmente consciente de la actividad cognoscitiva, de los procesos que ocurren y los resultados que se obtengan. En esta investigación se considera importante para obtener información acerca del proceso transcurrido.

M. Roríguez Y R. Bermúdez (1995), plantean que el período de la adolescencia es aproximadamente cuando adquiere mayor connotación el progreso metacognitivo de las particularidades del pensamiento ya que en esta etapa se propicia el conocimiento y la valoración de todo cuanto les rodea. Aportan un cuestionario como técnica para el diagnóstico de la meta cognición de la actividad ejecutora; que es asumido y adaptado en esta investigación para la obtención de información acerca del proceso de desarrollo de la habilidad (Anexo 22)

El cuestionario posibilita analizar la información a partir del establecimiento de relaciones entre las respuestas de los alumnos para realizar la interpretación y el procesamiento por áreas de preguntas. Las preguntas 1, 2 y 3 permiten determinar si el estudiante puede describir los pasos que ha dado, cual le resultó más fácil y cuál más difícil al desarrollar la acción, lo que puede indicar la concientización de la actividad. Las preguntas 4, 5 y 6 informan acerca del grado de perfeccionamiento de la ejecución y la 7 y 8 si logra extrapolar estas ideas a otros tipos de tareas y si su realización es consciente.

El primer cuestionario fue aplicado después de realizada la tarea # 8, al culminar la etapa de comprensión del problema y el segundo en la etapa de transferencia al culminar la tarea # 17. Se seleccionaron estos dos momentos al considerar que podían obtenerse resultados que mostraran evolución en el desarrollo de la habilidad.

Al analizar los resultados del primer test (octavo grado) se analiza: (Ver Anexo 23):

- Todos los estudiantes describen los pasos (operaciones de la habilidad). Hay diferencias en el número de pasos descrito, no obstante el 55,4 % enuncia todas las operaciones de la habilidad y el 25% sólo dejó de mencionar una operación, lo que indica que conocen

ya en esta etapa cuáles son los elementos necesarios para responder a tareas de ese tipo, o al menos a la tarea resuelta previamente.

- En este momento el paso que resultó más fácil fue describir la aplicación de la sustancia a analizar, resultado esperado dada la íntima relación de los estudiantes con el dióxido de carbono en la vida cotidiana y los estudios realizados acerca del mismo; de hecho en estas ideas basaron sus respuestas acerca de porqué les fue fácil.
- Consideraron más difícil la argumentación de la hipótesis que revela la aparición de las propiedades. Esta es la operación culminante en la tarea realizada donde deben explicar la relación E-P-A declarando el orden jerárquico de la cadena de relaciones que es ley causal. De forma general la consideran difícil pues deben explicar todas las relaciones.
- Todos expresaron que habían realizado tareas semejantes anteriormente y con los mismos pasos que declararon. No conocen si han perfeccionado el proceso de ejecución de la tarea (91,4 %); resultado esperado dada la etapa de formación de la habilidad.
- El 75,5 % de los estudiantes expresan que nunca meditan el modo de realizar las tareas y sólo el 22,6 % señala que a veces lo hace. De ellos la mayoría dice que meditan al respecto durante la ejecución de la tarea, todo esto apunta hacia una tendencia a la ejecución y poco desarrollo de la metacognición.

El análisis del segundo test aplicado, durante la etapa de transferencia (novenio grado), mostró los resultados que aparecen en Anexo 24 y permiten realizar valoraciones comparativas con los resultados del primero:

- Todos describen los pasos que utilizan para desarrollar la tarea. En este momento enumeran entre 4 y 7 operaciones. Es de destacar que el 64,8 % menciona sólo 4 operaciones y este valor va decreciendo hasta los que mantienen las 7 operaciones que reconocían en el primer test. En este momento consideran más fácil (85,9 %) la operación de identificar las propiedades que posibilitan la aplicación de las sustancias, en ningún caso mencionan a la que había resultado más fácil en el cuestionario anterior, de hecho esta operación no aparece consignada entre las que reconocen para resolver la tarea. De esto se puede inferir que esa operación ha sido asimilada de manera automatizada, pues la realizan correctamente en la tarea como un aspecto de la identificación de las propiedades que posibilitan la aplicación de la sustancia.

- La operación que resultó más difícil es la misma que en el test # 1. Se refieren de nuevo a que deben realizar el análisis causal completo. Lo observado hasta el momento indica que los alumnos son conscientes de la ejecución que deben realizar y cuales son las operaciones que utilizan, lo que les permite responder la tarea a pesar de que reconozcan la operación como la más difícil, indica también la asimilación del método de la actividad pues han ido eliminando de su accionar consciente aquellas operaciones más sencillas que quedan integradas dentro de la determinación de las relaciones causales, tales como describir e identificar.
- Todos los estudiantes señalan que realizaron tareas similares anteriormente y ya un 87,5 % reconoce que las resuelven con una cantidad menor de pasos, esto permite corroborar las inferencias realizadas en el punto anterior, quiere esto decir que han perfeccionado su ejecución; casi la misma cantidad de estudiantes lo reconoce, lo que indica una mayor concientización del proceso que realizan.
- Las respuestas obtenidas en las interrogantes 7 y 8 evidencian un crecimiento de la cantidad de estudiantes que considera que a veces medita el modo de realizar las tareas, aparecen valores superiores de los que siempre meditan antes de realizar la tarea, se mantiene un elevado número de alumnos que meditan cómo realizar la tarea durante su ejecución (72,6%). Han existido mejorías en cuanto a la tendencia a la ejecución.

En sentido general puede expresarse que la aplicación de éstos test permitió considerar que los estudiantes de GE son conscientes de sus procedimientos en la realización de la acción y que los han adaptado a su ejecución personal, pueden reflexionar acerca del grado de dificultad que para ellos implica realizar la tarea. Las respuestas obtenidas apuntan hacia un perfeccionamiento de la ejecución de las tareas de este tipo y han dado pasos hacia el dominio de su metacognición, aún incipientes y no extrapolados a todos los contextos de su vida.

### **Resultados de las técnicas de recogida de información a los estudiantes.**

Para recoger la opinión de los alumnos de GE se utilizó la Técnica de los Rostros y se dio una opción abierta para que expresaran lo que pensaban acerca del trabajo realizado.

- En su totalidad se sienten satisfechos de haber pertenecido al GE.
- Consideran positivo lo aprendido, resaltan que ahora pueden realizar análisis de la vida diaria.

- El 26,4% de ellos refiere que se les hicieron muchos controles, estos estudiantes no constituyen la mayoría, pero es importante expresar que los 21 controles realizados responden a la intención de valorar la evolución obtenida; en un proceso normal de trabajo, además de la evaluación sistemática, se realizarán controles al culminar cada etapa de formación de la habilidad, o sea los previstos en el modelo didáctico y siempre buscando su coincidencia con los trabajos de control previstos en el programa estatal.
- Hacen énfasis en la posibilidad que tuvieron de intervenir en la evaluación socializada.

De ello puede concluirse que valoran positivamente el trabajo realizado.

En general al analizar lo descrito puede considerarse una **elevada eficacia** en el logro del objetivo propuesto en la aplicación del modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal en la explicación de hechos y fenómenos relacionados con la E-P-A de las sustancias. Acerca de la eficiencia del proceso puede valorarse que éste ocupa el mismo tiempo que el programa tradicional, pero ocurre un mejor aprovechamiento del mismo, se hace una redistribución del contenido en clases de nuevo contenido, ejercitación, sistematización y generalización lo que permite adquirir el conocimiento y desarrollar la habilidad más rápidamente, en el mismo período de tiempo se incluyeron 5 nuevos conceptos químicos: estructura, propiedad, propiedades físicas, propiedades químicas y aplicaciones, las ideas acerca de causa, causa real, causa próxima y efecto y se desarrolló la habilidad señalada. Es importante tener en cuenta el ahorro de reactivos, la mayoría de los experimentos del curso se desarrolló con la sustitución de útiles con sustancias que el alumno encuentra en su quehacer cotidiano, llevando el laboratorio a la vida y viceversa.

**Se ha señalado que el modelo aplicado es más eficaz y eficiente, de ahí que sea más efectivo que el proceso tradicional para el desarrollo de la variable independiente:**

**“ Explicación de la relación E-P-A de las sustancias en hechos y fenómenos donde ésta es ley causal” y por tanto en su contribución al desarrollo de la variable dependiente: “Pensamiento causal del estudiante de Secundaria Básica”.**

En el curso 1999 – 2000, se introdujeron los resultados obtenidos durante el experimento en 18 secundarias básicas del municipio Holguín, se impartió seminario a los docentes y se entregaron Orientaciones Metodológicas al profesor y Tareas para el alumno, iniciándose de esta forma la generalización de los resultados y la eliminación del problema existente en las escuelas, determinado en la etapa diagnóstica de la investigación. Los profesores se sienten

satisfechos con la labor realizada y manifiestan haber incrementado en alto grado su preparación para el trabajo con esta temática, que influye en todo el curso de Química; se elevó la calidad de las clases, del protagonismo estudiantil; los estudiantes lograron explicar hechos y fenómenos de la vida y la naturaleza relacionados con la E-P-A de las sustancias, satisfactoriamente.

### **CONCLUSIONES CAPÍTULO III:**

En este capítulo se da cumplimiento a la quinta tarea de la investigación al aplicar la propuesta metodológica y demostrar la efectividad del modelo para el desarrollo del pensamiento causal en la E-P-A de las sustancias a través de la eficacia y la eficiencia obtenida en su aplicación en un cuasiexperimento. Al ser este modelo derivado del modelo didáctico general, siguiendo las indicaciones metodológicas para la obtención de cada uno de sus elementos permite inferir una relación directa y plantear la efectividad de ese modelo general.

La eficacia fue valorada mediante cuasiexperimento; luego de aplicado el modelo didáctico para el desarrollo del pensamiento causal a través de la E-P-A de las sustancias existen diferencias significativas entre grupos experimentales y de control respecto a la posibilidad de explicar las relaciones causa –efecto en hechos o fenómenos relacionados con ese objeto, lo que evidencia desarrollo en los grupos experimentales.

Se comprobó además la evolución de cada uno de esos grupos al valorar el factor de desarrollo de la habilidad, con la aplicación de las tareas de control.

Se observó repetibilidad de los resultados en los cinco grupos intervenidos..

La eficacia del modelo se refiere al logro de los objetivos en los grupos experimentales en el período designado estatalmente, lo que constituye un problema en la enseñanza – aprendizaje de la Química de Secundaria Básica; se logró la sustitución de útiles y reactivos para el desarrollo de experimentos relacionados con hechos o fenómenos de la vida o la naturaleza.

En el análisis realizado con posibles usuarios se obtuvo una valoración positiva del modelo general para el desarrollo del pensamiento causal y la factibilidad de la metodología para su concreción a un objeto de la realidad específico, además afirmaciones acerca de su posible aplicación a diferentes asignaturas



## **CONCLUSIONES DE LA TESIS:**

En el proceso de investigación se dio solución al problema científico al establecer una propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal basada en las relaciones didácticas existentes entre conocimiento, habilidad y las etapas evolutivas del pensamiento causal, lo que se particularizó en los contenidos químicos esenciales para el dominio de la relación causal E-P-A, se logró que los estudiantes explicaran hechos o fenómenos donde esta relación es ley causal, de manera se contribuyó al desarrollo del pensamiento causal del escolar.

El reconocimiento de las relaciones didácticas entre estos elementos permitió determinar los componentes para el desarrollo del pensamiento causal en un objeto concreto, en este caso específicamente para el estudio en la Secundaria Básica de la relación causal estructura – propiedades – aplicaciones, lo que posibilitó el logro evolutivo del desarrollo esperado, o sea que se cumplió el objetivo previsto que consideraba que el alumno debía explicar hechos y fenómenos de la naturaleza y la vida relacionados con la E-P-A de las sustancias, a partir de sus relaciones causales, utilizando procedimientos inductivo – deductivos para solucionar situaciones nuevas, dándose solución al problema que se había detectado en los estudiantes mediante el diagnóstico inicial; que evidenció un desarrollo del pensamiento a nivel empírico, la utilización de descripciones incompletas en lugar de la explicación y el uso de otros fenómenos analizados para explicaciones rudimentarias.

Los resultados experimentales mostraron que el modelo didáctico concebido dentro de la propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal desde la relación E-P-A de las sustancias en la Química de Secundaria Básica es efectivo al lograr la explicación de hechos o fenómenos de la naturaleza o la vida cotidiana al mostrar una eficacia sostenida en la repetibilidad de la calidad del logro del objetivo y elementos de eficiencia con respecto al proceso docente educativo tradicional de la Química de Secundaria Básica.

Sobre la base de los procesos explicativos fueron logradas en los estudiantes predicciones, demostraciones, críticas y la posibilidad de explicar contradicciones, lo que es indicativo de que la intervención pedagógica realizada favoreció la movilización de las potencialidades de los estudiantes, quienes mostraron significativos logros en el desarrollo de estas habilidades

intelectuales. Al considerarse en esta investigación una relación causal directa entre el tipo de tarea que es capaz de realizar el estudiante, a partir del análisis de la lógica de la explicación utilizada para desarrollarla, la calidad de esa explicación y las etapas de desarrollo del pensamiento causal, es posible hablar de desarrollo del pensamiento causal si se observa desarrollo en la explicación del objeto valorado.

Los análisis realizados con posibles usuarios mostraron comprensión y aceptación del modelo didáctico general para el desarrollo del pensamiento causal y la factibilidad de su concreción a un objeto particular siguiendo la metodología propuesta.

Lo expuesto permite considerar resuelto el problema detectado en la etapa facto perceptible de la investigación y la aceptación de la hipótesis.

Los estudios teóricos realizados en esta investigación han permitido arribar a las siguientes conclusiones:

La necesidad del hombre de estudiar la génesis de las propiedades de las sustancias, para obtener otras con las propiedades deseadas y emplearlas en su beneficio, encontró su basamento en la relación causal E-P-A de las sustancias, lo que influyó decisivamente en el desarrollo de la ciencia química y por tanto en la lógica de la disciplina que la contiene.

En la Química la E-P-A es el substrato ideal para contribuir al desarrollo del pensamiento causal del adolescente. Esta es una relación causal irreversible, de cadena, con jerarquía causal determinada por la función de la estructura en la tríada. La sustancia se organiza estructuralmente por niveles lo que provoca cadenas de nexos causales internos. Entre las propiedades y las aplicaciones hay multiplicidad de causas. Es imprescindible que el alumno domine los conceptos “estructura”, “propiedades” y “aplicaciones” para poder explicar los nexos causales entre ellos.

Se proponen cuatro etapas para el desarrollo del pensamiento causal:

Pensamiento causal empírico.

Pensamiento causal generalizado en su etapa inicial.

Pensamiento causal generalizado por abstracción.

Pensamiento causal generalizado por inducción – deducción.

Se considera la introducción en el proceso de enseñanza – aprendizaje de un modelo didáctico evolutivo, sobre la base dialéctico materialista y el paradigma histórico cultural que prevea, en lo que respecta al desarrollo del pensamiento causal, la determinación del estado inicial de desarrollo del

escolar y la definición del estado que se desea alcanzar al culminar los estudios de Secundaria Básica, según la caracterización genético etárea asumida..

La comprensión de la explicación es indispensable para lograr el dominio de la causalidad científica. El método de “reformulación del problema” es asequible para que los escolares de Secundaria Básica expliquen relaciones causales a través de hipótesis escolares, lográndose así el desarrollo del adolescente, que deviene en posibilidad de realizar predicciones escolares como un nivel superior de desarrollo.

Sobre la base del análisis teórico efectuado en el proceso investigativo se realizó:

Establecimiento de una propuesta metodológica para el desarrollo del pensamiento causal mediante la explicación de la relación E-P-A de las sustancias en la Química de Secundaria Básica.

Perfeccionamiento del sistema de conocimientos de la relación E-P-A de las sustancias para la Química de Secundaria Básica, al incluir los conceptos: estructura química, propiedades, propiedades físicas y químicas, aplicaciones y las ideas de la causalidad: causa, causa real y próxima, efecto.

Definición y operacionalización del sistema de habilidades específicas que permiten utilizar la relación causal E-P-A de las sustancias para explicar hechos o fenómenos donde esta relación es ley causal.

Definición de las etapas de desarrollo del pensamiento causal de lo cual se derivan los indicadores para valorar su desarrollo los que se aplican al considerar la lógica de la explicación que utiliza el alumno para desarrollar la tarea.

Definición del método “reformulación del problema” y de su sistema procedimental; su correspondencia con el sistema operacional de la habilidad explicar relaciones causa – efecto E-P-A de las sustancias.

Caracterización de los conceptos “hipótesis escolares” y “predicciones escolares” que evidencian que el alumno transitará por la aplicación del método de la ciencia de acuerdo a su nivel de desarrollo genético – etáreo.

## RECOMENDACIONES:

- Valorar por la Comisión Nacional de programas de Secundaria Básica del MINED la generalización del modelo didáctico particularizado a través de la E-P-A de las sustancias al proceso de enseñanza aprendizaje de la Química en la Secundaria Básica cubana.
- Extender a todas las asignaturas de la Secundaria Básica la aplicación del modelo didáctico general del desarrollo del pensamiento causal y la metodología para su concreción a un objeto particular.
- Continuar el trabajo investigativo para establecer los vínculos interdisciplinarios y lograr el desarrollo del pensamiento causal en la Secundaria Básica.
- Valorar por la Comisión Nacional de planes y programas de estudio de la carrera Licenciatura en Educación; especialidad Química la propuesta realizada para su posible introducción en los programas de Metodología de la Enseñanza de esta carrera.
- Valorar la realización de investigaciones en la Carrera Licenciatura en Educación; especialidad Química para lograr el desarrollo del pensamiento causal del futuro egresado a través de la relación E-P-A de las sustancias.

