



**UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS**
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

**CENTRO DE ESTUDIOS DE LA DIDÁCTICA Y LA DIRECCIÓN DE LA EDUCACIÓN
SUPERIOR**

**FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS CUANTITATIVOS EN LA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA, EN
INGENIERIA AGRONOMICA**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Adan Fonseca Espinosa

Cienfuegos

2021



**UNIVERSIDAD
DE CIENFUEGOS**
CARLOS RAFAEL RODRÍGUEZ

**CENTRO DE ESTUDIOS DE LA DIDÁCTICA Y LA DIRECCIÓN DE LA EDUCACIÓN
SUPERIOR**

**FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN
DE PROBLEMAS CUANTITATIVOS EN LA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA, EN
INGENIERIA AGRONOMICA**

Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas

Autor: MSc. Adan Fonseca Espinosa

Tutores: Prof. Tit, Lic. Cayetano Alberto Caballero Camejo. Dr. C.

Prof. Tit, Lic Domingo Curbeira Hernández. Dr. C.

Cienfuegos

2021

La Química es una materia de enseñanza maravillosa... en la enseñanza es también una disciplina maravillosa. Posee todas las habilidades necesarias para producir la enseñanza: es lógica, es gráfica, es matemática, es simbólica, es literaria y posee un mecanismo íntimo que se presta más que ninguna otra disciplina para la elaboración del pensamiento reflexivo...

Rabassav y Menéndez (1970)

AGRADECIMIENTOS

Para culminar con éxito una obra, aunque sea pequeña, siempre necesitamos de la ayuda desinteresada de profesionales que constituyen autoridades. Mi eterno agradecimiento:

- Quiero agradecer sinceramente a mis tutores, los doctores Cayetano Alberto Caballero Camejo y Domingo Curbeira Hernández por su constante estímulo, incondicionalidad y sabias recomendaciones que facilitaron la culminación de esta tesis.
- A los expertos que, a pesar de ser personas muy ocupadas, encontraron el tiempo para ayudar en la elaboración de la estrategia didáctica y ofrecer sus valiosas recomendaciones y sugerencias.
- A la Doctora María de Lourdes Bravo Estévez que me permitió consultarla cada vez que necesité de su sabiduría y experiencia.
- A los Doctores José Aurelio Díaz Quiñones y Ena Margarita Machado Bravo por sus profundas oponencias y oportunas sugerencias, que contribuyeron al perfeccionamiento de esta obra.
- A la Doctora Silvia Isabel Vázquez Cedeño por su preocupación constante y su apoyo incondicional.
- A la licenciada Martha Eva Hernández Vilches por sus valiosos aportes y ayuda incondicional.
- A las doctoras Maribel Santiesteban Pérez y Martha Beatriz Valdés Rojas por las sugerencias y contribución para el desarrollo de la investigación.
- Al Comité de doctorado del Centro de Estudios de la Didáctica y la Dirección de la Educación Superior de la Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” por sus valiosas enseñanzas, orientaciones, recomendaciones y exigencias.
- A todos los que han contribuido a que esta obra se concluyera.

MUCHAS GRACIAS.

DEDICATORIA

A mis padres por influir decisivamente en mi formación profesional.

A mi hijo Adrián por ser fuente de inspiración para llevar a vías de hecho esta obra.

A mi familia, por el esfuerzo, constancia y apoyo incondicional en la realización de la presente obra
investigativa.

SÍNTESIS

El informe de investigación que se presenta contiene la sistematización, desde posiciones teóricas y metodológicas la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica. Lo anterior permite revelar insuficiencias en la utilización de los métodos particulares de la ciencia para propiciar la formación de las habilidades lógicas del pensamiento en los estudiantes. En este sentido la investigación tiene como objetivo elaborar una estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, está formada por etapas y acciones para los profesores y los estudiantes, la cual está centrada en el método de resolución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística. En la investigación se asume una metodología que concilió dialécticamente la conjunción entre lo empírico y lo teórico, entre lo cualitativo y lo cuantitativo. La valoración de la estrategia didáctica mediante el criterio de expertos permitió determinar la factibilidad y su implementación en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica mediante un pre experimento demostró un comportamiento favorable en los niveles alcanzados por los profesores y los estudiantes, lo que corrobora la validez de la propuesta.

- Palabras Clave: Razonamiento deductivo, Química general y analítica, Estrategia didáctica.

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DE LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA	11
1.1 EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA. SU CONTRIBUCIÓN A LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS	11
1.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA.....	16
1.2.1. <i>Evolución histórica de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica</i>	24
1.2.2. <i>El método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística como contenido de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica</i>	34
1.3. LA FORMACIÓN DE LA HABILIDAD LÓGICA RAZONAMIENTO DEDUCTIVO Y SU INTERRELACIÓN CON LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS	44
CAPÍTULO 2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA	49
2.1. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.....	49
2.2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA	57

2.2.1. <i>Fundamentos filosóficos, lógicos, psicológicos y didácticos de la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica</i>	59
2.3. DISEÑO DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.....	63
2.3.1. <i>Etapas que conforman la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo</i>	65
2.4. INDICACIONES METODOLÓGICAS PARA LA APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA.....	88
CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.....	90
3.1. DIMENSIONES E INDICADORES EN LA EVALUACIÓN DE LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS.....	90
3.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.....	93
3.3 EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA EFECTIVIDAD DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA.....	97
CONCLUSIONES.....	119
RECOMENDACIONES.....	120
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	121
ANEXOS	

INTRODUCCIÓN

El ascenso vertiginoso de la Ciencia y la Tecnología exige de profundos cambios en la concepción del proceso de enseñanza- aprendizaje en las carreras universitarias, el estudiante está llamado a convertirse en el centro de la actividad cognoscitiva, despliegue la capacidad de pensar mediante el empleo de las habilidades lógicas que facilitan la adquisición de los conocimientos para ser aplicados en su actuación profesional.

Por esta razón la Educación Superior está avocada a la búsqueda de estrategias que conlleven a la sustitución de un aprendizaje dogmático y reproductivo por la apropiación activa de los contenidos.

En tal sentido la Conferencia Mundial de Educación Superior 2009 se pronunció por estimular el pensamiento creativo en los estudiantes, la Oncena Conferencia Latinoamericana y caribeña para Ingeniería y Tecnología 2013 solicitó el desarrollo del razonamiento lógico como requisito funcional en la Ingeniería y el Noveno Congreso Internacional de Educación Superior realizado en la Habana 2014, centró sus temas de análisis en el desarrollo de las habilidades lógicas del pensamiento.

A decir de Pérez (1992) la habilidad lógica o del pensamiento es el contenido de aquellas acciones del intelecto que se desarrollan en el proceso del conocimiento, que se realizan mediante las operaciones lógicas y deben dominarse a lo largo del proceso docente educativo.

En el ámbito internacional las habilidades lógicas del pensamiento han sido objeto de estudio por numerosos pedagogos y psicólogos, son ellos: Rubinstein (1966), Vigotsky (1968), Petrovski (1980), Podgoretskaya (1980), Leontiev (1981), Andreiev (1984), Davidov (1986), Galperin (1986), Talízina (1988) y Guetmánova (1989) considerados como clásicos en esta temática.

En este contexto fueron encontradas las investigaciones de los autores: Saiz & Rivas (2008), Villalobos, Palet & Lizet (2016), Lorena & Arrieta (2018) y Correa (2018) quienes revelaron insuficiencias en las habilidades lógicas del pensamiento, como son: la interpretación, el análisis y la determinación de

inferencias. Estos estudios identifican como las habilidades cognitivas que forman parte del pensamiento crítico a los razonamientos y la resolución de problemas entre otras, sin establecer acciones concretas que favorezcan la interrelación entre estas.

En Cuba las investigaciones consultadas detectaron dificultades en el aprendizaje, debido al limitado desarrollo de las habilidades lógicas del pensamiento. Los autores González, Casar, Hernández & Sánchez (2007) y Travieso, Hernández & Cortizas (2015) declaran que los estudiantes universitarios conocen determinados conceptos y no logran aplicar su contenido, utilizan las estrategias y los procedimientos de memoria. De lo que se infiere que ellos aprenden cadenas verbales ya construidas, no obtienen el conocimiento por sí mismo y que existe una insuficiencia didáctica en la formación de los razonamientos en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Estas insuficiencias también fueron encontradas por investigadores como Sanz (1989), Pérez (1998), Laffita (1999), Ferrer (2000), Expósito (2001), Montenegro (2004), Campistrous & Rizo (2013) y Remón, López, Infante & Varona (2015) quienes muestran la necesidad de potenciar las habilidades lógicas en la resolución de problemas, son ellas: interpretar información, relacionar los componentes y obtener argumentos, lo cual limita las posibilidades para la búsqueda de una solución.

Con respecto a la interrelación de las habilidades lógicas con la resolución de problemas en la enseñanza de la Química se registran las investigaciones de García (2013), Oviedo (2014) y Camunda (2016) quienes enfatizan en los procedimientos lógicos asociados a conceptos y en la resolución de los problemas, sin establecer los nexos entre estos para conducir hacia la búsqueda de una posible vía de solución.

Otras investigaciones consultadas fueron las de Basulto, Estévez, Bernal & Mancebo (2006) y Hernández (2019) quienes utilizan diferentes métodos en la solución de tareas y problemas

experimentales, pero no enfatizan directamente en la formación de los razonamientos y su incidencia en la resolución de problemas químicos empleados durante el desarrollo de este tipo de actividad.

Como se pudo constatar en las investigaciones y las publicaciones anteriores se realizaron valiosos aportes investigativos, pero quedó sin respuesta cómo potenciar la formación de los razonamientos y su interrelación con la resolución de problemas químicos en los estudiantes.

Lo cual fue corroborado en el contexto del proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Química General que se imparte en el primer año en las carreras de ingenierías en la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez, mediante un diagnóstico aplicado durante los cursos escolares 2016- 2017 y 2017- 2018, la aplicación de pruebas pedagógicas a los estudiantes y encuestas a los docentes que imparten la asignatura en las carreras de Mecánica, Industrial, Química y Agronómica se evidencian insuficiencias en la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo que repercuten en la resolución de problemas químicos.

Los resultados obtenidos en el diagnóstico en la fase exploratoria de la investigación evidenciaron que las insuficiencias en la formación del razonamiento deductivo se precisan a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, estas se hacen más notorias en la carrera de ingeniería agronómica donde se reflejaron bajos resultados.

Al tomar como base estas deficiencias se realiza una revisión del Modelo del Profesional de la carrera de ingeniería agronómica, Ministerio de Educación Superior (2017) donde se declara a partir del problema y las esferas de actuación la necesidad de estimular la formación de las habilidades lógicas del pensamiento para resolver situaciones inherentes a su actuación profesional, sin embargo no se ofrecen métodos didácticos a utilizar durante el proceso de enseñanza – aprendizaje para el alcance de tales propósitos.

En relación con lo anterior cuando se analiza el contenido en el proceso de enseñanza- aprendizaje es necesario precisar las habilidades esenciales que deben ser dominadas. Al respecto se señala que estas habilidades “deben conllevar al desarrollo de las capacidades cognoscitivas, es decir la formación de la personalidad de los estudiantes de aquellas potencialidades que le permiten enfrentar problemas concretos de la profesión” (Fuentes, 1996:65).

Por esta razón en los objetivos educativos de la disciplina Química en la carrera de ingeniería agronómica se reconoce la necesidad de demostrar las capacidades cognoscitivas, tales como la observación, la abstracción y el razonamiento que constituyen fundamentos esenciales para la realización exitosa del autoaprendizaje y el trabajo independiente para el desempeño de las funciones del profesional, sin embargo en las indicaciones metodológicas no se realizan las sugerencias sobre cómo potenciar la formación del razonamiento deductivo y su incidencia en la resolución de problemas químicos relacionados con el objeto de la profesión.

Con la intención de indagar más con respecto a las deficiencias detectadas se realiza una revisión de documentos a esta carrera, tales como los informes de validación de la disciplina Química en los cursos 2016 – 2017 y 2017 – 2018, programa de la asignatura Química General y Analítica, la revisión de textos básicos y complementarios de la asignatura, la observación a diferentes actividades desarrolladas por los estudiantes, así como la experiencia de trabajo del autor como profesor universitario permiten constatar:

- Insuficiencias metodológicas que presentan los docentes para propiciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.
- Insuficiente utilización del método de solución de problemas químicos cuantitativos para lograr la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes.

- Insuficiente utilización de los procedimientos heurísticos y de las acciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Las cuales permiten plantear la siguiente situación problemática: insuficiencias para favorecer la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica inciden en la búsqueda de soluciones a los problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica.

Con el fin de declarar esta interrelación y minimizar las insuficiencias reveladas con anterioridad se determinó abordar el siguiente problema científico: ¿Cómo favorecer la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica?

El objeto de investigación es el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

El campo de acción es la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Para el cual se declara como objetivo:

Elaborar una estrategia didáctica que favorezca la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

Para dar cumplimiento al objetivo y favorecer la solución del problema científico, se plantea la siguiente Hipótesis investigativa:

Si se aplica una estrategia didáctica que contiene las acciones y las operaciones de la habilidad razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, entonces se favorecerá la formación de esta habilidad en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica.

Las variables en este caso son:

Variable independiente: estrategia didáctica que contiene las acciones y las operaciones de la habilidad razonamiento deductivo.

Variable dependiente: la formación de la habilidad razonamiento deductivo.

Con el objetivo de hacer operativas y medibles estas variables, cuya determinación permite valorar los estados y las tendencias de las mismas, según Hernández, Fernández & Baptista (2014), se hace necesaria la operativización de las variables. Con lo cual, a partir del comportamiento de los indicadores se puede hacer una mejor valoración de estas.

Para el caso de la variable Independiente: la ejecución de las acciones y las operaciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Para la variable dependiente: los resultados docentes de los estudiantes seleccionados de la guía de observación a clases, los cortes evaluativos y las pruebas pedagógicas realizadas. Se escogerán tres niveles: 5: alto, 3: medio y. 1: bajo (Campistrous, 1999).

Se promedió el resultado en cada instrumento y se determinó la evaluación del sub – indicador atendiendo a los siguientes rangos: si el promedio es mayor de cuatro (4) puntos se otorga la categoría “Alto”, si el promedio se encuentra entre tres (3) y cuatro (4) puntos se otorga “Medio”, y si el promedio es menos de tres (3) puntos entonces el resultado es “Bajo”. Para evaluar los indicadores para cada estudiante se realizó un procedimiento similar a partir del resultado de la evaluación de los sub – indicadores, de esta misma manera se procedió para la evaluación de la dimensión y de la variable.

Para el logro del objetivo se proponen las siguientes tareas científicas.

1- Establecimiento de los fundamentos teóricos y metodológicos de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

2- Determinación del diagnóstico inicial sobre la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

3- Determinación de los fundamentos y la estructura de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

4- Valoración de los expertos acerca de la calidad y pertinencia de la estrategia didáctica y validar las transformaciones operadas en los profesores y los estudiantes mediante un pre experimento pedagógico donde se implementa la estrategia didáctica.

La metodología de la investigación asumida concilió dialécticamente una valoración objetiva de la realidad, al buscar la conjunción entre lo empírico y lo teórico, entre lo cualitativo y lo cuantitativo. (Martínez , 2005).

En esta investigación se emplean los métodos, procedimientos y técnicas siguientes:

Del nivel Teórico.

- Análisis Histórico - lógico: se empleó para conocer el surgimiento, la evolución y el desarrollo del proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos y determinar las principales regularidades y tendencias expresadas al efecto.

- Analítico-sintético: permitió penetrar en la esencia de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica y se lograron establecer los componentes teóricos y metodológicos de la investigación, su fundamentación, el diseño de soluciones, el análisis de los resultados y la identificación de las conclusiones.

- Inductivo - deductivo: propició arribar a inferencias y generalizaciones a partir de la sistematización de los resultados científicos existentes y la interpretación de datos referentes a la sistematización de

experiencias prácticas con el propósito de obtener nuevos conocimientos relacionados con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

- Sistémico-estructural: se utilizó para propiciar una visión general del proceso investigativo e interpretar la estrategia didáctica en relación a su estructura y componentes, se consideró como una totalidad (conjunto de componentes interrelacionados), cuyo funcionamiento está dirigido al logro del objetivo propuesto, lo cual permite resolver el problema científico.

- La modelación: se utilizó en la abstracción del proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica para la elaboración de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo.

Del nivel Empírico.

- Observación: se realizó mediante una guía de observación a clases a los profesores en el diagnóstico del estado inicial, para constatar el tratamiento didáctico empleado por ellos durante el proceso de formación, también se aplicó a los estudiantes para valorar la ejecución de acciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos y en las clases a los profesores y a los estudiantes en la aplicación del pre experimento para comprobar el nivel alcanzado por estos a partir de las dimensiones e indicadores determinados para el proceso.

- El análisis de documentos: se realizó para la valoración de los documentos rectores del proceso docente educativo en las carreras de ingenierías y específicamente en la carrera de ingeniería agronómica, las resoluciones ministeriales 210 /2007 y 2 / 2018, los planes de estudio D y E, el modelo del profesional, el programa de la disciplina Química y la asignatura Química General y Analítica, así como de la bibliografía disponible.

- Encuestas: permitió la indagación acerca de los conocimientos teóricos que poseían los profesores referentes a la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Entrevista grupal: se les aplicó a los profesores para valorar la concepción de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos para constatar las opiniones de estos acerca de la efectividad de la estrategia didáctica propuesta y que fue empleada en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.
- Prueba pedagógica: permitió constatar el estado en que se encuentra la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes y el efecto que produce en ellos la aplicación de la estrategia didáctica elaborada.
- Criterio de expertos: se aplicó para valorar la calidad y la factibilidad de ser aplicada la estrategia didáctica en la práctica.
- Triangulación: permitió inferir a partir de los resultados obtenidos en los diferentes métodos, aquellas evidencias que caracterizan las potencialidades y las limitaciones del proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Experimentación: se utilizó un pre experimento como vía de la constatación preliminar de la efectividad de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Métodos, técnicas y procedimientos de la Estadística Matemática:

Se emplearon el análisis estadístico descriptivo y las pruebas no paramétricas de Friedman y de los signos para dos muestras pareadas.

Contribución teórica: se favorece la Didáctica de la asignatura Química General y Analítica en la Educación Superior en el contexto de los problemas químicos cuantitativos en la carrera de ingeniería agronómica, la que radica en: la determinación de las acciones y las operaciones para la formación del razonamiento deductivo mediante el empleo del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística.

Contribución práctica: se centra en la Estrategia didáctica que sustentada en el método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica tributa a la formación del razonamiento deductivo y se convierte en un recurso didáctico para los profesores de la carrera.

La novedad científica de la investigación está dada por la contribución que se realiza al proceso de formación de la habilidad razonamiento deductivo a partir de la utilización de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística, cuya solución permite determinar cada una de las acciones y las operaciones de la habilidad.

Estructura de la Tesis:

La Tesis consta de una introducción, tres capítulos, conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos. En el primer capítulo se expone la fundamentación teórica y metodológica acerca de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos. En el segundo capítulo se muestra la información resultante del diagnóstico realizado y se diseña la estrategia didáctica. En el tercer capítulo se realiza la operacionalización de la variable, se efectúa una valoración de la estrategia didáctica mediante el criterio de expertos y los resultados de su implementación en la práctica. Se presentan además las principales conclusiones derivadas de la investigación y las recomendaciones.

CAPÍTULO 1. REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DE LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CAPÍTULO 1. REFERENTES TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS DE LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

En este capítulo se analiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica, se enfatiza en los fundamentos teóricos y en la evolución histórica de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, en el método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística y se presenta la formación de la habilidad razonamiento deductivo y su interrelación con la resolución de problemas químicos cuantitativos.

1.1.El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica. Su contribución a la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos

En la actualidad el proceso de enseñanza- aprendizaje en la educación superior se concreta en una situación creada para que el estudiante aprenda a aprender. El aprender se concibe como una unidad indisoluble con el enseñar y a través de la enseñanza se contribuye, no solo al aprendizaje sino también al desarrollo humano. Por tanto, se precisa establecer escenarios en los que el estudiante se apropie de las herramientas que permitan interactuar con la realidad de forma activa y creadora.

La educación superior en Cuba está caracterizada por un enfoque de sistema que concibe una relación estrecha entre la Didáctica general asumida, su concreción en las Didácticas específicas que conforman el currículo y su metodología general de enseñanza, o sea, la dialéctico- materialista.

En relación al enfoque filosófico el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química se sustenta en la concepción dialéctico- materialista del mundo. Esta asume como base gnoseológica la forma en que los seres humanos adquieren el conocimiento de la realidad objetiva.

Por ello la teoría del conocimiento se manifiesta al comprender la formación del razonamiento deductivo como un proceso que transita de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de aquí a un regreso transformador a la práctica durante la apropiación de los saberes.

En síntesis, se puede enunciar que en la formación del razonamiento deductivo se parte de la base conceptual para transitar de lo general a lo particular, se penetra en la realidad abstrayéndose de las propiedades concretas de los objetos, procesos o fenómenos, o sea se separan las cualidades empíricamente observables para precisar aquellas propiedades esenciales y estables de los objetos o de sus relaciones con otros objetos lo que permite explicar su comportamiento.

Desde la perspectiva psicológica un camino adecuado para potenciar la formación del razonamiento deductivo es la teoría Histórico- Cultural de Vygotsky (1968) que tiene entre sus principales aportes la zona de desarrollo próximo que expresa la relación interna entre la enseñanza y el desarrollo.

Otro elemento importante es el concepto de situación social de desarrollo que concibe la necesaria distinción de cada sujeto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, dadas las características singulares de la apropiación de la herencia histórico-cultural. Se considera además la teoría de la actividad desarrollada por Leontiev (1981), la cual está constituida por un sistema de acciones y operaciones que posibilitan su realización exitosa y la teoría de formación por etapas de las acciones mentales de Galperin (1986).

El binomio enseñanza-aprendizaje ha sido objeto de análisis por numerosos investigadores en la búsqueda de vías más eficientes de instrucción y el empleo de concepciones didácticas que propicien una sólida preparación de los estudiantes.

En este sentido Addine & Colectivo de autores (1998) expresan que el proceso de enseñanza-aprendizaje constituye una unidad que tiene como propósito esencial contribuir a la formación integral de la personalidad del estudiante. Tal objetivo resulta la unificación de lo instructivo (proceso y resultado de formar hombres capaces e inteligentes) y lo educativo (formación de valores y sentimientos que identifican al hombre como ser social). Por tanto ambos permiten hablar de un proceso dirigido a la formación multilateral de la personalidad del hombre.

Por su parte Zilberstein (1999) enfatiza en la apropiación de conocimientos, habilidades, hábitos, normas de relación, de comportamiento y valores como resultado final del proceso de enseñanza-aprendizaje y sus vínculos entre las actividades docentes y extradocentes.

En relación con lo anterior Álvarez (1999) precisa como “componentes del proceso docente-educativo”: el problema, el objeto, el objetivo, el contenido, el método, la forma de enseñanza, el medio de enseñanza y el resultado.

Por esta razón se puede decir que en los criterios expresados se aprecia una interrelación dialéctica entre todos los componentes didácticos, que constituyen categorías del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Al respecto Ginoris (2003) citado en Hedesa (2013) aprecia que la Didáctica general tiene como objeto el proceso de enseñanza- aprendizaje y como función principal: conformar y desarrollar continuamente un sistema teórico que permita planear, conducir y evaluar de manera eficiente el proceso de enseñanza- aprendizaje.

En este sentido Zilberstein & Silvestre (2004) asumen que esta ciencia se apoya en principios y leyes generales, parte de la unidad entre la instrucción, la educación y el desarrollo, reconocen el papel del diagnóstico integral, de la actividad, la comunicación y la socialización en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Desde el punto de vista didáctico se asumen las leyes enunciadas por Álvarez (1999) y los principios de la Didáctica General expresados por Klinberg (1978) en la formación del razonamiento deductivo, donde se organiza el proceso a partir de los niveles de desarrollo actual y potencial que propicia el protagonismo del estudiante y su motivación en los diferentes momentos de la actividad (orientación, ejecución y control).

La Didáctica General se concreta en el nivel superior mediante las distintas didácticas específicas que se han perfeccionado producto de la investigación. Un caso particular de esta lo constituye la relacionada con el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica, la cual está en correspondencia con la Didáctica General asumida. El objetivo en la enseñanza de la Química expresa el ideal de hombre que se aspira a formar en una sociedad en un momento histórico concreto determinado, en Cuba está dirigido a la formación integral de su personalidad, se redacta en términos del estudiante. Es el componente que determina la acción a ejecutar en el resto de los componentes y estos a su vez mediante las relaciones de subordinación y de coordinación influyen sobre el objetivo. Responde a las preguntas ¿para qué enseñar?, ¿para qué aprender?

Por ello es el componente rector del proceso de enseñanza – aprendizaje, constituye “[...] el modelo pedagógico del encargo social, son los propósitos y aspiraciones que durante el proceso [...] se van conformando en el modo de pensar, sentir y actuar del estudiante [...]” (Álvarez, 1999:75).

En esta definición se evidencia como los objetivos expresan el carácter social del proceso pedagógico, es el que determina el resto de los componentes. En este siempre debe estar presente la acción a ejecutar, el contenido que se va a trabajar y las condiciones en las que se desarrolla la acción.

Al respecto en la estructura del contenido se identifican los componentes que pueden establecerse para enseñar y aprender, según criterios de Addine (2004), son ellos:

- Sistema de conocimientos.
- Sistema de habilidades y hábitos.
- Sistema de relaciones con el mundo.

Estas consideraciones se encuentran en correspondencia con lo expresado por Álvarez de Zayas (1999), quien esclarece las dimensiones presentes en el contenido: los conocimientos que reflejan el objeto de estudio, las habilidades que muestran el modo en que se relaciona el hombre con dicho objeto y los valores que representan la significación que el hombre les asigna a dichos objetos.

En estrecho vínculo con el contenido se encuentran los métodos, los cuales responden a las preguntas ¿Cómo desarrollar el proceso?, ¿Cómo enseñar?, ¿Cómo aprender? En la revisión bibliográfica efectuada se registran diferentes definiciones.

Los autores Labarrere & Valdivia (1988) expresan que el método es la secuencia de actividades del profesor y de los alumnos dirigida a lograr los objetivos de enseñanza. Mientras que Klingberg (1978) identifica el método como la principal vía que toman el maestro y el alumno para lograr los objetivos fijados en el plan de enseñanza para impartir o asimilar el contenido de ese plan.

En estas definiciones se aprecia como aspectos importantes que el método está relacionado con la vía o el camino para alcanzar los objetivos, lo cual implica seguir un orden o secuencia de actividades a realizar por el profesor para enseñar y por los estudiantes para apropiarse del contenido y constituye un aspecto más interno del proceso al considerar los procedimientos y las operaciones lógicas necesarias para desarrollar el pensamiento de los estudiantes.

En correspondencia con Fuentes (1996) quien 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 despliegue del pensamiento. Por tanto se considera que el desarrollo intelectual se debe lograr en el proceso de apropiación del contenido para estimular las habilidades del

pensamiento, a partir de los objetivos, contenidos y selección de los métodos en el proceso de enseñanza aprendizaje.

La idea anterior destaca la importancia de la relación objetivo-contenido-método en el proceso de enseñanza aprendizaje, que según Klingberg (1978) marca la relación lógica de este proceso. Estas se precisan de la siguiente forma: en el objetivo se expresa la habilidad generalizada, en el contenido aparecen las habilidades a desarrollar que devienen en valores y en el método las habilidades se desarrollan para obtener el objetivo.

De lo cual se infiere que cuando se analiza el contenido en el proceso de enseñanza- aprendizaje, es necesario precisar las habilidades esenciales que deben ser dominadas. Al respecto se señala que estas habilidades “deben conllevar al desarrollo de las capacidades cognoscitivas, es decir la formación de la personalidad de los estudiantes de aquellas potencialidades que le permiten enfrentar problemas concretos de la profesión” (Fuentes, 1996:65).

Los aspectos revelados en este análisis hacen pertinente dirigir el estudio teórico hacia la habilidad razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, debido a que esta constituye una de las que mayor repercusión tiene en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica, por lo tanto constituye la idea central en el siguiente apartado.

1.2. Fundamentos teóricos del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica

El estudio teórico sobre el razonamiento deductivo revela los puntos de vista de los autores que han abordado el tema. De acuerdo con el propósito de esta investigación se considera el razonamiento deductivo como un proceso que transita de lo general a lo particular, cuyos componentes básicos son las premisas o juicios de partida, las reglas de inferencias y los argumentos o conclusiones. En el razonamiento se destacan tres tipos de relaciones del pensamiento, son ellas:

- Las relaciones entre las premisas y las conclusiones.
- Las relaciones de las premisas entre sí.
- Las relaciones entre los conceptos que aparecen tanto en las premisas como en las conclusiones.

En este sentido Nickerson (1994) considera que el razonamiento deductivo es la capacidad de razonar de acuerdo con los principios de la lógica deductiva. Esta se ocupa de la validez de los argumentos, precisamente las reglas de inferencias son las que permiten afirmar la validez o veracidad de la conclusión que se infiere como consecuencia necesaria y suficiente de las premisas o juicios, que son los argumentos de partida.

Al respecto se concibe el razonamiento deductivo o simplemente deducción como:

Un proceso intrínsecamente ligado a un lenguaje y como tal en sus diversas formas se caracteriza por movilizar explícitamente proposiciones y consiste en el paso “justificado” o “necesario” que tiene lugar desde la enunciación de ciertas proposiciones en calidad de premisas, a la aserción de una nueva proposición en calidad de su consecuencia o conclusión (Duval, 1999:45).

A decir de Segura (2016) los razonamientos deductivos son procesos mentales en los que una afirmación general aprendida se aplica a un caso específico desconocido al que se le atribuyen las propiedades que contiene esa abstracción.

Una forma del razonamiento deductivo es el silogismo, el cual constituye una argumentación en la que a partir de un antecedente (dos juicios como premisas) se compara con un tercero (término medio) y se infiere un consecuente (conclusión). Por ello, se deriva que la conclusión o argumento que se obtiene producto del razonamiento deductivo es una consecuencia lógica de las premisas, atendiendo a ciertas reglas calificadas como de inferencia.

En relación con lo anterior los autores Guevara & Campirán (1999) identifican como reglas de inferencias deductivas, las siguientes:

- Modus Ponens: si P entonces Q P, por lo tanto Q
- Modus Tollens: si P entonces Q no Q, por lo tanto no P
- Silogismo disyuntivo: o bien P o bien Q no P, por lo tanto Q
- Silogismo hipotético: si P entonces Q Q entonces R por lo tanto P entonces R.

Estas reglas de inferencias son los pasos o procedimientos que deben estar presentes y aplicarse en el método de resolución de problemas químicos cuantitativos para la formación del razonamiento deductivo.

Según Álvarez, Requena & Salto (2018) las reglas lógicas o de inferencia se clasifican en inmediatas y mediatas, las primeras permiten derivar una conclusión desde una sola premisa. En tanto que las segundas permiten inferir la conclusión a partir de más de una premisa. De ahí el carácter de mediatas. Para determinar si una inferencia es correcta primero se examinan las proposiciones que constituyen los puntos inicial y final de este proceso y posteriormente se establecen las relaciones que existen entre ellas.

En este orden de ideas Rivas & Saiz (2012) destacan dentro del razonamiento deductivo dos tipos de razonamientos, son ellos:

- Categorical: está formado por más de una proposición categórica: estas son afirmaciones de pertenencia a una categoría, conjunto o clase. Este permite la identificación de la validez del argumento.
- Proposicional: está formado por proposiciones elementales, estableciendo relaciones a partir de partículas conectivas para configurar los argumentos.

Ambos razonamientos son frecuentes en la resolución de problemas químicos cuantitativos. Durante el proceso confluyen los conectivos lógicos que son palabras de enlace que, aunque son cortas poseen una notable importancia en la búsqueda de relaciones entre las premisas y las conclusiones. En

relación con ellos se citan algunos ejemplos que expresan la unión de proposiciones con estas palabras:

Y: Denominada conjunción de las dos proposiciones.

O: Designada como disyunción de las dos proposiciones.

Si..., entonces: representan a las proposiciones de tipo condicional.

Por lo tanto, en consecuencia: representan una proposición de carácter implicador.

En la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos los conectivos lógicos que se evidencian con mayor frecuencia son aquellos que representan proposiciones de orden condicional e implicador, los cuales desempeñan un papel importante para establecer nexos y obtener nuevos conocimientos.

Otro elemento importante para favorecer el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos es que el estudiante domine el conjunto de leyes del pensamiento correcto, estas tienen una notable incidencia en la investigación que se realiza. Por tal motivo es menester realizar una síntesis de cada una de ellas según las consideraciones de los autores Bermúdez & Rodríguez (1996).

- Ley de la identidad: postula que todo concepto o juicio debe ser idéntico a sí mismo, por lo tanto, debe mantener determinada uniformidad o exactitud en el estudio de un fenómeno.
- Ley de la razón suficiente: expone que todo juicio verdadero debe estar lo suficientemente fundamentado, expresa que las relaciones que se establecen para valorar si un fenómeno es verdadero o falso por su existencia y funcionalidad constituyen en conjunto un argumento suficiente para la demostración, de forma tal que evidencie su veracidad.
- Ley de la no contradicción: declara que dos juicios opuestos no pueden ser verdaderos al mismo tiempo y estar en una misma relación.

- Ley del tercero excluido: proclama que, de dos juicios opuestos, uno es verdadero y el otro falso, no es posible un término intermedio entre los juicios que se oponen en los polos de la contradicción, o se niega o se afirma algo. Uno de los dos juicios contradictorios es verdadero y el otro es falso y no es posible un tercero.

En la revisión bibliográfica efectuada sobre el razonamiento deductivo se reconocen las consideraciones aportadas por los siguientes autores: Johnson-Laird (1982), Cole (1996), Wertsch (1998), Andrews (2007), Saiz & Rivas (2008), Khemlani, Orenes & Johnson-Laird (2012), Evans & Stanovich (2013) y Oaksford & Chater (2013). Las ideas presentadas permiten al autor del presente trabajo concretar algunos rasgos comunes de este, son ellos:

- Permite el paso de una premisa o antecedente (conocimiento que se posee) a una conclusión (nuevo conocimiento).
- Se produce la transformación de un conocimiento de mayor grado de generalización a un nuevo conocimiento de menor grado de generalización.
- Facilita el tránsito de un juicio verdadero a otros también verdaderos.
- Se realiza de acuerdo con un conjunto de relaciones inferenciales que vinculan a la premisa con la conclusión.
- La conclusión resulta de una simplificación de la información y esta no repite información que se presenta explícitamente en algunas de las premisas.

Estas características se ponen de manifiesto en el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos donde al utilizar los conceptos, las leyes y las teorías los estudiantes emiten los juicios que constituyen las premisas o conocimientos antecedentes, establecen las relaciones entre estos, utilizan los conectivos lógicos, realizan las

inferencias y arriban a los argumentos o conclusiones específicas concernientes a los objetos que son empleados para ejecutar las diferentes vías de solución.

Por ello se está de acuerdo con aquellos presupuestos que identifican al “pensamiento como un proceso de interacción del sujeto con el objeto en el que se debe considerar la enseñanza como actividad relacionada para razonar lógicamente y alcanzar deducciones” (Pidkasisti, 1986: 37).

En este sentido se considera que el razonamiento se encuentra estrechamente relacionado con otros procesos psicológicos como la percepción, la categorización, el aprendizaje, la solución de problemas y el lenguaje, por lo que se ha llegado a considerar a veces como sinónimo de la propia cognición (Rips, 1990:24). Por tanto estos elementos intervienen en el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la que mediante el pensamiento se logra comprender e interpretar la información, establecer conexiones lógicas y elaborar los argumentos que permiten encontrar la solución.

En el caso particular de la carrera de ingeniería agronómica al analizar los contenidos de la asignatura Química General y Analítica se determinan los conocimientos que poseen un alto nivel de generalidad, transferencia y funcionalidad en los agros sistemas. Esto permite que el estudiante adquiera durante su formación las bases teóricas y experimentales para la comprensión de los fenómenos en los que interactúa este profesional.

En correspondencia con lo anterior se establecen las relaciones entre los contenidos y los problemas profesionales que requieren para su solución de la aplicación de los conceptos, los principios, las leyes y los métodos experimentales de la Química. Sustentados en los argumentos presentados por Borja & Valdívía (2015) y Nuñez & Escobar (2017) se reconocen los siguientes problemas profesionales:

- La interpretación del análisis químico de suelos, plantas y aguas.
- La determinación de las necesidades hídricas de los cultivos.

- El diagnóstico de plagas y alteraciones fisiológicas de las plantas.

Por consiguiente los problemas profesionales son tratados en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica y forman parte de los contenidos relacionados con los problemas químicos cuantitativos, se establecen los vínculos entre ellos para formar un conjunto integrado y articulado al año académico. Para esto se considera la contribución de los problemas químicos a los problemas profesionales y la incidencia de su contenido en los agrosistemas.

La solución de los problemas químicos cuantitativos requiere de la habilidad lógica razonamiento deductivo que conlleva a desplegar las habilidades profesionales. Entre las que se encuentran: diagnosticar la situación productiva de los suelos, el rendimiento de los cultivos y caracterizar sobre la base de los conceptos, los principios y las leyes el funcionamiento de las plantas en interacción con el agrosistema. Las cuales propician la creación de actitudes, motivaciones y valores en la personalidad del futuro egresado.

Las habilidades lógicas del pensamiento han sido objeto de estudio por numerosos pedagogos y psicólogos, son ellos: Rubinstein (1966), Vygotsky (1968), Petrovski (1980), Podgoretskaya (1980), Leontiev (1981), Andreiev (1984), Davidov (1986), Galperin (1986), Talízina (1988) y Guetmánova (1989) considerados como clásicos en esta temática.

En el contexto internacional fueron encontrados los trabajos de los autores: Castillo (2012), Serna & Flórez (2013), Delorenzi, D Andrea & Sastre (2014), Macbeth, Razmiejczyk & Girardi (2016), Diez (2017), Lorena & Arrieta (2018), Correa (2018), Salazar, Botero & Giraldo (2019), quienes profundizan en las habilidades lógicas del pensamiento particularmente en los razonamientos y reconocen insuficiencias de estas para potenciar la resolución de problemas y su incidencia en el rendimiento académico de los estudiantes.

En este contexto fueron encontradas además las investigaciones de los autores: Saiz & Rivas (2008), Villalobos, Palet & Lizet (2016), Lorena & Arrieta (2018) y Correa (2018) quienes revelaron insuficiencias en las habilidades lógicas del pensamiento, como son: la interpretación, el análisis y la determinación de inferencias. Estos estudios identifican como las habilidades cognitivas que forman parte del pensamiento crítico a los razonamientos y la resolución de problemas entre otras, sin establecer acciones concretas que favorezcan la interrelación entre estas.

En Cuba las investigaciones consultadas detectaron dificultades en el aprendizaje debido al limitado desarrollo de las habilidades lógicas del pensamiento. Los autores González, Casar, Hernández & Sánchez (2007) y Travieso, Hernández & Cortizas (2015) declaran que los estudiantes universitarios conocen determinados conceptos y no logran aplicar su contenido, utilizan las estrategias y los procedimientos de memoria. De lo que se infiere que ellos aprenden cadenas verbales ya construidas, no obtienen el conocimiento por sí mismo y que existe una insuficiencia didáctica en la formación de los razonamientos en el proceso de enseñanza- aprendizaje.

Estas insuficiencias también fueron encontradas por investigadores como Sanz (1989), Pérez (1998), Laffita (1999), Ferrer (2000), Expósito (2001), Montenegro (2004), Campistrous & Rizo (2013) y Remón, López, Infante & Varona (2015) quienes muestran la necesidad de potenciar las habilidades lógicas en la resolución de problemas, son ellas: interpretar información, relacionar los componentes y obtener argumentos, lo cual limita las posibilidades para la búsqueda de una solución.

Con respecto a la interrelación de las habilidades lógicas con la resolución de problemas en la enseñanza de la Química se registran las investigaciones de García (2013), Oviedo (2014) y Camunda (2016) quienes enfatizan en los procedimientos lógicos asociados a conceptos y en la resolución de los problemas, sin establecer los nexos entre estos para conducir hacia la búsqueda de una posible vía de solución.

Otras investigaciones consultadas fueron las de Basulto, Estévez, Bernal & Mancebo (2006) y Hernández (2019) quienes utilizan diferentes métodos en la solución de tareas y problemas experimentales, pero no enfatizan directamente en la formación de los razonamientos y su incidencia en la resolución de problemas químicos empleados durante el desarrollo de este tipo de actividad.

Como se pudo constatar en las investigaciones y las publicaciones anteriores se realizaron valiosos aportes investigativos; no obstante, en el estudio efectuado los términos razonamiento deductivo y resolución de problemas se abordan disyuntivamente sin tener en cuenta la interrelación que existe entre ambos y no se encuentra una definición conceptual por medio de la cual se logre su integración.

Por tal motivo en este trabajo a diferencia de las investigaciones que han sido consultadas se prevé la elaboración de una nueva definición conceptual del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos favoreciendo su integración, en correspondencia con las exigencias en el orden didáctico-metodológico de los contenidos de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica, el cual se trata en el epígrafe 1.3 de la tesis.

Por esta razón resulta necesario realizar una caracterización de la evolución histórica de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica, aspecto que se aborda a continuación.

1.2.1. Evolución histórica de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica

El Ingeniero agrónomo durante su formación recibe una sólida preparación básica, desarrolla habilidades y modos de actuación profesional que permiten estar apto para resolver los diversos problemas que se presentan en la actividad laboral, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología.

Este profesional actúa directamente en los agroecosistemas, en los cuales los recursos naturales, técnicos y socioeconómicos se relacionan con el fin de mantener y mejorar la producción agropecuaria, para ello requiere de un conocimiento profundo de las ciencias de la naturaleza.

El contenido de la asignatura Química General y Analítica está sustentado en los conceptos, las leyes y las teorías más generales de la ciencia Química, así como los principales métodos analíticos de interés agropecuario, el desarrollo de las habilidades y la formación de valores asociados a éstos.

Por este motivo para los ingenieros agrónomos la formación del razonamiento deductivo en la resolución de problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura de Química General y Analítica, constituye una habilidad que desempeña un importante rol en la comprensión e interpretación de temáticas agronómicas, tales como: la aplicación de las leyes estequiométricas y los conceptos termodinámicos, la preparación de disoluciones de diferentes concentraciones recogen aspectos de utilidad práctica y posterior actividad laboral, así como la hidrólisis salina, el papel de los procesos redox en la absorción de nutrientes y la determinación del pH de los suelos, entre otros.

En aras de elevar la calidad de la formación del ingeniero agrónomo se realiza un constante perfeccionamiento en los diferentes planes de estudios y así modificar la dirección del proceso de enseñanza- aprendizaje de las asignaturas, entre ellas, la Química General y Analítica.

A partir del curso escolar 1976- 1977 se inició la aplicación de los planes de estudio "A". En esta etapa, la carrera de ingeniería agronómica se caracterizó por el incremento sustancial del número de horas clase dedicadas a las asignaturas del ciclo básico, entre ellas se encontraba la asignatura Química General e Inorgánica. Estos programas carecían de suficiente sistematicidad, presentaban sobrecarga y repetición de contenidos, así como la no inclusión de los objetivos por temas y la ausencia de los objetivos educativos.

En esta etapa la actividad de resolución de problemas fue asumida como concepción didáctico-metodológica en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En la bibliografía empleada para la resolución de problemas en la asignatura Química General e Inorgánica se reconocen autores como Mahan (1975) y Babor & Ibarz (1978), en estos los razonamientos empleados en la solución se realizan al tomar como base los elementos aritméticos y algebraicos. De ello se infiere la prevalencia de los métodos matemáticos sobre los químicos y no existe una metodología definida, aspectos que afectan notablemente la enseñanza de la Química.

En 1981 se comienza el plan "B", en el que se aprecia una mejor estructuración de los objetivos y los contenidos de la disciplina Química en la carrera de ingeniería agronómica, la que incluye entre sus asignaturas la Química General y Química Inorgánica y Analítica, en las cuales se enfatiza en los conocimientos químicos de interés agrícola.

En este período se registran los siguientes autores: Kiruchin, Shapovalenko & Polosin (1981), Plietner & Polosin (1982), Savistki & Tverdovski (1984), a partir de los cuales se utiliza el contenido relacionado con la resolución de problemas químicos para el desarrollo de las habilidades en los estudiantes y comprobar los conocimientos.

Los argumentos anteriores permiten obtener una visión preliminar acerca de la evolución histórica de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica y con ello precisar los aspectos a tener en cuenta y las etapas para el desarrollo del estudio histórico.

Estas etapas se determinaron en el período comprendido entre 1990 al 2018, pues a partir del año 1990 se comienza el plan de estudios C con un perfil amplio en el que se reconoce la importancia de las habilidades lógicas en función de resolver de manera independiente y creadora los problemas que

puedan presentarse en la esfera de acción del profesional de la rama agropecuaria. La actividad de resolución de problemas deja de ser restringida a la enseñanza de la Matemática, evoluciona a lo interdisciplinario y se extiende a las ciencias y las humanidades.

Los aspectos que se tuvieron en cuenta para el estudio histórico lógico fueron:

- Características principales del proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General en los diferentes planes de estudio.
- Tratamiento a las habilidades lógicas y su influencia en la solución de problemas profesionales en la asignatura Química General.
- Tratamiento a la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en los programas, textos e indicaciones metodológicas en la asignatura Química General.

La síntesis realizada y la propia delimitación de los aspectos para el estudio histórico permiten asumir como criterio para demarcar las etapas, las modificaciones en relación a la formación del razonamiento deductivo en la resolución de problemas químicos. Estas son las siguientes:

Primera Etapa: (desde 1990 hasta 1997).

Segunda etapa: (desde 1997 hasta 2006).

Tercera etapa: (desde 2006 hasta 2018).

La sistematización teórica desde la propia lógica del proceso histórico revela las características en cada una de las etapas.

Primera Etapa: La formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos con un enfoque integrador en la asignatura Química General.

En el curso 1990-91 se instituyen los planes de estudio "C", cuya premisa fundamental fue la formación de un profesional de amplios horizontes, capaz de resolver de manera independiente y creadora los problemas que puedan presentarse en su esfera de acción.

Por ello se establece un sistema de conocimientos y habilidades de las ciencias químicas para satisfacer los requerimientos de las disciplinas del campo de acción, lo cual implica realizar el análisis de situaciones que permitan establecer relaciones entre los contenidos de la Química con las problemáticas de índole agropecuarias. Se enfatiza en el estudio de los sistemas naturales los que requieren de una caracterización cualitativa y cuantitativa de su composición, así como de los fundamentos de los métodos analíticos que se utilizan con mayor frecuencia en el sector agropecuario. Con vistas a lograr una mayor integración y nivel de sistematicidad en las asignaturas de los planes anteriores, se elaboraron los programas de estudio a nivel de disciplina y la Química quedó estructurada en cuatro asignaturas Química I, Química II, Química III y Bioquímica, dirigidas al dominio de los contenidos imprescindibles para la comprensión del objeto de la profesión (MES, 1990).

Sin embargo no reflejaban una adecuada derivación de los objetivos a partir del modelo del profesional, disciplina, asignatura y tema; solo tomaba como referencia a la propia ciencia y no a la profesión (Medina, 1999) y no se evidenció en que medida la apropiación de los contenidos de las asignaturas tributaban a resolver problemas profesionales. De igual modo en las orientaciones metodológicas no se precisaban aspectos relacionados con el papel que desempeñaban las diferentes asignaturas en la formación profesional.

Según el testimonio de uno de los autores de los programas de la disciplina Química, Gurudi (2008), citadas por Batista (2015) existía un elevado número de objetivos instructivos, algunos de ellos formulados a partir de habilidades poco trascendentes, lo que dificultaba la sistematización de los contenidos y la formación de habilidades generalizadoras.

De igual forma se expresa que los objetivos educativos no estaban formulados en función de contribuir a la formación de valores específicos para el ingeniero agrónomo, la estructuración del contenido no favoreció completamente su integración y se declaraba un amplio sistema de conocimientos en su

mayoría desvinculados de la profesión, de escasa relevancia y poco aplicables en la solución de problemas profesionales.

En este período comienza a indicarse el tratamiento de los contenidos esenciales y aumentó la exigencia del empleo de métodos productivos en las clases especialmente los problémicos; sin embargo no se consiguió articular este método con la enseñanza precedente debido a la diversidad en la base académica con que ingresaban los estudiantes, la poca flexibilidad en las tipologías de clase que estaban establecidas y la insuficiente preparación y voluntad de los profesores para asumir este método.

La evaluación mantuvo un carácter reproductivo con pruebas parciales escritas donde se exploraba el nivel de cumplimiento de los objetivos por temas y boletas para exámenes orales, con ejercicios en los diferentes temas. Se comprobaba los avances alcanzados en las habilidades de la asignatura, sin tener en cuenta la contribución al desarrollo de habilidades profesionales.

En la bibliografía sobre el tema en esta etapa se registran los autores: Blanco (1989), Rojas (1990), Fernández (1990), León (1990) se sugiere emplear un conjunto de lineamientos metodológicos generales en los programas de la asignatura para la resolución de problemas en la enseñanza superior.

En la ejecución de estos se debe utilizar las normas y magnitudes del Sistema Internacional de Unidades en el uso de relaciones o expresiones necesarias.

En esta etapa existe la tendencia a utilizar un algoritmo de trabajo y según el estudiante desarrolle habilidades podrá omitir algunos pasos, mostrar problemas considerados como “tipo” para enseñar el modo de actuar, el modelo o patrón a imitar y la comprensión de este, valorar el razonamiento lógico seguido en la resolución y se vinculan los contenidos con la agricultura, la industria y la vida diaria.

Esta etapa se caracteriza por:

- En el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General, la estructuración del contenido no favoreció completamente su integración y se declaraba un amplio sistema de conocimientos, en su mayoría desvinculados de la profesión, de escasa relevancia y poco aplicables en la solución de problemas profesionales.
- Se comprueban los avances alcanzados en las habilidades de la asignatura, sin tener en cuenta la contribución al desarrollo de habilidades profesionales.
- Utilización de lineamientos metodológicos y un algoritmo de trabajo para la resolución de problemas químicos cuantitativos con implicaciones prácticas.

Segunda etapa: La formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos empleando el principio de la sistematicidad en la asignatura Química General.

El Plan "C" es Perfeccionado en 1997, este permitió la aplicación más consecuente del principio de la sistematicidad de la enseñanza, a partir de los temas, disciplinas, asignaturas, niveles, años y carreras que garantizan el cumplimiento de los objetivos del modelo del profesional.

Según los autores Fernández & López (2001) el establecimiento de este plan de estudios se hizo necesario, entre otros aspectos, por la concepción de objetivos educativos e instructivos muy generales e indefinidos, lo cual dificultó la educación a través de la instrucción y mostró incongruencias en cuanto a la articulación de contenidos, que trajo como consecuencia la formación de profesionales con limitaciones en su modo de actuación.

En este plan de estudios la disciplina Química incluye las asignaturas Química General y Química Inorgánica y Analítica entre otras, en las orientaciones metodológicas se expresaba que dadas las características de la asignatura se solicitaba el planteamiento de problemas químicos teórico-experimentales para que los estudiantes puedan propiciar en ellos la investigación. Estos son usados además como mecanismo para la adquisición de los conocimientos y el desarrollo de las habilidades

lógicas; sin embargo no se declaran los métodos de trabajo propios de la asignatura que resultan necesarios emplear.

El perfeccionamiento demostró la existencia de insuficiencias en el proceso de formación de habilidades profesionales para poder desarrollar desde los primeros años de la carrera el interés por la investigación, el pensamiento lógico y las habilidades de razonamiento que les permitirá actuar con independencia cognoscitiva y tomar adecuadamente las decisiones en su desempeño.

Los autores Hernández, Revuelta, & Cruz (2017) señalan que la segunda versión del plan de estudio C puso en una situación más desfavorable al proceso de enseñanza-aprendizaje. Se fusionaron elementos de conocimiento de cuatro asignaturas: Química General, Química Inorgánica, Análisis Químico Cuantitativo y Análisis instrumental. A la asignatura Química General se le eliminó el tema correspondiente a Termodinámica y Cinética Química.

En la bibliografía utilizada sobre el tema se registran los autores Whitten, Davis & Peck (1998), López (2000), Blasco, Latre & Usó (2001), Chang & Williams (2002), Petrucci, Harwood & Herring (2003), Navarro Blaya & Navarro García (2003) y Brown, Le May, Bursten & Burdge (2004) que conciben la resolución de problemas como una actividad imprescindible y a la vez compleja aportando procedimientos para su ejecución.

En este orden de ideas se constata como los autores como Chang & Williams (2002) utilizan el método del factor unitario para la resolución de problemas químicos cuantitativos, los esquemas de apoyo para la mejor comprensión de estos, así como predomina el trabajo con la magnitud cantidad de sustancia en las diferentes temáticas.

Esta etapa se caracteriza por:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje se caracteriza por la fusión de los contenidos en las diferentes asignaturas y la eliminación de temas en la asignatura de Química General, se solicitaba

el planteamiento de problemas químicos teórico- experimentales para propiciar la adquisición de los conocimientos y el desarrollo de las habilidades lógicas en los estudiantes.

- El proceso de formación de habilidades profesionales no logra estimular desde los primeros años de la carrera el interés por la investigación y desarrollar las habilidades lógicas del pensamiento.
- Concepción de la resolución de problemas como una actividad imprescindible, de creciente exigencia, en la que se utilizan los esquemas de apoyo en aras de estimular un pensamiento creativo y productivo.

Tercera etapa: La formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en el perfeccionamiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.

La carrera de ingeniería agronómica desde 2006 hasta el 2017 transitó por el plan de estudios "D", el cual se proyectó para lograr en los estudiantes la independencia cognoscitiva en las diferentes asignaturas que se imparten en los centros de Educación Superior. De igual forma muestra la flexibilidad en las asignaturas del currículo base, el currículo propio y el currículo optativo electivo y la concepción de la disciplina integradora directamente relacionada con los modos de actuación de este profesional.

En una nueva versión del plan de estudio D en la asignatura Química General hubo una reducción de horas lectivas para darle tratamiento a los mismos contenidos del programa anterior. En esta se enfatizó en el empleo de métodos de enseñanza problémicos y en el tratamiento en la esencialidad de los contenidos.

El nuevo plan de estudio "E" que se comienza a aplicar en el curso 2017 – 2018 mantiene la disciplina Química, por cuanto se considera esencial en la formación del ingeniero agrónomo, esta aborda las

relaciones existentes entre las transformaciones e interacciones de las sustancias químicas y el metabolismo de las plantas y los animales.

En este plan de estudio se unifican asignaturas y se forma la asignatura Química General y Analítica, en la cual se precisan los contenidos relacionados con la estructura atómica, enlace químico, estequiometría, disoluciones, cinética química, equilibrio químico molecular e iónico, oxidación – reducción y se fusionan los métodos de análisis cuantitativos.

En relación con este plan de estudios los autores Hernández, Revuelta, & Cruz (2017) indican que resulta muy difícil perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica con una condensación de una elevada cantidad de contenidos que debe ser trabajado en poco espacio y tiempo. Por ello se solicita el empleo de métodos de enseñanza para resolver la ruptura que se propone en la relación contenido-espacio-tiempo.

Según Triana (2014) y Girardo & Nieto (2015) en el contenido de la asignatura Química General y Analítica se deben precisar las habilidades relacionadas con el diagnóstico e identificación de las principales problemáticas en correspondencia con la productividad de los suelos, el rendimiento de los cultivos y los factores que afectan para establecer pronósticos de los posibles resultados a obtener y de esta forma resolver los problemas teóricos y experimentales que les son planteados.

En los objetivos educativos se reconoce la necesidad de demostrar las capacidades cognoscitivas que constituyen fundamentos esenciales para la realización exitosa del autoaprendizaje y el trabajo independiente para el desempeño de las funciones del profesional. Aun cuando en el programa de la asignatura se proponen alcanzar tales objetivos este no muestra cómo estructurar el contenido de forma sistémica se precisan las habilidades, pero no se reflejan los métodos de trabajo particulares que caracterizan de modo esencial esta materia.

En relación a la bibliografía son tratados en los textos de los autores: De Lara (2007), Cruz, Osuna & (Ortiz 2008), Cedrón (2010), Herryman (2015), Climent, et al., (2016), Puppo, Cerruti & Quiroga (2016), Tarragó (2017), Chamizo (2018) y Chacón, López & Eraso (2019) quienes profundizan en los contenidos y en los procedimientos para resolver los problemas químicos cuantitativos y la determinación de inferencias que conllevan a la búsqueda de la vía de solución.

Esta etapa se caracteriza por:

- El proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica se caracteriza por el gran cúmulo de contenidos que el estudiante debe aprender en poco espacio, tiempo y para el cual se solicita el empleo de diferentes métodos de enseñanza para su perfeccionamiento.
- Se reclama en la actividad cognoscitiva de los estudiantes el desarrollo de las habilidades lógicas, que constituyen aspectos esenciales para la solución de problemas del perfil de la carrera de ingeniería agronómica.
- Utilización de las habilidades lógicas en la resolución de problemas químicos teóricos, experimentales, el uso de diferentes procedimientos para resolver los problemas químicos cuantitativos y la determinación de inferencias.

Los resultados del estudio lógico implican la necesidad de perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje con el empleo de un método particular de la ciencia, el método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística, que como contenido de la asignatura Química General y Analítica tributa a la formación del razonamiento deductivo, el cual sigue la idea central del siguiente apartado.

1.2.2. El método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística como contenido de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica

En la revisión bibliográfica efectuada muchos autores tratan el término problema, son ellos: Kempa

(1986), Labarrere (1988), Krulik & Rudnick (1988), Pozo & Gómez (1998), Delgado (1999), Llivina (1999), Gaulin (2001), Cruz (2002), Mazarío (2002), Ballester (2002), Capote (2003), Suarez (2003), Guirado (2004), Companioni (2005), Ferrer (2005), Ochoa, Juárez & Ramírez (2007), Campistrous & Rizo (2011), Chío (2011); Orlando (2014) y Díaz Losada & Díaz Fuentes (2018). A partir de las definiciones aportadas por estos autores se concretan las siguientes características comunes: Es una situación en la cual la vía para realizarlo y el resultado son desconocidos.

- En su aprendizaje es utilizada la adquisición e integración de los conocimientos.
- Demandan reflexión, búsqueda e investigación.
- Precisan acciones de un pensamiento productivo.

En este sentido, Polya (1945) concibe que el proceso de resolución de problemas transita de forma general por cuatro etapas, son ellas:

- Comprensión de la tarea.
- Concepción de un plan.
- Ejecución del plan.
- Visión retrospectiva.

Al respecto se puede expresar que precisamente en esta concepción se sustentan la mayoría de los modelos que aparecen en la literatura consultada. Se registra además el método de los cuatro pasos, citado por Pérez (2002) el cual es compartido por psicólogos, educadores e investigadores de la creatividad, se subdivide en cuatro etapas, son ellas: comprensión del problema, búsqueda de una vía de solución, solución del problema y comprobación de la solución.

El autor de la presente investigación se adscribe al método anteriormente citado por cuanto considera que estas etapas se encuentran de forma explícita o implícitamente en cada uno de los modelos utilizados y, por tanto, constituyen invariantes a utilizar en el proceso de resolución de problemas.

En la investigación que se realiza predominan los problemas químicos cuantitativos que son aquellos que necesitan del empleo de herramientas de alcance matemático para su resolución, los resultados pueden obtenerse empleando más de una vía de solución y están basados en fórmulas o en ecuaciones químicas, donde las sustancias que participan pueden ser reales o hipotéticas según el contenido que se emplee.

En relación con lo anterior se coincide con Camunda (2016) quien define problema químico cuantitativo como la situación contradictoria que se presenta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química, que para su resolución requiere de una serie de acciones durante la actividad cognoscitiva independiente, que demanda de los estudiantes la reflexión, la investigación, la búsqueda y la definición de la vía de resolución, en la que se movilizan fundamentalmente los contenidos de la Química y los de la Matemática, dirigidos a la construcción de los conocimientos.

Por ello la actividad de resolución de problemas químicos constituye un proceso en el que se requiere incentivar las potencialidades de los estudiantes hacia la búsqueda de los nuevos conocimientos, alternativas de solución, aplicar procedimientos, estrategias que permitan tomar decisiones y asumir posiciones de análisis crítico. Por lo tanto, constituye un contenido que precisa de la utilización de métodos productivos, en pos de propiciar la independencia cognoscitiva y el pensamiento creador de los estudiantes, aspectos de relevante importancia en la formación ingenieril.

El método como componente esencial de la ciencia pasa a formar parte del contenido de la asignatura, como conocimiento y habilidades, condicionando en gran medida dicho contenido el método de enseñanza. “La lógica del objeto determina la lógica del método de la ciencia, la estructura de la habilidad, condiciona la lógica del método de la enseñanza” (Álvarez de Zayas, 1999:45).

De lo anterior se infiere que el profesor al desarrollar el proceso de enseñanza-aprendizaje muestra el camino lógico para resolver el problema, de un modo similar a como lo hizo el investigador en su

momento, lo que significa que el método de enseñanza en determinado grado, es el método de la ciencia.

En este sentido Álvarez de Zayas (1999) esclarece que el método de la ciencia se traslada como habilidad al objetivo y al contenido del proceso docente educativo y se manifiesta durante su desarrollo, en el método de enseñanza-aprendizaje. Este último en su dimensión instructiva determina el modo en que se va a estructurar el proceso para garantizar la apropiación de los conocimientos y el dominio de las habilidades por el estudiante que, siguiendo la lógica de la ciencia o rama del saber, despliega su propio método de aprendizaje.

En correspondencia con lo expuesto por Álvarez de Zayas (1999) el autor de la presente investigación considera que, en el caso de la asignatura Química General y Analítica los métodos como contenido son aquellos que el estudiante debe emplear durante el proceso de resolución de problemas químicos cuantitativos, es decir (generales y particulares), que son los mismos métodos empleados por todas las asignaturas en el área de las ciencias y los métodos específicos, que son los propios de la asignatura, que están en estrecha relación con los particulares.

La idea anterior fue concebida a partir de las consideraciones de los autores Eyssautier de la Mora (2006) quienes expresan que el método, siguiendo el camino de la ciencia se ha dividido en: métodos generales, métodos particulares y métodos específicos.

En esta dirección se asume la clasificación de métodos específicos de Análisis Químico que ofrece Castro, Carrillo, Granda, Enamorado, Pérez, & Maqueira (2013), citados por Hernández (2019), en la presente investigación se establecen los nexos entre los métodos mencionados anteriormente para aplicarse a la Química General y Analítica y construir una estrategia didáctica en la que se integran los métodos generales, particulares y específicos.

Por ello se infiere que al convertirse los métodos de investigación en contenido de enseñanza-

aprendizaje es necesario considerar sus elementos internos, los cuales fueron expresados por Klinberg (1978) en los procedimientos y las operaciones lógicas que deben enseñarse y aprenderse para aplicar dicho método y constituyen referentes importantes para efectuar la presente investigación.

Cuando el estudiante realiza la actividad de resolver problemas químicos cuantitativos debe transformar las condiciones dadas para cumplir con la exigencia planteada, para la cual se requiere de un proceso en el que se efectúan una serie de acciones y operaciones que se concretan en el método para obtener un resultado. Este método es contenido de la rama del saber que se estudia y constituye una invariante del contenido, en este caso en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Se coincide con Leontiev (1981) cuando expone que...la actividad humana no puede existir de otra manera que en forma de acciones o grupo de acciones. Al respecto Galperin (1986) destaca que la acción constituye el centro de cualquier actividad humana; toda acción comprende tres componentes: orientación, ejecución y control.

Orientación: es el componente fundamental, considerado como el mecanismo psicológico de formación de la acción, es decir la instancia directora de la cual depende la calidad de la ejecución. Comprende la formación por el sujeto de la imagen de la situación (modelo del objeto), el establecimiento del plano de las acciones (modelo de la acción) y la regulación de la acción en el proceso de su ejecución.

Ejecución: es la realización real de la acción por el sujeto. La calidad de las acciones formadas (atención y pensamiento, entre otros), dependerá de cómo se estructure la enseñanza, el tipo de orientación que se ofrezca al sujeto, en qué medida se tome en cuenta el sistema de condiciones que garantiza la formación de la acción. Este sistema comprende la representación del producto final de la acción y de sus productos particulares, el carácter y el orden de las operaciones que forman parte de la acción, así como de los instrumentos de su realización.

Control: permite la regulación del proceso de enseñanza por el docente y la autorregulación por el propio sujeto que aprende y por tanto la realización de las correcciones necesarias. El control está presente en los componentes de orientación y ejecución, es decir en todo el proceso de formación de la acción.

Al respecto Galperin (1986) plantea que, “la formación por etapas de las acciones ideales, en particular las mentales relaciona a la actividad psíquica con la actividad externa de objeto material. Representa la clave no solo para comprender los fenómenos psíquicos, sino para dominarlos en la práctica”, (Galperin citado por Talízina, 1988:113).

La teoría de la formación por etapas de las acciones mentales transita desde las acciones materiales externas hasta las que se realizan en el plano mental. Estas etapas son: elaboración del esquema de la base de orientación para la acción (BOA), la formación de la acción en forma material o materializada, la formación de la acción como forma verbal externa, formación de la acción en el lenguaje externo “para sí” y en el lenguaje interno.

En esta teoría la imagen de la acción y del medio donde se realiza la acción se unen en un elemento estructural único, en cuya base transcurre la dirección de la acción y que se llama base orientadora de la acción (BOA). Los principales tipos de base de orientación para la acción son las siguientes:

Tipo I: Orientación natural: la acción llega mediante un modelo, en ella los estudiantes realizan pruebas hasta que el resultado coincide con el del profesor.

Tipo II: Orientación empírica: esta llega mediante un modelo, garantiza desde el inicio el conocimiento de todas las condiciones esenciales para la realización de la acción.

Tipo III: Orientación racional: la orientación para la acción se desarrolla a partir de las leyes teóricas que sirven como base para la acción. Esta se caracteriza por ser generalizada, completa y se elabora de forma independiente.

De este modo la formación del razonamiento deductivo requiere de la aplicación y sistematización de los conocimientos. Durante el proceso, el estudiante debe apropiarse de una lógica que le permita emitir juicios, realizar inferencias y arribar a determinadas conclusiones concernientes a las propiedades de las sustancias, los procesos o fenómenos químicos estudiados en aras de encontrar una posible vía de solución.

Por tal motivo se expresa que, desde el punto de vista didáctico el razonamiento deductivo constituye una habilidad lógica que está dirigida al desarrollo del pensamiento crítico reflexivo (Castellanos, 2002:21). Criterios que comparte el autor del trabajo afiliándose a estos para llevar a cabo la presente investigación.

Por lo tanto, se precisa determinar las acciones y las operaciones de esta habilidad lógica a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, lo cual se facilita con el empleo del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística.

En relación con el método de solución de problemas por vía heurística, Polya (1973: 272) reconoce el papel de las preguntas que puede formular el docente, en forma de reglas o procedimientos para impulsar la actividad mental en la búsqueda de la vía de solución, estas contienen acciones y operaciones a realizar por el estudiante, pueden darse como indicaciones, sugerencias o simplemente como preguntas que movilizan su pensamiento.

Sobre la base de la concepción anterior Jungk (1982) valora estas preguntas que identifica como impulsos heurísticos, las cuales desempeñan una importante función en la estimulación de la actividad mental y el pensamiento de los estudiantes.

A decir de Müller (1987:29), los procedimientos heurísticos son "formas de trabajo y de pensamiento que apoyan la realización consciente de actividades mentales exigentes". Entre ellos se encuentran los principios, las reglas y las estrategias, los que desempeñan un importante papel en la búsqueda de

posibles vías de solución a los problemas químicos cuantitativos. Los cuales se relacionan a continuación:

- Principios: modelación, analogía, reducción, inducción, demostración, generalización.
- Reglas: separar lo dado de lo buscado, confeccionar figuras de análisis, representar magnitudes con variables, utilizar fórmulas adecuadas y reformular el problema.
- Estrategias: trabajo hacia adelante y trabajo hacia atrás.

Al respecto Talízina (1988) clasifica los procedimientos de la actividad cognoscitiva según sus funciones, el contenido y las vías de formación. Según sus funciones: permiten analizar independientemente todos los fenómenos particulares de la esfera dada o permiten restablecer un sinnúmero de fenómenos particulares de la esfera dada.

Según el contenido: pueden ser lógicos o específicos.

Según las vías de solución: se asume que al comienzo formen acciones aisladas, que posteriormente se unen o que desde el inicio el procedimiento se forme como un todo.

Talízina (1988) sustentada en la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales propone dos modos de modelar la actividad cognoscitiva: el procedimiento teórico-experimental y el análisis de los tipos formados de actividad.

Cuando se modela la actividad cognoscitiva, a partir del modo o procedimiento teórico-experimental se estructura en cuatro etapas. En la primera el modelo se basa en el análisis teórico de la solución de los problemas de un tipo determinado y en las dificultades que presentan los estudiantes en la práctica de la enseñanza. La modelación de esta acción indica el objetivo final y los medios para lograrlo.

En la segunda etapa se realiza una verificación experimental del modelo obtenido. Aquí se constata si todos los elementos del método aplicado fueron esclarecidos, si fue establecido correctamente el orden de su estudio y si el modelo inicial es incompleto o incorrecto.

En la tercera etapa se realiza una elaboración complementaria del modelo según la base de datos experimentales de la etapa anterior. En la cuarta se hace una verificación experimental del modelo perfeccionado, que se repite hasta obtener el modelo deseado.

En el caso del procedimiento modelado por el modo de análisis de los tipos formados de actividad se caracteriza por ser una actividad mental, generalizada, reducida y automatizada. A través de este modo el estudiante crea una zona de búsqueda en la proposición de problemas para la mediatización de diferentes conceptos actualizando de inmediato, al final del proceso el sistema de propiedades que pueden utilizarse en las condiciones dadas.

De esta forma se asume en la presente investigación que, el método de solución de problemas químicos cuantitativos constituye una actividad que debe ser modelada, la cual se favorece con el empleo del modo teórico-experimental de Talízina (1988), de acuerdo con sus funciones, se toman los que permiten analizar independientemente todos los fenómenos particulares de la esfera dada; según el contenido se trabaja con los lógicos y se utiliza como vía para su formación la que al comienzo forma acciones aisladas y luego se unen.

La sistematización teórica realizada, en correspondencia con los postulados de la teoría de formación por etapas de las acciones mentales y los presupuestos abordados por Talízina (1988) permitieron al autor del trabajo identificar las acciones y las operaciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, cuyo proceso se explica en la estrategia didáctica que se propone en el capítulo dos de la tesis y a continuación se muestran en la siguiente tabla (Fonseca, 2019).

Tabla 1 Acciones y operaciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica.

Acciones	Operaciones
Interpretar la información	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender la información dada. • Relacionar la información. • Expresar el significado de los contenidos.
Analizar la información	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicar los conceptos. • Identificar juicios o proposiciones. • Analizar juicios o proposiciones.
Inferir	<ul style="list-style-type: none"> • Formular conjeturas e hipótesis. • Establecer relaciones inferenciales entre los juicios o proposiciones y emplear los conectivos lógicos correspondientes. • Deducir consecuencias lógicas.
Explicar	<ul style="list-style-type: none"> • Describir los resultados. • Elaborar la conclusión o argumento. • Justificar los procedimientos empleados.
Valorar	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar la consistencia lógica de las relaciones inferenciales para confirmar los resultados. • Juzgar la validez del argumento o conclusión. • Evaluar la ejecución del proceso realizado para auto valorar y autorregular la actuación del estudiante.

Tabla 2 Acciones y operaciones para la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica.

Acciones	Operaciones
Analizar los objetos.	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el texto del problema. • Determinar los componentes estructurales que conforman la situación inicial. • Determinar los fundamentos teóricos asociados al objeto. • Establecer relaciones entre las magnitudes y confeccionar figuras de análisis.
Interpretar los modelos.	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar las fórmulas, las ecuaciones o los esquemas que representan al objeto. • Establecer las conexiones lógicas entre los procesos representados. • Emitir juicios o proposiciones.
Aplicar procedimientos.	<ul style="list-style-type: none"> • Examinar los juicios o proposiciones • Relacionar los procedimientos heurísticos (principios, reglas y

	estrategias) con los juicios emitidos. <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar argumentos.
Calcular	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocer el tipo de cálculo a realizar. • Resolver empleando las herramientas matemáticas de cálculo. • Verificar el resultado obtenido.
Evaluar la solución.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas. • Valorar la posibilidad de búsqueda de otras vías de solución. • Valorar la posibilidad de transferencia de las vías utilizadas a otros problemas.

Fuente: Elaboración propia.

Lo anterior demuestra que en la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística en la asignatura Química General y Analítica se desarrollan las habilidades lógicas del pensamiento que guían el proceso de búsqueda de la solución entre las que se encuentra la formación del razonamiento deductivo, la cual constituye la idea central en el siguiente apartado.

1.3. La formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo y su interrelación con la resolución de problemas químicos cuantitativos

En la bibliografía consultada la categoría formación ha sido asumida con diferentes significados, como sinónimo de la educación escolar en su sentido más amplio, vinculado a la instrucción en un marco más estrecho y relacionado con el desarrollo, en la que se asocia a lo social.

En este sentido Chávez, Suárez & Permuy (2003) esclarecen que el término formación no se refiere en el campo de las ciencias de la educación a aprendizajes particulares, destrezas o habilidades. Al respecto señalan que estos constituyen medios para lograr la formación del hombre como ser pleno y lo identifican con el nivel que alcanza un sujeto en cuanto a la explicación y la comprensión que tenga de si mismo y del mundo material y social.

Tomando como referencia estas consideraciones y en correspondencia con las deficiencias detectadas en los estudiantes para propiciar el razonamiento deductivo a partir de la resolución de los problemas químicos cuantitativos que provienen de los niveles de enseñanzas precedentes y que persisten en los

estudiantes de primer año de la carrera de ingeniería agronómica, se asume en la presente investigación revertir esta situación y continuar perfeccionando la formación de la habilidad lógica.

Desde la posición psicológica una de las definiciones más difundidas en Cuba es la de Bermúdez & Rodríguez (1996) quienes estiman que la habilidad es el dominio de un sistema de acciones psíquicas y prácticas por parte de una persona, son consideradas como la ejecución de la actuación y su estructura está formada por las acciones y las operaciones.

En correspondencia con los argumentos presentados por Fuentes (1997), a partir de la clasificación dada por Talízina (1988) y Álvarez de Zayas (1999), las habilidades se clasifican en tres grupos:

- Habilidades específicas, propias de las ciencias, de las profesiones o de las tecnologías que son objeto de estudio o de trabajo.
- Habilidades lógicas o intelectuales, que contribuyen a la asimilación del contenido de las disciplinas y sustentan el pensamiento lógico, tanto en el aprendizaje como en la vida.
- Habilidades de comunicación, propias del proceso docente, que son imprescindibles para su desarrollo.

Por la importancia que reviste en la presente investigación se centrará la atención en las habilidades lógicas del pensamiento. Según Pérez (1992:34) la habilidad lógica o del pensamiento es el contenido de aquellas acciones del intelecto que se desarrollan en el proceso del conocimiento, que se realizan mediante las operaciones lógicas y deben dominarse a lo largo del proceso docente educativo, el cual se toma como referencia para la presente investigación.

En sentido amplio se reconoce que en la formación de las habilidades y particularmente del razonamiento deductivo intervienen no solo la lógica, sino también la psicología, la didáctica, entre otras. La Didáctica como la ciencia que estudia el proceso enseñanza- aprendizaje, particularmente se analiza a partir de la relación entre el objetivo, el contenido y el método. La Lógica desde el ángulo de

los resultados, los productos del pensamiento: conceptos, juicios y razonamientos; mientras que la Psicología desde el punto de vista del proceso mental.

En el caso específico del razonamiento deductivo la lógica se evidencia cuando la conclusión o argumento que se obtiene como resultado, es una consecuencia lógica de las premisas atendiendo a determinadas reglas de inferencia.

Durante la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo el estudiante debe transitar desde la exigencia inicial que es planteada hasta la comprensión del mismo en el plano mental, interiorizarlo, establecer relaciones, desplegar la búsqueda de estrategias y procedimientos, mostrar seguridad en la construcción de una posible vía de solución y valorar la posibilidad de aplicarlas a las nuevas situaciones, en pos de desarrollar su pensamiento crítico, reflexivo y creador.

A decir de Ding (2014) el pensamiento crítico es un conjunto de habilidades cognitivas que permiten analizar y evaluar datos que se obtienen de la realidad verificando su validez, consistencia y veracidad. Por tanto implica la comprensión de la información, el establecimiento de relaciones lógicas y la emisión de juicios valorativos al respecto.

En este sentido Rivas & Saiz (2012) identifican las habilidades cognitivas que forman parte del pensamiento crítico, son ellas: el razonamiento, la solución de problemas y la toma de decisiones.

Lo anterior demuestra los estrechos nexos existentes, por esta razón el razonamiento es considerado como la capacidad para resolver problemas, en las que se necesita ordenar las ideas, establecer relaciones lógicas significativas, la búsqueda de las alternativas de solución y extraer conclusiones.

Por tanto se infiere que para potenciar la formación del razonamiento deductivo intervienen un conjunto de procesos psíquicos en la actuación de los estudiantes, con predominio de los cognitivos en estrechos nexos con los emocionales y los volitivos, lo cual fue confirmado por Rubinstein (1966:75) cuando expresa “no se trata de que el pensamiento y por ejemplo las emociones se encuentren en una

unidad y en relación recíproca, sino que el pensamiento mismo, como proceso psíquico real ya representa una unidad de lo intelectual y lo emocional”.

En este sentido se asume que la formación del razonamiento deductivo requiere de la integración de los aspectos cognitivo-instrumental (los conocimientos, las habilidades, con los métodos, los procedimientos y las estrategias), en estrechos vínculos con las esferas motivacional-afectivo-valorativo (los sentimientos, las actitudes, los valores) y está dirigido al desarrollo armónico de las potencialidades de los estudiantes en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.

Desde esta perspectiva se estima pertinente exponer el concepto de formación de razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos que se asume en la presente investigación.

Los presupuestos teóricos aportados por Rubinstein (1966), Galperin (1986) y Vygotsky (1987) permiten al autor de esta investigación favorecer una nueva comprensión de la definición de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos como: “proceso sistémico en el que se integran los componentes cognitivos, motivacionales, afectivos y valorativos con los instrumentales, centrados en el método de solución de problemas por vía heurística para facilitar el tránsito de aquellas proposiciones de carácter general en los argumentos específicos que serán aplicados en la resolución de problemas químicos cuantitativos”.

Esta definición conceptual de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos constituye el elemento soporte de la estrategia didáctica que se propone en el siguiente capítulo.

Conclusiones del capítulo

El estudio histórico reveló que en el programa de la asignatura Química General y Química Analítica se expresan los conocimientos; pero no muestran los métodos de trabajos propios de esta ciencia, necesarios para la formación de las habilidades lógicas que tributan a la solución de los problemas profesionales en la carrera de ingeniería agronómica.

La aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística constituye una actividad cognoscitiva que se sustenta en la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales y se modela con el empleo del modo teórico-experimental que favorece la determinación de las acciones y las operaciones para la formación del razonamiento deductivo.

La sistematización teórica realizada demuestra que la formación del razonamiento deductivo constituye una habilidad lógica que requiere del concurso de diferentes ciencias como la Psicología y la Didáctica, que sustentada en los postulados del Enfoque Histórico- Cultural de L. S. Vygotsky (1968) y sus seguidores tributa al desarrollo integral de la personalidad.

**CAPÍTULO 2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO
DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN
LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA**

CAPÍTULO 2. ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

En este capítulo se analizan los principales resultados del diagnóstico de necesidades acerca de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica en la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez. A partir del estudio teórico y el diagnóstico se fundamenta la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, se declaran sus premisas, los componentes e interrelaciones y se implementa la estrategia didáctica que se concreta en la práctica educativa.

2.1. Diagnóstico inicial de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica

Las insuficiencias detectadas en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica para propiciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos demuestran una mayor incidencia en la carrera de ingeniería agronómica en la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

A partir de estas insuficiencias se detectó el problema de la investigación, el cual se determinó antes de instrumentar la estrategia didáctica, para ello resulta pertinente utilizar diferentes vías que evidencian que el problema es realmente necesario.

Las vías utilizadas son las siguientes: el análisis de documentos, la guía de observación a clases, la encuesta a los profesores y una prueba pedagógica a los estudiantes. La aplicación de los instrumentos en la fase diagnóstica permitió obtener los siguientes resultados:

Análisis de documentos (Anexo 1)

Para concebir la estrategia didáctica fue necesario revisar los diferentes documentos para realizar el análisis del tratamiento que se concede a la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, en los que se pudo constatar lo siguiente:

En el Modelo del Profesional Ministerio de Educación Superior (2017) se declara el problema y las esferas de actuación del egresado de la carrera de ingeniería agronómica y de forma implícita se evidencia, la necesidad de estimular la formación de las habilidades lógicas del pensamiento para que el estudiante sea capaz de resolver diversas y complejas situaciones que resultan inherentes a su actuación profesional; sin embargo no se ofrecen métodos didácticos a utilizar durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, para el alcance de tales propósitos.

En los planes de estudio “D” y “E” se constata que en la asignatura Química General y Analítica, en los objetivos educativos aparece reflejado el desarrollo de las capacidades cognoscitivas de los estudiantes, la lógica y el razonamiento en la solución de problemas del perfil de la carrera de ingeniería agronómica; pero no se realizan las sugerencias metodológicas específicas que permitan su concreción en la práctica.

En el plan de trabajo metodológico del departamento y la carrera se constatan acciones metodológicas (clases metodológicas instructivas) en la que se abordan cuestiones relacionadas con algunos problemas profesionales generales y frecuentes en la carrera de ingeniería agronómica; sin embargo no se ofrecen actividades metodológicas, donde se analicen los componentes y su dinámica, con el fin de

facilitar el dominio de las habilidades lógicas que potencian la formación de las habilidades profesionales.

Encuesta a profesores

En la confección de la encuesta aplicada a los profesores se tuvo en cuenta lo expuesto por Hernández, Fernández & Baptista (2014) en el libro Metodología de la Investigación, utilizándose un cuestionario con preguntas dirigidas a obtener información acerca del proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos.

Fue diseñado un cuestionario estandarizado y se procedió a validar la encuesta mediante un pilotaje a cinco profesores con experiencia docente en la impartición de la asignatura Química General y Analítica en las diferentes carreras de ingenierías, con el objetivo de valorar las reacciones que experimentan ante el cuestionario, la interpretación adecuada de las preguntas, la realización de sugerencias y el tiempo promedio en dar respuesta.

El pilotaje permitió constatar la anuencia del cuestionario, por cuanto los profesores refirieron haber entendido las interrogantes que les fueron formuladas y no fue necesario realizar modificaciones a este instrumento y por lo tanto, se procedió a aplicarla.

Para la aplicación definitiva de la encuesta estandarizada se seleccionaron ocho profesores que han impartido la docencia en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería agronómica, claustro que está formado según las categorías docentes por cinco profesores auxiliares, dos profesores asistentes y un profesor instructor. Los profesores auxiliares y asistentes tienen más de quince años de experiencia en la docencia y el instructor tiene cuatro años. A todos se les pidió el consentimiento para su participación (Anexo 2).

Los principales resultados de la encuesta a los profesores se muestran en el (Anexo 3) y se analizan a continuación.

Los ocho profesores encuestados consideran que si se hace necesario perfeccionar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas en su clase para elevar los resultados académicos de los estudiantes lo cual corresponde a un (100%).

En relación a las dificultades que poseen los estudiantes para potenciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas cuatro profesores reconocen la poca utilización de métodos de enseñanza que estimulen la independencia cognoscitiva de los estudiantes lo que evidencia un (50 %), dos profesores le atribuyen a la falta de sistematicidad en la aplicación del método de solución de problemas lo que representa un (25%) y dos profesores consideran que se debe al predominio de un aprendizaje reproductivo de los estudiantes lo que equivale a un (25%).

En cuanto a la aplicación del método heurístico a la solución de problemas químicos cuantitativos cinco profesores consideran que contribuye a propiciar un acercamiento a la actividad científico investigativa lo que equivale a un (62,5%) y tres de ellos estiman que conlleva a la apropiación de conocimientos y habilidades lo que corresponde a un (37,5%).

En relación a si se sienten preparados para materializar una concepción del aprendizaje sustentado en la resolución de problemas químicos, como una actividad para promover la formación de las habilidades profesionales en los estudiantes el 100% de los profesores consideran que sí.

Como se pudo evidenciar los profesores de Química manifiestan la necesidad de perfeccionar el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas mediante el empleo de métodos productivos, particularmente el heurístico en el que los estudiantes se apropien de determinados rasgos que caracterizan a la actividad científico investigativa y por tanto resultan imprescindibles en su desempeño profesional.

Observación a clases

En las clases visitadas (Anexo 4) se consideraron los siguientes aspectos: vinculación de los contenidos con el perfil profesional de la carrera, enfoque asignado al tratamiento del contenido relacionado con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos, uso de métodos productivos, las formas de organización utilizadas en la actividad y contribución de las tareas previstas por los profesores al desarrollo de la independencia y el pensamiento creador en los estudiantes.

Se observaron un total de seis clases prácticas en la asignatura Química General y Analítica impartida por diferentes profesores en las que se pudo constatar una adecuada organización de la actividad, en la introducción se realiza un análisis de los principales aspectos de la guía y los conocimientos teóricos asociados, se orientan correctamente los objetivos y se aprecia poca vinculación de los contenidos con el perfil profesional de la carrera.

Durante su labor los profesores se limitan a que los estudiantes adquieran los conocimientos y desarrollen las habilidades de forma fragmentada, sin que se aprecie la conformación de un verdadero sistema que permita ver al educando como un sujeto activo de su aprendizaje, por tanto, no se observa un adecuado tratamiento a las habilidades lógicas a partir de las habilidades generales.

En el desarrollo de las diferentes clases se pudo constatar una adecuada proyección de las etapas relacionadas con el método general de solución de los problemas químicos; sin embargo solo se aprecian intenciones de aplicar los métodos productivos, como el heurístico en determinados momentos, los que resultan necesarios para propiciar un análisis crítico, reflexivo, se logre potenciar la creatividad del estudiante en la búsqueda de varias vías de solución mediante la estimulación de las habilidades lógicas.

En relación a las formas de organización empleadas se pudo comprobar que en las diferentes clases observadas hay predominio del trabajo frontal, en la que todos los estudiantes realizan las actividades

propuestas de forma simultánea, por lo tanto, se propone la búsqueda y solución colectiva de los problemas lo cual es característico de la enseñanza tradicional.

En las seis clases se conciben las tareas en orden creciente de complejidad; sin embargo, no se evidencian los niveles de ayuda requeridos a los estudiantes, el trabajo en grupos, el intercambio de información, lo cual facilitaría adquirir la independencia y elevar el nivel creativo de los estudiantes.

En sentido general mediante la observación de las clases de la asignatura Química General y Analítica en el primer año de la carrera de ingeniería agronómica se pudo constatar un carácter fragmentado en el tratamiento a las habilidades lógicas y su poca vinculación con el perfil profesional de la carrera, la pobre utilización de los métodos productivos como el heurístico para incentivar la formación de las habilidades lógicas y el insuficiente empleo de los niveles de ayuda para promover la independencia y el pensamiento creador de los estudiantes.

Prueba pedagógica

Con el propósito de indagar aún más sobre las dificultades existentes y confrontar los resultados que se iban develando se aplicó una prueba pedagógica a un total de 25 estudiantes en la asignatura de Química General y Analítica en el grupo de primer año de la carrera de ingeniería agronómica en el curso escolar 2017-2018 (Anexo 5) con los resultados que se obtienen desde el siguiente análisis cualitativo de los indicadores:

MB: Si a partir de un problema químico los estudiantes realizan las cinco acciones de forma correcta.

- Formular proposiciones o juicios lógicos acerca de los objetos, procesos o fenómenos químicos.
- Interpretar el modelo que represente al problema.
- Utilización de estrategias y procedimientos para la búsqueda de la posible vía de solución.
- Obtener un nuevo argumento o conclusión acerca de la vía de solución.
- Comprobar la posible vía de solución propuesta.

B: con cuatro acciones correctas, R: con tres acciones correctas, M: con dos acciones correctas, MM: con una acción correcta.

Del resultado anterior se desprende el siguiente análisis:

De los veinticinco estudiantes que fueron evaluados solo un estudiante obtuvo el resultado de muy bien, dos estudiantes de bien, cinco estudiantes de regular, ocho estudiantes de mal y nueve estudiantes de muy mal (Anexo 6), lo que representa el 32% de aprobados y el 68% de desaprobados, lo cual evidencia las dificultades que presentan los estudiantes para potenciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la aplicación del diagnóstico y las consideraciones aportadas por los autores Aguilar & Barroso (2015), Alzás, Casa, Luengo, Torres & Verissimo (2016), en relación al método de triangulación se logró obtener información cuantitativa y cualitativa sobre el análisis de los datos, la validez y la fiabilidad, tanto del proceso de análisis como en la comprensión e interpretación más precisa de los resultados cualitativos.

El autor de la presente investigación se asocia a la triangulación metodológica definida por los autores anteriormente mencionados, quienes la enuncian como “la aplicación de diversos métodos en la misma investigación para recaudar información contrastando los resultados, analizando coincidencias y diferencias”.

Mediante la triangulación metodológica, teniendo en cuenta el carácter atomístico del diagnóstico y el análisis de los instrumentos aplicados a partir de los siguientes indicadores:

- Tratamiento metodológico a la formación de habilidades lógicas en los documentos normativos, particularmente la formación del razonamiento deductivo.
- Dominio de los conocimientos teóricos sobre el razonamiento deductivo.

- Uso de métodos y procedimientos para lograr la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Dominio de acciones y operaciones para tributar a la formación del razonamiento deductivo.

Lo anterior permitió comparar los datos, contrarrestarlos entre sí y arribar a las siguientes conclusiones:

Se evidencian potencialidades las cuales se resumen a continuación.

- En el Modelo del Profesional Ministerio de Educación Superior (2017) se evidencia la necesidad de estimular la formación de las habilidades lógicas del pensamiento para que el estudiante sea capaz de resolver diversas y complejas situaciones que resultan inherentes a su actuación profesional.
- En los planes de estudio “D” y “E” se constata que la asignatura Química General y Analítica, se propone entre los objetivos educativos el desarrollo de las capacidades cognoscitivas de los estudiantes, la lógica y el razonamiento en la solución de problemas del perfil de la carrera de ingeniería agronómica
- Los profesores de Química manifiestan la necesidad de perfeccionar el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas mediante el empleo de métodos productivos particularmente el heurístico, debido a que resultan imprescindibles para su desempeño profesional.

Existen insuficiencias que se deducen, a partir del análisis de los diferentes instrumentos:

- En los documentos normativos no se realizan sugerencias metodológicas específicas que permitan el desarrollo de las capacidades cognoscitivas de los estudiantes, la lógica y el razonamiento en la solución de problemas del perfil de la carrera de ingeniería agronómica.
- Insuficiencias metodológicas que presentan los docentes para propiciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.

- Insuficiente utilización del método de solución de problemas químicos cuantitativos para lograr la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes.
- Insuficiente utilización de los procedimientos heurísticos y de las acciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Insuficiencias que presentan los estudiantes para potenciar la formación del razonamiento deductivo, a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

La formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica es posible con la aplicación de una estrategia didáctica basada en las relaciones del método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística con el objetivo y el contenido durante el proceso, la cual se presenta a continuación.

2.2. Estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica

Desde el punto de vista psicopedagógico el aprendizaje constituye un proceso de adquisición de conocimientos, el desarrollo de habilidades y de forma inseparable se crean sentimientos, valores e ideales donde emerge la propia persona. En este sentido el enfoque histórico- cultural constituye un modelo psicológico que promueve una concepción integral, en función de favorecer la comprensión de la enseñanza como un sistema de ayudas pedagógicas, para que el estudiante se convierta en un sujeto activo durante la actividad cognoscitiva.

Tales exigencias para la remodelación del proceso de enseñanza- aprendizaje de la Educación Superior exigen al profesor perfeccionar las vías de conducir el proceso, precisar nuevos enfoques

metodológicos y encauzar la búsqueda de nuevas estrategias que tengan como centro de atención al estudiante, lo cual constituirá un valioso recurso a utilizar.

En la revisión bibliográfica efectuada se registran definiciones de estrategias didácticas aportadas por Bravo (2002), Martínez (2002), Ortiz & Aguilera (2006), Addine (2006), Valle (2007), De Armas (2009), Curbeira (2013), Morales (2014), Wongo (2015), Bravo & Varguillas (2015) y Collao (2019), a partir de ellas se identifican como elementos coincidentes, que son siempre concebidas de forma consciente e intencionales, orientadas hacia un objetivo vinculado al aprendizaje, constituyen guías de acciones a seguir y pueden estar compuestas por las etapas de diagnóstico, planeación, ejecución y evaluación.

Para la teoría histórico-cultural las estrategias didácticas son mediadores externos que se modelan en el marco de las interacciones entre los que aprenden y los que enseñan. En esta investigación se asume la definición de estrategia didáctica enunciada por De Armas (2009) como la proyección de un sistema de acciones a corto, mediano y largo plazo que permite la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje en una asignatura, nivel o institución, tomando como base los componentes del mismo y que permite el logro de los objetivos propuestos en un tiempo concreto.

Según el criterio de De Armas (2009) la concepción de una estrategia debe ser un proceso organizado, coherente, unificado e integrado, direccional, transformador y sistémico. Al respecto alega que debe contener elementos como: la existencia de insatisfacciones respecto a los fenómenos, objetos o procesos educativos en un contexto o ámbito determinado, el diagnóstico de la situación actual, el planteamiento de objetivos y metas a alcanzar en determinados plazos de tiempo, la definición de actividades y acciones que respondan a los objetivos trazados y entidades responsables, así como la planificación de recursos y métodos para viabilizar la ejecución y la evaluación de los resultados.

En la investigación se presenta una estrategia didáctica pues se concibe la actividad del profesor para enseñar en estrechos nexos con la actividad del estudiante para aprender. Se considera además la

complejidad del proceso que se analiza y la factibilidad de la puesta en práctica de una estrategia didáctica sustentada en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

En cuanto a los componentes, elementos o etapas de las estrategias didácticas se tiene en cuenta los criterios de Bravo (2002) y De Armas (2009) quienes consideran que este resultado científico debe estar compuesto por las etapas de: diagnóstico, planeación, ejecución y evaluación.

Se puede concretar que la estrategia didáctica, es un sistema de etapas y acciones seleccionadas y organizadas bajo el cumplimiento de las leyes y principios didácticos, fundamentados filosófica, lógica y psicológicamente y que se implementan con una orientación metodológica adecuada, a través de los componentes del proceso enfocados en su operatividad, hasta llegar al estado deseado.

2.2.1. Fundamentos filosóficos, lógicos, psicológicos y didácticos de la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica

En la estrategia didáctica que se propone se asumen los fundamentos filosóficos, lógicos, psicológicos, y didácticos para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica, los cuales constituyeron mediadores en la determinación de las categorías que se requieren para fundamentar desde el punto de vista teórico el proceso.

La sistematización de los referentes teóricos relacionados con el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica permitieron determinar los fundamentos que singularizan la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica, los cuales se explican a continuación.

Desde el punto de vista filosófico la estrategia didáctica se sustenta en la teoría marxista del conocimiento científico, pues se utiliza la práctica social como base, principio y objetivo final del conocimiento, la representación de la relación entre el hombre y el medio social en un proceso histórico-concreto, a partir de la formación de la personalidad como forma individual de existencia de las relaciones sociales donde se considera el conocimiento como resultado de la interacción dialéctica del sujeto con los objetos

Este proceso se visualiza en la estrategia en la que se considera la relación entre la teoría y la práctica, los avances del sujeto en la actividad cognoscitiva, el papel activo del estudiante y sus estrechos vínculos con los otros, la relación entre lo afectivo y lo cognitivo, cuando el contenido se convierte en un componente significativo y se estimula la relación necesidad-motivo como la fuente generadora del comportamiento humano.

Desde el fundamento lógico en la estrategia didáctica propuesta se evidencia la aplicación de las leyes del pensamiento ya que mediante estas se favorece la formación del razonamiento deductivo al establecer las relaciones inferenciales entre los juicios o proposiciones, emplear los conectivos lógicos, formular conjeturas e hipótesis, deducir consecuencias lógicas y elaborar los argumentos o conclusiones necesarios para encontrar la solución a un problema químico cuantitativo partiendo de diferentes premisas o enunciados.

De igual forma estos sustentos teóricos se aplican en el establecimiento de las relaciones entre los componentes objetivo-contenido-método en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica y en particular en la búsqueda de los nexos entre los elementos internos que conforman el método de solución de problemas químicos cuantitativos.

El marco psicológico de la estrategia didáctica propuesta está fundamentada en el Enfoque Histórico-Cultural de Vygotsky (1968) y sus seguidores, Leontiev, Galperin y Talízina, el cual posee como

elemento central el desarrollo integral de la personalidad, tiene en cuenta el componente biológico del individuo y lo concibe como un ser social, así como en las consideraciones sobre la relación entre aprendizaje y desarrollo psíquico y en la que se estima al sujeto en su individualidad y como resultado de las interacciones que establece con otros sujetos.

Aspectos esenciales en este enfoque tienen una marcada vigencia en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos, son ellos: la situación social de desarrollo, que consiste en un principio que aborda las condiciones que pueden influir en el despliegue de la personalidad y de sus procesos en individuos concretos a lo largo de las etapas de la vida. La zona de desarrollo próximo, la cual se conceptualiza como la distancia que media entre los planos intrapsicológico (desarrollo actual) e interpsicológico (desarrollo potencial).

De igual forma tienen especial significación en la estrategia didáctica que se propone los postulados de Leontiev (1981) sobre la teoría de la actividad, de Galperin (1986) que enuncia de la formación por etapas de las acciones mentales y en relación con esta los presupuestos de Talízina (1988), sobre los procedimientos de la actividad cognoscitiva.

Desde el punto de vista didáctico la estrategia didáctica se sustenta en las leyes de la Didáctica enunciadas por Álvarez (1999) y los principios de la Didáctica General expresados por Klinberg (1978).

La primera ley de la Didáctica: expresa las relaciones del proceso docente- educativo con el contexto social: la escuela en la vida, establece que a partir de los objetivos como categoría rectora, como medio para expresar la aspiración última de la sociedad en cada estudiante, se explica didácticamente el desarrollo de todo el proceso.

Por su parte, la segunda ley de la Didáctica: relaciones internas entre los componentes del proceso docente- educativo: la educación a través de la instrucción, la cual refleja que para que el proceso eduque por medio de la instrucción es preciso establecer la relación entre lo cognitivo y lo afectivo en la

apropiación del contenido, el vínculo contenido- método y la relación del individuo con el contexto social que se infiere del vínculo objetivo- método.

De estas leyes se deriva un sistema de principios didácticos generales que inciden directamente en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, los cuales se relacionan a continuación.

- Del carácter científico de la enseñanza.
- La unidad de la teoría con la práctica.
- Unidad de lo concreto y lo abstracto.
- Del carácter consciente y activo de los estudiantes bajo la guía del profesor.
- De la atención a las diferencias individuales dentro del carácter colectivo del proceso docente educativo.
- Sistematización de la enseñanza.
- Del carácter educativo de la enseñanza.

Entre los elementos que tipifican la estrategia didáctica, se determinan:

- Su carácter sistémico: está declarado en las relaciones de interdependencia y subordinación que se establecen entre los componentes del proceso.
- Su carácter holístico: permite la integralidad de las acciones que se realizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.
- Su carácter desarrollador: porque estimula la actividad de reflexión y regulación metacognitiva del profesor y el estudiante y se propician espacios para combinar este proceso que se va produciendo a un nivel de individuo mediante la resolución de problemas químicos cuantitativos. En este sentido favorece además la realización de actividades cooperativas de los estudiantes en grupos y los niveles de ayuda, bajo la guía del profesor.

- Su carácter flexible: por cuanto está expuesto en su capacidad de ser idóneo de cambios o variaciones, según las circunstancias o necesidades en un contexto de formación específico.
- Su carácter referencial: dado en su capacidad de servir de base para la comparación, medición y evaluación de la apropiación del método de solución de problemas químicos por vía heurística.

Los fundamentos teóricos expuestos permiten diseñar la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica.

2.3. Diseño de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica

Para el diseño de la estrategia didáctica que se propone en esta investigación se asume la posición de De Armas (2009) e Izquierdo & Corona (2012) que coinciden en que la presentación de una estrategia en el marco de un trabajo científico, debe organizarse de la siguiente manera:

- I. Introducción- Fundamentación. Se establece el contexto y ubicación de la problemática a resolver. Ideas y puntos de partida que fundamentan la estrategia.
- II. Diagnóstico- Indica el estado real del objeto y evidencia el problema en torno al cual gira y se desarrolla la estrategia.
- III. Planteamiento del objetivo general.
- IV. Planeación estratégica- Se definen metas u objetivos a corto y mediano plazo que permitan la transformación del objeto desde su estado real hasta el estado deseado. Planificación por etapas de las acciones, recursos, medios y métodos que correspondan a estos objetivos.

V. Instrumentación- Explicar cómo se aplicará, bajo qué condiciones, durante qué tiempo, responsables, participantes.

VI. Evaluación- Definición de los logros que se han ido venciendo, valoración de la aproximación lograda al estado deseado.

En relación con lo anterior el autor del presente trabajo concuerda con De Armas (2009) e Izquierdo & Corona (2012) en la forma en que se organiza la estrategia. En este caso el autor de la investigación propone disponer las seis etapas concebidas por los autores mencionados en solo cuatro; pero que incluyen todos los momentos que estos plantean.

Se enuncia la etapa de diagnóstico, que a la vez incluye la I, II y III dada por De Armas (2009) e Izquierdo & Corona (2012), la de planificación que coincide con planeación estratégica, también se ofrece una tercera etapa de implementación que coincide con la de instrumentación, planteada por los autores antes mencionados y por último una etapa de evaluación.

Se coincide con De Armas (2009) cuando expone que una estrategia debe poseer una fundamentación, a partir de un diagnóstico, plantear un objetivo general del que se deriva el proceso de planeación, la instrumentación y la evaluación.

Objetivo de la estrategia didáctica

- Favorecer la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

A continuación, se muestra la representación gráfica de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

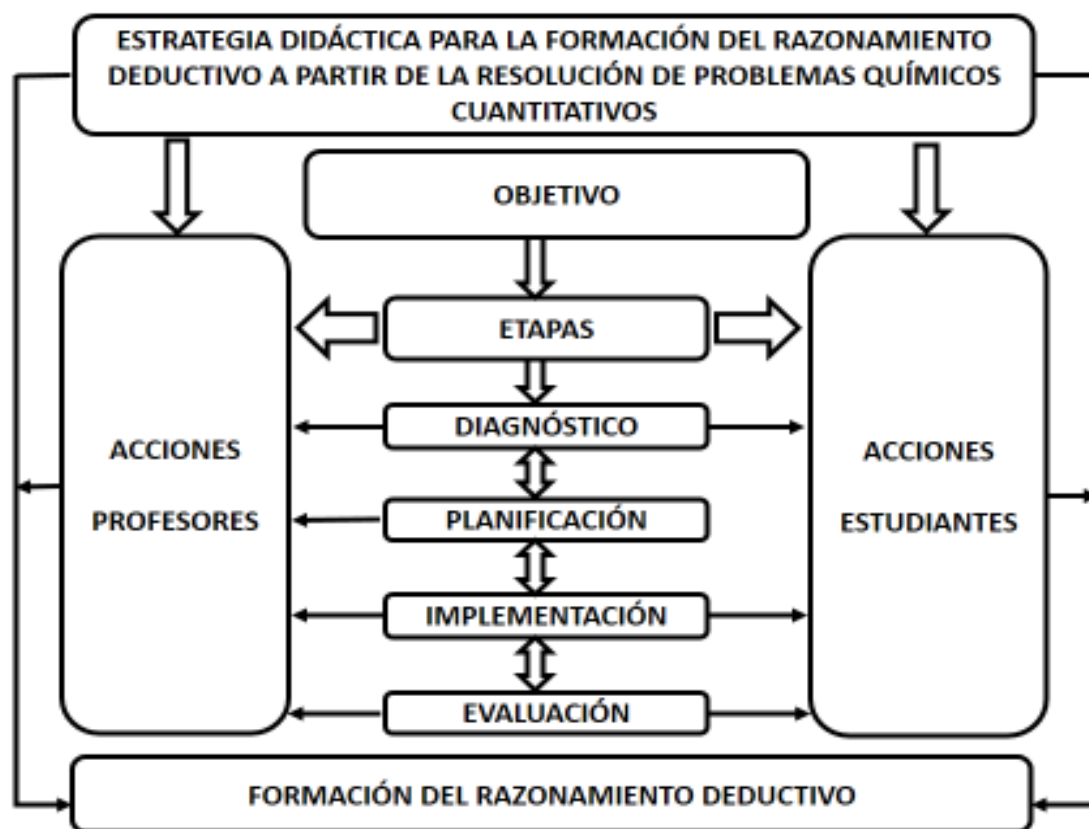


Figura 1. Representación gráfica de la Estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo.

Fuente: Elaboración propia.

En el apartado siguiente se detallan cada una de las etapas propuestas. Se analiza lo realizado en cada una de ellas en función de su aplicación, demostrando la vinculación entre las mismas en la estrategia didáctica diseñada.

2.3.1. Etapas que conforman la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo

La apropiación de la estrategia didáctica para potenciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos se utilizará para propiciar la superación de los docentes en el tema y a la vez perfeccionará las insuficiencias que presentan los estudiantes en la

formación de la habilidad lógica, la cual limita su desempeño académico y el desarrollo de un pensamiento creativo.

Toda estrategia debe transitar en su aplicación por diferentes etapas. Se parte de conocer las dificultades que presentan los profesores y estudiantes, en función de ello fijar el objetivo a cumplir con la estrategia que se propone, esto facilita realizar la planificación de cómo proceder para actuar sobre la deficiencia encontrada. La efectividad de dicha planificación posibilita una correcta puesta en práctica de las acciones diseñadas y luego analizar si lo aplicado fue efectivo en la solución de la problemática planteada al inicio.

Lo anterior se traduce en la consecución de etapas previstas al comienzo del epígrafe, diagnóstico, planificación, implementación y evaluación. Dichas etapas se encuentran en un proceso de evaluación continua, se retroalimentan a medida que se ejecutan, para lograr la transformación del estado real al estado deseado. Se analiza a continuación la puesta en práctica de dichas etapas para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en los estudiantes de primer año de ingeniería agronómica.

Etapa 1. Diagnóstico.

Objetivo:

- Identificar cuáles son las dificultades que presentan los profesores y los estudiantes para potenciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Acciones Generales.

- Elaboración de los instrumentos para la realización del diagnóstico.
- Realización del diagnóstico.
- Análisis de los resultados e identificación de las necesidades de los estudiantes.

Acciones Específicas (Profesores).

- Contestación de las encuestas acerca del nivel de preparación que poseen para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Impartición de las clases para constatar el tratamiento didáctico empleado para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Acciones Específicas (Estudiantes).

- Resolución de las pruebas pedagógicas para diseñar adecuadamente la solución a problemas químicos cuantitativos.
- Ejecución de las acciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos durante la clase.

El diagnóstico de los estudiantes se debe caracterizar ser un proceso sistemático, dinámico e integrado para comprender el estado real de desarrollo de la personalidad como un todo, el cual expresa las potencialidades de carácter cognitivo, afectivo y valorativo en unidad indisoluble para enfrentar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

En sentido general deben ser detectados, los ritmos y estilos de aprendizaje, la participación en clases, las posibilidades para emprender la realización de tareas de forma individual y colectiva, la estimulación de otros rasgos indispensables para fomentar la resolución de problemas, como son la independencia y la creatividad y finalmente concretar las potencialidades y necesidades que presentan los estudiantes

Sobre la base del conocimiento pleno de la personalidad de los estudiantes, el profesor podrá planificar las diferentes situaciones de aprendizaje, de forma tal que pueda operar con las potencialidades, consolidar lo aprendido y trazar nuevas metas, lo cual facilita no solo conocer la zona de desarrollo actual de los estudiantes; sino la zona de desarrollo potencial, esto permitirá tener el dominio de los estudiantes que necesitan niveles de ayuda y los que pueden trabajar de forma independiente. Estos

elementos se deben tener en cuenta para la planificación y dirección del proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica.

Este diagnóstico no puede circunscribirse solo al inicio de la asignatura, del curso escolar o de cada tema, este debe caracterizarse por un enfoque permanente, holístico, de forma tal que propicie el conocimiento real de la estructura y dinámica del funcionamiento de la personalidad del estudiante, lo cual proporcionará realizar en la estrategia los cambios y los reajustes pertinentes.

Etapa 2: Planificación.

Objetivo de la Etapa de Planificación.

- Propiciar las condiciones necesarias para la puesta en práctica de la estrategia didáctica a partir de los resultados del diagnóstico.

Acciones Generales.

- Preparación de los profesores en relación a las características esenciales de la estrategia didáctica.
- Selección y elaboración de los problemas químicos cuantitativos relacionados con los agrosistemas para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Acciones Específicas (Profesores).

- Participación en una reunión docente metodológica en el departamento de Química para conocer la concepción de la estrategia didáctica y las fases para la formación del razonamiento deductivo.
- Participación en una clase metodológica instructiva que se realizará en los colectivos de disciplina y de asignatura sobre la utilización de los procedimientos heurísticos en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

- Participación en los talleres docentes metodológicos para superar a los profesores del colectivo de disciplina y de asignatura en el empleo de la estrategia didáctica.
- Participación en la entrevista grupal para valorar la concepción de la estrategia didáctica propuesta.

Esta etapa se realiza en correspondencia con los objetivos generales del primer año académico en la carrera de ingeniería agronómica y los objetivos de la asignatura Química General y Analítica, la determinación desde el colectivo de la asignatura de los componentes necesarios para potenciar el razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Por tal motivo se pretende determinar los componentes del método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística analizados en el epígrafe 1.2.2 y establecer la relación con los componentes del proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en el primer año de la carrera ingeniería agronómica para favorecer la formación del razonamiento deductivo.

El objetivo es el componente que expresa las aspiraciones a lograr en la formación del profesional, en este caso está dirigido al dominio de la habilidad lógica razonamiento deductivo que constituye un fundamento esencial para la realización exitosa del auto aprendizaje, el trabajo independiente y potenciar la formación de habilidades profesionales para la solución de problemas inherentes a su objeto.

Como objetivo general de la asignatura se propone resolver los problemas de la relación entre la composición, la estructura y las propiedades de las sustancias y sus transformaciones, desde el punto de vista cinético y termodinámico en los sistemas físico- químico del agroecosistema y los métodos analíticos cualitativos y cuantitativos requeridos para su determinación, con un enfoque ambiental, para contribuir a la formación integral de la personalidad del profesional de la agricultura.

El contenido está relacionado con la resolución de problemas químicos cuantitativos. Los cuales se centran en el método de solución de estos y se identifican como: contenidos precedentes (los del nivel de enseñanza anterior, los propios conocimientos de la asignatura Química General y Analítica que se reciben en el año y los de índole matemático) y contenidos relacionados con el método de solución de los problemas químicos cuantitativos mediante la vía heurística.

Los contenidos precedentes anteriormente determinados establecen una relación de coordinación con los otros contenidos que se centran en el método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística, considerado como un método particular de la ciencia. A continuación, se hace alusión a estos.

Contenidos relacionados con el método de solución de los problemas químicos: métodos como contenido: generales, particulares y específicos. En relación a los métodos generales, estos se centran en los métodos teóricos, son estos: el hipotético-deductivo y el enfoque de sistema.

El método hipotético-deductivo se aplica en el proceso de formación del razonamiento deductivo cuando el estudiante a partir de los hechos de partida logra reconocer una contradicción entre los conocimientos ya formados y las nuevas situaciones con el apoyo de los conocimientos y procedimientos que posee establece nuevas relaciones hasta generar alguna idea a modo de hipótesis, que permite deducir consecuencias para encontrar la solución del problema.

Por su parte el enfoque de sistema en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos es empleado tras concebirlo como un proceso que transcurre mediante etapas, desde el reconocimiento de sus componentes estructurales hasta la obtención de los argumentos para hallar la solución y de esta forma se estimula una perspectiva integradora de la actividad.

Los problemas químicos cuantitativos utilizados se relacionan con el perfil profesional de la carrera de ingeniería agronómica. Para llevar a cabo la selección y la formulación se tiene en cuenta los contenidos de interés agropecuario, la complejidad de los conocimientos y los problemas profesionales a desarrollar, de forma que permita la formación del razonamiento deductivo, al potenciar la motivación, los conocimientos, las actitudes y los valores que tributen al modo de actuación del profesional de la rama agropecuaria.

En cuanto a los métodos particulares se emplean aquellos que guardan una estrecha relación con el objeto de transformación, las sustancias y las reacciones químicas que participan en el problema químico cuantitativo, dentro de estos se encuentran el método de solución de problemas y el método heurístico.

Se asume como el método de solución de problemas el método de los cuatro pasos, citado por Pérez (2002) el cual fue explicado en el capítulo uno de la tesis, formado por etapas que constituyen invariantes, estas transitan desde la comprensión del problema hasta la comprobación de la solución.

Por su parte el método heurístico se fundamenta metodológicamente mediante las etapas, las sugerencias, las acciones y las operaciones que actúan como recursos para estimular la capacidad de reflexión, guiar la comprensión y la búsqueda de las vías de solución a los problemas químicos cuantitativos relacionados con el perfil profesional de la carrera de ingeniería agronómica.

Los métodos específicos utilizados están relacionados con las magnitudes que caracterizan las diferentes muestras de sustancias a determinar en la resolución de problemas químicos, entre los que se encuentran el volumétrico y el gravimétrico, que constituyen métodos del Análisis Químico cuantitativo, los cuales permiten realizar diferentes determinaciones a muestras de (suelo, planta o animal).

El autor del trabajo siguiendo los modelos de solución de problemas planteados, el método de solución de los cuatro pasos, citado por Pérez (2002) y los presupuestos de la heurística, citados por Polya (1973), Jungk (1982) y Müller (1987) concreta la lógica a seguir en la aplicación del método de solución de los problemas químicos cuantitativos por vía heurística (Fonseca, 2018), la cual se explica a continuación:

Comprensión del problema: surge cuando el estudiante se enfrenta a una situación, la cual produce un estado emocional que provoca la necesidad de revelar un nuevo conocimiento, se exploran los elementos estructurales y lógicos que se presentan, se origina el reflejo consciente de realizar sus objetivos personales, por lo tanto, es un proceso que lleva implícito la unidad de los componentes afectivos y cognitivos de la personalidad.

Sugerencias Heurísticas:

- Leer detenidamente el enunciado.
- ¿Conoces el significado de las palabras y frases expresadas?
- ¿Cuál es el contenido, las condiciones y las exigencias?
- ¿Qué datos consideras significativos?
- ¿Utilizas las tecnologías para gestionar el conocimiento?
- ¿A qué parte de la Química pertenecen? ¿Qué conceptos, leyes o teorías están implicados?
- ¿Dominas las propiedades de las sustancias a que se hacen referencias?
- ¿Puedes determinar alguna magnitud a partir de los datos que se disponen?
- ¿Qué interpretación puedo hacer de los procesos o fenómenos representados?
- ¿Puedo confeccionar una figura de análisis?
- ¿Qué relaciones se pueden establecer entre los objetos y que juicios se pueden formular?

Búsqueda de una vía de solución: se relacionan los términos del problema con la incógnita, y con los conocimientos y procedimientos conocidos, incluyendo los recursos empleados en otros problemas similares, se muestra el interés cognoscitivo y se evidencia el esfuerzo volitivo por resolver la contradicción, concebir un plan para encontrar una solución con el apoyo de los principios, las reglas y las estrategias de naturaleza heurística.

Sugerencias Heurísticas:

- ¿Es necesario identificar las magnitudes con variables?
- ¿Existen las fórmulas adecuadas?
- ¿Cómo podrían relacionarse los datos, la incógnita y los conocimientos asociados?
- ¿Es necesario reformular el problema de forma diferente?
- ¿Tiene alguna similitud a uno ya resuelto? ¿Puedo hacer alguna transferencia de procedimientos?
- ¿Qué operaciones puedes realizar para visualizar una idea de solución?

Concebir el plan de solución.

Solución del problema: se elabora alguna idea tentativa o hipótesis, se realizan las pruebas y ajustes de partida, se relacionan los juicios emitidos y se generan las secuencias de razonamientos de donde se obtienen los argumentos o conclusiones que permiten encontrar una o más vías para determinar la incógnita.

- Sugerencias Heurísticas:
- Analizar el plan de solución.
- ¿Puedo elaborar alguna hipótesis?
- Reordenar las ideas si es preciso y probar de nuevo.
- ¿En qué procedimientos te has basado?
- ¿A qué argumento o conclusión has llegado?

- ¿Este argumento o conclusión facilita la determinación de la incógnita?
- ¿Qué herramientas matemáticas de cálculo serán necesarias para determinar la incógnita?

Comprobación de la solución: se verifican si las ideas hipotéticas fueron orientadas correctamente, se demuestra el resultado y se analiza la lógica de la trayectoria seguida ejecutando consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Sugerencias Heurísticas:

- Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.
- ¿Satisface la respuesta a las condiciones y a las exigencias?
- ¿El razonable el resultado obtenido?
- ¿Existe otra vía de solución para el problema planteado?

A partir de las sugerencias heurísticas el estudiante deberá modelar la actividad cognoscitiva, la cual se favorece con el modo teórico-experimental de Talízina. Ello implica separar las acciones que las componen, establecer las relaciones entre ellas y posteriormente elaborar una prescripción general que asegure su utilización en la solución de los problemas propuestos.

A continuación, se describen las cuatro etapas para modelar esta actividad cognoscitiva.

Etapa 1: Análisis teórico de la solución de los problemas del tipo seleccionado (químicos cuantitativos) y las dificultades que presentan los estudiantes en el tema seleccionado (disoluciones).

En esta etapa se realiza un análisis del texto del problema y el proceso de transformación del modelo.

Para realizar el proceso de solución del problema se debe:

- Identificar los elementos estructurales que conforman el problema (condiciones, contenido y exigencias).
- Establecer relaciones entre los objetos y magnitudes.
- Identificar los procedimientos a utilizar.

Las dificultades que de manera reiterada presentan los estudiantes en la solución de problemas son:

- Emisión de juicios o proposiciones.
- Establecer relaciones inferenciales y deducir consecuencias.
- Elaborar conclusiones o argumentos.

El procedimiento que se aplica en esta primera etapa para la resolución de problemas químicos cuantitativos tiene carácter general, este consta de los siguientes pasos:

- Determinar la incógnita y los datos.
- Identificar la fórmula o relaciones necesarias.
- Despejar la incógnita.
- Sustituir por los valores y unidades.
- Resolver.
- Respuesta.

Etapla 2: verificación experimental del modelo obtenido.

Se analiza sobre la base de los resultados obtenidos en la aplicación del modelo anterior si:

- Todos los elementos del método aplicado fueron esclarecidos.
- Si fue correcto el orden de su estudio.
- Si el modelo inicial es incorrecto e incompleto.

Los resultados obtenidos con la aplicación del modelo fueron los siguientes:

- Los estudiantes necesitan de varios impulsos para concretar cada uno de los pasos.
- No llegan a completar el procedimiento.
- En general no son satisfactorios los resultados para la generalidad del grupo de estudiantes.

Etapla 3: Elaboración complementaria del modelo según la base de datos experimentales del modelo anterior.

En esta etapa se transforma el modelo inicial explicitando las siguientes acciones:

Para la formación del razonamiento deductivo:

- Interpretar la información.
- Analizar la información.
- Deducir consecuencias lógicas.
- Elaborar conclusiones o argumentos.
- Valorar la ejecución del proceso.

Para la resolución de los problemas químicos cuantitativos:

- Comprender el enunciado.
- Interpretar los modelos.
- Aplicar procedimientos.
- Calcular
- Evaluar la solución.

Etapa 4. Verificación experimental del modelo perfeccionado.

Se aplica el modelo perfeccionado y se detectan mejores resultados; aunque no los esperados, por lo que se repite todo el proceso hasta la obtención del modelo deseado. De esta forma se determinan las acciones y las operaciones correspondientes al método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística a partir de la puesta en práctica con los estudiantes lo que favorece la efectividad del proceso, en virtud de los objetivos propuestos. La modelación fue realizada en los cursos anteriores a los tomados en cuenta para la implementación, cuyos resultados se muestran en el epígrafe 1.2.2 de la tesis.

Etapa 3. Implementación.

Objetivo: Ejecutar las diferentes acciones diseñadas en la etapa de planificación.

Esta etapa se ejecuta por los profesores y los estudiantes para lograr una participación protagónica de los estudiantes y garantizar la formación del razonamiento deductivo.

Acciones Generales.

- Conferencia introductoria.
- Actividades docentes ilustrativas.
- Valoración del trabajo que se realiza en la búsqueda de soluciones a los problemas químicos cuantitativos.

Acciones específicas (Profesores).

- Participación en las actividades docentes ilustrativas.
- Participación en la valoración del trabajo realizado.

Acciones específicas (Estudiantes).

- Ejecución de las fases, las acciones y las operaciones en el proceso de formación del razonamiento deductivo.
- Participación protagónica en las actividades docentes ilustrativas para favorecer el proceso de formación del razonamiento deductivo.
- Emisión de juicios valorativos acerca de las acciones realizadas durante el proceso de formación del razonamiento deductivo.

A partir de los postulados de la teoría de la formación por etapas de las acciones mentales propuesta por Galperin (1982) y los presupuestos aportados por Talízina (1988), el autor de esta tesis precisa un conjunto de fases que favorecen las acciones y las operaciones para la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo, son ellas:

- Fase1. Preparación y motivación para el desarrollo de la acción.

En esta etapa se explica al estudiante la importancia de promover sus procesos intelectuales, concienticen la necesidad de aprender por sí mismo, reflexionen y sean capaces de controlar y regular su actividad cognoscitiva. De forma tal que desempeñen un rol activo y protagónico en la construcción de sus propios conocimientos.

Se presenta a los estudiantes diversos problemas químicos cuantitativos relacionados con el perfil profesional de la carrera de ingeniería agronómica, para los cuales se necesita tener una motivación suficiente e incentivar la búsqueda de una vía de solución, mediante el empleo de estrategias, es decir las acciones y las operaciones que faciliten la adquisición del nuevo material de instrucción, mediten acerca de cómo proceder con estas y realicen una valoración general al respecto.

- Fase 2. Demostración por el profesor de los componentes funcionales de la acción (operaciones).

En esta etapa se muestran las acciones y las operaciones de la habilidad lógica razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, se realiza un intercambio de ideas, los puntos de vista entre el profesor y los estudiantes acerca de la ejecución de la actividad cognoscitiva. Los estudiantes después de realizar una valoración hacen las adecuaciones pertinentes a estas en el caso que lo requiera.

- Fase 3. Ejercitación por los estudiantes de las acciones y las operaciones bajo el control del profesor.

En este momento los estudiantes examinan paulatinamente el conjunto de acciones y las operaciones previstas y descubren la relevancia de su puesta en práctica. El profesor se desempeña como presentador y orientador durante toda la actividad, a la vez que, facilita, sugiere y estimula el proceso mental del estudiante mediante preguntas hace que reflexione, arribe a la esencia del proceso o fenómeno que se estudia y encuentre una vía de solución al problema propuesto.

Los estudiantes en esta etapa aún no se han apropiado de las acciones, las repiten en voz alta o las leen, todavía no son capaces de proponer el diseño de la solución a un problema propuesto, de forma

independiente, se favorece la interacción o trabajo grupal, pues persisten las dificultades para identificar las operaciones que se corresponden a una acción concreta que se ejecuta.

- Fase 4. Ejercitación por los estudiantes de las acciones y las operaciones en forma de acción verbal externa e interiorización del procedimiento de manera interna.

Es en esta etapa donde el estudiante comienza el proceso de interiorización de las acciones, las repiten en voz alta, puede que los estudiantes talentosos empleen el lenguaje interno para sí. Es aquí donde se comienza a dominar las acciones, es posible que puedan obtener un diseño adecuado y se esclarezca una determinada estrategia a seguir para arribar a una solución del problema planteado.

- Fase 5. Aplicación del sistema de operaciones para la acción en nuevas situaciones de aprendizaje.

Es en esta etapa final donde los estudiantes muestran rapidez en la ejecución de las acciones que se sistematizan y de las operaciones que se automatizan y por lo tanto pueden ejecutarlas de forma consciente e independiente. Muestran un nivel de generalización que le permite realizar extrapolaciones a otros problemas en diferentes contextos y con un creciente grado de complejidad. Esta fase permite el paso a la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo.

La concepción de acciones y las operaciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos corresponde a una base orientadora de tipo III por las siguientes razones:

- Generalizada: puede aplicarse a diferentes vías para la resolución de problemas, sustentadas principalmente en algunos procedimientos de carácter generalizador como son: los algorítmicos, los heurísticos y los metacognitivos.
- Completa: están presentes en todas las acciones y las operaciones necesarias para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

- Elaborada de forma independiente: se confecciona con la participación conjunta del profesor que guía la actividad y el estudiante como sujeto activo e independiente en la construcción del conocimiento.

Conferencia Introdutoria: con esta se pretende que se inicie el desarrollo del primer tema relacionado con la resolución de problemas químicos (Disoluciones), en el cual se transmite a los estudiantes los objetivos a alcanzar, los contenidos seleccionados, los procedimientos a utilizar y la combinación de formas de organización individual y grupal. Durante el desarrollo de esta, se produce el acercamiento, por parte de los estudiantes a las fases del proceso de formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo.

Actividades docentes ilustrativas: se comienza con el planteamiento de determinados problemas químicos cuantitativos por parte del profesor que conduce la actividad en los temas seleccionados, tal y como se muestra en el (Anexo 7) se enuncia los objetivos a alcanzar, se presentan los problemas en orden creciente de complejidad y se aplica el método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística para favorecer la formación del razonamiento deductivo.

A manera de ilustración se explica cómo implementar la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica, a partir de una clase práctica para que los estudiantes desarrollen la independencia cognoscitiva, la creatividad y el pensamiento lógico a partir de la resolución de problemas cuantitativos.

En la introducción se realiza un análisis de los principales aspectos de la guía, los conocimientos fundamentales sobre las leyes estequiométricas, principales enunciados, conceptos y relaciones que se derivan de estas leyes.

El profesor enuncia la temática: Resolución de problemas sobre los contenidos relacionados con las leyes estequiométricas y orienta el objetivo que se persigue: resolver problemas químicos cuantitativos

relacionados con las leyes estequiométricas empleando el método heurístico para potenciar la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes.

El profesor controla la realización de actividades orientadas a algunos estudiantes y las evalúa.

A modo ilustrativo el profesor conduce la actividad docente, se presenta el problema número tres del tema Estequiometría que se encuentra en la plataforma interactiva Moodle.

El profesor comienza la actividad con la presentación de la siguiente problemática:

El cloruro de potasio es una sustancia compuesta que es utilizada en la medicina, en aplicaciones científicas, en el procesamiento de alimentos y en los agros sistemas. En una reacción se emplearon 100 mL de disolución de concentración de la cantidad de sustancia del equivalente de ácido clorhídrico igual a 0,2 mol/L y una determinada masa de óxido de plata. En una segunda reacción el ácido clorhídrico que quedó sin reaccionar fue neutralizado con 30 mL de disolución de concentración de la cantidad de sustancia del equivalente de hidróxido de potasio igual a 0,2 mol/L para producir el cloruro de potasio y el agua. Determine:

1.1 La cantidad de sustancia del equivalente del óxido de plata.

1.2 La mayor parte del cloruro de potasio producido es utilizado en la fabricación de los fertilizantes.

Explique a que se debe esto.

Etapas: comprensión del problema

Relacionar la información: presencia de dos fenómenos químicos.

Empleo de procedimientos heurísticos (PH): Confeccionar una figura de análisis

Sustancia	$c(X/Z^*) / \text{mol/L}$	$V(D) / \text{L}$	$n(X/Z^*) / \text{mol}$
HCl	0,2	0,1	
KOH	0,2	0,03	
Ag ₂ O			?

Expresar el significado de los términos o contenidos.

Etapas: búsqueda de una vía de solución

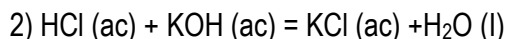
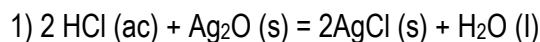
Concebir el plan de solución.

Analizar las fórmulas, las ecuaciones o los esquemas que representan al objeto.

Aplicar los conceptos: Fundamentos teóricos: Estequiometría de las disoluciones: A partir de los elementos anteriores se deduce que es necesario aplicar la Ley de los equivalentes como consecuencia de la ley de las proporciones recíprocas o ley de Richter.

Para ello, es necesario:

Interpretar los modelos (ecuaciones) que representan los fenómenos químicos.



Interpretar cualitativa y cuantitativamente las ecuaciones químicas.

Establecer los nexos entre la estructura y propiedades de las sustancias.

Emitir juicios o proposiciones: el ácido clorhídrico es la sustancia que se encuentra en exceso, participa en dos reacciones químicas.

Entonces: ¿Qué relación existe entre la masa de la disolución inicial de ácido clorhídrico y la masa de la disolución final de ácido clorhídrico? ¿Existen las fórmulas adecuadas?

Etapas: solución del problema

Relacionar los datos de las magnitudes indicadas.

Utilizar conectivos lógicos: considerar que, si el número de equivalencia del ácido clorhídrico es uno, entonces la concentración de la cantidad de sustancia del equivalente del ácido clorhídrico es igual a la concentración de la cantidad de sustancia del ácido clorhídrico.

Por tanto, se identifican las fórmulas adecuadas (PH) y las relaciones que se deben establecer, como el ácido clorhídrico es la sustancia que se encuentra en exceso, entonces se parte de la ecuación de definición de la concentración de la cantidad de sustancia para

- Determinar la masa total de ácido clorhídrico presente (calcular)

La concentración de la cantidad de sustancia del ácido clorhídrico se simboliza por $c(\text{HCl})$, cuya ecuación de definición es

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(D)} \text{ pero } n(x) = \frac{m(x)}{M(x)} \text{ entonces se obtiene que}$$

$$c(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl}) \cdot V(D)} \text{ entonces se despeja la masa de ácido clorhídrico.}$$

$$m(\text{HCl})_T = c(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl}) \cdot V(D)$$

$$m(\text{HCl})_T = 0,2 \cdot 36,5 \cdot 0,1$$

$$m(\text{HCl})_T = 0,73 \text{ g}$$

Mediante el uso de analogías (PH)

- Se determina la masa de hidróxido de potasio utilizada.

$$m(\text{KOH}) = 0,34 \text{ g, a partir de esta se puede:}$$

Analizar las magnitudes y expresar la secuencia de relaciones que debemos seguir hasta determinar la exigencia.

- Determinar la masa de ácido clorhídrico que quedó en exceso mediante una relación de combinación másica con la masa de hidróxido de potasio obtenida anteriormente.

$$\frac{m(\text{HCl})}{m(\text{KOH})} = \frac{n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})}$$

$$m(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}{n(\text{KOH}) \cdot M(\text{KOH})} m(\text{KOH})$$

$$m(\text{HCl}) = \frac{1 \cdot 36,5 \cdot 0,34}{1 \cdot 56}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{exceso}} = 0,22 \text{ g}$$

A partir de las relaciones anteriores se elabora la siguiente conclusión o argumento:

$$m(\text{HCl})_{\text{Total}} = m(\text{HCl})_{\text{reaccionó}} + m(\text{HCl})_{\text{exceso}} \quad \text{entonces podemos determinar:}$$

- La masa de ácido clorhídrico que reaccionó (en la primera ecuación) despejando.

$$m(\text{HCl})_{\text{reaccionó}} = m(\text{HCl})_{\text{Total}} - m(\text{HCl})_{\text{exceso}}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{reaccionó}} = 0,73 \text{ g} - 0,22 \text{ g}$$

$$m(\text{HCl})_{\text{reaccionó}} = 0,51 \text{ g}$$

Continuar estableciendo relaciones entre las magnitudes de las sustancias hasta determinar la exigencia.

- Determinar la masa de óxido de plata que reaccionó mediante una relación de combinación másica

$$\frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{m(\text{HCl})} = \frac{n(\text{Ag}_2\text{O}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{O})}{n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{n(\text{Ag}_2\text{O}) \cdot M(\text{Ag}_2\text{O})}{n(\text{HCl}) \cdot M(\text{HCl})} m(\text{HCl})$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = \frac{1.231,6 \cdot 0,51}{2 \cdot 36,5}$$

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 1,6 \text{ g}$$

- Determinar la cantidad de sustancia del equivalente del óxido de plata

$$n(\text{Ag}_2\text{O}/2) = \frac{m(\text{Ag}_2\text{O})}{M(\text{Ag}_2\text{O}/2)} \quad \text{Pero: } M(\text{Ag}_2\text{O}/2) = \frac{M(\text{Ag}_2\text{O})}{Z^*}$$

$$M(\text{Ag}_2\text{O}/2) = \frac{231,6}{2}$$

$$M(\text{Ag}_2\text{O}/2) = 115,8 \text{ g/mol} \quad \text{Entonces.}$$

$$n(\text{Ag}_2\text{O}/2) = \frac{1,6}{115,8}$$

$$n(\text{Ag}_2\text{O}/2) = 0,014\text{mol.}$$

Etapas: comprobación de la solución

Realizar consideraciones retrospectivas y perspectivas.

Otra vía de solución:

- Determinar la cantidad de sustancia del equivalente total de ácido clorhídrico a partir de la masa de ácido clorhídrico total

$$n(\text{HCl}/1)_T = \frac{m(\text{HCl})}{M(\frac{\text{HCl}}{1})}$$

$$n(\text{HCl}/1)_T = \frac{0,73 \text{ g}}{36,5}$$

$$n(\text{HCl}/1)_T = 0,02 \text{ mol}$$

- Determinar la cantidad de sustancia del equivalente del hidróxido de potasio que reaccionó con el exceso de ácido clorhídrico.

$$n(\text{KOH}/1) = \frac{m(\text{KOH})}{M(\frac{\text{KOH}}{1})}$$

$$n(\text{KOH}/1) = \frac{0,34 \text{ g}}{56}$$

$$n(\text{KOH}/1) = 0,006 \text{ mol.}$$

Aplicando la ley de los equivalentes que es un corolario de la ley de las proporciones recíprocas o ley de Richter, se infiere que: como las sustancias químicas reaccionan de equivalente a equivalente, entonces:

$$n(\text{HCl}/1) \text{ en exceso} = n(\text{KOH}/1) = 0,006 \text{ mol en la segunda ecuación}$$

- Determinar la cantidad de sustancia del equivalente de ácido clorhídrico que reaccionó en la primera ecuación, entonces.

$$n(\text{HCl}/1)_{\text{reaccionó}} = n(\text{HCl}/1)_T - n(\text{HCl}/1) \text{ en exceso}$$

$$n(\text{HCl}/1)_{\text{reaccionó}} = 0,02\text{mol} - 0,006\text{ mol}$$

$$n(\text{HCl}/1)_{\text{reaccionó}} = 0,014\text{mol}.$$

De forma análoga, se aplica la ley de los equivalentes y se infiere que: si la cantidad de sustancia del equivalente del óxido de plata es igual a la del ácido clorhídrico que reaccionó, entonces:

$$n(\text{Ag}_2\text{O}) = 0,014\text{ mol}$$

Finalmente, los estudiantes explican la afirmación enunciada en el inciso 1.2 quienes se refieren a que el crecimiento de muchas plantas es limitado por el consumo de potasio, ello implica la necesidad de utilizar el cloruro de potasio como fertilizante.

El profesor asigna otras actividades en orden creciente de complejidad en aras de estimular la formación del razonamiento deductivo y los estudiantes mediante el método de trabajo independiente dan respuesta a ellas, se realiza un análisis, intercambio y valoración de las respuestas emitidas y se evalúan.

El profesor aclara las dudas, realiza preguntas de comprobación para demostrar el cumplimiento de los objetivos propuestos, estimula a algunos estudiantes por los resultados obtenidos y a otros a implicarse productivamente en el proceso. A partir de lo anterior los educandos arriban a las conclusiones finales de la clase práctica.

Valoración del trabajo realizado: tiene como protagonista a los estudiantes quienes estiman la ejecución de las acciones previstas para la formación del razonamiento deductivo y aprecian la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística para alcanzar tales propósitos.

En este momento se comprueba el cumplimiento de los objetivos propuestos, si fueron efectivos o no los procedimientos utilizados, se efectúa una reflexión individual y colectiva de los estudiantes para

asumir posiciones y analizar críticamente el trabajo realizado, los avances mostrados y las limitaciones que aún persisten.

Etapa 4. Evaluación.

Objetivo: valorar la trayectoria de la estrategia didáctica y realizar las correcciones que correspondan para su mejoramiento.

Acciones Generales.

- Análisis de la actuación de cada estudiante en la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística que potencia la formación del razonamiento deductivo.
- Reajuste de la estrategia de acuerdo con los resultados obtenidos por los profesores y los estudiantes.

Acciones específicas (Profesores).

- Evaluación del cumplimiento de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en los estudiantes.
- Realización de los reajustes pertinentes a la estrategia didáctica a partir de los resultados obtenidos.

Acciones específicas (Estudiantes).

- Análisis del desenvolvimiento de cada estudiante en la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística que tributa la formación del razonamiento deductivo.
- Participación en la entrevista grupal para valorar la efectividad de la estrategia didáctica.

Esta etapa se caracteriza por mantener el control y evaluación de la ejecución de acciones por los profesores y los estudiantes que se contextualiza en la realización de diversas actividades docentes en pos de lograr el objetivo propuesto.

Este proceso se realiza tras considerar los diferentes momentos de aplicación de la estrategia desde el momento inicial de preparación, el de ejecución hasta el momento final de control.

En el esquema que se ofrece a continuación se presentan los diferentes momentos para la evaluación de la Estrategia Didáctica.

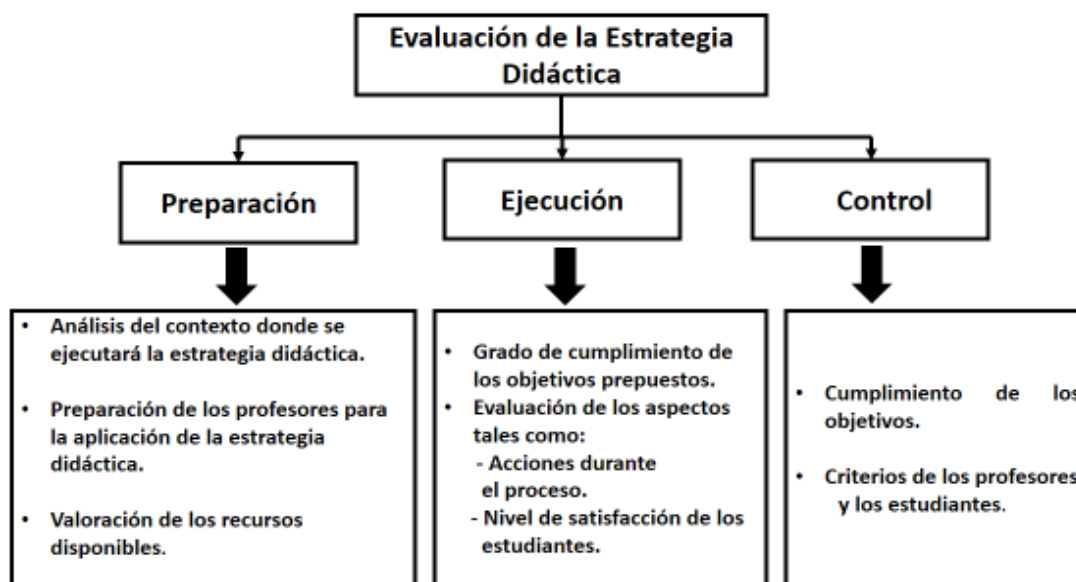


Figura 2. Evaluación de la estrategia didáctica.

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Indicaciones metodológicas para la aplicación de la estrategia didáctica

Se recomienda el estudio por los profesores de los principales documentos y la bibliografía acerca del proceso de la formación del razonamiento deductivo.

Dar cumplimiento con la calidad requerida a las diferentes actividades de trabajo metodológico concebidas en la etapa 2 de la estrategia didáctica relacionados con el trabajo docente metodológico desde el colectivo de la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.

Cumplir con cada una de las etapas, las acciones generales y las acciones específicas para los profesores y para los estudiantes.

Entregar al departamento de Química un documento de carácter metodológico con las precisiones didácticas acerca del proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos para que sirva de referente a todos los profesores que imparten la asignatura Química General y Analítica en las diferentes carreras de ingenierías, para su implementación en el proceso de enseñanza- aprendizaje de esta asignatura.

Conclusiones del capítulo

Los resultados obtenidos en el diagnóstico de necesidades aplicado, asumiendo la triangulación metodológica revelaron las potencialidades e insuficiencias en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, lo cual permitió diseñar una estrategia didáctica que muestra una fundamentación, las etapas y las acciones, generales y específicas para los profesores y los estudiantes. Precisándose las indicaciones metodológicas para su implementación en las clases prácticas en la carrera de ingeniería agronómica.

CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CAPÍTULO 3. VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA FORMACIÓN DEL RAZONAMIENTO DEDUCTIVO A PARTIR DE LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS QUÍMICOS CUANTITATIVOS EN LA ASIGNATURA QUÍMICA GENERAL Y ANALÍTICA EN LA CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

En este capítulo se presenta el resultado de la aplicación del método “Criterio de Expertos” en el perfeccionamiento de la estrategia didáctica propuesta que valida el pre experimento pedagógico aplicado con un diseño de pre pruebas y post pruebas con un solo grupo de control y experimentación, se analizan de forma cualitativa y cuantitativa los resultados obtenidos al ser introducida la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje a una muestra de primer año de la carrera de ingeniería agronómica en el curso escolar 2018-2019 (24). Las explicaciones se acompañan de tablas y gráficos que aparecen en los anexos del trabajo.

3.1. Dimensiones e indicadores en la evaluación de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos

En la introducción de la tesis se declaran la variable dependiente y la independiente de la investigación, posteriormente en el capítulo 2 se presenta la estrategia didáctica que contiene las acciones y las operaciones de la habilidad razonamiento deductivo. En este capítulo se hace necesario, a partir de la sistematización teórica realizada y analizada en el capítulo 1, asumir como variable dependiente la formación del razonamiento deductivo.

Para la determinación de las dimensiones e indicadores, a partir de la operacionalización de la variable dependiente se tuvo en cuenta el estudio teórico realizado y el análisis del modelo del profesional de la carrera de ingeniería agronómica, en la que se manifiesta como función principal la formación de habilidades lógicas que desempeña un papel fundamental en la solución de problemas inherentes al

objeto de esta profesión.

Se define una sola (1) dimensión, cinco (5) indicadores y diez (10) sub – indicadores que se explican a continuación:

Dimensión: la formación del razonamiento deductivo.

Indicadores: comprensión de la información, identificación de las premisas o antecedentes, determinación de inferencias, obtención de la conclusión o argumento, evaluación del proceso.

Sub-indicadores: Búsqueda de significados, formulación de juicios o proposiciones, búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios, generación de hipótesis, obtención de consecuencias lógicas, elaboración de conclusión o argumento, justificación de los procedimientos empleados, verificación de la coherencia lógica, comprobación de la veracidad del argumento y valoración de la propia actuación durante el proceso.

Los resultados de los sub – indicadores que conforman los indicadores de la investigación se evaluaron en tres categorías, según el nivel de desarrollo alcanzado por los estudiantes, en bajo (1), medio (2) y alto (3).

1. Comprensión de la información.

Nivel bajo (1): cuando no demuestra una implicación consciente y reflexiva ni relaciona la información ni busca significados en los contenidos.

Nivel medio (2): cuando demuestra una implicación consciente y reflexiva, pero no relaciona la información ni busca significados en los contenidos.

Nivel alto (3): cuando demuestra una implicación consciente y reflexiva, relaciona la información y busca significados en los contenidos.

2. Identificación de las premisas o antecedentes.

Nivel bajo (1): cuando no aplica los conceptos, ni busca relaciones entre estos ni logra formular juicios o proposiciones.

Nivel medio (2): cuando aplica los conceptos, pero no busca relaciones entre estos ni logra formular juicios o proposiciones.

Nivel alto (3): cuando aplica los conceptos, busca relaciones entre estos y logra formular juicios o proposiciones.

3. Determinación de inferencias.

Nivel bajo (1): no muestra un esfuerzo volitivo en la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios o proposiciones, ni genera hipótesis y no obtiene una consecuencia lógica a partir de las premisas.

Nivel medio (2): cuando muestra un esfuerzo volitivo en la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios o proposiciones, pero no genera hipótesis y ni obtiene una consecuencia lógica a partir de las premisas.

Nivel alto (3): cuando muestra un esfuerzo volitivo en la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios o proposiciones, genera hipótesis y obtiene una consecuencia lógica a partir de las premisas.

4. Obtención de la conclusión o argumento.

Nivel bajo (1): no logra alcanzar una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, ni establece relaciones lógicas para elaborar una conclusión o argumento ni justifica los procedimientos empleados.

Nivel medio (2): logra alcanzar una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, pero no establece relaciones lógicas para elaborar una conclusión o argumento ni justifica los procedimientos empleados.

Nivel alto (3): logra alcanzar una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, establece relaciones lógicas para elaborar una conclusión o argumento y justifica los procedimientos empleados.

5. Evaluación del proceso.

Nivel bajo (1): no verifica la coherencia lógica seguida para confirmar los resultados, ni comprueba la veracidad del argumento obtenido ni valora su propia actuación durante el proceso.

Nivel medio (2): verifica la coherencia lógica seguida para confirmar los resultados, pero no comprueba la veracidad del argumento obtenido ni valora su propia actuación durante el proceso.

Nivel alto (3): verifica la coherencia lógica seguida para confirmar los resultados, comprueba la veracidad del argumento obtenido y valora su propia actuación durante el proceso.

Para comprobar la existencia de cambios significativos en la variable dependiente en el grupo de experimentación cuando se aplicó la estrategia didáctica, los datos obtenidos se valoraron mediante análisis porcentual y técnicas de la Estadística Descriptiva que facilitan interpretar y representar gráficamente la información recogida y las pruebas no paramétricas de Friedman y de los signos para dos muestras pareadas.

3.2. Evaluación de la calidad de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica

Para realizar la evaluación de la calidad de la estrategia didáctica se emplea el método criterio de expertos que consiste en la utilización del juicio intuitivo de un grupo de expertos para obtener un consenso de opiniones informadas, analizar las semejanzas en las opiniones que se recogen en torno al problema que se trata en la investigación, es considerado como uno de los métodos subjetivos de pronóstico confiable.

Para la instrumentación de este método se efectuaron los siguientes pasos:

1. Estudio de los materiales sobre la aplicación del Método “Criterio de Expertos” tratados por Crespo (2009) y Cruz (2009). En esta metodología la competencia de los expertos se determina por el coeficiente K, el cual se calcula de acuerdo con la opinión del candidato sobre su nivel de conocimiento

acerca del problema que se está resolviendo y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios (Anexo 8).

2. Determinación del grado de influencia de cada una de las fuentes en los criterios de argumentación de los expertos (Anexo 9).

3. Determinación del coeficiente de competencia de los expertos (Anexo 10).

4. Selección de expertos según resultados de la aplicación del coeficiente de competencia (Anexo 11).

5. Determinación de los aspectos esenciales, necesarios para evaluar a los expertos.

6. Recopilación de criterios sobre los aspectos puestos a consideración de los expertos.

7. Procesamiento de la información y reestructuración de determinadas ideas derivadas del juicio de los expertos.

Los aspectos se evaluaron (Anexo 12) atendiendo a la escala siguiente:

Muy adecuada, Bastante adecuada, Adecuada, Poco adecuada e Inadecuada.

Fueron consultados un total de 18 expertos (Anexo 13) y de los aspectos evaluados se obtuvieron los siguientes resultados:

El 55,5% de los expertos consideran muy adecuado los fundamentos de la estrategia didáctica; mientras que el 44,4% los considera bastante adecuada, ningún experto evaluó este aspecto en las escalas de adecuada, poco adecuada e inadecuada. No obstante, indicaron profundizar en los elementos de carácter psicológico y didáctico.

Por otra parte, el 72,2% de los expertos consideran muy adecuado el objetivo de la estrategia didáctica, entre tanto que el 27,7% lo estima bastante adecuado.

En relación a la etapa de diagnóstico y su objetivo el 44,4% de los expertos la consideran como muy adecuada y bastante adecuada respectivamente, mientras que el 11,1% lo evaluó de adecuada. En este sentido enfatizaron en la importancia de aplicarlo empleando un enfoque holístico, de forma tal que

propicie el conocimiento real de la estructura y dinámica del funcionamiento de la personalidad del estudiante.

Con respecto a las acciones de la etapa de diagnóstico el 94,4% de los expertos los considera como bastante adecuada y el 5,5% como adecuada, los expertos indicaron declarar acciones específicas para los profesores y para los estudiantes en cada una de las etapas en la estrategia didáctica.

Estas sugerencias fueron tomadas en consideración y posteriormente se realizaron las precisiones al respecto.

Acerca de la etapa de planificación y su objetivo, el 66,6% de los expertos la consideran como muy adecuada y el 33,3% lo evaluó de bastante adecuada.

En relación a las acciones en la etapa de planificación de la estrategia didáctica fue evaluada por los expertos de la siguiente forma: el 33,3% de muy adecuada, el 61,1% de bastante adecuada y el 11,1 % de adecuada. Al respecto sugieren desarrollar la preparación metodológica del colectivo de docentes de la disciplina y asignatura y que a la vez estos puedan aportar ideas que sirvan para el perfeccionamiento de la estrategia didáctica antes de implementarla en la práctica.

Acerca de la etapa de implementación, su objetivo y las etapas para la formación del razonamiento deductivo fueron evaluadas por los expertos con el 50% de muy adecuado y el 50% de bastante adecuado. Se recomienda declarar fases en lugar de etapas para la formación del razonamiento deductivo debido a que los límites del comienzo y el fin no se encuentran bien definidos, por cuanto una conlleva a la otra y todas están íntimamente relacionadas, por tal motivo, consideran que lo correcto es referirse a las fases.

Con respecto al método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística el 33,3% de los expertos lo considera muy adecuado y el 66,6% de bastante adecuado. En este sentido los expertos

emiten sugerencias para perfeccionar las relaciones que se establecen entre los elementos internos que conforman el método de solución.

En relación con la etapa de evaluación y su objetivo fue estimada por los expertos de la siguiente forma: el 44,4% como muy adecuada, el 44,4% de bastante adecuada y el 11,1% de adecuada.

Las acciones en la etapa de evaluación de la estrategia didáctica fueron evaluadas por los expertos con el 38,8% de muy adecuada, el 50% de bastante adecuada y el 11,1% de adecuada. Los expertos consideran que se debe incluir en las acciones específicas de los estudiantes el análisis del desenvolvimiento de cada uno en la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística que tributa a la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Acerca de la estructura general de la estrategia didáctica el 50% de los expertos considera de muy adecuada las relaciones entre las etapas y las acciones de la estrategia, el 44,4% de bastante adecuada y el 5,5% de adecuada. Las sugerencias se centraron en la modificación de las etapas de planificación e implementación integrando la Didáctica, la Lógica y la Psicología. Al respecto recomiendan incorporar un conjunto de indicaciones metodológicas para la aplicación de la estrategia didáctica.

El análisis de todos los aspectos que fueron sometidos a criterios de los expertos para su evaluación manifestó la aceptación de la estrategia didáctica propuesta, en la que no se apreciaron evaluaciones en las categorías de poco adecuada e inadecuada. Debido a los resultados favorables obtenidos no fue necesario realizar otra ronda de expertos, la evaluación realizada permitió el perfeccionamiento de la estrategia didáctica elaborada a partir del rigor científico de los señalamientos efectuados y una mayor confiabilidad en lo que se propone hacer.

A continuación, se explican los resultados obtenidos en el pre experimento como corroboración

preliminar de la aplicabilidad de la estrategia didáctica, a partir de las consideraciones de (Hernández et al., 2014) aspecto que se trata en el siguiente apartado.

3.3 Evaluación experimental de la efectividad de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería Agronómica

Para la aplicación práctica de la estrategia didáctica se elaboraron, validaron y procesaron varios instrumentos a partir de la dimensión, indicadores y sub indicadores presentados en el epígrafe 3.1.

Se determinó como alternativa metodológica para la comprobación la aplicación del diseño pre experimento, representan el pre prueba y la post prueba respectivamente para la evaluación de la influencia de la estrategia didáctica propuesta y la transformación operada en los profesores y estudiantes desde el inicio de la experiencia hasta el final.

Según las consideraciones aportadas por (Hernández et al., 2014) se aplicó un pre experimento de pre prueba (constatación inicial) y post prueba (constatación final) en un grupo de primer año de ingeniería agronómica. El propósito final del pre experimento estuvo dirigido a valorar las transformaciones alcanzadas por los profesores y los estudiantes en relación con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos adquirido después de aplicada la estrategia didáctica.

El pre experimento efectuado se caracterizó por ser secuencial y como elemento de la validez de la investigación se toma el hecho de la coincidencia del profesor con el experimentador, lo cual permitió un seguimiento minucioso del proceso y se caracterizó por llevar a cabo el pre experimento en un tiempo adecuado para garantizar que las transformaciones operadas fueran resultados de la nueva experiencia.

El pre experimento se aplica durante los cursos 2017-2018 y 2018-2019. La primera aplicación sirvió de base para perfeccionar la estrategia didáctica en las condiciones cambiantes del plan de estudio que propiciaron modificaciones en las disciplinas y asignaturas y fueron tomados, los de la segunda aplicación como los resultados representativos, esta se desarrolla con una muestra intencional de veinticuatro (24) estudiantes de primer año de la carrera de Ingeniería Agronómica correspondiente al curso escolar 2018-2019, de ellos catorce son hembras y diez son varones.

El muestreo que se asume es el no probabilístico, de forma específica se considera como homogéneo, clasificación dada por Hernández, Fernández, & Baptista (2014), ya que los estudiantes seleccionados poseen un mismo perfil o desempeño académico. En esta selección se tuvo en cuenta los resultados de la prueba de ingreso de Matemática, por ser una asignatura base en esta especialidad, los resultados de la asignatura Química en el nivel medio-superior, el índice académico y la opción en que los estudiantes solicitan la carrera.

A partir de las dimensiones e indicadores establecidos se elaboraron y aplicaron: guía de observación, pruebas pedagógicas y cortes parciales de las evaluaciones sistemáticas en cada clase práctica realizada de la asignatura Química General y Analítica con una concepción semejante a la asumida para el diagnóstico presentado en el epígrafe 2.1 de la tesis. El pre experimento fue aplicado en el período comprendido de septiembre a enero de los cursos, las acciones fueron implementadas durante el semestre lectivo perteneciente a la duración de la asignatura Química General y Analítica en el primer año de la carrera de ingeniería agronómica, los resultados de los mismos se constatan a continuación.

Para un 34,8% de la población se aplican los instrumentos antes referidos con el objetivo de diagnosticar el estado inicial y final de la variable dependiente declarada. Durante su aplicación se le da seguimiento al grupo de estudiantes implicados para arribar a determinadas deducciones relacionadas

con la efectividad de esta. Su medición se comprueba a partir de la operacionalización de la dimensión e indicadores declarados.

El pre experimento se desarrolla en tres etapas: constatativa, experimental y de control. A continuación, se expresa el proceder en cada una de ellas:

En la etapa de constatación se procedió a conocer el estado de opinión que poseían los profesores en relación a la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo, en tal sentido se aplicó una entrevista a ocho (8) profesores (Anexo 14), cuyos resultados se muestran a continuación.

Las principales dificultades encontradas se centraron en la falta de preparación de los docentes en su gestión didáctica para propiciar la formación del razonamiento deductivo mediante el empleo del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística.

El 100% de la muestra profesoral reconoce el valor didáctico del método de solución de problemas químicos por vía heurística, a pesar de no poseer conocimientos teóricos profundos sobre este lo que demuestra que desde lo empírico se presupone la factibilidad de su aplicación en la práctica profesional.

El 75% de los profesores entrevistados manifiestan desconocimiento con respecto a la estructura general que debe tener una estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos, lo que permite asumir que se presentan insuficiencias cognitivas para la concepción de una estrategia didáctica para alcanzar tales propósitos.

El 62,5% de los entrevistados reconocen la complejidad del proceso que se analiza y no son capaces de identificar las características esenciales que debe tipificar la estrategia didáctica, mientras que el 37,5% restante se refiere a que debe tener una fundamentación y reconocen el establecimiento de relaciones entre el profesor y los estudiantes y entre estos, en pos de propiciar los niveles de ayuda requeridos en la aplicación de métodos productivos, como el heurístico para promover la formación del

razonamiento deductivo evidenciándose la necesidad de recibir una preparación teórica y metodológica en este sentido.

A partir de los resultados anteriores se recurre a la preparación del colectivo de profesores. En un primer momento se efectúa una reunión metodológica en el departamento de Química de la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez dirigida por el autor de la tesis, la cual fue concebida en el plan de trabajo metodológico del departamento desde el inicio del curso escolar 2016-2017, para su ejecución se tuvo en cuenta lo expresado en el artículo 50 de la (Resolución Ministerial 210/2007, MES).

En esta actividad se presentó la estrategia didáctica propuesta en la que se realizó el análisis, el debate y la toma de decisiones acerca de la necesidad de implementarla en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica para elevar los resultados académicos de los estudiantes, después se realiza una preparación metodológica a los profesores en relación a las fases para la formación del razonamiento deductivo y se planifica su inserción en esta asignatura.

Posterior a esto se realizaron las siguientes actividades metodológicas:

En correspondencia con la línea metodológica del departamento de Química en el curso escolar 2016-2017 se impartió una clase metodológica instructiva por parte del autor de la tesis en los colectivos de disciplina y de asignatura sobre la utilización de los procedimientos heurísticos en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Para el desarrollo de esta actividad se tuvo en cuenta lo reflejado en el artículo 51 de la (Resolución Ministerial 210/2007, MES). Su orientación se realizó por el autor de la tesis mediante la argumentación y el análisis de los procedimientos heurísticos, la definición, la clasificación y la aplicación de estos en la resolución de problemas en la asignatura Química General y Analítica en los estudiantes universitarios

para estimular la formación del razonamiento deductivo como un requisito indispensable en la formación ingenieril.

Se efectuaron dos talleres docentes metodológicos en el curso 2017-2018 conducidos por el autor de la tesis para propiciar la superación de los profesores del colectivo de la disciplina Química y de la asignatura Química General y Analítica en el empleo de la estrategia didáctica antes de implementarla en la práctica.

En los talleres docentes metodológicos participaron ocho profesores de Química de la universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez que tienen incidencia en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de Ingeniería agronómica, claustro que está formado según las categorías docentes por cinco profesores auxiliares, dos profesores asistentes y un profesor instructor.

Se toma como referencia lo establecido en el artículo 56 de la (Resolución Ministerial 02/18, MES) para realizar un primer taller docente metodológico el cual tuvo como objetivo valorar la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística como elemento central de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

El autor de la tesis explicó la aplicación del método de solución de problemas químicos cuantitativos, las relaciones que se establecen entre sus elementos internos, en función de promover el razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Los participantes realizaron interrogantes y propiciaron el debate sobre el tema analizado. Las principales ideas aportadas se resumen a continuación:

- Enfatizar en la relación que se establecen entre el objetivo, el contenido y el método por la importancia de esta en la lógica del proceso de enseñanza- aprendizaje.

- Precisar los presupuestos teóricos que permitieron identificar las acciones y las operaciones para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Incorporar aspectos como la organización del contenido, la selección y la formulación de los problemas relacionados con el perfil profesional de la carrera de ingeniería agronómica para potenciar la formación del razonamiento deductivo.

En el segundo taller tuvo como objetivo valorar la estrategia didáctica propuesta, el autor de la tesis realizó el análisis de las etapas correspondientes a la estrategia didáctica y su concreción en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica, explicó la importancia de su aplicación y los nexos existentes entre las acciones de cada una de las etapas.

Con el esclarecimiento y la profundización en las ideas acotadas por los participantes se generó el debate en torno a la fundamentación de la estrategia didáctica, las etapas y las acciones correspondientes.

El valor que presentan las ideas fundamentales aportadas se sintetiza a continuación:

- Consideran que como la estrategia didáctica se concibe tanto para los profesores como para los estudiantes se deben declarar acciones específicas para cada uno de ellos en cada una de las etapas.
- Sugieren explicar por qué se asume en la investigación la definición conceptual realizada por De Armas.
- Proponen declarar los rasgos singulares que deben caracterizar la estrategia didáctica.

En esta etapa se aplica una guía de observación inicial en las clases prácticas (Anexo 15) en la que inicialmente se constata que ocho estudiantes, que representa el (33,3%) relacionan la información y buscan significados en los contenidos, el resto de los estudiantes dieciséis, que equivale al (66,7%) no lo hacen. En relación a la identificación de las premisas diez estudiantes, que representan un (41,6%)

aplican los conceptos, buscan relaciones entre estos y formulan juicios lógicos, el resto de los estudiantes catorce en total, que representa el (58,3%) no son capaces de aplicar los conceptos, ni emitir juicios lógicos al respecto.

Con respecto a la determinación de inferencias seis estudiantes el (25%) muestran un esfuerzo volitivo en la búsqueda de relaciones lógicas, generan hipótesis y obtienen consecuencias y tres, el (12,5%) se implican en la búsqueda de relaciones lógicas y logran generar ideas a modo de hipótesis, el resto de los estudiantes, quince que representa el (62,5%) no logran derivar consecuencias. Con respecto a la obtención de argumentos solo cuatro estudiantes logran conseguirlos y justifican los procedimientos empleados para un (16,7%), el resto veinte estudiantes que equivale al (83,3%) no pueden arribar a conclusiones. En relación a la evaluación de la solución tres estudiantes, el (12,5%) muestran verificar la coherencia lógica para confirmar el resultado y cinco estudiantes para un (20,8%) son capaces de comprobar la veracidad del argumento y valorar su propia actuación, el resto dieciséis estudiantes, que equivale a un (66,7%) no muestran como valorarla.

En la etapa de constatación también se aplica una prueba pedagógica inicial (Anexo 16) a la muestra seleccionada teniendo en cuenta los elementos de los indicadores que evalúan la variable dependiente se otorga la categoría final.

Durante esta se constata que dieciocho estudiantes se ubican en un nivel 1 (bajo) para un (75%) pues no son capaces de relacionar la información y la búsqueda de significados y solo seis estudiantes dominan estos parcialmente lo cual se corresponden con un nivel 2 (medio) para un (25%).

En cuanto a la identificación de las premisas diecinueve estudiantes se ubican en el nivel 1 (bajo) para un (79,2%) pues no logran aplicar los conceptos ni logran relacionarlos y formular juicios y solo cinco estudiantes alcanzan un nivel 2 (medio) lo que equivale a un (20,8%) pues logran aplicar los conceptos, pero no relacionarlos ni emitir juicios lógicos al respecto.

En relación a la determinación de inferencias veinte estudiantes alcanzan el nivel 1 (bajo) para un (83,3 %) pues no logran la búsqueda de relaciones, generar hipótesis y obtener consecuencias y solo cuatro estudiantes se ubican en un nivel 2 (medio) para un (16,7%) logran un esfuerzo volitivo en la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios.

En cuanto a la obtención de argumentos diecinueve estudiantes logran el nivel 1 (bajo) para un (79,2%) pues no establecen relaciones lógicas para elaborar los argumentos necesarios y solo cinco estudiantes alcanzan un nivel 2 (medio) para un (20,8%) al proyectarse en función de alcanzar la flexibilidad en la búsqueda de alternativas de solución.

En relación a la evaluación de la solución veintiún estudiantes alcanzan el nivel 1 (bajo) para un (87,5%) ya que no verifican la coherencia lógica para confirmar los resultados ni comprueban la veracidad de los argumentos ni valoran su propia actuación y solo tres estudiantes, lo que equivale a un (12,5%) muestran como verificar la lógica de la solución, comprobar la validez de los argumentos y su propia actuación.

Para una mejor comprensión de los indicadores estos resultados se reflejan en la tabla (Anexo 17) y el gráfico (Anexo 18).

Posteriormente se inicia la etapa experimental con la puesta en práctica de la estrategia didáctica empleándose varias sesiones de trabajo en las actividades docentes ilustrativas de clases prácticas. En esta etapa se realizaron cinco cortes evaluativos que pertenecen a las evaluaciones sistemáticas durante la ejecución de estas actividades, los cuales se encuentran en correspondencia con los indicadores establecidos para la formación del razonamiento deductivo, a continuación, se hace referencia a los cortes realizados en cada uno de los temas seleccionados: disoluciones, estequiometría y equilibrio químico.

En la clase práctica # 1 “Formas de expresar cuantitativamente la concentración de las disoluciones”.

Se constata que en relación con la comprensión de la información solo 2 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 8,3% logran implicarse consciente y reflexivamente; aunque no son capaces de encontrar significados, el resto 22 estudiantes se encuentran en el nivel 1 (bajo) ya que no relacionan la información ni buscan significados al respecto, lo que representa un 91,7%.

En relación a la identificación de las premisas se constata que 6 estudiantes, lo cual se corresponde con el 25% se encuentran en el nivel 1 (bajo) pues no logran aplicar los conceptos ni logran relacionarlos y formular juicios y 18 estudiantes se hallan en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 75% logran su aplicación, pero no logran relacionarlos ni emitir juicios al respecto.

Con respecto a la determinación de inferencias 15 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo cual representa un 62,5% no logran establecer relaciones lógicas entre los juicios, ni generar hipótesis y no logran derivar consecuencias a partir de las premisas y 9 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 37,5% logran establecer relaciones lógicas, pero no logran generar ideas a modo de hipótesis ni derivar consecuencias lógicas.

En la obtención de argumentos se constata que los 24 estudiantes lo que representa el 100% se encuentra en el nivel 1 (bajo), por cuanto no logran alcanzar una flexibilidad en la búsqueda de alternativas ni establecer relaciones para elaborar argumentos ni justificar los procedimientos empleados.

En relación a la evaluación del proceso 20 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo que representa a un 83,3% no logran verificar la coherencia lógica seguida, comprobar la veracidad del argumento obtenido y valorar su propia actuación mientras que solo 4 estudiantes se encuentran en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 16,7% solo logran verificar la coherencia lógica empleada para confirmar los resultados, pero no son capaces de reflexionar sobre la veracidad del argumento y valorar su propia actuación durante el proceso.

Los resultados de este corte evaluativo se evidencian en el (Anexo 19) de la investigación.

La clase práctica # 2 se refiere a las “Formas de expresar cuantitativamente la concentración de las disoluciones”.

Se constata que en relación con la comprensión de la información 12 estudiantes se encuentran en el nivel 1 (bajo) ya que no demuestran una implicación consciente y reflexiva, ni relacionan la información ni buscan los significados lo que representa un 50 % mientras que 12 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 50% ya que logran una implicación consciente y reflexiva, aunque no son capaces de encontrar los significados de los términos y conceptos.

En relación a la identificación de las premisas se constata que 12 estudiantes, lo cual se corresponde con el 50% se encuentran en el nivel 1 (bajo) pues no aplican los conceptos para relacionarlos y formular juicios y 12 estudiantes se hallan en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 50% logran aplicar los conceptos, pero no logran emitir juicios al respecto.

Con respecto a la determinación de inferencias 13 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo cual representa un 54,2% no logran la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios ni generan hipótesis ni pueden derivar consecuencias a partir de las premisas y 11 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 45,8% muestran las relaciones lógicas entre los juicios, pero no logran producir ideas a modo de hipótesis y derivar consecuencias.

En la obtención de argumentos se constata que 7 estudiantes lo que representa el 29,2% se encuentran en el nivel 1 (bajo), por cuanto no logran una flexibilidad en la búsqueda de alternativas y muestran dificultades en establecer relaciones lógicas para elaborar conclusiones y justificar los procedimientos, mientras que 17 estudiantes se hallan en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 70,8% pues logran una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, pero muestran dificultades para elaborar argumentos y justificar los procedimientos empleados.

En cuanto a la evaluación del proceso 10 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo que representa a un 41,7% no logran verificar la coherencia lógica de la solución propuesta, comprobar la veracidad del argumento y valorar su propia actuación, mientras que 14 estudiantes se encuentran en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 58,3% logran verificar la coherencia lógica seguida para confirmar los resultados pero no son capaces de comprobar la veracidad del argumento ni valorar su propia actuación durante el proceso.

Para una mejor comprensión de los resultados ver el (Anexo 19).

En la clase práctica # 3 “Ley de las proporciones definidas. Conceptos derivados”.

Se constata que en relación con la comprensión de la información 6 estudiantes se encuentran en el nivel 1 (bajo) ya que no muestran una implicación consciente y reflexiva, ni relacionan la información ni encuentran significados, lo que representa un 25 % mientras que 18 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 75% ya que logran una implicación consciente y reflexiva, aunque no son capaces de relacionar la información que se presenta y encontrar significados al respecto.

En relación a la identificación de las premisas se constata que 5 estudiantes lo cual se corresponde con el 20,8% se encuentran en el nivel 1 (bajo) pues no aplican los conceptos no pueden relacionarlos ni formular juicios y 19 estudiantes se hallan en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 79,2% logran aplicar los conceptos, pero no son capaces de relacionarlos y emitir juicios al respecto.

Con respecto a la determinación de inferencias 6 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo cual representa un 25% no logran establecer relaciones lógicas entre los juicios, generar hipótesis y no pueden derivar consecuencias y 18 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 75% logran establecer relaciones lógicas entre los juicios, pero no logran generar ideas a modo de hipótesis ni derivar inferencias.

En la obtención de argumentos se constata que 5 estudiantes lo que representa el 20,8% se encuentran en el nivel 1 (bajo), por cuanto no logran alcanzar una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, establecer relaciones lógicas para elaborar los argumentos y justificar los procedimientos, mientras que 19 estudiantes se hallan en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 79,2% pues se muestran flexibles para la búsqueda de alternativas de solución, pero tienen dificultades para establecer relaciones lógicas en la construcción de argumentos y para justificar los procedimientos empleados.

En relación con la evaluación del proceso 12 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo que representa a un 50% debido a que no logran verificar la coherencia lógica de la solución propuesta, comprobar la veracidad del argumento y valorar su propia actuación, mientras que 12 estudiantes se encuentran en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 50% pues logran verificar la coherencia lógica seguida para confirmar los resultados, pero no son capaces de comprobar la veracidad del argumento ni valorar su propia actuación durante el proceso.

Para una mejor comprensión de los resultados ver el (Anexo 19).

En la clase práctica # 4 “Ley de las proporciones múltiples y recíprocas”.

Se constata que en relación con la comprensión de la información 5 estudiantes se encuentran en el nivel 1 (bajo) ya que no demuestran una implicación consciente y reflexiva ni relacionan la información ni encuentran significados lo que representa un 20,8 %, 16 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 66,7% ya que logran una implicación consciente y reflexiva, aunque no son capaces de relacionar la información y hallar significados, el resto 3 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) para un 12,5% pues logran implicarse de forma consciente y reflexiva, relacionar la información dada y encuentran significados al respecto.

En relación a la identificación de las premisas se constata que 4 estudiantes lo cual se corresponde con el 16,7% se encuentran en el nivel 1 (bajo) pues no aplican los conceptos ni buscan relaciones ni

formulan juicios lógicos sobre las ecuaciones químicas, 12 estudiantes se hallan en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 50% logran aplicar los conceptos pero no consiguen establecer relaciones entre estos y formular juicios sobre las ecuaciones de las reacciones químicas y 8 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) lo que equivale a un 33,3% aplican los conceptos, encuentran relaciones y emiten juicios en relación a las ecuaciones de las reacciones.

Con respecto a la determinación de inferencias 4 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo cual representa un 16,7% no logran la búsqueda de relaciones entre los juicios, ni generan hipótesis y no logran derivar consecuencias, 14 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 58,3% logran establecer relaciones entre los juicios pero no logran producir ideas a modo de hipótesis ni derivar inferencias y 6 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) lo que equivale a un 25% establecen relaciones, generan hipótesis y extraen inferencias para determinar la exigencia.

En la obtención de argumentos se constata que 4 estudiantes lo que representa el 16,7% se encuentran en el nivel 1 (bajo), por cuanto no alcanzan una flexibilidad en la búsqueda de alternativas ni establecen relaciones lógicas para elaborar argumentos ni justifican los procedimientos empleados, mientras que 20 estudiantes se hallan en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 83,3 % pues logran una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, pero muestran dificultades en establecer relaciones lógicas para elaborar conclusiones y justificar los procedimientos empleados en la búsqueda de la solución.

En relación con la evaluación del proceso 6 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo que representa a un 25% debido a que no logran verificar la coherencia lógica de la solución propuesta, comprobar la veracidad del argumento y valorar su propia actuación, mientras que 14 estudiantes se encuentran en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 58,3% pues logran verificar la coherencia lógica seguida para confirmar los resultados, pero no comprueban la veracidad del argumento obtenido ni valoran su propia ejecución y 4 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) lo que representa un 16,7% pues

logran verificar la trayectoria seguida, comprobar la validez del argumento y valorar su propia actuación durante el proceso.

Para una mejor comprensión de los resultados ver el (Anexo 19).

En la clase práctica # 5 “Constante de equilibrio en función de las concentraciones. Tanto por ciento de disociación”

En relación con la comprensión de la información 3 estudiantes se encuentran en el nivel 1 (bajo) ya que no demuestran una implicación consciente y reflexiva ni relacionan la información ni encuentran significados lo que representa un 12,5%, 15 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 62,5% ya que muestran una implicación consciente y reflexiva, pero no relacionan la información ni encuentran significados y 6 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) para un 25% pues logran una implicación consciente y reflexiva, relacionan la información y encuentran significados al respecto.

En cuanto a la identificación de las premisas se constata que 2 estudiantes lo cual se corresponde con el 8,3% se encuentran en el nivel 1 (bajo) pues no son capaces de aplicar conceptos, no logran relaciones entre estos y no formulan juicios lógicos, 6 estudiantes se hallan en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 25% logran aplicar los conceptos, pero no logran establecer relaciones entre estos ni formular juicios lógicos y 16 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) lo que equivale a un 66,7% pues aplican los conceptos, logran establecer relaciones entre estos y son capaces de formular juicios lógicos.

Con respecto a la determinación de inferencias 2 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo cual representa un 8,3% no logran la búsqueda de relaciones entre los juicios, ni generan hipótesis y no logran derivar consecuencias, 8 estudiantes se encuentran en el nivel 2 (medio) lo que equivale a un 33,3% logran la búsqueda de relaciones entre los juicios, pero no generan hipótesis ni logran derivar

consecuencias y 14 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) que representa un 58,3% pues establecen adecuadamente relaciones entre las cantidades de sustancia y obtienen juicios lógicos sobre la relación entre las magnitudes que varían a partir de la ecuación de estado de los gases ideales para determinar la exigencia.

En la obtención de argumentos se constata que 2 estudiantes lo que representa el 8,3% se encuentran en el nivel 1 (bajo), por cuanto no alcanzan una flexibilidad en la búsqueda de alternativas ni establecen relaciones lógicas para elaborar argumentos ni justifican los procedimientos empleados, mientras que 14 estudiantes se hallan en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 58,3% pues logran una flexibilidad en la búsqueda de alternativas, pero no establecen relaciones lógicas para elaborar argumentos ni justifican los procedimientos empleados y 8 estudiantes se hallan en un nivel 3 (alto) lo que representa un 33,3% logran establecer relaciones, elaborar argumentos y justifican adecuadamente los procedimientos utilizados.

En relación con la evaluación del proceso 2 estudiantes se encuentran en un nivel 1 (bajo) lo que representa a un 8,3% debido a que no logran verificar la coherencia lógica de la solución propuesta, comprobar la veracidad del argumento y valorar su propia actuación, mientras que 12 estudiantes se encuentran en un nivel 2 (medio) lo que equivale a un 50% pues logran verificar la coherencia lógica de la solución propuesta, pero no reflexionan la veracidad del argumento y la valoración de su actuación y 10 estudiantes alcanzan el nivel 3 (alto) lo que representa un 41,7% pues logran verificar los pasos de la solución para verificar los resultados, la veracidad del argumento y su propia actuación.

Para una mejor comprensión de los resultados ver el (Anexo 19).

En cada una de las clases prácticas se constata el comportamiento de los indicadores respecto a los tres niveles declarados, aplicando la prueba no paramétrica Friedman se concluye que los resultados son significativos para demostrar que las clases prácticas no tienen efectos idénticos sobre el nivel de

desarrollo de cada indicador, lo cual se complementa con las actitudes mostradas por los estudiantes en la medida en que se implicaban en cada una de las clases prácticas manifestadas en la motivación, la comprensión de los problemas, la adquisición de un estilo personal, la seguridad en la ejecución, el placer que muestran, la obtención de inferencias, argumentos y la emisión de juicios en la valoración de la vía de solución propuesta y de su propia actuación, lo cual demuestra los avances alcanzados en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

Una vez concluida esta etapa se inicia la etapa de control en la que se comprueba la efectividad de la estrategia didáctica en la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos mediante el grado de transformación que muestran los profesores y los estudiantes después de aplicada la estrategia. Se aplicó una entrevista grupal a los estudiantes (Anexo 28) y una entrevista a cinco profesores en la etapa de post prueba (Anexo 20), cuyos resultados se muestran a continuación:

En relación con la aplicación del método de solución de problemas químicos empleando la vía heurística los 5 profesores que representa el 100% reconocen la eficiencia de este, debido a que permitió elevar su preparación metodológica mediante la adquisición de los conocimientos para la implementación, esclarecer como propiciar los niveles de ayuda manifiestos en la sugerencias que sirven de impulsos, para desarrollar el pensamiento crítico y reflexivo de los estudiantes, desplegar las acciones y las operaciones que resultan necesarias para la búsqueda independiente de las vías de solución.

Con respecto a la estrategia didáctica y su puesta en práctica 3 profesores que representan el 60% lo valoran de pertinente, por cuanto permitió adquirir conocimientos sobre la estructura general que debe poseer esta, las etapas por las cuales debe transitar y las acciones necesarias que deben desplegar los profesores y los estudiantes durante el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la

resolución de problemas químicos. Por otra parte 2 de los profesores, lo que equivale a un 40% reconocen la importancia de la estrategia y resaltan que constituyó un aporte desde el punto de vista cognitivo, debido a que permitió conocer cómo representar de forma gráfica a esta y su estructuración sistémica al precisar los niveles de generalidad y las relaciones entre los elementos constituyentes.

Se constata que los 5 profesores, el 100% considera que la estrategia didáctica constituye una alternativa viable y eficaz que permitió elevar la preparación teórica y metodológica de los profesores en la que se precisa una fundamentación, el objetivo, las etapas y las acciones que propician la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en función de promover el desarrollo integral de la personalidad de los estudiantes. De igual modo indicaron que se favoreció su preparación profesional al proyectarse la estrategia didáctica desde otras disciplinas o aristas en pos de elevar la calidad de la docencia en la Educación Superior y constituyó un referente importante para los profesores que se encuentran en el proceso de formación doctoral.

En el caso de los estudiantes fue necesario retomar nuevamente la guía de observación (Anexo 21) y la prueba pedagógica final (Anexo 23) que en un principio indicaron que se transitaba por el camino correcto. En ambos casos los resultados eran los esperados.

En la guía de observación se constata un aumento en los resultados en cuanto a la comprensión de la información en un (83,3%) de los estudiantes en la cual alcanzan el nivel más alto (16) estudiantes y cuatro logran alcanzar el nivel 2 (medio) y solo cuatro estudiantes no logran identificarlas lo cual corresponde al (16,7%) de la muestra. En cuanto a la identificación de las premisas 19 estudiantes lo consiguen lo que equivale a un (79,2%), es decir 14 estudiantes se apropian completamente de este conocimiento para un (58,3%) y 5 estudiantes se apropian parcialmente de estos para un (20,8%) e igual número de estudiantes no logran aplicar los conceptos, relacionarlos y formular juicios.

En relación a la determinación de inferencias se comprueban avances significativos pues un total de 18 estudiantes lo logran para un (75%), de ellos 13 estudiantes se apropiaron completamente al derivar conclusiones para un (54,2%) y 5 estudiantes se apropiaron parcialmente de estos para un (20,8%) y 6 estudiantes, lo que equivale a un (25%) no logran adquirir un nuevo conocimiento.

En cuanto a la obtención de argumentos del problema se constata un aumento favorable de los resultados pues 21 estudiantes lo logran, ello representa el (87,5%), de estos 18 estudiantes lo alcanzan totalmente para un (75%), 3 estudiantes logran la ejecución parcialmente para el (12,5%) e igual número de estudiantes no son capaces de elaborar los argumentos y justificar los procedimientos empleados.

En cuanto a la evaluación del proceso casi la totalidad de los estudiantes 22, lo que representa el (91,7%) lograron realizarla, 18 estudiantes de forma completa para el (75%) y 4 estudiantes lo hacen parcialmente lo que equivale al (16,7%) y solo 2 estudiantes lo que representa el (8,3%) no logran verificar la coherencia lógica para confirmar los resultados, comprobar la veracidad del argumento y valorar su propia actuación durante el proceso.

El análisis de los resultados de la guía de observación inicial y final se refleja en el gráfico comparativo del (Anexo 22).

Con respecto a la prueba pedagógica final el (80,8%) de los estudiantes de la muestra seleccionada aprobaron en su totalidad las cuestiones relacionadas con los indicadores que evalúan la variable demostrando que se apropiaron de los conocimientos, las habilidades y los valores asociados al contenido relacionado con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

La calificación fue realizada siguiendo la misma metodología declarada para la prueba pedagógica inicial, en el caso de la prueba pedagógica final este análisis se refleja en la tabla (Anexo 24). Los resultados alcanzados en la prueba pedagógica final fueron los siguientes:

Se constata que en la comprensión de la información 13 estudiantes son capaces de mostrar una implicación consciente y reflexiva, relacionan la información y buscan significados en los contenidos, por tanto obtienen la categoría alta (nivel 3) para un (54,2%), 7 estudiantes identifican algunos de los elementos del conocimiento, pero no expresan significados al respecto por lo que logran alcanzar el nivel 2 (medio), lo que equivale a un (29,2%), el resto 4 estudiantes contestan incorrectamente y logran el (nivel 1) lo que representa el (16,7%).

En relación a la identificación de las premisas 13 estudiantes son capaces de aplicar los conceptos, buscan relaciones entre estos y formulan juicios, por tanto, obtienen la categoría alta (nivel 3) para un (54,2%), mientras que 6 estudiantes no logran la emisión de juicios y alcanzan el (nivel 2) para un (25%) y 5 estudiantes no son capaces de reconocer los conocimientos antecedentes, por lo que solo alcanzan el (nivel 1) para un (20,8%).

En el indicador relacionado con la determinación de inferencias 16 estudiantes muestran un esfuerzo volitivo en la búsqueda de relaciones lógicas entre las masas de soluto y las disoluciones a que se hacen referencia y derivan consecuencias, por ello alcanzan el (nivel 3) para un (66,7%), 3 estudiantes solo relacionan los elementos dados y buscados mediante una figura de análisis, pero no arriban a obtener consecuencias, por tanto logran un (nivel 2) lo que representa el (12,5%) y 5 estudiantes contestan incorrectamente y consiguen una categoría baja (nivel 1) lo que equivale a un (20,8%).

En relación a la obtención de argumentos 16 estudiantes muestran un avance favorable en la búsqueda de alternativas, establecen relaciones lógicas entre las magnitudes que caracterizan las disoluciones iniciales y la final, encuentran argumentos y justifican los procedimientos empleados, por tanto logran el

(nivel 3) lo cual representa el (66,7%), entre tanto cuatro estudiantes establecen parcialmente las relaciones pero no logran obtener los argumentos para determinar la exigencia, por ello logran el (nivel 2) para un (16,7%) e igual número de estudiantes no son capaces de elaborar los argumentos y explicar los procedimientos utilizados.

Se constata que en la evaluación del proceso 16 estudiantes verifican la coherencia lógica empleada, comprueban la veracidad del argumento propuesto y su propia actuación, por tanto logran el nivel 3, lo que equivale a un (66,7%), por otra parte 3 estudiantes verifican algunos pasos de la vía de solución propuesta, pero no comprueban la veracidad del argumento ni valoran su actuación, por ello alcanzan el (nivel 2) para el (12,5%), el resto 5 estudiantes realizan de forma incorrecta la confirmación de la solución, solo consiguen la categoría baja (nivel 1) lo que equivale a un (20,8%). Los resultados de la prueba pedagógica final se muestran en el gráfico del (Anexo 25).

La comparación de los resultados entre las pruebas pedagógicas inicial y final se refleja en el gráfico comparativo del (Anexo 26).

Posteriormente se aplica la prueba no paramétrica de los signos para dos muestras pareadas (Anexo 27), en la cual se muestra que los valores obtenidos implican la pertinencia de aceptar la hipótesis alternativa H_1 y reconocer que existe una diferencia significativa entre los rangos señalados (inicial y final) en las pruebas pedagógicas.

De igual forma se aplicó una entrevista grupal a los estudiantes que participaron en la aplicación de la estrategia didáctica (Anexo 28) con el objetivo de corroborar la efectividad de la propuesta, tal y como fue expresado en el epígrafe 2.2 en la etapa de evaluación. Los criterios aportados por los estudiantes se relacionan a continuación:

- La estrategia didáctica presentada y empleada en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica en el primer año de la carrera de ingeniería agronómica

sirvió para utilizar diferentes formas de obtener nuevos conocimientos, enseñó a pensar, a confiar más en las posibilidades personales para encontrar diferentes vías de solución a los problemas químicos cuantitativos, a desarrollar operaciones mentales de alta complejidad y así favorecer la lógica y el razonamiento.

- Los principales logros de la estrategia didáctica consistieron en haber encontrado un mayor nivel de independencia en el trabajo con la resolución de problemas químicos cuantitativos, permitió aprender a ser más creativos, a desarrollar el trabajo individual y colectivo en la búsqueda de soluciones, incrementar la motivación y el interés durante toda la ejecución, aprender a valorar las respuestas y a utilizar diferentes formas de evaluación que estimulan una participación activa.
- La estrategia didáctica permitió la apropiación de un conjunto de los conocimientos teóricos necesarios, los procedimientos y las acciones concretas para poder implicarse de forma consciente y reflexiva hacia la búsqueda de una posible vía de solución, de igual modo facilitó adquirir mayor seguridad y confianza en las posibilidades reales de los estudiantes para enfrentar la resolución de problemas químicos cuantitativos.
- Las dificultades de la estrategia didáctica la localizan en que al tratarse de un tema de gran complejidad proponen que se haga más sistemático en cada uno de los temas de la asignatura con posibilidades de ejercitarlo, pues resulta difícil la resolución de problemas químicos cuantitativos y es preciso enfrentarlos con más frecuencia para un mayor dominio de estos.

Las declaraciones realizadas denotan que la estrategia didáctica ha sido eficiente para favorecer la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la mayoría de los estudiantes, lo cual se pudo constatar por el tránsito mostrado en el pre experimento.

Conclusiones del capítulo

Los resultados obtenidos en la propuesta demuestran que esta constituye una alternativa válida para su instrumentación en la práctica escolar, debido a que les permite a los profesores elevar su preparación teórico-metodológica y a los estudiantes apropiarse del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística que favorece la formación del razonamiento deductivo y tributa al desenvolvimiento de los problemas inherentes al objeto de su profesión.

CONCLUSIONES

La realización de esta investigación permitió arribar a las siguientes conclusiones:

1. El análisis de los fundamentos teóricos y metodológicos relacionados con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos permiten identificar las acciones y las operaciones que incentivan el pensamiento crítico, reflexivo y creador en los estudiantes de primer año de la carrera de ingeniería agronómica.
2. El diagnóstico del estado inicial acerca de la formación del razonamiento deductivo en la carrera de ingeniería agronómica en la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez reveló insuficiencias en la utilización de los métodos particulares de la ciencia para propiciar la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo y contribuir a la solución de problemas del perfil profesional de la carrera.
3. Las etapas y las acciones de la estrategia didáctica elaborada; los fundamentos teóricos en que se sustenta y las indicaciones metodológicas para su implementación, favorecen la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica en la carrera de ingeniería agronómica.
4. La implementación de la estrategia didáctica evidenció transformaciones en los profesores y los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica, pues estos al apropiarse del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística adquieren las acciones y las operaciones necesarias para propiciar la formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos relacionados con el perfil de este profesional, lo que corrobora el cumplimiento del objetivo y valorar la hipótesis declarada.

RECOMENDACIONES

El autor de la presente investigación recomienda:

1. Determinar la posibilidad de contextualizar la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en otras habilidades lógicas del pensamiento declaradas en el modelo del profesional y valorar su aplicación en disciplinas y asignaturas del currículo.
2. Profundizar en el enfoque multilateral de la Psicología, la Lógica y la Didáctica en el tratamiento de otras habilidades en las diferentes disciplinas con el propósito de lograr niveles cualitativamente superiores en el desempeño profesional de los estudiantes.
3. Extender el empleo del método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos a otras carreras universitarias que reciben la asignatura Química General y la Química Analítica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Addine, F. (2004). *Didáctica. Teoría y Práctica*. La Habana: Pueblo y Educación.
2. Addine, F., & Colectivo de autores. (1998). *Didáctica y Optimización del proceso de Enseñanza-Aprendizaje*. La Habana: IPLAC.
3. Addine, R. (2006). *Estrategia didáctica para potenciar la cultura científica desde la enseñanza de la Química en el preuniversitario cubano*. La Habana: Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.
4. Aguilar, G., & Barroso, Osuna, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en Investigación Educativa. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*(47), 73-88.
5. Álvarez de Zayas, C. M. (1996). *Hacia una escuela de excelencia*. La Habana: Pueblo y Educación.
6. Álvarez, M., Requena, Hernández, C., & Salto, Alemany, F. (2018). Variables de medidas para el razonamiento deductivo. *Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica. RIDE. No 49. vol.4*, 59-75 <http://doi.org/10.21865/RIDEP.49.4.05> ISSN: 1135-3848 PRINT/ 2183-6051 online.
7. Álvarez, Z. (1999). *La escuela y la vida*. La Habana: Pueblo y Educación.
8. Alzás, G., Casa, García, L., Luengo, González, R., Torres, Carvalho, J., & Verissimo, Catarreira, S. (2016). Revisión metodológica de la Triangulación como estrategia de investigación. *Investigación Educativa en Ciencias Sociales*, 3, 639-648.
9. Andreiev, I. (1984). *Problemas lógicos del conocimiento científico*. Moscú: Progreso.

10. Andrews, R. (2007). Argumentation, critical thinking and the postgraduate dissertation. *Educational Review*, 1-18.
11. Babor, J., & Ibarz, J. (1978). *Química General Moderna Parte I y II*. La Habana: Pueblo y Educación.
12. Ballester, S. (2002). *Metodología de la Enseñanza de la Matemática II*. La Habana: Pueblo y Educación .
13. Barreto, D., Díaz, L., & Rodríguez, D. (2014). *La refutación como procedimiento lógico del pensamiento en estudiantes Universitarios*. La Habana: Facultad de Psicología. Universidad de la Habana.
14. Basulto, L., Estévez, Tamayo, B., Bernal, Medina, M.A., & Mancebo, Rivero, O. (2006). La solución de problemas experimentales en los laboratorios docentes de Química asistidos por el método heurístico. *Revista Cubana de Química.*, 29-34.
15. Batista, Y. (2015). *Metodología para el tratamiento sistémico del componente laboral e investigativo desde la disciplina Química en los estudiantes del nivel preparatorio de la carrera de ingeniería agronómica*. Las Tunas: Tesis en opción al grado científico de doctora en ciencias pedagógicas.
16. Bermudez, R., & Rodríguez, M. (1996). *Teoría y Metodología del aprendizaje*. La Habana: Pueblo y Educación.
17. Blanco, J. (1989). *Preguntas y Problemas de Química General*. La Habana: Pueblo y Educación.
18. Blasco, M., Latre, D., & Usó, M. (2001). *Química*. Madrid: Faenza Editrice Iberica. S.L.
19. Borja, J., & Valdívila, R. (2015). *Introducción a la Agronomía*. Ecuador: EDIMEC.

20. Bravo, E. (2002). *Una estrategia didáctica para la enseñanza de las demostraciones geométricas*. Oviedo.España: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
21. Bravo, M. P., & Varguillas,Carmona,C. (2015). Estrategia Didáctica para la enseñanza de la asignatura Técnica de Estudio en la Universidad Nacional de Chimborazo. *Sophia, colección de filosofía en Educación.núm.19 DOI: 10.17163/soph.19.2015.13, 271-290*.
22. Brito, H. (1987). *Psicología General para los Institutos Superiores Pedagógicos*. La Habana: Pueblo y Educación.
23. Brown, T., Le May, H.E, Bursten,B, & Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. México: PEARSON.EDUCACIÓN. .
24. Campistrous, L. (1993). *Lógica y Procedimientos lógicos del Aprendizaje*. La Habana: ICCP.
25. Campistrous, L. (1996). *Lógica y Procedimientos lógicos del aprendizaje*. La Habana: ICCP.
26. Campistrous, L., & Rizo,C. (2011). Lógica y Procedimientos lógicos en la enseñanza de la Matemática. *Revista digital alternativa*, 1-9.
27. Campistrous, L., & Rizo,C. (2013). *La arista lógica del proceso de enseñanza aprendizaje: Procedimientos lógicos esenciales para el caso de los conceptos y juicios en la Matemática escolar*. Uruguay: CIBEM .
28. Camunda, B. (2016). *el desarrollo de los problemas químicos con cálculos para la formación de profesores para la enseñanza secundaria en Namibe*. La Habana: Tesis en opción al grado científico de doctor.

29. Castellanos, S. (2002). *Aprender y enseñar en la Escuela:Una concepción desarrolladora*. La Habana: Pueblo y Educación.
30. Castillo, A. N. (2012). *Las inferencias de tercer nivel*. Colombia: Bonaventuriana.
31. Castro, M., Carrillo,I, Granda,M, Enamorado,Y, Pérez,A, & Maqueira,L. (2013). *Química Analítica básica*. La Habana: Félix Varela.
32. Castro, R. F. (2004). III Taller La universidad en la batalla de ideas. *Bohemia No.7*, 12-16.
33. Cedrón, M. (2010). *Química General*. La Habana: Félix Varela.
34. Chacón, L., López,J, & Eraso,G. (2019). *Química Básica para ingenieros*. Ecuador: ESPE
<http://www.repositorio,espe.edu.ec> .
35. Chamizo, J. (2018). Química General. Una aproximación histórica. *Educación Química vol 30(3)*
DOI: 10.22201/fq.18708404.3.70007,2018, 92-94.
36. Chang, R., & Williams,C. (2002). *Química* . México: Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES,S.A.de C.V.
37. Chávez, J. (2001). *Apuntes para el examen estatal de Pedagogía*. La Habana: ICCP-MINED.
38. Chávez, R., Suárez, Lorenzo,Amparo, & Permuy, González,Luis . (2003). *Un acercamiento necesario a la Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación.
39. Chío, R. (2011). *Modelo didáctico para el tratamiento metodológico del Análisis reflexivo en la solución de problemas matemáticos en la Escuela General Media*. Camaguey: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

40. Climent, O., Encenas,Pereas,S, Ferrer,Ribera,B, Iborra,Charnet,S, Marín,García,M.L, Navalón,Oltra,S, & Sancenón,F. (2016). *Química para ingeniería*. España: Universitat Politècnica de València .
41. Cole, M. (1996). *Psicología Cultural*. Madrid: Morata.
42. Collao, R. (2019). *Estrategia Didáctica para desarrollar capacidades de elaboración del plan de medios publicitarios en estudiantes de una Universidad Privada de Lima*. Lima, Perú: Tesis para optar el grado de Maestro en Educación con Mención en Docencia en Educación Superior.
43. Companioni, M. (2005). *Alternativa didáctica para la solución de problemas "no rutinarios" en cuarto grado*. . Camaguey: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
44. Correa, G. (2018). *Nivel de habilidades de razonamiento, metacognitivas y de motivación al pensamiento crítico en estudiantes de primer año de un establecimiento de la comuna de Chillán*. Colombia: Tesis para optar al grado científico de Magíster en Educación.
45. Crespo, T. (2009). Respuesta a 16 preguntas sobre el empleo del criterio de Expertos en la Investigación Educativa. *En Documento de Microsoft Word*, 78-120.
46. Cruz, G., Osuna,Sánchez,M.E, & Ortíz,Robles,J.I. (2008). *Química General. Un nuevo enfoque a la enseñanza de la Química*. México: Once Ríos Editores.
47. Cruz, M. (2009). *El método Delhi en las investigaciones educacionales*. La Habana: Academia.
48. Cruz, R. (2002). *Estrategia metacognitiva en la formulación de problemas para la enseñanza de la Matemática*. Holguín: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

49. Curbeira, D. (2013). *Formación de la Habilidad Profesional: Diseñar soluciones y visionar estrategias con rigor científico desde el tratamiento a los conceptos del cálculo integral*. Cienfuegos: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
50. Danilov, M., & Skatkin, M. (1980). *Didáctica de la Escuela Media*. La Habana: Libros para la Educación.
51. Davidov, V. (1986). Los problemas fundamentales del desarrollo del pensamiento en el proceso de enseñanza. *Antología de la Psicología de las edades.*, 40-52.
52. De Armas, N. (2009). *Caracterización y Diseño de los resultados científicos como aportes de la Investigación Educativa*. La Habana: Curso pre-reunión número 85. Pedagogía.
53. De Lara, A. (2007). *Química General*. La Habana: Félix Varela.
54. Delgado, R. (1999). *La enseñanza de la resolución de problemas matemáticos: dos aspectos fundamentales para lograr su eficacia: la estructuración del contenido y el desarrollo de las habilidades generales matemáticas*. La Habana: Tesis en opción al grado científico de doctor en ciencias pedagógicas.
55. Delorenzi, O., D Andrea, R., & Sastre, P. (2014). Razonamiento, Abstracción y Validación: Aportes teóricos para el análisis del lenguaje matemático en estudiantes de ingeniería. *Educativa. Argentina.*, 59-65.
56. Díaz, L., & Díaz, Fuentes, R. (2018). Los métodos de resolución de problemas y el desarrollo del pensamiento matemático. *Bolema. Río Claro (SP), v.32, No.60*, 57-74 DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a03>.

57. Diez, P. (2017). Más sobre la interpretación razonamiento y racionalidad. *Asociativa.España*, 337-348.
58. Ding, L. (2014). *Verificación de las influencias casuales de las habilidades de razonamiento y la epistemología del aprendizaje conceptual de la Física*. México.: Recuperado de: <http://www.researchgate.net/publication/265297650>.
59. Durán, A. (1997). *Una propuesta didáctica para desarrollar el procedimiento lógico de deducción en el nivel secundario*. La Habana: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
60. Duval, D. (1999). *Semiosis y Pensamiento humano, Registros semióticos y Aprendizajes intelectuales*. México: Limusa.
61. Duvergel, D., Lamorú,I, & De Almeida,I. (2014). *La demostración como procedimiento lógico del pensamiento en estudiantes universitarios*. La Habana: Facultad de Psicología.Universidad de la Habana.
62. Evans, B., & Stanovich,K.E. (2013). Dual process theories of higher cognition: Advancing the debate. *Perspectives on Psychological Science*, 8 (3) DOI: 101177/1745691612460685, 223-241.
63. Expósito, N. (2001). *Experiencia en el desarrollo de Habilidades lógicas de los estudiantes durante las clases de resolución de ejercicios de Física* . La Habana: Pedagogía 2001.
64. Eyssautier-de-la-Mora, M. (2006). *Metodología de la Investigación.Desarrollo de la inteligencia*. México: Cengage Learning.

65. Fernández, D. (1990). *Química General*. La Habana: Pueblo y Educación.
66. Fernández, M., & López, Fleites, R.M. (2001). La articulación de contenidos y la eficiencia del proceso docente en el diseño curricular de la carrera de Agronomía. *Revista Pedagogía Universitaria*, vol.6 No.4, 50-56.
67. Ferrer, M. (2005). La resolución de problemas y la calidad del aprendizaje. *IPLAC*, 9-14.
68. Fonseca, A. (2018). *Propuesta metodológica para la resolución de problemas químicos. Una necesidad en la formación del profesional*. Cienfuegos: Universo Sur : IX Seminario Internacional Docencia Universitaria.
69. Fonseca, A. (2019). El desarrollo del razonamiento deductivo en la resolución de problemas químicos. *Revista Digital "Varona" (Mayo- Agosto)* , 17-22.
70. Fonseca, A. (2019). *El razonamiento deductivo: Un procedimiento indispensable en la enseñanza química en los estudiantes universitarios*. La Habana: Convención Internacional VARONA: Presentado en el Taller: La Pedagogía y la Didáctica en la formación del profesional.
71. Fonseca, A. (2019). La resolución de problemas químicos: Una habilidad imprescindible en la formación de los ingenieros agrónomos en la Universidad de Cienfuegos. *Universidad y Sociedad*, vol.11, número 3, grupo 2 (Abril-Junio), 22-27 Disponible en <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus> .
72. Fuentes, H. (1996). *Diseño curricular. Material docente del Centro de Estudio Manuel F. Gran*. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente:65.

73. Fuentes, H. (1997). *Perfeccionamiento del sistema de habilidades de la disciplina Física para estudiantes de Ciencias Técnicas*. Santiago de Cuba: Tesis de grado.
74. Galperin, P. (1986). *Sobre el método de formación por etapas de las acciones intelectuales*. En *antología de la Psicología Pedagógica*. La Habana: Pueblo y Educación.
75. García, B. (2013). *Modelo didáctico para la resolución de problemas socialmente contextualizados desde la asignatura Química en el preuniversitario*. Pinar del Río: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
76. Garcia, J. (2000). *La solución de situaciones problémicas: Una Estrategia Didáctica para la enseñanza de la Química*. Holguín: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
77. Gaulin, C. (2001). *Tendencias actuales de a resolución de poblemas*. México: Sigma.
78. Ginoris, O. (2003). *Problemas teóricos esenciales de la Didáctica General*. La Habana: IPLAC.
79. Girardo, D., & Nieto, Gómez, L.E. (2015). El papel del profesional de Agronomía, en la restauración de la tierra como entorno complejo. *Entramado, Julio-Diciembre. vol.11.no.2* Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015 v11n2.22237>, 208-216.
80. González, M., Casar, J, Hernández, A, & Sánchez, E. (2007). El desarrollo de los procedimientos lógicos del pensamiento asociados a conceptos en estudiantes universitarios. *Revista Cubana de Educación Superior*, 35-56.
81. Guetmánova, A. (1989). *Lógica*. Moscú: Progreso.

82. Guevara, G., & Campirán, A. (1999). Habilidades Analíticas de Pensamiento. Nivel reflexivo de COL. *Habilidades de Pensamiento crítico y creativo*. México. Colección Hiper-COL, U.V., 68-81.
83. Guirado, R. (2004). *Modelo secuencial del proceso de enseñanza-aprendizaje de la solución de problemas matemáticos en los escolares con retardo mental*. Ciego de Ávila: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
84. Gurudi Izquierdo, F. (2008). *Testimonio del autor del texto Manual de Química Inorgánica y Analítica para estudiantes de Ciencias Agropecuarias*. La Habana: Universidad Agraria .
85. Hedesa, Y. (2013). *Didáctica de la Química*. La Habana: Pueblo y Educación.
86. Hernández, A. (1992). *Propuesta didáctica para desarrollar el razonamiento deductivo en estudiantes de nivel medio*. La Habana: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
87. Hernández, L. (2019). *Concepción didáctica para el tratamiento de la Práctica de laboratorio de la Química General*. Santa Clara: Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.
88. Hernández, R., Revuelta, D., & Cruz, M. A. (2017). La Química General en el plan de estudios de Agronomía. Reto o Utopía. *ROCA. Revista científico- Educativa de la Provincia de Granma.*, vol.13 No.3 Julio-Septiembre. ISSN: 2074- 0735. RNPS: 2090. 18-21.
89. Hernández, S., Fernández, Collado, C, & Baptista, Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación (6ta Edición)*. México. D.F: Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
90. Herryman, M. (2015). *Química General I y II*. La Habana: Pueblo y Educación.

91. Horruitiner, P. (2008). *La Universidad cubana: El modelo de Formación*. La Habana: Félix Varela.
92. Izquierdo, A., & Corona, A. (2012). *Didáctica de la Educación Superior*. La Habana: Disponible en:<http://www.monografias.com/trabajos91/didáctica-de-educación-superior/didáctica-de-educación-superior5.shtml>.
93. Johnson-Laird. (1982). *Thinking is skill. The quarterly Journal of Experimental Psychology*. Madrid: Alianza Editorial.
94. Jungk, W. (1982). *Conferencias sobre la Metodología de la enseñanza de la Matemática*. La Habana: Pueblo y Educación.
95. Kempa, R. (1986). *Resolución de problemas en Química y estructura cognoscitiva*. Madrid: Enseñanza de las Ciencias.
96. Khemlani, S., Orenes, I, & Johnson-Laird,P.N. (2012). Negation: A Theory of its meaning, representation, and use. *Journal of Cognitive Psychology* 24 (5) DOI: 10.1080/20445911.2012.660913, 541-559 .
97. Kiruchin, D., Shapovalenko, S, & Polosin, V. (1981). *Selección de temas de Metodología de Enseñanza de la Química*. La Habana: Pueblo y Educación.
98. Klingberg, L. (1978). *Introducción a la Didáctica General*. La Habana: Unidad Productora René Meneses.
99. Krulik, S., & Rudnick, J. (1988). Problem Solving. Em *A Handbook for Elementary School Teachers* (p. 248). Massachusetts.
100. Labarrere, G., & Valdivia,G. (1988). *Pedagogía*. La Habana: Pueblo y Educación.

101. Laffita, A. (1999). *La formación de las habilidades lógicas en la disciplina Análisis Matemático para la carrera de Matemática-Computación en el ISP de Guantánamo*. Holguín: Tesis de Maestría.
102. León, A. R. (1990). *Química General Superior*. La Habana: Pueblo y Educación.
103. Leontiev, A. (1981). *Actividad, conciencia y Personalidad*. La Habana: Pueblo y Educación.
104. Llivina, L. (1999). *Una propuesta metodológica para contribuir al desarrollo de la capacidad de resolver problemas matemáticos*. La Habana: Tesis en opción del grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
105. López, C. (2000). *Problemas de Química*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN,S.A.
106. López, J. (2002). *Marco conceptual para la elaboración de una teoría pedagógica. En Compendio de Pedagogía*. . La Habana: Pueblo y Educación.
107. Lorena, A., & Arrieta,R,J.C. (2018). Relacin entre las habilidades de Pensamiento crítico y rendimiento académico. *Voces y Silencios: Revista lationoamericana de Educación*,vol.9,No.1, 28-52 DOI: <http://dx.doi.org/10.18175/vys9.2018.03>.
108. Losada, G. (2017). *El desarrollo de la habilidad profesional generalizada solucionar problemas clínicos en a carrera de Medicina*. Santi Spiritus: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
109. Macbeth, G., Razmiejczyk,E, & Girardi,C. (2016). Una nueva Psicología del razonamiento: Fundamentos y Aplicaciones. *De psicología* vol.12,No.23,2016 Disponible en: [bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/nueva psicología/nueva-psicología-razonamiento.pdf](http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/revistas/nueva-psicologia/nueva-psicologia-razonamiento.pdf), 39-47.

110. Mahan, B. (1975). *Química Universitaria*. La Habana: Pueblo y Educación.
111. Martínez, L. (2005). Los métodos de la investigación educacional: lo cuantitativo y lo cualitativo. *Metodología de la Investigación Educacional: Desafíos y Polémicas actuales.*, 109-133.
112. Mazarío, I. (2002). *La resolución de problemas en Matemática I y II*. Matanzas: Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.
113. Medina, M. (1999). *Perfeccionamiento de la actividad curricular para la enseñanza de la Química como ciencia básica: Reto y Necesidad*. Argentina: Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe: P.1-3 (libro resumen).
114. MES. (1990). *Plan de estudios C de la carrera de Agronomía*.
115. MES. (2010). *Resolución Ministerial 210/2007 Reglamento de trabajo Docente metodológico de la Educación Superior*. La Habana.
116. MES. (2016). *Modelo del profesional y Plan de estudios del ingeniero agrónomo*. Ciudad de la Habana: Comisión Nacional de carrera de ingeniero agrónomo.
117. MES. (2018). *Resolución Ministerial 02/18 del Reglamento de Trabajo Docente Metodológico de la Educación Superior*. La Habana: Gaceta Oficial de la República.
118. Montenegro, M. (2004). *Modelo para la estructuración y formación de las habilidades lógicas a través del Análisis Matemático*. Santiago de Cuba: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

119. Morales, D. (2014). *El desarrollo de las habilidades espaciales, desde la Matemática Superior, en los estudiantes de ingeniería*. Cienfuegos: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
120. Muller, H. (1987). *El trabajo heurístico y la ejercitación en la enseñanza de la Matemática*. La Habana: Pueblo y Educación.
121. Navarro, B., & Navarro, García, G. (2003). *Química Agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal*. España: Ediciones Mundi- Prensa. Madrid.
122. Nickerson, R. (1994). *Enseñar a pensar. Aspectos de actitud intelectual*. Barcelona: Paidós.
123. Nuñez, C., & Escobar, Lorenzo, R. (2017). El estado actual del aprendizaje de la Química agrícola en la formación del ingeniero agrónomo en la Universidad de Holguín. *Revista cubana de Química, vol.29, núm.2, mayo-agosto.*, 255-265.
124. Oaksford, M., & Chater, N. (2013). Dynamic inference and every day conditional reasoning in the new paradigm. *Thinking and Reasoning*, 19, (3-4) DOI: 10.1080/13546783.2013.808163, 346-379.
125. Ochoa, V. D., Juárez, Pacheco, M, & Ramírez, Alcántara, J.L. (2007). Estructuración para la unidad "Relaciones" del curso de Matemática discretas. *Revista Alternativa. volumen 4, No.14 (Octubre-Diciembre)* , 15-23.
126. Orlando, M. (2014). *"Razonamiento, solución de problemas matemáticos y rendimiento académico"*. Argentina: Tesis en opción al grado científico de doctor en Educación.

127. Ortiz, E., & Aguilera, E. (2006). *Estilos de aprendizajes en estudiantes universitarios y estrategias didácticas*. La Habana: Memorias del Evento Internacional Universidad 2006.
128. Oviedo, O. (2014). *Una metodología para propiciar el desarrollo de los procedimientos lógicos del pensamiento asociados a conceptos de Química en el preuniversitario*. . La Habana. Cuba.: Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.
129. Pérez, L. (1992). *La formación de las habilidades lógicas a través de la enseñanza de la Física General en carreras de Ciencias Técnicas*. Santiago de Cuba: Tesis de Grado.
130. Pérez, N. (2002). *Estimulación de las potencialidades creadoras mediante la resolución de problemas de Física en el nivel secundario*. Holguín: Tesis en opción al grado científico de doctor en Ciencias Pedagógicas.
131. Pérez, P. (2015). *El razonamiento hipotético- deductivo en la formación inicial del médico General*. Holguín: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
132. Petrovski, A. (1980). *Psicología Evolutiva y Pedagógica*. Moscú: Progreso.
133. Petrucci, R., Harwood, W, & Herring, F. (2003). *Química General*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
134. Pidkasisti, P. (1986). *La actividad cognoscitiva independiente de los alumnos en la enseñanza*. La Habana: Pueblo y Educación.
135. Plietner, V., & Polosin, S. (1982). *Curso práctico de Metodología de Enseñanza de la Química*. La Habana: Pueblo y Educación.
136. Podgoretskaya, N. (1980). *Estudio de los procedimientos lógicos de los Adultos*. Moscú: Moscú.

137. Polya, G. (1945). *How to solve it*. México: Trillas.
138. Polya, G. (1973). *How solve it. A new aspect of Mathematical Methods. 2 ED*. New Jersey: Princeton University Press.
139. Pozo, J., & Gómez,M.A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencias*. Madrid: Morata.
140. Puppo, M., Cerruti,C.F, & Quiroga,A.V. (2016). *Química General en Agronomía*. Argentina: EDULP.
141. Remón, M., López,Tamayo,P.A, Infante,Carbó,C, & Varona,González,D. (2015). Desarrollo de las habilidades lógicas y Matemáticas, a través de juegos elaborados para Tecnologías móviles. *Roca.Edición 2(Abril-Junio)-11,2015* <http://roca.udg.co.cu> , 46-54.
142. Rico, P. (1988). *La formación de las acciones de control y valoración de la actividad docente en escolares primarios*. La Habana: Tesis doctoral en Ciencias Pedagógicas.
143. Rico, P., & Silvestre,Margarita. (2003). El proceso de enseñanza-Aprendizaje. *Varona* , 15-21.
144. Rips, L. (1990). *Reasoning*. Nueva York: Academics Press.
145. Rivas, S., & Saiz,C. (2012). *Evaluación en pensamiento crítico: Una propuesta para diferenciar las formas de pensar*. España: Revista de Filosofía.26-66. obtenido de: <http://www.pensamiento critico.com/archivos/evaluarpcergodf.pdf>.
146. Rivas, S., & Saiz,C. (2012). Evaluationof the ARDESOS Program: an initiative to improve critical thinking skills. *Journal of the scholarship of teaching and learning*, 11(2)., 34-51.
147. Rodríguez, J. (2013). *La habilidad del razonamiento clínico en los estudiantes de Medicina*. Holguín: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.

148. Rojas, A. (1990). *Metodología de Enseñanza de la Química II*. La Habana: Pueblo y Educación.
149. Rubinstein, S. (1966). *El proceso del pensamiento*. La Habana: Universitaria.
150. Saiz, C., & Rivas, Silvia, F. (2008). *Intervenir para transferir en pensamiento crítico*. Santiago de Chile: Conferencia Internacional: Lógica, Argumentación y Pensamiento crítico.
151. Salazar, A., Botero, Herrera, D., & Giraldo, Cárdenas, L.S. (2019). Enseñanza aprendizaje del razonamiento deductivo e inductivo mediante las Ciencias Naturales. *Educación y Humanismo* 22 (38) DOI: <http://dx/10.17081/eduhum2238.3832>, 1-18.
152. Sanz, T. (1989). *Estudios de los procedimientos lógicos de identificación y clasificación en los estudiantes de Ciencias Técnicas*. La Habana: Tesis en opción al grado de Ciencias Psicológicas.
153. Savistki, S., & Tverdovski, N. (1984). *Problemas y Ejercicios de Química Inorgánica*. Moscú: MIR.
154. Segura, S. (2016). Convergencias teóricas en la Psicología del razonamiento contrafáctico. *Apuntes de Psicología*, 16-18.
155. Serna, M., & Flórez, G. (2013). *El razonamiento lógico como requisito funcional en Ingeniería*. Colombia: LACCEI.
156. Sierra, S. (2008). *La estrategia pedagógica, su diseño e implementación*. La Habana: Pueblo y Educación.
157. Silvestre, M., & Zilberstein, J. (2002). *Hacia una didáctica desarrolladora*. La Habana: Pueblo y Educación.

158. Suarez, M. (2003). *La identificación de problemas matemáticos en la Educación Primaria*. La Habana: Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
159. Talízina, N. (1988). *Psicología de la Enseñanza*. Moscú: Progreso.
160. Tarragó, J. (2017). *Química Aplicada*. Editorial Síntesis España , 78-82.
161. Travieso, V., Hernández,A, & Cortizas,E. (2015). Desarrollo de la definición como operación lógica del pensamiento en estudiantes universitarios. *Revista cubana de Educación Superior.*, 32-41.
162. Triana, H. (2014). La disciplina Química en la formación ambiental del ingeniero agrónomo. *Revista cubana de Química, vol.XXVI,núm.3,agosto-septiembre Universidad de Oriente,Santiago de Cuba, Cuba, 259-275.*
163. Valle, L. (2007). *Metamodelos de la investigación pedagógica*. La Habana: En soporte digital.
164. Villalobos, D. V., Avila,Palet,J.E, & Lizet, Olivares,O.S. (2016). Aprendizaje basado en Problemas de Química y el pensamiento crítico en secundaria. *Mexicana de Investigación Educativa vol.21.núm.69 , 557-581.*
165. Vygotsky, L. (1968). *Pensamiento y Lenguaje*. La Habana: Edición revolucionaria,Instituto del Libro.
166. wertsch, J. (1998). *La mente en acción*. Buenos Aires: Aique.
167. Whitten, K., Davis,R, & Peck,M. (1998). *Química General*. España: Mc Graw-Hill/Interamericana.
168. Wongo, E. (2015). Estrategia didáctica para el perfeccionamiento del proceso de formación interpretativa en la Matemática Superior. *Actualidades investigativas en Educación, 48-56.*

169. Zilberstein, J. (1999). *Aprendizaje escolar, diagnóstico y calidad educativa*. México: Ediciones CEIDE.

170. Zilberstein, J., & Silvestre, M. (2004). *Didáctica Desarrolladora desde el Enfoque Histórico Cultural*. México: CEIDE.

ANEXOS

Anexo 1 Guía para el Análisis de documentos

Objetivo General: comprobar la información referida a la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en los diferentes documentos de la carrera de Ingeniería Agronómica.

1. Modelo del profesional de la carrera de Ingeniería Agronómica.

Objetivo: Constatar el problema profesional y las esferas de actuación del egresado de la carrera de Ingeniería Agronómica como punto de partida y de encuentro para la formación de habilidades profesionales para el desarrollo del pensamiento lógico.

2. Plan de estudios "E"

Objetivo: Constatar en el programa de la asignatura Química General los objetivos generales que se corresponden con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos.

3. Plan de trabajo metodológico del departamento de Química

Objetivo: Constatar que las actividades metodológicas planificadas conduzcan a estimular el desarrollo de las habilidades cognoscitivas para el desempeño de las funciones del profesional.

Anexo 2: Encuesta aplicada a los profesores de Química de la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez.

Objetivo: Constatar el nivel de conocimiento de los profesores de Química respecto al proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en los estudiantes de la carrera de ingeniería agronómica.

Datos Generales:

Título Académico: _____

Experiencia docente en Educación Superior: _____ -

Experiencia de trabajo en la carrera de Ingeniería Agronómica: _____

Categoría docente: _____ Categoría científica: _____

1- ¿Considera usted que en su clase se propicia la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas?

a) ____ sí b) ____ no

2. ¿Considera usted que domina los conocimientos teóricos necesarios para potenciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas?

a) ____ sí b) ____ no

3 ¿Conoce usted alguna estrategia para potenciar el razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en los estudiantes en las clases?

a) ____ sí b) ____ no

4. ¿Conoce usted qué procedimientos se pueden utilizar para potenciar el razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en los estudiantes en las clases?

a) ____ sí b) ____ no

¿Cuáles? _____

5. ¿Tiene identificado usted en qué tipo de problemas químicos los estudiantes poseen mayores dificultades para potenciar la formación del razonamiento deductivo?

a) ____ sí b) ____ no

¿Cuáles? _____

6. ¿Conoce usted acciones concretas en el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en las clases?

a) ____ sí b) ____ no

¿Cuáles? _____

7. ¿Tiene identificado usted cuáles son las principales actitudes que manifiestan los estudiantes para potenciar la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos durante las clases?

a) ____ sí b) ____ no

¿Cuáles? _____

Anexo 3 Resultado de la encuesta a profesores de Química de la Universidad de Cienfuegos Carlos Rafael

Rodríguez

Preguntas	Si		No	
	Total	%	Total	%
1. Propicia la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en la clase.	7	87,5	1	12,5
2. Dominio de los conocimientos teóricos necesarios para potenciar el proceso de formación del razonamiento deductivo.	4	50	4	50
3. Conocimiento acerca de estrategias para potenciar el proceso.	-	-	8	100
4. Utilización de procedimientos para potenciar el razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos.	3	37,5	5	62,5
5. Conocimiento acerca de los tipos de problemas químicos donde los estudiantes presentan mayores dificultades.	7	87,5	1	12,5
6. Dominio de acciones concretas para potenciar la formación del proceso.	3	37,5	5	62,5
7. Principales actitudes que manifiestan los estudiantes para potenciar el razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos.	6	75	2	25

Anexo 4 Guía de observación a clases

Objetivo: constatar el estado actual de la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos en la asignatura Química General en la carrera de ingeniería agronómica

La observará en los siguientes aspectos:

1. Si el profesor muestra vinculación de los contenidos con el perfil profesional de la carrera.
2. Si el profesor propone un enfoque adecuado al tratamiento del contenido relacionado con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos.
3. Si el profesor utiliza métodos productivos en el tratamiento del contenido relacionado con la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos.
4. Las formas de organización utilizadas por el profesor en el transcurso de la actividad.
5. Si las tareas previstas por el profesor propician la independencia y el pensamiento creador de los estudiantes.

Anexo 5 Prueba Pedagógica a estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica en el Curso 2017-2018

Para preparar el fertilizante sulfato de amonio se hace reaccionar una disolución de ácido sulfúrico de densidad 1,84g/mL y 96% en masa con suficiente amoníaco. Acerca de la misma:

1.1 Escriba la ecuación química que representa a la reacción de obtención del sulfato de amonio.

1.2 Calcule la concentración másica de la disolución de ácido sulfúrico.

1.3 Calcule la molalidad de la disolución de ácido sulfúrico.

Datos: $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98\text{g mol}^{-1}$

Objetivos del cuestionario:

Determinar si los estudiantes son capaces de:

- Formular proposiciones o juicios lógicos acerca de los objetos, procesos o fenómenos químicos.
- Concebir un modelo que represente al problema.
- Emitir inferencias lógicas acerca de la posible vía de solución.
- Obtener un nuevo argumento o conclusión acerca de la vía de solución.
- Comprobar que la posible vía de solución evidencie el tránsito de lo general a lo particular.

Anexo 6 Resultados de la Prueba Pedagógica a estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica en el Curso
2017-2018

Estudiantes	MB	B	R	M	MM
E1				X	
E2				X	
E3			X		
E4					X
E5	X				
E6			X		
E7				X	
E8					X
E9		X			
E10			X		
E11					X
E12					X
E13				X	
E14				X	
E15				X	
E16		X			
E17				X	
E18					X
E19					X
E20					X
E21			X		
E22					X
E23			X		
E24					X
E25				X	
Total	1 MB	2 B	5 R	8 M	9 MM

Anexo 7 Actividad docente ilustrativa relacionada con el tema número 1 Disoluciones.

Clase No. 3

FOD: Clase práctica.

Temática: Resolución de problemas basados en las diferentes formas de expresar la concentración de las disoluciones.

Regla de la aligación o regla de la cruz.

Objetivo: resolver problemas químicos relacionados con las diferentes formas de expresar la composición cuantitativa de las disoluciones empleando el método heurístico para potenciar la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes.

Acciones del profesor	Acciones de los estudiantes
En la introducción realiza un análisis de los principales aspectos de la guía, recuerda mediante un diálogo con los estudiantes los conocimientos teóricos a utilizar, para ello realiza las siguientes preguntas. ¿Qué es una disolución? ¿Cuáles son sus componentes? ¿Cuáles son las formas de expresar la composición cuantitativa de las disoluciones? ¿Cuáles son los componentes del método heurístico para resolver problemas químicos cuantitativos?	Reactivan sus conocimientos respecto a lo estudiado y emiten sus opiniones sobre las preguntas formuladas, identificando las acciones y las operaciones para resolver problemas químicos cuantitativos en aras de potenciar el razonamiento deductivo.
Orienta el objetivo de la clase práctica.	Se identifican con el objetivo de la clase práctica y activa los recursos personales para aprender.
Aclara las dudas y controla la realización de actividades orientadas a algunos estudiantes y las evalúa. Realiza un análisis de la ejecución del estudio independiente en los estudiantes.	Muestran las actividades realizadas en el estudio independiente el interés por desarrollar la actividad.
En el desarrollo, de forma ilustrativa, presenta el problema número tres orientado, que es el número ocho del tema Disoluciones que se encuentra en la plataforma interactiva Moodle. El ácido fosfórico es la base para la producción de insecticidas fosfóricos, entre ellos el parathion. Si se dispone de dos frascos que contienen disoluciones de ácido fosfórico de concentración $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3\text{mol/L}$ y $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,75\text{mol/L}$. ¿Qué volumen de disolución hay que emplear de cada una sin añadir agua para obtener 0,12L de disolución de $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,5\text{mol/L}$?	Utilizan la gestión del conocimiento a partir de las tecnologías para localizar el problema Realizan una lectura comprensiva del enunciado del problema. Ordenan de forma lógica los componentes del problema.
Realiza preguntas para estimular la búsqueda de una posible vía de solución. ¿Está basado en fórmulas o en ecuaciones químicas?	Reflexionan acerca de que es un problema químico con cálculo basado en fórmulas, que no se puede iniciar la búsqueda de manera directa con los

<p>¿Se puede realizar la búsqueda de la vía de solución de forma directa con los elementos del conocimiento que se exponen?</p> <p>¿Qué estrategia heurística se debe emplear trabajo hacia adelante o trabajo hacia atrás?</p>	<p>elementos que se tienen, coinciden que se debe comenzar empleando una estrategia de atrás hacia adelante a partir de los datos de la disolución que se desea obtener, empleando la expresión de la concentración de la cantidad de sustancia se determina la cantidad de sustancia total</p> $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = n(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(D)$ <p>de donde:</p> $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = c(\text{H}_3\text{PO}_4) \cdot V(D)$ $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 1,5 \text{ mol/L} \cdot 0,12 \text{ L}$ $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,18 \text{ mol.}$
<p>En todo momento conduce, dirige la actividad y motiva a los estudiantes hacia la búsqueda de soluciones a los problemas químicos cuantitativos.</p> <p>¿Cómo relacionar los componentes de las dos primeras disoluciones para obtener la disolución resultante?</p> <p>¿Qué inferencias se pueden obtener?</p>	<p>Actúan de forma consciente y establecen las relaciones existentes entre los datos de las dos primeras disoluciones hasta obtener la otra disolución e inferen que:</p> $n(\text{H}_3\text{PO}_4)_1 + n(\text{H}_3\text{PO}_4)_2 = 0,18 \text{ mol (1)}$ $v(D)_1 + v(D)_2 = 0,12 \text{ L (2)}$ <p>Pero de la disolución 1, utilizando la expresión de la concentración de la cantidad de sustancia se infiere que:</p> $n(\text{H}_3\text{PO}_4)_1 = 3 v(D)_1 \text{ (3)}$ <p>y de la disolución 2 se infiere que:</p> $n(\text{H}_3\text{PO}_4)_2 = 0,75 v(D)_2 \text{ (4)}$
<p>Realiza preguntas, tales como:</p> <p>¿Cómo podemos relacionar las ecuaciones 1, 2, 3 y 4?</p> <p>¿En función de qué magnitud debemos establecer la relación?</p>	<p>Identifican las relaciones entre estas ecuaciones y reconocen que se deben poner en función de la incógnita que es el volumen de cada una de las disoluciones iniciales.</p>
<p>Realiza las siguientes preguntas:</p> <p>¿Podemos construir un nuevo argumento o conclusión?</p> <p>¿Cómo debemos proceder desde el punto de vista matemático?</p>	<p>Reconocen la construcción de un nuevo argumento que permite dar solución al problema, en este caso es un sistema de dos ecuaciones lineales.</p> <p>Sustituyen las ecuaciones (3) y (4) en (1)</p> $3 v(D)_1 + 0,75 v(D)_2 = 0,18 \text{ (5)}$ <p>y la ecuación 2 se queda igual</p> $v(D)_1 + v(D)_2 = 0,12 \text{ L (2)}$
<p>Realiza las siguientes preguntas:</p> <p>¿Cómo podemos resolver el sistema de ecuaciones y determinar las incógnitas?</p>	<p>Resuelven el sistema de ecuaciones lineales y determinan las incógnitas, de lo que se obtiene que:</p> $v(D)_1 = 0,04 \text{ L}$ $v(D)_2 = 0,08 \text{ L}$
<p>Realiza las siguientes preguntas:</p> <p>¿Cómo valorar si la vía de solución propuesta es adecuada?</p>	<p>Realizan una valoración de la coherencia lógica seguida durante el proceso.</p>
<p>Promueve la búsqueda de la independencia, la creatividad y el razonamiento para encontrar otra vía que permita la solución del problema.</p>	<p>Proponen otra vía de solución, esta es empleando la regla de la aligación o de la cruz, a partir de la concentración de la cantidad de sustancia de las dos disoluciones iniciales y la de la disolución que se quiere obtener, esto sería:</p> <div style="text-align: center;"> $\begin{array}{ccc} & 3 & & 0,75 \\ & \diagdown & & \diagup \\ & & 1,5 & \\ & \diagup & & \diagdown \\ 0,75 & & & 1,5 \end{array}$ </div>

	<p>Entonces: $v(D)_1 = 0,75 \cdot 0,12 / 2,25 = 0,04L$ $v(D)_2 = 1,5 \cdot 0,12 / 2,25 = 0,08L$</p>
<p>Revisa otras actividades 3,7 y 8 página 364 Libro Química General Parte 1 (Elena Herryman y coautores) y evalúa las respuestas.</p>	<p>Ejecutan otras actividades, explican en la pizarra lo realizado, valoran las respuestas y efectúan consideraciones perspectivas y retrospectivas del proceso.</p>
<p>Aclara las dudas, realiza preguntas de comprobación para demostrar el cumplimiento de los objetivos propuestos, precisa la evaluación otorgada a cada estudiante, estimula a algunos estudiantes por los resultados obtenidos y a otros a implicarse productivamente en el proceso.</p>	<p>Emiten juicios acerca de la ejecución del proceso, autovaloran y autorregulan su actuación. Arriban a las conclusiones finales de la clase práctica, las que se relacionan con la transformación de las ecuaciones de las magnitudes de las sustancias en sistemas de ecuaciones lineales constituyen argumentos importantes para la formación del razonamiento deductivo desde la resolución de problemas químicos cuantitativos.</p>
<p>Orienta la guía para la ejecución de la próxima clase práctica, donde se concretan los objetivos a alcanzar, las orientaciones metodológicas, las actividades de estudio independiente a realizar, la bibliografía a utilizar y el tipo de evaluación que se aplicará.</p>	<p>Reciben la orientación de la guía para efectuar la próxima clase práctica y expresan las dudas al respecto para realizar el estudio independiente.</p>

Anexo 8 Encuesta para la selección de expertos

Años de experiencia en la Educación Superior: _____

Años de experiencia impartiendo docencia en la carrera "Ingeniería Agronómica": _____

Cargo que desempeña: _____

Especialidad _____

Profesor (a):

Usted ha sido seleccionado para ser consultado respecto al tema: Estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas en la asignatura Química General y Analítica pueda evaluar la estrategia didáctica que se presenta. Su cooperación permitirá realizar las mejoras y adecuaciones pertinentes para cumplir con el propósito de dicha investigación.

Explicación necesaria

El razonamiento deductivo es una habilidad que desempeña una importante función en el proceso de formación de los estudiantes universitarios, pues incentiva en ellos la lógica, la interpretación y la abstracción que los prepara para solucionar eficientemente los problemas profesionales en los diferentes contextos de actuación en los que interactúa.

A partir de las definiciones aportadas por diversos autores, el autor de esta investigación, de forma operativa, identifica al razonamiento deductivo como:

Un proceso de pensamiento en el cual se relacionan dos o más juicios verdaderos de carácter general hasta obtener una nueva conclusión específica sobre la realidad objetiva, que se deriva de aquellas proposiciones y que reduce la información inicial.

Teniendo en cuenta lo argumentado resulta complejo el logro de este propósito, pues generalmente el conocimiento de los profesores en el tema es limitado y desde el punto de vista metodológico, no se precisa cómo encauzar el trabajo hacia la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas, aun cuando existen implícitamente potencialidades para su desarrollo en la asignatura Química General y Analítica.

Para emitir su criterio como experto tenga en cuenta las cuestiones anteriormente señaladas.

Autovaloración de la competencia profesional

1- Marque con una cruz (x) en la casilla que corresponda con el grado de conocimiento que usted posea acerca del tema que se investiga, en una escala creciente de 0 a 10. La evaluación 0: indica absoluto desconocimiento del tema, y la evaluación 10: el pleno conocimiento sobre el tema. Para valorar su competencia en una escala el conocimiento e información (ya sea teórico o práctico) que posee, para dar un criterio sobre la formación del razonamiento deductivo en la resolución de problemas, a partir de la óptica de las asignaturas que imparte.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. Realice una valoración personalizada del conocimiento que usted posee sobre este tema en particular, teniendo en cuenta las distintas fuentes que se relacionan en la tabla siguiente para realizar dicha valoración, marque con una X según corresponda en: alto, medio, bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	NIVELES		
	ALTO	MEDIO	BAJO

Experiencia teórica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera en la enseñanza universitaria.			
Experiencia práctica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera en la enseñanza universitaria.			
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos desde la impartición de una asignatura, nacionalmente (Bibliografía nacional consultada).			
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos desde la impartición de una asignatura, internacionalmente (Bibliografía internacional consultada).			
Su conocimiento sobre el estado del problema (formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos).			
Su intuición			

Resultados de la Encuesta de selección de expertos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							3	7	8

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	NIVELES		
	ALTO	MEDIO	BAJO
Experiencia teórica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera en la enseñanza universitaria.	18		
Experiencia práctica obtenida como profesor de una asignatura cualquiera en la enseñanza universitaria.	18		
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos desde la impartición de una asignatura, nacionalmente (Bibliografía nacional consultada).	18		
Análisis teóricos realizados por usted sobre el proceso de formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos desde la impartición de una asignatura, internacionalmente (Bibliografía internacional consultada).	16	2	
Su conocimiento sobre el estado del problema (formación de la habilidad lógica razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos).	17	1	
Su intuición	17	1	

E11									X
E12								X	
E13									X
E14									X
E15									X
E16							X		
E17									X
E18								X	

Cálculo del Coeficiente de Argumentación (K_a) del Experto sobre el tema

Expertos							K_a
	I1	I2	I3	I4	I5	I6	
E1	0.200	0.300	0.070	0.056	0.240	0.048	0.914
E2	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E3	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E4	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E5	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E6	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E7	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E8	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E9	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E10	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E11	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E12	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E13	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E14	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E15	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E16	0.200	0.300	0.070	0.056	0.300	0.060	0.986
E17	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000
E18	0.200	0.300	0.070	0.070	0.300	0.060	1.000

Anexo 10 Cálculo del Coeficiente de Competencia (K_c) del Experto sobre el tema

Expertos	AUTOVALORACIÓN	COEFICIENTE DE COMPETENCIA
	n	$K_c=n/10$
E1	8	0.8
E2	9	0.9
E3	10	1.0
E4	10	1.0
E5	10	1.0
E6	9	0.9
E7	9	0.9
E8	8	0.8
E9	9	0.9
E10	9	0.9
E11	10	1.0
E12	9	0.9
E13	10	1.0
E14	10	1.0
E15	10	1.0
E16	8	0.8
E17	10	1.0

E18	9	0.9
-----	---	-----

Anexo 11 Resultados de la caracterización de los Expertos. Cálculo del Coeficiente de Kendall ($K=(K_c+K_a)/2$).

Expertos	Cálculo del Coeficiente de Kendall			
	K_c	K_a	K	ESCALA
E1	0.8	0.91	0.86	ALTO
E2	0.9	1.00	0.95	ALTO
E3	1.0	1.00	1.00	ALTO
E4	1.0	1.00	1.00	ALTO
E5	1.0	1.00	1.00	ALTO
E6	0.9	1.00	0.95	ALTO
E7	0.9	1.00	0.95	ALTO
E8	0.8	1.00	0.90	ALTO
E9	0.9	1.00	0.95	ALTO
E10	0.9	1.00	0.95	ALTO
E11	1.0	1.00	1.00	ALTO
E12	0.9	1.00	0.95	ALTO
E13	1.0	1.00	1.00	ALTO
E14	1.0	1.00	1.00	ALTO
E15	1.0	1.00	1.00	ALTO
E16	0.8	0.99	0.89	ALTO
E17	1.0	1.00	1.00	ALTO
E18	0.9	1.00	0.95	ALTO

Anexo 12 Guía para orientar la evaluación de la estrategia didáctica propuesta a los expertos seleccionados.

Nombre y apellidos: _____

Especialidad: _____

Cargo: _____

Categoría Científica: _____

Categoría Docente: _____

Años de experiencia en la Educación: _____

Años de experiencia en la Educación Universitaria: _____

Estimado(a) colega:

En función de obtener información acerca de la propuesta de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la carrera de Ingeniería Agronómica y atendiendo a su experiencia en la formación de profesionales, se solicita su valoración al respecto. Se agradece su valiosa colaboración y se le pide disculpa por ocupar su preciado tiempo.

ASPECTOS VALORADOS POR LOS EXPERTOS

La estrategia didáctica está dirigida a la formación del razonamiento deductivo en la resolución de problemas químicos en la carrera de Ingeniería Agronómica.

La estrategia didáctica usted la considera. Marque con una X, atendiendo a las categorías:

MA. Muy adecuado __ BA. Bastante adecuado __ A. Adecuado __

PA. Poco adecuado __ I. Inadecuado __

En la Tabla se le proponen los indicadores acerca de los cuales nos interesaría conocer su evaluación y a la vez, le solicitamos una breve fundamentación de sus criterios. Para expresar la evaluación, utilice una de las siguientes categorías:

a) Muy Adecuado (MA): Se considera aquel aspecto que es óptimo, en el cual se expresan todas y cada una de las propiedades consideradas como componentes esenciales para determinar la pertinencia del objeto que se evalúa.

b) Bastante Adecuado (BA): Se considera aquel aspecto que expresa en casi toda su generalidad las cualidades esenciales del objeto que se evalúa, por lo que representa con un grado bastante elevado los rasgos fundamentales que lo tipifican.

c) Adecuado (A): Se considera aquel aspecto que tiene en cuenta una parte importante de las cualidades del objeto a evaluar, las cuales expresan elementos de valor con determinado nivel de suficiencia, aunque puede ser susceptible de perfeccionamiento en cuestiones poco significativas.

d) Poco Adecuado (PA): Se considera aquel aspecto que considera existe un bajo nivel de adecuación con relación al estado deseado del objeto que se evalúa, al encontrarse carencias en determinados componentes esenciales para determinar su pertinencia.

e) Inadecuado (I): Se considera aquel aspecto en el que se expresan marcadas limitaciones y contradicciones que no le permiten adecuarse a las cualidades esenciales que determinan la pertinencia del objeto que se evalúa, por lo que no resulta procedente.

No	Aspectos a valorar en la estrategia didáctica	MA	BA	A	PA	I
1	Fundamentos en que se sustenta la estrategia					
2	Objetivo de la estrategia					
3	Etapa Diagnóstico (Objetivo)					

4	(Acciones)					
5	Etapa Planificación (Objetivo)					
6	(Acciones)					
7	Etapa Implementación (Objetivo). Etapas para la formación del razonamiento deductivo.					
8	Método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística.					
9	Etapa Evaluación (objetivo)					
10	(Acciones)					
11	Estructura general de la estrategia.					

Considero que se deben modificar: _____

Caracterización de los Expertos

Indicadores	Quím	Biol	Geo	Matem	Psic y Soc	DrC	MsC	Aux	titula	Prof Univ	Años de experiencia docente	Años en Enseñanza Superior
Especialidad	8	1	2	4	3							
Categoría Científica y docente						18		8	10	18		
Directivos									3			
Experiencia docente											11-20=4 21-30=6 30-40=5 Más de 40=3	6-10=1 11-20=6 21-30=6 31-40=5

Anexo 13 Resultados del criterio de Expertos

No	Aspectos a valorar en la estrategia	MA	BA	A	PA	I
1	Fundamentos en que se sustenta la estrategia	10	8			
2	Objetivo de la estrategia	13	5			
3	Etapa Diagnóstico (Objetivo)	8	8	2		
4	(Acciones)		17	1		
5	Etapa Planificación (Objetivo)	12	6			
6	(Acciones)	6	11	1		
7	Etapa Implementación (Objetivo) Etapas para la formación del razonamiento deductivo.	9	9			
8	Método de solución de problemas químicos cuantitativos por vía heurística.	6	12			
9	Etapa Evaluación (objetivo)	8	8	2		
10	(Acciones)	7	9	2		
11	Estructura general de la estrategia.	9	8	1		

Considero que se deben modificar: _____

Evaluación de los indicadores de la estrategia didáctica con la aplicación del método Delphi.

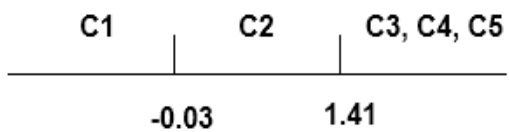
INDICADORES	CATEGORÍAS					TOTAL
	C1	C2	C3	C4	C5	
I1	10	8				18
I2	13	5				18
I3	8	8	2			18
I4		17	1			18
I5	12	6				18
I6	6	11	1			18
I7	9	9				18
I8	6	12				18
I9	8	8	2			18
I10	7	9	2			18
I11	9	8	1			18

MATRIZ DE FRECUENCIAS ACUMULADAS					
INDICADORES	CATEGORÍAS				
	C1	C2	C3	C4	C5
I1	10	18	18	18	18
I2	13	18	18	18	18
I3	8	16	18	18	18
I4	0	17	18	18	18
I5	12	18	18	18	18
I6	6	17	18	18	18
I7	9	18	18	18	18
I8	6	18	18	18	18
I9	8	16	18	18	18
I10	7	16	18	18	18
I11	9	17	18	18	18

MATRIZ DE FRECUENCIAS RELATIVAS ACUMULADAS					
INDICADORES	CATEGORÍAS				
	C1	C2	C3	C4	C5
I1	0.56	1.00	1.00	1.00	1.00
I2	0.72	1.00	1.00	1.00	1.00
I3	0.44	0.89	1.00	1.00	1.00
I4	0.00	0.94	1.00	1.00	1.00
I5	0.67	1.00	1.00	1.00	1.00
I6	0.33	0.94	1.00	1.00	1.00
I7	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00
I8	0.33	1.00	1.00	1.00	1.00
I9	0.44	0.89	1.00	1.00	1.00
I10	0.39	0.89	1.00	1.00	1.00
I11	0.50	0.94	1.00	1.00	1.00

MATRIZ DE VALORES DE ABSCISAS			SUMA	PROMEDIO	ESCALA	EVALUACIÓN DE LAS CATEGORÍAS
INDICADORES	CATEGORÍAS					
	C1	C2				
I1	0.14		0.14	0.14	0.34	Bastante Adecuado
I2	0.59		0.59	0.59	-0.11	Muy Adecuado
I3	-0.14	1.22	1.08	0.54	-0.06	Muy Adecuado
I4		1.59	1.59	1.59	-1.12	Muy Adecuado
I5	0.43		0.43	0.43	0.05	Bastante Adecuado
I6	-0.43	1.59	1.16	0.58	-0.10	Muy Adecuado

I7	0.00		0.00	0.00	0.48	Bastante Adecuado
I8	-0.43		-0.43	-0.43	0.91	Bastante Adecuado
I9	-0.14	1.22	1.08	0.54	-0.06	Muy Adecuado
I10	-0.28	1.22	0.94	0.47	0.01	Bastante Adecuado
I11	0.00	1.59	1.59	0.80	-0.32	Muy Adecuado
SUMA	-0.26	8.44	8.18			
LÍMITES	-0.03	1.41	0.74	0.48		



LEYENDA

- C1: Muy Adecuado (MA)*
- C2: Bastante Adecuado (BA)*
- C3: Adecuado (A)*
- C4: Poco Adecuado (PA)*
- C5: Inadecuado (I)*

Anexo 14 Guía de entrevista para los profesores en la etapa de la pre-prueba (Constatación inicial)

Objetivo: Determinar el estado de opinión que poseen los profesores de Química en relación a la elaboración de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en el primer año de la carrera de ingeniería agronómica.

Introducción

En la investigación nos proponemos representar una estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Química General en el primer año de la carrera de ingeniería agronómica.

Con el propósito de evaluar la validez práctica de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General en la carrera de ingeniería agronómica, se hará su implementación durante el semestre con la participación de ustedes.

La aplicación de la estrategia didáctica requiere de un trabajo cooperado, la cual se concibe con la participación de la asignatura que ustedes imparten, por lo que se hace necesario su participación en un grupo de aspectos para poder determinar con precisión las acciones a realizar.

Cuestionario:

1. ¿Considera usted que el método de solución de problemas químicos por vía heurística constituye una vía efectiva para resolver las dificultades que presentan los estudiantes en la formación del razonamiento deductivo?
2. En tu opinión. ¿Qué estructura debe tener una estrategia didáctica que represente la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos?
3. Según tu criterio. ¿Qué características esenciales deben tipificar la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos?

Anexo 15 Guía de observación inicial

Objetivo: Valorar las diferentes manifestaciones de los indicadores en la clase práctica.

1. Muestran la búsqueda de significados en los contenidos que se presentan.
2. Muestran aplicar los conceptos y emitir juicios lógicos.
3. Muestran la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios y obtención de consecuencias a partir de las premisas.
4. Muestran la elaboración de los argumentos y la justificación de los procedimientos empleados.
5. Verificar la coherencia lógica empleada para confirmar el resultado

Anexo 16 Prueba Pedagógica inicial a estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica en el Curso 2018-2019 durante el pre experimento

La sustancia simple potasio resulta esencial para el crecimiento de las plantas, pues interviene en el proceso de respiración. Por ello, el nitrato de este metal se emplea como fertilizantes en las plantaciones. Si en un laboratorio se desea preparar una disolución de esta sal para tales fines. ¿Qué masa de disolución con la fracción másica del nitrato de potasio igual a 0,4 se debe añadir al agua de 500g de masa para obtener una disolución con la fracción másica de nitrato de potasio igual a 0,15?

Objetivos del cuestionario:

Determinar si los estudiantes son capaces de:

1. Comprensión de la información.
2. Identificación de las premisas.
3. Determinación de inferencias.
4. Obtención de la conclusión o argumento.
5. Evaluación del proceso.

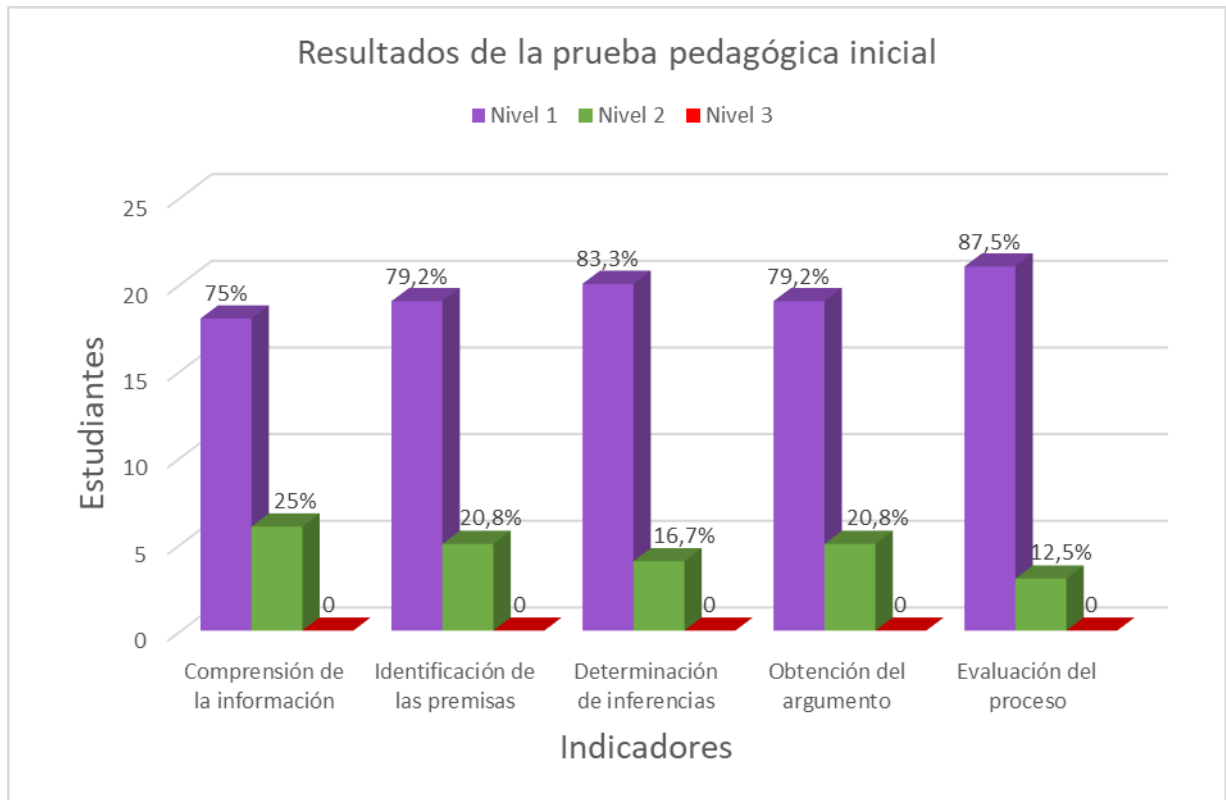
Anexo 17 Tabla resumen de los resultados de los Indicadores en cada estudiante en la Prueba Pedagógica Inicial

1-Nivel Bajo 2-Nivel Medio 3-Nivel Alto

Nro. de estudiantes	Indicadores					Nivel
	1	2	3	4	5	
1	2	1	2	1	2	2
2	1	2	2	1	1	1
3	1	2	1	2	1	1
4	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	2	1	1
6	1	1	1	1	1	1
7	2	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	2	1
11	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	2	1	1
14	1	2	1	1	1	1
15	2	1	1	1	1	1
16	2	1	2	2	1	2
17	1	1	1	2	1	1
18	1	2	1	1	1	1
19	2	2	1	1	2	2
20	1	1	1	1	1	1
21	1	1	2	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1

23	1	1	1	1	1	1
24	2	1	1	1	1	1

Anexo 18 Gráfico resultado de la prueba pedagógica inicial



Anexo 19 Tabla resumen de los cortes evaluativos en cada clase práctica

Indicadores	Nivel de Desarrollo	CP 1	CP 2	CP 3	CP 4	CP 5	P	Resultado
		No.	No.	No.	No.	No.		
Comprensión de la información	1	22	12	6	5	3	p=0.021	Se Rechaza H ₀
	2	2	12	18	16	15		
	3	0	0	0	3	6		
Identificación de premisas	1	6	12	5	4	2	p=0.024	Se Rechaza H ₀
	2	18	12	19	12	6		
	3	0	0	0	8	16		
Determinación de inferencias	1	15	13	6	4	2	p=0.035	Se Rechaza H ₀
	2	9	11	18	14	8		
	3	0	0	0	6	14		
Obtención del argumento	1	24	7	5	4	2	p=0.010	Se Rechaza H ₀
	2	0	17	19	20	14		
	3	0	0	0	0	8		
Evaluación del proceso	1	20	10	12	6	2	p=0.023	Se Rechaza H ₀
	2	4	14	12	14	12		
	3	0	0	0	4	10		

Anexo 20 Guía de entrevista a los profesores en la etapa de post-prueba (Constatación final)

Objetivo: Determinar el estado de opinión que poseen los profesores de Química en relación a la aplicación de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en el primer año de la carrera de ingeniería agronómica.

Cuestionario:

1. ¿Cómo valora usted la efectividad del método de solución de problemas químicos por vía heurística en la formación del razonamiento deductivo en los estudiantes?
2. ¿Cómo evalúa usted la ejecución de la estrategia didáctica para la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos?
3. Exprese sus consideraciones respecto a ¿En qué medida la estrategia didáctica aplicada contribuye a la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en los estudiantes?

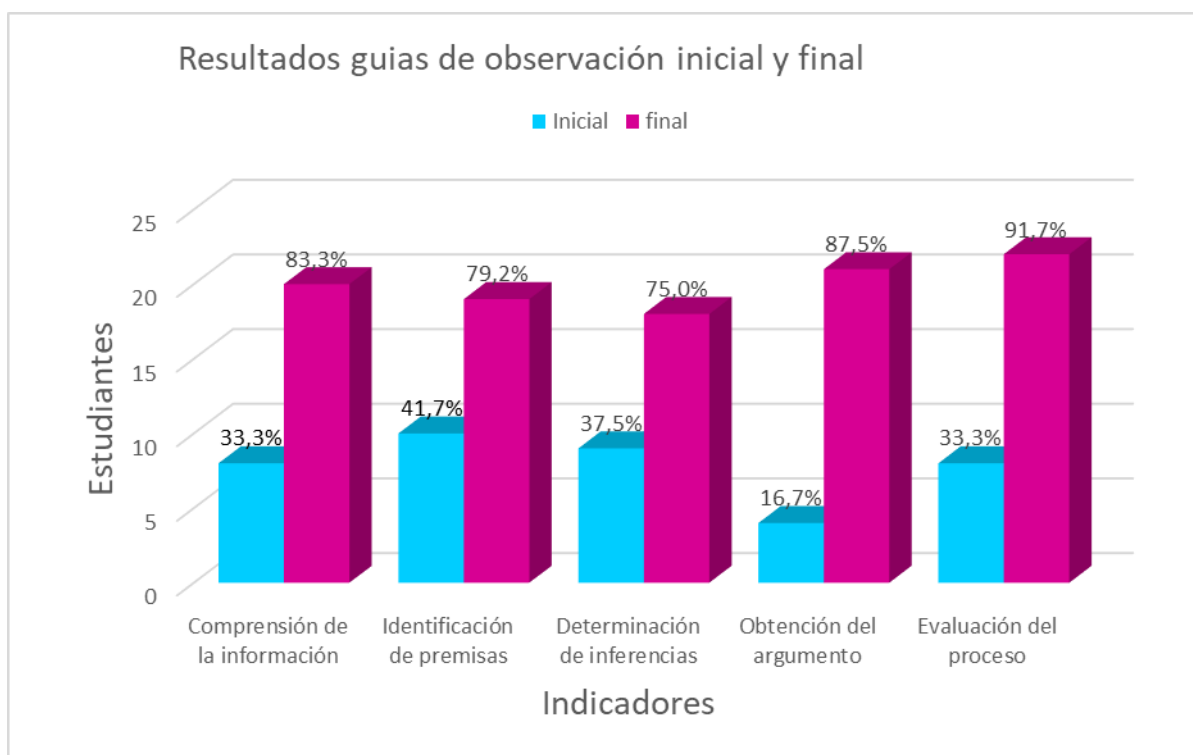
Anexo 21 Guía de observación final

Objetivo: Valorar las diferentes manifestaciones de los indicadores en la clase práctica.

1. Muestran la búsqueda de significados en los contenidos que se presentan.
2. Muestran aplicar los conceptos y emitir juicios lógicos.
3. Muestran la búsqueda de relaciones lógicas entre los juicios y obtención de consecuencias a partir de las premisas.
4. Muestran la elaboración de los argumentos y la justificación de los procedimientos empleados.
5. Verificar la coherencia lógica empleada para confirmar el resultado

Anexo 22_Gráfico comparativo de la guía de observación inicial y final

Indicadores	Guía de observación inicial				Guía de observación final			
	Sí		No		Sí		No	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Comprensión de la información	8	33,3	16	66,7	20	83,3	4	16,7
Identificación de premisas	10	41,7	14	58,3	19	79,2	5	20,8
Determinación de inferencias	9	37,5	15	62,5	18	75	6	25
Obtención del argumento	4	16,7	20	83,3	21	87,5	3	12,5
Evaluación del proceso.	8	33,3	16	66,7	22	91,7	2	8,3



Anexo 23 Prueba Pedagógica final a estudiantes de primer año de Ingeniería Agronómica en el Curso 2018-2019 durante el pre experimento.

En el laboratorio de una Empresa de Cultivos Varios se tiene una muestra de sulfato de cobre (II) que es una sustancia que al ser neutralizada con la cal apagada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) se utiliza como fungicida para eliminar o impedir el crecimiento de hongos perjudiciales a las plantas. Si se tienen dos disoluciones de hidróxido de calcio conocidas el tanto por ciento en masa de cada una, 10% y 20% respectivamente. ¿Qué masa de cada disolución se debe tomar para obtener otra disolución que posea 300g de masa y el tanto por ciento en masa igual 12%?

Objetivos del cuestionario:

Determinar si los estudiantes son capaces de:

1. Comprensión de la información.
2. Identificación de las premisas.
3. Determinación de inferencias.
4. Obtención de la conclusión o argumento.
5. Evaluación del proceso.

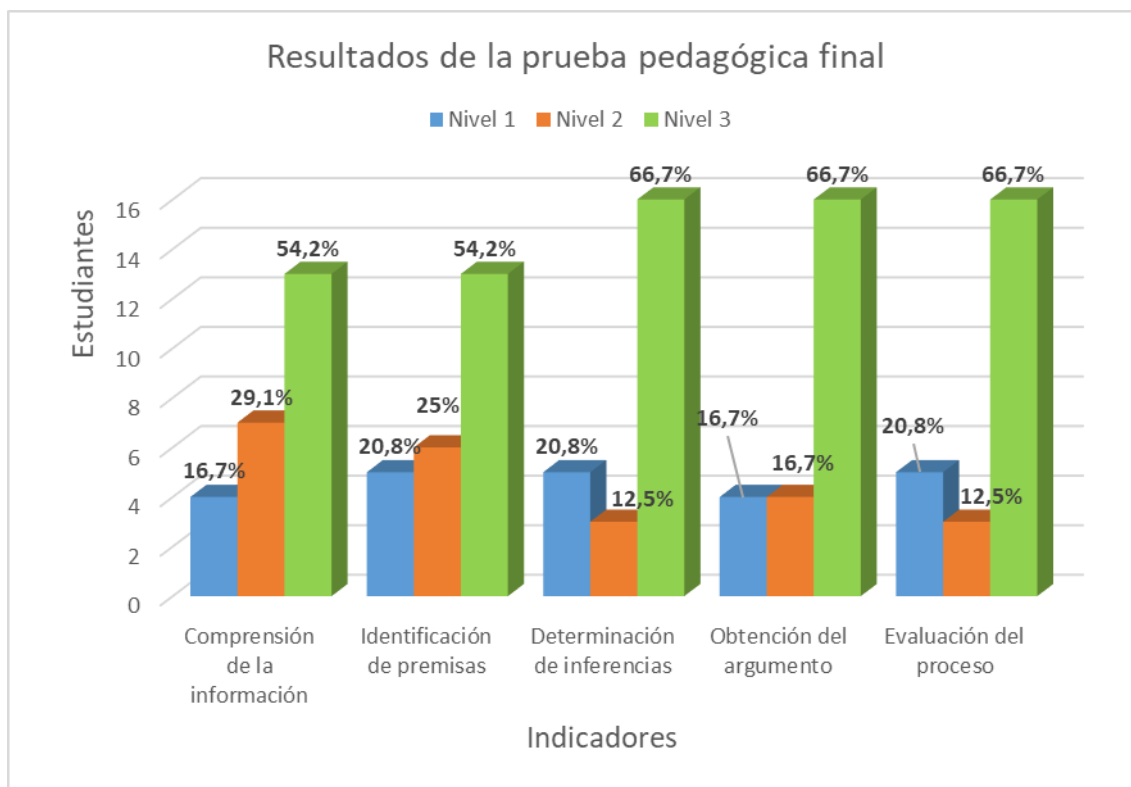
Anexo 24 Tabla resumen de los resultados de los Indicadores en cada estudiante en la Prueba Pedagógica final

B: NIVEL BAJO (1) – M: NIVEL MEDIO (2) A: NIVEL ALTO (3)

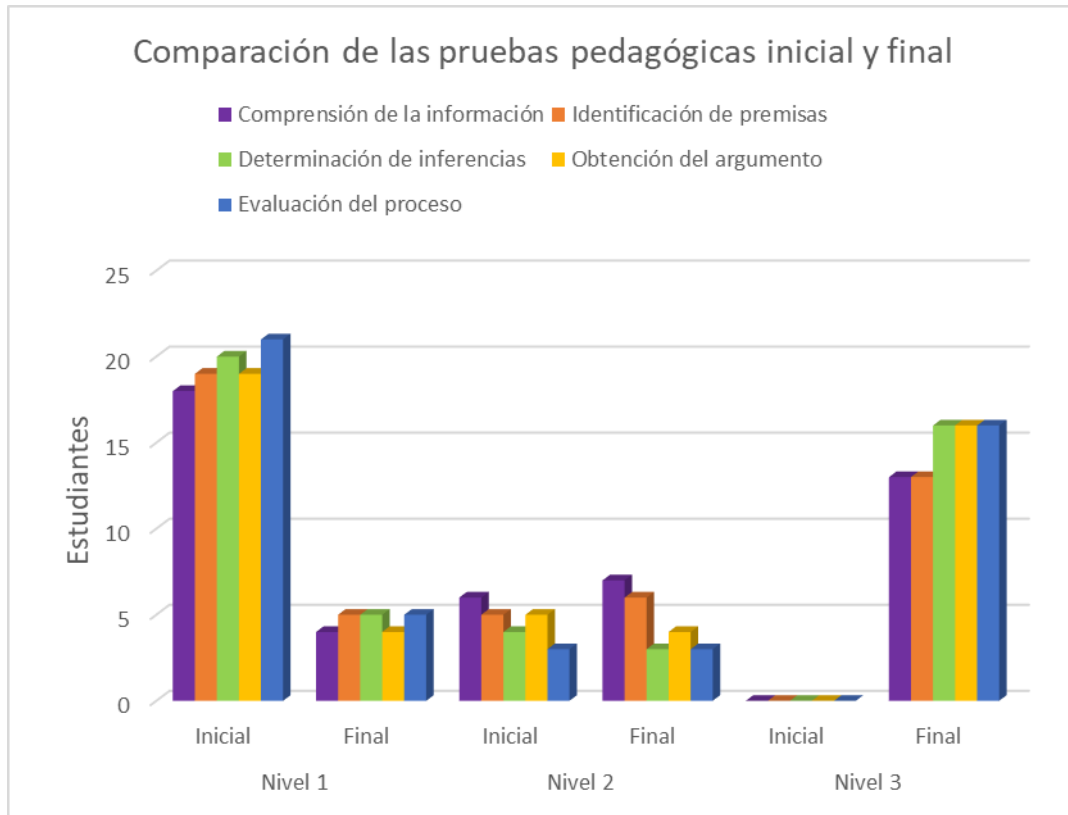
Nro. de estudiantes	Indicadores					Nivel
	1	2	3	4	5	
1	3	3	3	3	3	3
2	2	2	2	3	3	2
3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3
6	3	3	3	3	3	3
7	2	2	3	2	3	2
8	3	3	3	3	3	3
9	3	3	3	3	2	3
10	2	3	3	3	3	3
11	3	3	3	3	3	3
12	3	3	2	2	2	2
13	3	3	3	3	3	3
14	3	2	3	3	3	3
15	2	2	3	2	2	2
16	2	1	1	1	1	1
17	1	1	1	2	1	1
18	3	2	3	3	3	3
19	2	2	3	3	3	3
20	1	1	1	1	1	1
21	3	3	2	3	3	3
22	1	1	1	1	1	1

23	1	1	1	1	1	1
24	2	3	3	3	3	3

Anexo 25



Anexo 26

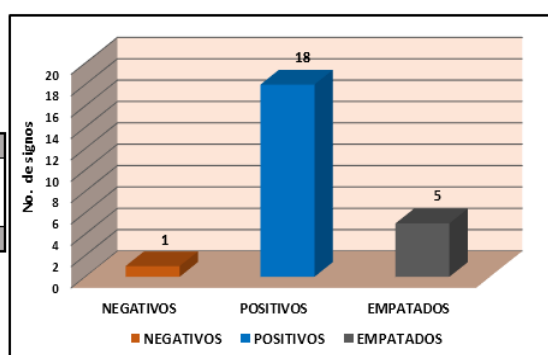


Anexo 27 Datos de la prueba no paramétrica de los signos para dos muestras pareadas

1-Nivel Bajo 2-Nivel Medio 3-Nivel Alto

Nro. de estudiantes	NIVEL DE LA DIMENSIÓN			
	P.P.Inicial	P.P.Final	Diferencias	SIGNO
1	2	3	-1	+
2	2	2	0	
3	2	3	-1	+
4	1	3	-2	+
5	1	3	-2	+
6	1	3	-2	+
7	1	2	-1	+
8	1	3	-2	+
9	1	3	-2	+
10	1	3	-2	+
11	1	3	-2	+
12	1	2	-1	+
13	1	3	-2	+
14	1	3	-2	+
15	1	2	-1	+
16	2	1	1	-
17	1	1	0	
18	1	3	-2	+
19	2	3	-1	+
20	1	1	0	
21	1	3	-2	+
22	1	1	0	
23	1	1	0	
24	1	3	-2	+

SIGNOS	
NEGATIVOS	1
POSITIVOS	18
EMPATADOS	5
TOTAL	24



HIPÓTESIS Y REGLA DE DECISIÓN DE LA PRUEBA DE LOS SIGNOS PARA DOS MUESTRAS PAREADAS
 Siendo X=Nivel de la Prueba Pedagógica Inicial y Y= Nivel de la Prueba Pedagógica Final, y donde M se refiere al valor de la mediana. La prueba de los signos prueba las siguientes hipótesis.

H_0 : $M_X = M_Y$ (El Nivel de la Prueba Pedagógica Inicial (X) es igual al Nivel de la Prueba Pedagógica Final (Y), o lo que es lo mismo: no hubo cambios significativos de la Prueba Pedagógica Inicial a la Prueba Pedagógica Final).

H_1 : $M_X \neq M_Y$ (El Nivel de la Prueba Pedagógica Inicial (X) no es igual al Nivel de la Prueba Pedagógica Final (Y), o lo que es lo mismo: sí hubo cambios significativos de la Prueba Pedagógica Inicial a la Prueba Pedagógica Final).

La Regla de Decisión de esta prueba indica que se rechaza la hipótesis nula (H_0) cuando la probabilidad de obtener signos positivos, es menor o igual que el nivel de significación α , (es decir, cuando $P(X \geq Z) \leq \alpha$, siendo Z el número de signos positivos).

CÁLCULO DE LA PRUEBA DE LOS SIGNOS PARA DOS MUESTRAS PAREADAS EN SPSS EN LA VERSIÓN 22.0

TABLA DE FRECUENCIAS DE LOS SIGNOS

		N
NIVEL DE PRUEBA PED. FINAL -	Diferencias negativas ^a	1
NIVEL DE PRUEBA PED. INICIAL	Diferencias positivas ^b	18
	Empates ^c	5
	Total	24

a. NIVEL DE PRUEBA PED. FINAL < NIVEL DE PRUEBA PED. INICIAL

b. NIVEL DE PRUEBA PED. FINAL > NIVEL DE PRUEBA PED. INICIAL

c. NIVEL DE PRUEBA PED. FINAL = NIVEL DE PRUEBA PED. INICIAL

RESULTADOS DE LA PRUEBA

	NIVEL DE PRUEBA PED. FINAL - NIVEL DE PRUEBA PED. INICIAL
Significación exacta (bilateral)	.000 ^b
Significación exacta (unilateral)	.000
Probabilidad en el punto	.000

a. Prueba de los signos

b. Distribución binomial utilizada.

En este caso se rechaza H_0 con un nivel de significación α (prefijado en 0.05 ($\alpha=0.05$)), porque siendo $Z=18$, entonces la $P(X \geq 18) = 0.00 < 0.05$, lo que implica la pertinencia de aceptar la hipótesis alternativa H_1 , es decir, que sí hubo cambios significativos de la prueba pedagógica inicial a la prueba pedagógica final, por lo que se puede concluir que el nivel de razonamiento deductivo de los estudiantes después de aplicada la estrategia didáctica fue mejor respecto a su etapa inicial, se puede constatar que con la aplicación de la estrategia didáctica se favorece la formación del razonamiento deductivo a partir de la resolución de problemas químicos cuantitativos en la asignatura Química General y Analítica, por lo tanto se infiere que la estrategia didáctica propuesta y después aplicada resulta efectiva.

Anexo 28 Entrevista grupal efectuada a los estudiantes que emplearon la estrategia didáctica propuesta.

Objetivo: constatar las opiniones de los estudiantes acerca de la efectividad de la estrategia didáctica propuesta y que fue empleada en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.

Aspectos a desarrollar en la entrevista:

1. Empleo de la estrategia didáctica.
2. Logros de la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.
3. Dificultades de la estrategia didáctica en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la asignatura Química General y Analítica.
4. Recomendaciones.