

**LA METACOGNICIÓN UN ESTUDIO A PARTIR DEL FENÓMENO DE  
FUSIÓN DEL ALCOHOL: EL CASO DE UNA INNOVACIÓN EN EL AULA  
MEDIANTE LA APROXIMACIÓN A LAS INQUIETUDES DE LOS NIÑOS Y  
NIÑAS DEL SEXTO GRADO**

**CAROLINA HERNANDEZ LEGUIZAMON**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACION  
MAESTRIA EN EDUCACION CON ENFASIS EN CIENCIA Y  
TECNOLOGIA  
MODALIDAD PROFUNDIZACION  
BOGOTÁ D. C.  
2.017**

**LA METACOGNICIÓN UN ESTUDIO A PARTIR DEL FENÓMENO DE  
FUSIÓN DEL ALCOHOL: EL CASO DE UNA INNOVACIÓN EN EL AULA  
MEDIANTE LA APROXIMACIÓN A LAS INQUIETUDES DE LOS NIÑOS Y  
NIÑAS DEL SEXTO GRADO**

**CAROLINA HERNÁNDEZ LEGUIZAMÓN**  
**Trabajo de investigación para optar el título de**  
**MAGISTER EN EDUCACIÓN**

**DIRECTORAS**  
**DRA. ADELA MOLINA ANDRADE**  
**MGS. NADENKA MELO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACION**  
**MAESTRIA EN EDUCACION CON ENFASIS EN CIENCIA Y**  
**TECNOLOGIA**  
**MODALIDAD INVESTIGACION**  
**BOGOTÁ D. C.**  
**2.017**

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
INTRODUCCION	11
1. ANTECEDENTES Y REFERENTES TEORICOS	13
1.1 Antecedentes	13
1.2. Metacognición	19
1.3. Actividades Totalidad Abierta (ATA's)	25
1.3.1 Formato de clase	26
1.3.2 Etapas de organización de las ATA's	28
1.4. Comunidades de práctica	29
1.5 Proyecciones para el desarrollo de la actividad de aula	31
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS	33
2.1 Enfoque metodológico investigativo	33
2.2 Enfoque metodológico didáctico	35
2.3 Comunidad de práctica (CP)	36
2.4 Población y contexto	37
2.4. Fases del proceso investigativo	37
2-5. Fases del proceso didáctico	38
2.5.1 Diseño, ajuste y retroalimentación de la propuesta en la CP	38
2.6 Relaciones proceso investigativo y proceso didáctico	42
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	43
3.1 Actividad de aula	43

3.1.1 Punto de partida de la actividad	43
3.1.2 Generalización del interés	48
3.1.3 Aproximación discursiva	59
3.1.4 Habilidades metodológicas	62
3.1.5 Metacognición	66
4. CONCLUSIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	76
ANEXOS	80

#### **LISTADO DE FIGURAS**

Figura 1 Organización de la clase en torno a las ATA's	27
Figura 2 Estructura de trabajo en las ATA's	29
Figura 3 Componentes de una Comunidad de Práctica	30
Figura 4 Organización de la clase en torno a inquietudes e intereses	35
Figura 5 Actividad de inicio. Inquietudes e intereses de los estudiantes	39
Figura 6 Generalización del interés	40
Figura 7 Concentración de las soluciones	55
Figura 8 Explicación sobre cómo obtener porcentajes	61

#### **LISTADO DE TABLAS**

Tabla 1 Operaciones mentales desarrolladas en reflexión distanciada	22
Tabla 2 Diseño de la propuesta de aula	41
Tabla 3 Categorías de análisis	42
Tabla 4 Explicaciones tipo causa y efecto	44
Tabla 5 Explicación desde propiedades de las sustancias	45
Tabla 6 Habilidades metodológicas	45
Tabla 7 Variables observadas	46
Tabla 8 Explicaciones actividad de inicio	47
Tabla 9 Explicaciones del congelamiento	49

Tabla 10 Problematización .....	50
Tabla 11 Composición del alcohol .....	51
Tabla 12 problematización.....	52
Tabla 13 Concentración del alcohol .....	52
Tabla 14 Porcentaje de alcohol .....	53
Tabla 15 Concentración vs Porcentaje.....	55
Tabla 16. Generalizaciones concentración de sustancias .....	56
Tabla 17 Ideas de los estudiantes, generalización del interés.....	58
Tabla 18 Ideas para preparar un alcohol de diferentes concentraciones.....	59
Tabla 19 Ideas presentadas a los estudiantes .....	60
Tabla 20 Confrontaciones frente a la concentración del alcohol.....	61
Tabla 21 Generalización sobre cómo obtener porcentajes .....	62
Tabla 22 Explicaciones sobre concentración vs cantidad de sustancia .....	63
Tabla 23 Diferencias entre porcentaje y cantidad total de sustancia .....	63
Tabla 24 Acercamiento metodológico de los estudiantes.....	64
Tabla 25 Definiciones construidas por los estudiantes.....	65
Tabla 26 Entrevista 1 .....	67
Tabla 27 Entrevista 2 .....	68
Tabla 28 Entrevista 3 .....	70
Tabla 29 Entrevista 4 .....	71

# **LA METACOGNICIÓN UN ESTUDIO A PARTIR DEL FENÓMENO DE FUSIÓN DEL ALCOHOL: EL CASO DE UNA INNOVACIÓN EN EL AULA MEDIANTE LA APROXIMACIÓN A LAS INQUIETUDES DE LOS NIÑOS Y NIÑAS DEL SEXTO GRADO**

## **RESUMEN**

La innovación parte de la necesidad de plantear estrategias didácticas que posibiliten en los estudiantes procesos de reflexión sobre la forma como construyen el conocimiento a partir de sus primeras explicaciones, el aumento de su motivación por aprender y mejorar su desempeño en la clase de ciencias naturales. De esta manera, se busca desarrollar procesos metacognitivos al interior de la clase de ciencias naturales, a partir de las actividades que partan de los intereses e inquietudes de los estudiantes de grado sexto de una Institución pública de la ciudad de Bogotá. En esta actividad participaron 23 niños y 18 niñas con edades comprendidas entre los 11 y los 15 años, pertenecientes a niveles socioeconómicos 1 y 2. La actividad se desarrolló durante 2 meses al interior de las clases de ciencias naturales, con encuentros semanales de 3 horas.

La innovación contempla varias fases: (a) diseño, ajuste y retroalimentación de la propuesta en una comunidad de práctica compuesta por tres profesores de aula (que realizan innovaciones en el aula, estudiantes de la maestría, dos profesoras del programa de la maestría); (b) desarrollo de la actividad en el aula y (c) reconstrucción de las actividades de innovación realizadas; (d) análisis y conclusiones.

En cuanto a los antecedentes y referentes teóricos, se reconoce la relación entre metacognición y desarrollo de habilidades de pensamiento y metodológicas importantes para la enseñanza de las ciencias naturales, así como la existencia de diversas dimensiones metacognitivas, que abarcan además de la cognición, el carácter afectivo y motivacional. (Klimenko & Alvares, 2009).

El enfoque metodológico es de carácter cualitativo que permite reconstruir y analizar las

discusiones e interacciones presentadas en el aula de clase, mediante la recolección de información a partir de grabaciones, diarios de campo del docente, escritos y entrevistas a los estudiantes. El enfoque didáctico centrado en las ATA's, permite establecer las siguientes etapas de intervención en el aula: (a) establecimiento de intereses e inquietudes de los estudiantes; (b) generalización del interés, donde se busca concretar un problema de estudio y (c) la aproximación discursiva, donde se plantean las posibles maneras de abordar el problema y dar solución a las preguntas planteadas.

Dentro de los resultados obtenidos, los estudiantes a nivel metacognitivo evidenciaron sus propias dificultades para acercarse a la situación planteada; identificaron por ejemplo, la facilidad que tienen para representar sus ideas a través de dibujos y desde el lenguaje hablado, pero también la dificultad que tienen para hacerlo de manera escrita; de igual forma, fueron evidentes los momentos de reflexión distanciada, donde ellos a partir de sus propios cuestionamientos, replantearon y dieron solución a sus propias inquietudes, permitiendo una mayor comprensión del fenómeno propuesto. Las generalizaciones sobre los conceptos trabajados, fueron producto de las deducciones y del análisis de las situaciones permitiendo a los estudiantes superar las ideas centradas en la percepción, pasando a explicaciones desde las propiedades de los objetos. Se evidenció mayor precisión en habilidades como la observación, la toma de datos y la medición, abandonando el nominalismo en las ideas y en las respuestas aprendidas.

A nivel metodológico, se reconoció la importancia de la generación de preguntas para llevar a los estudiantes a procesos de des-inmersión, que favorecen las confrontaciones de carácter intra e interindividual. Se resalta de igual manera mayor participación de los estudiantes y seguridad en sus intervenciones, evidenciando la importancia del aspecto motivacional en el aula y la necesidad de generar ambientes de confianza y seguridad, mediados por la escucha, el respeto por el otro y la negociación.

**PALABRAS CLAVE:** Metacognición, enseñanza de las ciencias, reflexión distanciada, ATA'S, habilidades metodológicas

**METACOGNITION A STUDY FROM THE FUSION ALCOHOL PHENOMENON:  
THE CASE OF INNOVATION IN THE CLASSROOM BY APPROXIMATING  
THE CONCERNS OF SIXTH GRADE CHILDREN**

**ABSTRACT**

The innovation starts from the need to propose didactic strategies that allow students to reflect on how they construct knowledge from their first explanations, increase their motivation to learn and improve their performance in the natural science class. In this way, it is sought to develop metacognitive processes within the natural science class, based on the activities that arise from the interests and concerns of sixth grade students of a public institution in the city of Bogota. This activity involved 23 children and 18 girls aged between 11 and 15 years, belonging to socio-economic levels 1 and 2. The activity was developed for 2 months to the interior of the kinds of natural sciences, with weekly meetings of 3 hours.

The innovation involves several phases: (a) design, adjustment and feedback of the proposal in a community of practice composed of three classroom teachers (who make innovations in the classroom, students of the masters, two teachers of the masters program); (B) development of classroom activity and (c) reconstruction of the innovation activities carried out; (D) analysis and conclusions.

Regarding the background and theoretical references, the relationship between metacognition and development of thinking and methodological skills important for the teaching of the natural sciences is recognized, as well as the existence of various metacognitive dimensions, which include, in addition to cognition, Affective and motivational. (Klimenko and Alvares, 2009).

The methodological approach is a qualitative one that allows the reconstruction and analysis of the discussions and interactions presented in the classroom, through the collection of information from recordings, teachers' field journals, writings and interviews

with students. The didactic approach centered on ATAs, allows to establish the following stages of intervention in the classroom: (a) establishing interests and concerns of the students; (b) generalization of interest, where a problem of study is sought, and (c) the discursive approach, where possible ways of approaching the problem and solving the questions are presented.

Within the results obtained, the students at metacognitive level evidenced their own difficulties to approach the presented situation; They identified, for example, the ease they have to represent their ideas through drawings and spoken language, but also the difficulty they have to do it in writing; In the same way, the moments of distanced reflection were evident, where they, based on their own questions, rethought and solved their own concerns, allowing a greater understanding of the proposed phenomenon.

Generalizations about the concepts worked were the result of deductions and analysis of situations allowing students to overcome ideas centered on perception, passing to explanations from the properties of objects. Greater precision was evidenced in skills such as observation, data collection and measurement, abandoning nominalism in ideas and responses learned.

At the methodological level, it was recognized the importance of the generation of questions to take the students to processes of immersion, that favor the confrontations of intra and interindividual character. Students' participation and safety in their interventions are also highlighted, highlighting the importance of the motivational aspect in the classroom and the need to create environments of trust and security, mediated by listening, respect for the other and negotiation.

**Key words:** Metacognition, science teaching, distance reflection, ATA'S, methodological skills.

# **A METACOGNICIÓN UM ESTUDO A PARTIR DO FENÓMENO DE FUSÃO DO ÁLCOOL: O CASO DE UMA INOVAÇÃO NO SALA MEDIANTE A APROXIMAÇÃO ÀS INQUIETUDES DOS MENINOS E MENINAS DO SEXTO GRAU**

## **RESUMO**

A inovação parte da necessidade de propor estratégias didáticas que possibilitem nos estudantes processos de reflexão sobre a forma como constroem o conhecimento a partir de suas primeiras explicações, o aumento de sua motivação por aprender e melhorar seu desempenho na classe de ciências naturais. Desta maneira, procura-se desenvolver processos metacognitivos ao interior da classe de ciências naturais, a partir das actividades que partam dos interesses e inquietudes dos estudantes de grau sexto de uma Instituição pública da cidade de Bogotá. Nesta actividade participaram 23 meninos e 18 meninas com idades compreendidas entre os 11 e os 15 anos, pertencentes a níveis socioeconómicos 1 e 2. A actividade desenvolveu-se durante 2 meses ao interior das classes de ciências naturais, com encontros semanais de 3 hora.

A inovação contempla várias fases: (a) desenho, ajuste e retroalimentação da proposta numa comunidade de prática composta por três professores de sala (que realizam inovações no sala, estudantes da maestría, duas professoras do programa da maestría); (b) desenvolvimento da actividade no sala e (c) a aproximação discursiva, onde se propõem as possíveis maneiras de abordar o problema e dar solução às perguntas propostas.

Quanto aos antecedentes e referentes teóricos, reconhece-se a relação entre metacognición e desenvolvimento de habilidades de pensamento e metodológicas importantes para o ensino das ciências naturais, bem como a existência de diversas dimensões metacognitivas, que abarcam além da cognición, o carácter afectivo e motivacional.

O enfoque metodológico é de carácter qualitativo que permite reconstruir e analisar as discussões e interações apresentadas no sala de classe, mediante a coleta de informação a partir de gravações, diários de campo do docente, escritos e entrevistas aos estudantes. O enfoque didático centrado em ATA-AS's, permite estabelecer as seguintes etapas de intervenção no sala: (a) estabelecimento de interesses e inquietudes dos estudantes; (b) generalização do interesse, onde se procura especificar um problema de estudo e (c) a aproximação discursiva, onde se propõem as possíveis maneiras de abordar o problema e dar solução às perguntas propostas. Dentro dos resultados obtidos, os estudantes a nível metacognitivo evidenciaram suas próprias dificuldades para acerrar à situação proposta; identificaram por exemplo, a facilidade que têm para representar suas ideias através de desenhos e desde a linguagem falada, mas também a dificuldade que têm para o fazer de maneira escrita; de igual forma, foram evidentes os momentos de reflexão distanciada, onde eles a partir de seus próprios questionamentos, repensaram e deram solução a suas próprias inquietudes, permitindo um maior entendimento do fenómeno proposto.

As generalizações sobre os conceitos trabalhados, foram produto das deduções e da análise das situações permitindo aos estudantes superar as ideias centradas na percepção, passando a explicações desde as propriedades dos objetos. Se evidenció maior precisão em habilidades como a observação, a tomada de dados e a medida, abandonando o nominalismo nas ideias e nas respostas aprendidas.

A nível metodológico, reconheceu-se a importância da geração de perguntas para levar aos estudantes a processos de des-immersão, que favorecem as confrontaciones de carácter intra e interindividual. Realça-se do mesmo modo maior participação dos estudantes e segurança em suas intervenções, evidenciando a importância do aspecto motivacional no sala e a necessidade de gerar ambientes de confiança e segurança, mediados por escuta-a, o respeito pelo outro e a negociação

**Palavras chave:** Metacognición, ensino das ciências, reflexão distanciada, ATA'S, habilidades metodológicas

## INTRODUCCION

En la actual enseñanza de las ciencias naturales, los docentes se enfrentan al hecho que los estudiantes presenten dificultades para aprender no solo los conceptos propios del área, sino también, como lo afirma Pozo (1998), en el uso de estrategias de razonamiento y solución de problemas propias de la ciencia escolar. En muchos casos, aun cuando los estudiantes logran adquirir las destrezas y habilidades que se requieren, no entienden lo que hacen, al centrarse sólo en los resultados y no en el análisis de cómo construyen su conocimiento, situación que puede darse en parte porque habilidades como formular preguntas, hacer sus propias hipótesis, plantear soluciones y reflexionar sobre la forma como aprende, no son fomentadas en la clase, lo que genera, escaso control metacognitivo en los estudiantes.

Como lo afirman Astolfi, Peterfalv, & Verin (1991) se hace necesario el desarrollo de acciones en las que los estudiantes sean llevados a pensar sobre su propios procedimientos o actividades intelectuales, acciones que, para los autores, deben estar dirigidas principalmente a “la creación de situaciones que inciten a los alumnos a reexaminar sus métodos y productos, activando el proceso metacognitivo que de esta manera se genera” (pág.179). Dichas situaciones deben estar acompañadas de dispositivos didácticos que permitan no solo seleccionar, organizar y secuenciar contenidos, sino además, incluir el planteamiento y resolución de problemas, donde el estudiante ponga en juego sus saberes, habilidades y destrezas no solo cognitivas, sino también sociales, que le permitan ser críticos y reflexivos, rescatando el papel activo del estudiante y del docente como facilitador del cambio conceptual en los estudiantes a partir de la concertación de estrategias de trabajo en el aula. (Perea & Manrique, 2012).

De esta manera, este trabajo se justifica por la necesidad de plantear estrategias didácticas que centren la enseñanza de la ciencia en el papel activo del estudiante y en la posibilidad de llevarlo a la reflexión sobre sus procesos en la construcción de

conocimiento y desarrollo de habilidades en actividades experimentales, desde el reconocimiento de sus intereses e inquietudes, como punto de partida de las ATA's (Actividad Totalidad Abiertas).

A partir de estas ideas, la innovación se plantea la siguiente pregunta de investigación:

- *¿Cómo desarrollar procesos metacognitivos en el aula de ciencias naturales, que contribuyan al entendimiento de un concepto como el punto de fusión a partir de actividades de clase que partan de los intereses e inquietudes de los estudiantes?*

Y para su aproximación se formulan las siguientes preguntas secundarias:

- ¿Qué ideas tienen los niños frente a la fusión del alcohol?
- ¿Cuáles elementos del discurso de los estudiantes, permiten observar procesos metacognitivos?
- ¿Cuál es la importancia que pueden tener las Atas para fortalecer procesos metacognitivos en la clase de ciencias naturales?

Cómo objetivo general se propone:

- Contribuir al desarrollo de procesos metacognitivos en estudiantes de grado sexto, partiendo de actividades de aula que reconozcan sus intereses e inquietudes.

Y cómo objetivos específicos:

- Identificar intereses e inquietudes de los estudiantes frente a la situación problema planteada.
- Reconocer los elementos importantes de las ATA's que favorezcan el aprendizaje de la ciencia.
- Socializar los resultados obtenidos a la comunidad educativa y grupo de investigación Interculturalidad, Ciencia y Tecnología (INTERCITEC).

## **1. ANTECEDENTES Y REFERENTES TEORICOS**

En este capítulo se presentan las bases teóricas y antecedentes del trabajo, así se realiza un recorrido por las reflexiones y perspectivas teóricas que soportan el trabajo, para luego hacer un acercamiento a algunos antecedentes de investigaciones sobre metacognición, identificando las diferentes concepciones que se tienen sobre este término y sobre la aplicación de estrategias didácticas empleadas para la implementación de la actividad en el aula de ciencias naturales. Igualmente, con respecto a la alternativa de trabajo en el aula (ATA's), se realiza un seguimiento a algunas experiencias de aula, identificando los aspectos fundamentales de esta metodología y su posible relación con el desarrollo de procesos metacognitivos.

A nivel conceptual se hace un recorrido por el concepto de metacognición identificando los fundamentos teóricos desde donde se puede relacionar con la enseñanza de las ciencias naturales; una conceptualización de las ATA's, sobre los aspectos que orientaron el trabajo de aula y una conceptualización de las comunidades de práctica para contextualizar el grupo de trabajo en el cual se presentó, conceptualizó y se retroalimentó la actividad. Finalmente, se concluye sobre la relevancia de los antecedentes y referenciales teóricos en la implementación de la actividad de aula.

### **1.1 Antecedentes**

La revisión se realizó a diferentes trabajos encaminados a la evaluación de procesos metacognitivos en el aula de ciencias tanto en docentes como en estudiantes y el desarrollo de dichos procesos.

Entre las propuestas se reconocen estrategias para desarrollar habilidades metacognitivas en la clase de ciencias, donde autores como González (2014) establece la planificación, autorregulación y autoevaluación como estrategias metacognitivas que pueden mejorar el aprendizaje. Se propone el desarrollo de técnicas específicas como el subrayado de palabras desconocidas, lectura crítica, experimentación, auto-cuestionarios, resolución de problemas y la construcción de mapas conceptuales, para alcanzar desarrollos metacognitivos en los estudiantes. En su trabajo, concluye la importancia de las metodologías innovadoras el desarrollo metacognitivo, frente a metodologías tradicionales.

Ribeiro & Neto (2008) presentan una propuesta de aula con estudiantes de grado séptimo, que favorezcan el éxito en el aprendizaje a partir del desarrollo metacognitivo, definiéndolo como la reflexión y control que hace el sujeto sobre la construcción de su conocimiento. Para los autores, el aprendizaje está mediado por factores individuales como la motivación, el lenguaje, el desarrollo cognitivo y los recursos metacognitivos, pero de igual manera, se comunica con factores externos, como el diálogo con el otro y la cooperación, que permiten enseñarse y orientar su desarrollo. En la propuesta metodológica, aplican varios test y escalas Likert encaminadas hacia evaluar aptitudes cognitivas y afectivas y actividades de aula encaminadas a la lectura e interpretación de la información, identificación de ideas principales, y organizar los conocimientos adquiridos. Los estudiantes con la aplicación de la estrategia mejoraron el manejo de dichas habilidades.

Rodríguez & Zapata (2001), proponen la aplicación de una estrategia de intervención en el aula de bioquímica, basada en la resolución de problemas, ya que, como estrategia metodológica, favorece el desarrollo de habilidades de pensamiento. Se reconoce la importancia de presentar situaciones problemas que no tengan una solución inmediata y lleven a la selección de diversas estrategias de solución. En la alternativa de resolución de problemas es importante para el estudiante no solo el desarrollo de conceptos, sino el identificar el cómo y cuándo aplicar los conocimientos. En la investigación, trabajaron

habilidades como la definición del problema, definición de la estrategia para resolverlo, representación mental del problema, la distribución de recursos y la supervisión de soluciones. Se evidencia con la aplicación del diseño cognitivo, mejora en los estudiantes, el conocimiento de las habilidades necesarias en la resolución de problemas y su aplicación en diversas situaciones.

En una línea más instruccional, Barbieri, Parolo, & Chrobak (2004), plantean la aplicación de modelos de instrucción que lleven a los estudiantes a descubrir por sí mismos estrategias metacognitivas, que le permitan actuar de mejor manera en situaciones problemas. La investigación recoge los fundamentos del aprendizaje significativo y reconoce los mapas conceptuales y la UVE heurística como herramientas que permiten al docente reconocer la manera como los estudiantes entienden un tema y relacionan los diferentes conceptos. A los estudiantes les permite reconocer diferentes formas de estudiar y aprender sobre un tema. Finalmente, para los autores es importante que el desarrollo de procesos metacognitivos, se haga dentro de las propias clases, a partir de las temáticas propuestas y no como cursos independientes.

Lucio (2001) en su tesis doctoral, genera una propuesta de formación docente centrada en la metacognición y autorreflexión como estrategia que permite cambiar sus concepciones y acciones en el aula y contribuye a motivar el aprendizaje de sus estudiantes. La propuesta parte del reconocimiento de las concepciones, creencias y prácticas de cada docente, enfocada hacia la reflexión sobre cómo estas determinan su práctica y el diálogo a partir de lecturas que evidenciaban modelos diferentes de actuación en el aula. A través de cuestionarios, planteamiento de problemas, elaboración de mapas conceptuales, resúmenes, V heurísticas y la escritura de reflexiones personales, se llevó a los docentes a generar procesos metacognitivos. Posteriormente desarrollaron una unidad didáctica, que aplicaron con sus estudiantes, la cual fue grabada para que cada docente la observara y generara de manera reflexiva, juicios críticos sobre su actuar y así propusiera estrategias para mejorar errores. La investigación mostró que a través de la reflexión y la metacognición, los docentes relacionaron cambios en la manera como entienden la enseñanza de las ciencias.

A nivel teórico, Campanario (2000) reconoce que no existen instrumentos de medición de las estrategias metacognitivas en los estudiantes y presenta la necesidad de generar algunas propuestas orientadas a fomentar procesos metacognitivos para aprender ciencias. El autor identifica que las estrategias en el aula, pueden enfocarse a trabajar sobre los conocimientos que posee el estudiante, relacionado con sus ideas previas o hacia los procesos cognitivos que se relacionan con estrategias de pensamiento y de aprendizaje. De igual manera, considera que en aula la metacognición puede desarrollarse desde una instrucción directa, encaminada específicamente a la enseñanza de estrategias de pensamiento, sin tener en cuenta los contenidos disciplinares o a partir de estrategias incidentales que se dan junto a los contenidos de la asignatura. Como acciones en el aula, se insiste en la importancia de problematizar los conocimientos científicos, con el fin de plantear cuestionamiento que puedan solucionarse con los conceptos adquiridos.

Se propone también trabajar desde problemas cotidianos, que lleven a los estudiantes a tomar conciencia de que generalmente los fenómenos se explican de manera superficial, sin cuestionar las palabras o ideas que se expresan, logrando mostrar la aplicabilidad del conocimiento científico, generando mayor motivación y actitud activa hacia la ciencia. Frente a la evaluación, el autor menciona que ésta debe permitir al estudiante explicitar sus ideas, ver sus avances y tomar conciencia de lo que sabe; para tal fin, plantea situaciones como el análisis de respuestas anteriores, corrección de textos con errores intencionales, la aplicación de conocimientos a otras situaciones, resolución de problemas, actividades predecir-observar-explicar y el uso de técnicas como mapas conceptuales, diagramas v, uso de la bibliografía, diarios, auto-cuestionarios.

Astolfi et al. (1991). plantean el desarrollo de procesos metacognitivos en el aprendizaje de las ciencias naturales, específicamente en lo referente a las habilidades metodológicas. Desde sus planteamientos proponen actividades de aula donde se genere en los estudiantes procesos de reflexión distanciada, esto es, observar su actuar en las diversas actividades planteadas y preguntarse por la eficacia de las mismas en los objetivos

propuestos. Para los autores, llevar a un estudiante a reexaminar sus métodos y evaluar sus productos, activa el proceso metacognitivo y puede llevarlos aprendizajes metodológicos en ciencias naturales.

En cuanto a las Actividades Totalidad Abierta (ATA's), en el trabajo de aula “Una mirada desde la homeóstasis para comprender la dinámica de la vida”<sup>1</sup> se buscó generar estrategias de aula que rompieran con las prácticas cotidianas del aula, que para las autoras, generan una ruptura entre la cotidianidad de los estudiantes, promoviendo actitudes pasivas frente al conocimiento y poca responsabilidad con los entornos sociales y naturales. La propuesta centrada en el concepto de “Homeóstasis”, utiliza las ATA's como estrategia metodológica, que permitió:

*[...]articular los conocimientos que traía el alumno, seleccionar temas a tratar y determinar su profundidad para que se correspondiera con el desarrollo intelectual del estudiante, así como delimitar los temas o problemas que fueron abordados en clase de acuerdo con el interés de los estudiantes” (Amarillo et al., 2003 pág. 3)*

Para las autoras, las actividades centradas en el estudio de los humedales cercanos a las instituciones, generaron nuevas formas en la relación de los estudiantes con los conocimientos, los cuales permiten resolver sus interrogantes. Se desarrollaron también, nuevas formas de relación entre compañeros, donde escuchar al otro, debatir, contrastar ideas, transformaron su relación con el otro.

En otra propuesta de aula, Caro (2011), busca organizar la clase de física en torno a las ATA's, con el fin de proporcionar situaciones problemáticas, donde los

---

<sup>1</sup> Innovación realizada en cuatro instituciones públicas de Bogotá, en el marco de un programa de formación permanente de docentes (PFPD), ofrecido por la Escuela Pedagógica Experimental en el año 1998

estudiantes puedan explorar, descubrir, discutir y construir significativamente algunos conceptos desde la física.

Se utiliza como estrategia lúdica el “teatro de aula”, donde los estudiantes como protagonistas y autores, dejan ver sus intereses y opiniones. A través de la obra *“Galileo Galilei, 400 años después de la conquista...del universo”* se ponen en juego las preguntas, intereses, explicaciones, argumentos e información científica de los estudiantes, en torno a temáticas propias de la física. A partir de la implementación de la estrategia, el autor considera que las ATA’s representan un valioso aporte metodológico, de diseño curricular y de enseñanza de las ciencias.

A partir de la revisión de antecedentes, se puede concluir lo siguiente:

- La enseñanza de las estrategias metacognitivas en el aula de clase puede desarrollarse desde procesos de instrumentalización, donde se enseñan actividades puntuales que llevan al logro de una tarea específica o desde procesos que partan del pensamiento del estudiante, donde la reflexión le permite tomar conciencia de su propio conocimiento, cuestionarlo y tomar decisiones frente a su actuar.
- Al no existir instrumentos de medición de las estrategias metacognitivas, la actuación del estudiante en el aula, sus reflexiones, intervenciones, estrategias de resolución de problemas, permiten evaluar sus procesos metacognitivos.
- En las actividades de aula, se propone partir de las ideas de los estudiantes, presentar situaciones o problemas cotidianos que motiven a los estudiantes y permitan aplicar conocimientos científicos. De esta manera, metodologías como la resolución de problemas, la investigación dirigida y las mismas ATA’s que se centran en el estudiante, pueden favorecer el desarrollo de procesos metacognitivos en el aula de ciencias, fuertemente vinculados con aspectos afectivos y sociales.

## 1.2. Metacognición

El concepto de metacognición fue descrito inicialmente por Flavell (1971), como el “conocimiento” que tiene un sujeto de sus propios productos y procesos cognitivos en cuanto al reconocimiento de las habilidades cognitivas que posee y al control o uso que hace de éstas en la resolución de problemas.

Para Klimenko & Alvares, (2009) la metacognición recoge todas aquellas “habilidades cognitivas” que le permiten al estudiante reflexionar sobre su propio aprendizaje, mediadas por la dimensión afectivo-motivacional que incluye los aspectos emocionales presentes en el estudiante y que lo acercan de determinada manera al conocimiento, por los ambientes de aprendizaje que posibiliten el diálogo, la reflexión, la discusión y puesta en común de puntos de vista.

Martí, (1995) hace una revisión teórica del concepto resaltando que la “metodología” puede referirse a dos aspectos: El conocimiento sobre los procesos cognitivos que encierra el “saber que...” dirigido no solo hacia datos y conceptos, sino también hacia las metodologías y estrategias empleadas para acceder a la información, y la regulación del proceso cognitivo, que se refiere al aspecto “procedimental” del conocimiento y abarca el “saber cómo...” donde se incluyen las habilidades necesarias para finalizar con éxito una tarea. Se hace necesario desde esta definición, establecer bien a qué tipo de proceso o conocimiento se hace referencia cuando se trabaja la metacognición.

Este autor presenta también una fundamentación teórica del concepto metacognición, resaltando los aportes del procesamiento de la información, Piaget y Vigotsky. A manera de conclusión, Martí (1995) menciona como puntos claves de la metacognición a la luz de los autores analizados, que se resumen en:

- Existen diferentes niveles de explicitación de los conocimientos, que pueden ir de lo

implícito a lo explícito y que no dependen necesariamente de la edad, sino que se presentan como ciclos en los que se mueve el individuo en su proceso de aprendizaje.

- Las dimensiones de construcción de conocimientos y regulación, no deberían separarse y deben permitir analizar cómo las actividades reguladoras, además de permitir al individuo una mejor actuación, (en situaciones como la resolución de problemas, por ejemplo) favorecen también la construcción de nuevos conocimientos.
- Existe una relación entre la autorregulación (que hace el propio sujeto sobre su aprendizaje) y la regulación externa, donde se incluye el contexto y las actividades o tareas que se plantean en la enseñanza. Se considera, que la interacción personal, con instrumentos culturales y didácticos favorecen los procesos metacognitivos.

Autores como Campanario & Moya, (1999) proponen la metacognición como un “objetivo” legítimo de la enseñanza, que puede fortalecerse de mejor manera en la enseñanza de las ciencias, dado el paralelismo que existe entre este concepto y muchas de las habilidades de pensamiento y metodológicas propias de la ciencia. Mencionan la implementación de programas de enseñanza que integra la metacognición como un “contenido educativo”, que centran en su mayoría en el aprendizaje a partir de textos y no orientados exclusivamente hacia el aprendizaje de las ciencias. Resaltan de igual manera, la importancia que se presta a la metacognición en propuestas didácticas enfocadas al “cambio conceptual” y el aprendizaje como investigación, pero la escasez de propuestas que desde estas metodologías se tienen para desarrollar las capacidades metacognitivas.

Klimenko & Alvares (2009) reafirman esta idea mencionando cómo la metacognición en la actualidad debe abordarse en el aula de ciencias, junto con los conocimientos previos, la actuación de los sujetos, la motivación y actitudes hacia la ciencia. En este mismo sentido, Campanario (2010) identifica la presencia de factores que deben tomarse en cuenta para favorecer dicho proceso como incluir el componente

problemático del conocimiento, la aplicabilidad de conocimientos científicos a la realidad, la inclusión de la historia de las ciencias, el desarrollo de enfoque multidisciplinares, y la evaluación como instrumento metacognitivo.

Para Tovar-Gálvez, (2008) el modelo metacognitivo en la enseñanza de las ciencias, permite articular las teorías que se centran en el proceso de aprendizaje, (relacionadas con la psicología) y las teorías que estudian los procesos de enseñanza, (descritas por la didáctica de las ciencias). En este aspecto, la metacognición contempla tres dimensiones sobre las cuales el sujeto se desenvuelve, desarrolla las tareas propuestas y construye herramientas que le permiten dirigir su propio aprendizaje, logrando la autonomía:

*a) dimensión de reflexión en la que el sujeto reconoce y evalúa sus propias estructuras cognitivas, posibilidades metodológicas, procesos, habilidades y desventajas; b) dimensión de administración durante la cual el individuo, que ya consciente de su estado, procede a conjugar esos componentes cognitivos diagnosticados con el fin de formular estrategias para dar solución a la tarea; y c) dimensión de evaluación, a través de la cual el sujeto valora la implementación de sus estrategias y el grado en el que se está logrando la meta cognitiva. (Tovar-Gálvez, 2008 pg. 3)*

En este punto es necesario mencionar cómo la reflexión es importante para tomar conciencia de la forma en que se aprende, así Astolfi et al. (1991) proponen el concepto de “reflexión distanciada” entendida “como toda situación en la cual el sujeto sea llevado a pensar, en segundo grado, sobre sus propios procedimientos o actividades intelectuales” Esta idea supone para el estudiante, pasar de la acción a niveles de verbalización sobre sus productos, logrando procesos de “des-inmersión”, donde puede desde otra mirada cuestionar su actuar y hacer reelaboraciones.

Este concepto de “reflexión distanciada”, presenta según Astolfi, (Ibíd.) dos momentos o facetas: La toma de conciencia y la regulación de la acción. En la primera, se contemplan los momentos de reflexión de los estudiantes sobre sus propios procedimientos; esta faceta es fundamental para permitir ajustes en la acción. La segunda etapa, conlleva una retroacción o reelaboración de los productos a partir de la reflexión generada, lo que supone una mayor conceptualización por parte del estudiante.

Dentro de la reflexión distanciada, se desarrollan algunas operaciones mentales, descritas de la siguiente manera en la tabla No. 1.

Operación	Definición
El juicio	Hace referencia a la validez y eficacia de la acción y los productos. Puede ser útil desde la planeación de las actividades o al finalizar las mismas, desde un punto retrospectivo.
Sinoptización	Es el proceso donde el estudiante realiza esquemas o gráficos que le ayuden a planear la acción para posteriormente regularla. Posibilita a partir de la planeación y el razonamiento una visión general de todo el proceso y no sus partes por separado
Generalización	Permite pasar a niveles más altos de abstracción, en cuanto el estudiante es capaz de relacionar y aplicar conocimientos adquiridos en diversas situaciones.
Prescripción de reglas	Es el establecimiento de reglas generales de acción que permitan automatizar un proceso donde hay poca variación, como la realización de gráficas y curvas.
Pausa Interrogativa	Se refiere a las preguntas que el estudiante se hace a sí mismo en cuanto a su acción y la pertinencia de los instrumentos o razonamientos empleados. Esta operación favorece momentos de reflexión.

*Tabla 1 Operaciones mentales desarrolladas en reflexión distanciada  
Fuente: Creación propia*

Astolfi et al (1991) reconocen que trabajar en torno al desarrollo de procesos metacognitivos, facilitando la actividad reflexiva, se convierte en una situación didáctica donde se tiene como condiciones:

- Fortalecer la producción personal de procesos en cada estudiante, que le permitan al confrontar sus ideas.
- Permitir la existencia de errores, mostrando que no hay respuestas únicas.
- Tener presente que las actividades no pueden estar por fuera de una actividad referenciada o unos contenidos escolares. Esto último como una crítica a los procesos de formación complementarios que sólo buscan desarrollar habilidades, las cuales pueden estar fuera de un contexto y no permiten que el estudiante establezca la pertinencia de su aprendizaje.
- Partir de “situaciones activantes” que permitan al estudiante movilizar el pensamiento y disparen sus procesos reflexivos.
- Posibilitar “encuentros intelectuales” entre los estudiantes, donde las convergencias o divergencias, las comparaciones y controversias, puedan llevar a procesos de des-inmersión.

Muria (1994) se refiere a la toma de conciencia como un aspecto distintivo de la metacognición y coincide con Astolfi et al. (1991) al mencionar que en el plano de acción no hay conciencia de las estrategias metacognitivas, la cual se logra en planos de conceptualización, donde dichas estrategias se integran a los esquemas conceptuales del sujeto, a partir de un momento de retroacción, en donde se ajustan las acciones iniciales y se estabiliza la reflexión. De esta manera:

*Las estrategias utilizadas inconscientemente para resolver un problema determinado se encuentran en el plano de la acción, se puede resolver el problema pero no se puede explicar cómo o que estrategias se emplearon. Aquí está actuando el mecanismo de –represión cognitiva-, el esquema de acción (empleo de estrategia) no está en la conceptualización consciente al ser incompatible con los*

*esquemas conceptuales que se tienen. Para hacerlos conscientes es necesario reorganizar o construir nuevos esquemas, esto es reconstruir en el plano de la conceptualización. Por lo tanto cuando hablamos de metacognición estamos en el plano de la conceptualización y en el de las abstracciones reflejadas, es esto es lo que permite reflexionar sobre lo que se ha hecho...* (Muria, 1994, pág. 4).

A nivel de la enseñanza de las ciencias, se debe entonces favorecer el desarrollo de los procesos mencionados anteriormente, de tal manera que las actividades de aula lleven a los estudiantes a elaborar por ellos mismos procesos metacognitivos a partir del desarrollo de situaciones activantes, que permitan tanto a estudiantes como docentes capitalizar y sistematizar las discusiones y opiniones de clase intercambiar ideas, movilizand o el pensamiento de los estudiantes.

Se puede determinar en este momento que, con la inclusión de la metacognición en la enseñanza de las ciencias, se genera una relación cercana entre los aspectos cognitivos del estudiante y la didáctica del docente, estableciendo un rol para cada quien en cada dimensión:

- Se puede entrever un proceso que aporta a que el estudiante sea autónomo en términos de aprender a aprender; y también se puede entrever un proceso en el que el docente reflexiona sobre sus conocimientos específicos de la disciplina académica, sus conocimientos pedagógico-didácticos y sobre sus epistemologías, consiguiendo aportarle a su estudiante consecuentemente y tener referentes para guiar su propia formación. (Tovar-Gálvez, 2008, pág. 5)
- El docente en este proceso, como menciona Osses & Jaramillo (2010), a partir del uso de estrategias metacognitivas de enseñanza, va dirigiendo su acción hacia la reflexión continua de sus prácticas, haciendo consciente sus propias formas de enseñanza y el valor que tiene el enseñar a aprender.

A partir de la revisión realizada hasta entonces, es posible analizar algunos de los aspectos teóricos del concepto metacognición, resaltando su relación con el constructivismo y el cognitivismo, al igual que con metodologías como la resolución de problemas, la investigación escolar y el cambio conceptual. Cobran así importancia, los ambientes de aprendizaje para favorecer los procesos metacognitivos en los estudiantes y el papel del docente en el diseño de estrategias para tal fin, al igual que el reconocimiento de sí mismo como sujeto metacognitivo.

### **1.3. Actividades Totalidad Abierta (ATA's)**

La propuesta nace en la Escuela Experimental, a partir de las reflexiones y proyectos de investigación encaminados a buscar nuevas alternativas para la enseñanza de la ciencia, que vinculen lo que se enseña, con la cotidianidad del estudiante, sus preguntas y su experiencia. (Segura, 1986)

Desde esta metodología, se propone partir de la exploración de las inquietudes e interrogantes de los estudiantes frente a algún tema o actividad. La idea de Totalidad, radica a que las problemáticas trabajadas son tratadas desde proyectos donde influyen muchos temas para su resolución y son abiertas porque permiten en su formato, la exploración libre por parte de los estudiantes.

En la planeación de las actividades desde las ATA's se considera que no es determinante el nivel cognitivo de los estudiantes, así como tampoco la complejidad de los temas, para Segura (ibid), "los problemas se tratan y enriquecen en el trabajo sobre ellos mismos y se profundiza en el tema hasta cuando los alumnos significativamente lo abordan." (pg. 40).

En el proceso de enseñanza-aprendizaje las ATA's reconocen como condición fundamental la existencia de tensión afectiva entre lo que el estudiante quiere aprender y

lo que el maestro enseña. La labor del maestro es generar en los estudiantes confianza en sus propias capacidades y una mejor actitud frente a la ciencia.

Otro aspecto que se rescata en las ATA's, es el de la experimentación que se desarrolla desde las formas ingenuas que tienen los estudiantes para entender el mundo, permitiendo contrastar los resultados y la generación de procesos reflexivos, que mejoran paulatinamente su comprensión de los fenómenos.

### **1.3.1 Formato de clase**

Desde estos referentes, las ATA's como propuesta de aula buscan lograr coherencia en la clase, bajo tres perspectivas: Coherencia conceptual, la coherencia lógica y la coherencia en el formato de la clase. (Segura, 2007). La primera hace referencia a que las actividades giren en torno al lenguaje de los estudiantes, lo que incluye la articulación con sus conocimientos previos. La coherencia lógica implica que las actividades correspondan al desarrollo intelectual del estudiante y por último, la coherencia del formato, que tiene en cuenta que la selección de temas o problemas puedan capturar el interés de los estudiantes. En resumen:

*Viendo la propuesta desde una óptica practica diremos que de lo que se trata es de que a partir de las formas de explicar, predecir e interpreta que los estudiantes ante un fenómeno o situación problemática avancemos en una dinámica en la que el estudiante siempre sabe lo que está haciendo y por qué lo está haciendo, entorno que permite y propicia que en las interacciones de grupo aparezcan nuevas preguntas e inquietudes que generen otras búsquedas en una dinámica recurrente.*  
(Segura, 2007 Pg. 11)

Teniendo en cuenta estos aspectos, Segura (2010) menciona que las ATA's como alternativa didáctica, debe tener las siguientes características:

- Partir de problemas o situaciones que se puedan tomar como totalidad y buscar explicaciones que satisfagan requerimientos en cuanto a su estructura lógica y su relación con la experiencia.
- En cuanto a la coherencia lógica, frente al estudio de los problemas o situaciones propuestas, se debe avanzar en cuanto se garantice una verdadera comprensión por parte de los estudiantes.
- Deben partir de situaciones interesantes para los estudiantes que generen gran cantidad de actividades, producto de la discusión con compañeros de clase.
- Los problemas tratados por las ATA's deben relacionarse con múltiples teorías, sin centrarse en un concepto específico y debe satisfacer los tres tipos de coherencias.

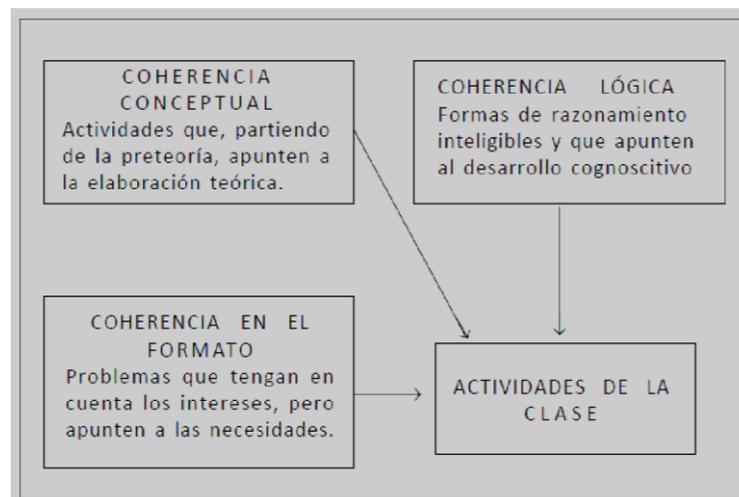


Figura 1 Organización de la clase en torno a las ATA's  
Fuente: Segura, D. Planteamientos en educación. Enseñanza de las ciencias. 2000

### **1.3.2 Etapas de organización de las ATA's**

En el desarrollo de las ATA's se pueden distinguir cuatro momentos importantes que no tienen una duración determinada, ni una secuencia fija: El punto de partida de la actividad, la generalización del interés, la aproximación discursiva a la solución y el trabajo experimental.

- Punto de partida de la actividad: se trata de situaciones que generan conflictos y cuestionen la evidencia de las situaciones cotidianas, promoviendo la participación y discusión entre los estudiantes. Se deben proponer el trabajo desde fenómenos para los cuales haya muchas variables y posibles formas de solución.
- Generalización del interés: Se cumple en esta etapa con el propósito de mantener el interés de los estudiantes en lo que se hace. Para lograrlo, se considera importante que la temática debe responder a las inquietudes de los estudiantes y que permita la exploración constante por parte del grupo de estudiantes, manteniéndolos motivados en el desarrollo de toda el ATA y dándole sentido a ésta.
- Aproximación discursiva: En esta etapa se recogen todas las discusiones entre los estudiantes frente al fenómeno que se trabaja en clase. Se analizan los argumentos que éstos presentan para explicar los hechos, buscar soluciones y las negociaciones entre las diferentes posturas. Se rescata el papel del maestro para mantener el interés en la actividad, problematizar las palabras de los estudiantes y guiar la discusión.
- El trabajo experimental: Aunque se considera que no es una etapa totalmente necesaria, si permite poner a prueba las predicciones hechas por el grupo frente al fenómeno trabajado. En esta fase se contemplan como momentos la planeación del montaje, las técnicas de trabajo de laboratorio y la reflexión o teorización final, los cuales no son secuenciales necesariamente, sino que se van dando según como se desarrolle la actividad.

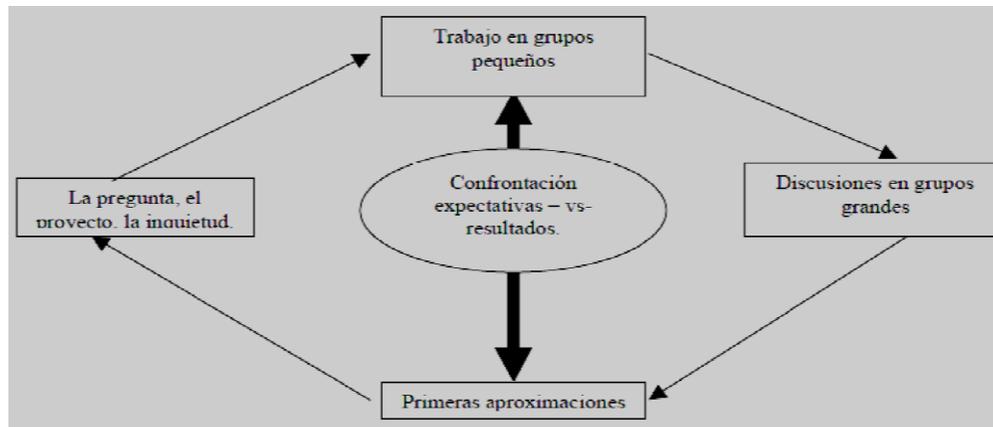


Figura 2 Estructura de trabajo en las ATA's  
 Fuente: Las actividades totalidad abierta, una propuesta para la comprensión de nuestra realidad en un mundo globalizado, Segura, 2007

#### 1.4. Comunidades de práctica

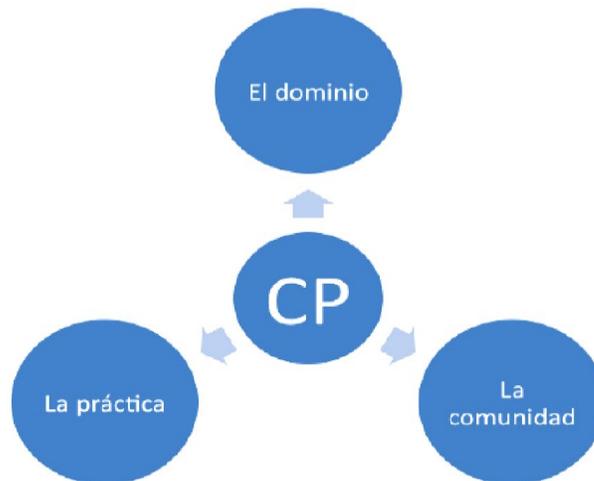
Son “grupos de personas que comparten una preocupación, un conjunto de problemas o intereses comunes acerca de un tema, y que profundizan su conocimiento y pericia en esta área a través de una interacción continuada” (Wenger, McDermott & Snyder 2002 citado por Sanz, 2005:26). Definición que implica que:

- El conocimiento es producto de una práctica social, donde generalmente se aprende de alguien con más experiencia (García et al., 2006).
- El aprendizaje ocurre en la «acción situada», a partir de involucrarse, razonar e interactuar sobre el contexto en el que sucede (Vásquez, 2011).
- La comunidad ofrezca un contexto para que los sujetos desarrollen nuevas comprensiones y adquieran una identidad propia a lo largo del proceso o trayecto. El cambio es una condición central en la comunidad de práctica (Wenger, 2011).

Cada comunidad de práctica tiene su propio sistema de creencias a partir del cual definen su propia identidad, su manera de abordar y construir conocimientos, para

Giraldo & Atehortua (2010), esto implica que tienen su propia cultura. Desde los planteamientos de Wenger (2011), se reconocen tres componentes que caracterizan a las comunidades:

- La comunidad donde cada quien comparte su conocimiento y acepta el de los otros, en un compromiso mutuo por alcanzar las metas.
- El dominio en donde se comparte un interés común y donde la negociación permite juntar esfuerzos para alcanzar las metas, generando un propio sistema de relaciones.
- La práctica donde se adoptan y aplican las rutinas, palabras, herramientas, maneras de hacer, símbolos y conceptos que se han construido.



*Figura 3 Componentes de una Comunidad de Práctica*  
*Fuente: Adaptado de Barragán, D. 2015. Las comunidades de práctica: Hacia una reconfiguración hermenéutica.*

A partir de la revisión del concepto y para fines de la innovación, se establecen algunas de las características de la comunidad de práctica que participó en su desarrollo.<sup>2</sup>

- Se reconoce una concepción social en la producción del conocimiento (Giraldo & Atehortua, 2010), donde los significados, experiencias y las acciones encaminan las decisiones de los integrantes, que se negocian para alcanzar una meta común.
- La reflexión delimita el actuar y las decisiones tomadas por la comunidad. A partir de la reflexión se constituye el saber práctico y la crítica al proceso mismo (Barragan, 2015)
- El dominio recoge toda la construcción teórica frente a la perspectiva sociocultural en la enseñanza de las ciencias, las ATA's como enfoque didáctico y la metacognición.

### **1.5 Proyecciones para el desarrollo de la actividad de aula**

Dentro del desarrollo de la actividad en el aula, se establecieron aspectos que permiten integrar los ejes fundamentales de este trabajo: la Metacognición, las ATAS y las comunidades de práctica, dentro de los cuales se tienen:

- Propiciar un ambiente de aprendizaje que ofrezca seguridad y motivación al estudiante para expresar sus ideas sin temor al error y entendiendo que no hay respuestas únicas.
- Vincular los intereses e inquietudes de los estudiantes. generando “tensión afectiva” entre lo que él quiere aprender y la propuesta del docente.

---

<sup>2</sup> Tres profesores de aula, estudiantes de la maestría (que realizan innovaciones en el aula) y dos profesoras del programa de la maestría. Miembros del Grupo de Investigación INTERCITEC

- Partir de situaciones o fenómenos sin solución inmediata, de tal manera que permitan la exploración libre desde el estudiante, así como la discusión y construcción de ideas.
- Generar situaciones que permitan al estudiante contrastar sus ideas con las observaciones y resultados obtenidos, de manera que se propicien procesos de reflexión que permiten la comprensión del fenómeno y el desarrollo de procesos metacognitivos.
- Cuestionar constantemente al estudiante sobre sus palabras y expliciten sus ideas, con el fin de llevar al estudiante a “momentos de des-inmersión” que le permitan pensar sobre su actividad intelectual y sus formas de acercarse al conocimiento
- Reconocer al docente como un sujeto metacognitivo que, a partir de sus construcciones personales y colectivas, reflexiona sobre su práctica y hace consiente sus propias formas de acercarse a su tarea.

## 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Al respecto de la metodología, por tratarse del diseño, aplicación y análisis de una actividad de aula, se deben considerar dos aspectos: una metodología de tipo investigativo que dé cuenta del proceso y una metodología de tipo didáctico que se refiere a la metodología de trabajo de aula que incluye a la comunidad de práctica. Así, en el presente capítulo se describe estas dos metodologías, el enfoque metodológico de tipo investigativo, el enfoque metodológico de tipo didáctico que permitió definir las fases de la innovación. En el primer caso permitió orientar la recolección de datos y las unidades de análisis que permitieron una conceptualización frente a la forma cómo los estudiantes se acercan a procesos metacognitivos en la clase de ciencias, a partir de la inclusión de sus intereses e inquietudes. En el segundo caso, permitió discutir, planear y desarrollar la acción en el aula, ajustar las actividades de acuerdo a los propósitos y valorar el desarrollo en el aula.

### 2.1 Enfoque metodológico investigativo

El trabajo está orientado desde la investigación cualitativa, caracterizada por la actuación sobre contextos "reales", donde se pretende analizar el comportamiento y la vida de grupos humanos a partir de un observador que procura acceder a las estructuras de significados propias de esos contextos, mediante su participación en los mismos. La unidad de análisis es la realidad, a la cual el investigador se aproxima por medio de la observación y la descripción de la misma (Vasilachis, 2006). Esta misma autora, reconoce las características de la investigación cualitativa, en cuanto al **quién** y el **qué** se estudia, donde se recogen las comprensiones y explicaciones que hacen las personas del mundo, el sentido que le dan a éstas, las interacciones que generan entre sí, sus

historias de vida, sus relatos, experiencias y todo aquello que las personas piensan; en resumen esta como afirma Vasilachis (2006) está asentada en la experiencia de las personas, sus características y las del propio contexto.

*El proceso de investigación cualitativa supone: a) la inmersión en la vida cotidiana de la situación seleccionada para el estudio, b) la valoración y el intento por descubrir la perspectiva de los participantes sobre sus propios mundos, y c) la consideración de la investigación como un proceso interactivo entre el investigador y esos participantes, como descriptiva y analítica y que privilegia las palabras de las personas y su comportamiento observable como datos primarios (2006, pg.26).*

Para Maxwell (1996) la investigación cualitativa puede ser empleada para diferentes finalidades, entre las cuales están: a) comprender los significados que los actores dan a sus acciones, vidas y experiencias y a los sucesos y situaciones en los que participan, b) comprender un contexto particular en el que los participantes actúan y la influencia que ese contexto ejerce sobre sus acciones, c) comprender los procesos por los cuales los sucesos y acciones tienen lugar, y d) desarrollar explicaciones causales válidas analizando cómo determinados sucesos influyen sobre otros, comprendiendo los procesos causales de forma local, contextual, situada.

A partir de lo anterior, se reconstruyó la actividad, se analizaron las discusiones e interacciones presentadas en el aula de clase. Los datos se recogieron a partir de grabaciones, diarios de campo del docente y escritos de los estudiantes. Con respecto a la reconstrucción, observación y análisis del proceso metacognitivo seguido por los niños y niñas se tuvo en cuenta: Las formas como los estudiantes se acercan al fenómeno presentado (explicaciones), los momentos de pausa interrogativa, los cambios en las explicaciones, las confrontaciones, las generalizaciones y sus apreciaciones frente a las actividades.

## 2.2 Enfoque metodológico didáctico

En cuanto al enfoque metodológico didáctico, la propuesta emplea las ATA's, que se centran en los intereses e inquietudes de los estudiantes y la cotidianidad como fuente de conocimiento, así Segura & Molina, afirman:

*“...enriquecer la experiencia es en gran medida aprender a ver lo cotidiano de una manera distinta y a cuestionar las generalizaciones fáciles... la actividad por si misma es una fuente de conocimiento” (1995, pg. 127)*

Desde esta metodología surgen tres etapas: la actividad inicial para establecer intereses e inquietudes de los estudiantes, la generalización del interés, donde se busca concretar un problema de estudio y la aproximación discursiva, donde se plantean desde los estudiantes, las posibles maneras de abordar el problema y dar solución a las preguntas planteadas, tal como presenta en el siguiente diagrama:

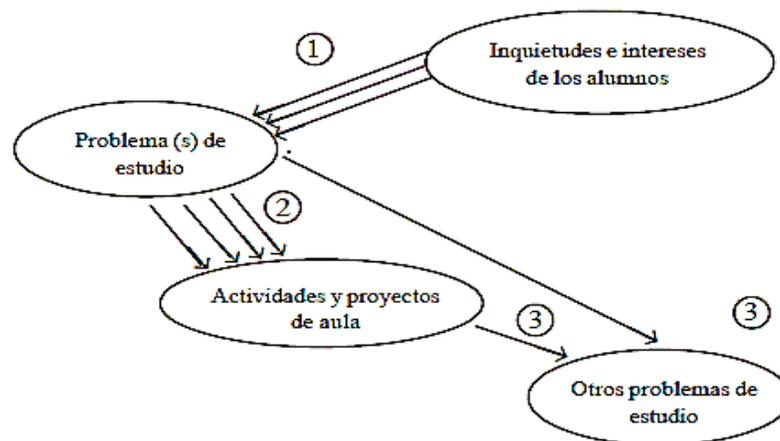


Figura 4 Organización de la clase en torno a inquietudes e intereses  
Fuente: *Vivencias de conocimiento y cambio conceptual. Segura y Molina, 1995*

### **2.3 Comunidad de práctica (CP)**

Como ya se mencionó, la comunidad de práctica estuvo conformada por tres docentes en ejercicio, estudiantes de la Maestría en educación y dos docentes del mismo programa todos pertenecientes al grupo INTERCITEC. Puede establecerse que esta CP se conforma desde el planteamiento de los trabajos de grado de los estudiantes, enmarcados en el abordaje de la enseñanza de las ciencias naturales desde la diversidad cultural y que incluye como líneas temáticas (a) intereses e inquietudes de los estudiantes; (b) el aula como ambiente cultura de aprendizaje; (c) construcción colectiva del conocimiento; (d) ATA's como enfoque didáctico; (e) la influencia de la cultura en las explicaciones de los niños.

Para el funcionamiento de la CP se desarrollaron reuniones periódicas que correspondieron a tres momentos identificables: la fundamentación teórica y el abordaje conceptual de las innovaciones, el diseño de la innovación y el análisis de las experiencias. Cabe resaltar que los momentos no fueron estrictamente lineales, en ocasiones era necesario revisar nuevamente conceptos o modificar el diseño a partir de lo que se observaba en el aula de clase.

En cuanto al acompañamiento y seguimiento a la CP, se presentaron ponencias y artículos que daban cuenta de a las construcciones de los participantes. Se presentaron ponencias en Educyt, VI Congreso Internacional sobre la Formación de Profesores de Ciencias, Primera jornada de socialización de experiencias de la Secretaria de Educación de Bogotá, así como en las jornadas de socialización de experiencias de la Maestría en educación y del grupo de investigación INTERCITEC.

## **2.4 Población y contexto**

La innovación se desarrolla con un curso de grado sexto del Colegio Cundinamarca, institución pública ubicada en la Localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá. La población perteneciente a los estratos 1 y 2, habitan en su gran mayoría los barrios Perdomo, Galicia y María Cano, así como también se atienden estudiantes de Bosa y Soacha. El fundamento pedagógico y didáctico de la Institución, se basa en el desarrollo de competencias comunicativas en lengua materna e inglesa, la lúdica y el pensamiento crítico.

El curso con el que se trabaja está conformado por 23 niños y 18 niñas con edades comprendidas entre los 11 y los 15 años. Dentro de la caracterización de los estudiantes de estas edades hecha por la Secretaría de Educación de Bogotá, (2009), se reconoce su actitud abierta por la indagación y la experimentación no sólo sobre objetos, sino también sobre situaciones abstractas. A nivel cognitivo, buscan cuestionar situaciones propias de su entorno, por lo tanto, es necesario convertir la clase en un espacio que les permita inferir y construir herramientas para explicar y entender el mundo, con el fin de interpretarlo y construir juicios críticos. Debe entonces, permitirse en clase la divergencia en las opiniones, el error, el no saber la respuesta y el preguntar como opciones para desarrollar las capacidades de los estudiantes.

### **2.4. Fases del proceso investigativo**

Para el desarrollo de la innovación, a nivel investigativo se establecen las siguientes fases: (a) Formulación de la propuesta al interior de la Comunidad de práctica; (b) Selección de la población de estudio; (c) recolección de información; (d) clasificación de la información; (e) elaboración de informe escrito

## **2-5. Fases del proceso didáctico**

La innovación contempla varias fases: (a) Diseño, ajuste y retroalimentación de la propuesta en la CP; (b) desarrollo de la actividad en el aula; (c), reconstrucción de las actividades de innovación realizadas; (d) análisis y conclusiones.

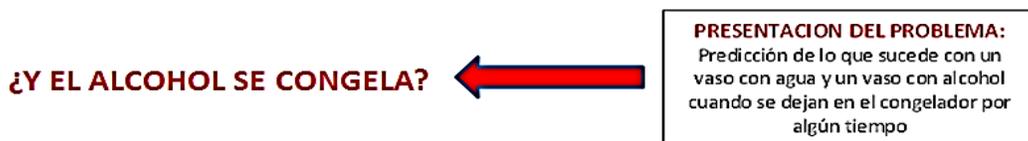
### **2.5.1 Diseño, ajuste y retroalimentación de la propuesta en la CP**

El diseño se realizó dentro de la CP, teniendo presentes los planteamientos teóricos de las ATA's, y la construcción del concepto metacognición. Se contemplan en el diseño, las etapas de las ATA's, el desarrollo de la coherencia lógica, conceptual y de formato y la metacognición desde procesos de reflexión distanciada, generalización y pausa interrogativa.

La CP propuso y construyó la situación problema que permitió dar inicio a la propuesta de aula, a partir de una lluvia de ideas sobre fenómenos que siendo cercanos a los estudiantes, tuvieran un comportamiento inusual. A partir de la reflexión y análisis de varias situaciones se propone trabajar en torno a la fusión del alcohol, por considerarse como una “situación activante”, en términos de Astolfi et al (1991), que permite confrontar resultados esperados, con la propia realidad y que, al no tener un resultado esperable, pueda movilizar preguntas e intereses para resolverlo. Tal como lo menciona Segura (1986), bajo el formato de las ATA's, es conveniente proponer en clase situaciones que faciliten en los estudiantes la exteriorización de pre teorías y formas espontáneas de descripción y explicación.

A partir de esta primera actividad, se rescata la idea de propiciar que los estudiantes a partir de sus propias formas de acercarse a un fenómeno o situación problema (esto es, su explicaciones, predicciones e interpretaciones), logren ser conscientes de lo que están haciendo, cómo y porqué lo hacen (Segura, 2007). En este sentido, existe una relación de apropiación entre el estudiante y la actividad en la que se encuentra inmersa, en cuanto tiene en cuenta sus intereses e inquietudes.

La actividad se plantea entonces con el nombre de **¿Y el alcohol se congela?**, en la que se propondrá a los estudiantes que piensen y escriban qué creen que ocurrirá cuando se deje por un tiempo dentro del congelador dos vasos plásticos -uno con agua y otro con alcohol- planteándose de igual manera, cuestionamientos como ¿qué observarían si hicieran la experiencia en la casa? ¿Qué mediciones harían? ¿Qué datos tomarían? Se propone que las respuestas sean escritas en el diario de campo de cada estudiante.



*Figura 5 Actividad de inicio. Inquietudes e intereses de los estudiantes  
Creación propia*

Dentro de la CP, guiados por los planteamientos de las ATA's se establece la fase denominada "Generalización del interés" en la que se busca un problema de estudio dentro se pueda responder a muchas de las inquietudes que los estudiantes propusieron en la primera etapa, logrando mantener su interés y motivación por la actividad.

Como inicio de esta etapa, se pedirá a los estudiantes que realicen en su casa la situación hasta ahora planteada hipotéticamente (esto es, dejar en el congelador el vaso con agua y el vaso con alcohol) y que registren lo que observan durante el proceso. Sin dar mayores indicaciones por parte de los docentes, ni proponer formas de tomar datos o identificación variables, esto con el fin de identificar posteriormente, la forma como los estudiantes se acercan a procesos de experimentación.

En clase, se llevará a los estudiantes que recuerden su predicción inicial frente a la situación y la comparen con los resultados obtenidos al hacer la práctica en la casa. Se pretende así, recoger los argumentos y explicaciones de los estudiantes frente a la nueva situación, y obtener las posibles preguntas que dirijan el proceso de acercamiento al problema de estudio.

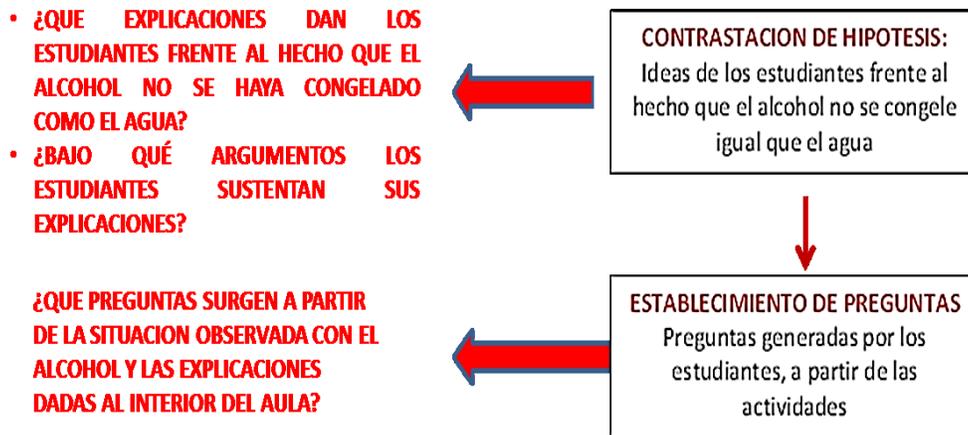


Figura 6 Generalización del interés  
Fuente: Creación propia

La tercera etapa planteada con el nombre de “Aproximación discursiva” pretende recoger a partir de grabaciones, todas las aproximaciones que los estudiantes hagan frente a la manera como pueden abordar el interés generalizado en la etapa anterior, las discusiones que se generan al interior de clase, planteamientos y formas de solución del problema trabajado en el aula.

Se plantea que, a partir de entrevistas individuales, se pueda indagar las percepciones de los estudiantes frente a su propia construcción de conocimiento, los cambios que pueden haberse generado a lo largo de las actividades, sus reflexiones y procesos metacognitivos.

Como resultado del trabajo dentro de la CP y las validaciones sobre la pertinencia del diseño para los objetivos propuestos y los instrumentos de recolección de datos y las posibles categorías de análisis de la información, se presenta la Tabla 2:

ETAPA	ACTIVIDAD Y OBJETIVO	RECOLECCION DE INFORMACION
<p align="center"><b>PUNTO DE PARTIDA DE LA ACTIVIDAD</b></p>	<p><b>¿Y el alcohol se congela?</b></p> <p>Establecer ideas, intereses e inquietudes de los estudiantes frente a una situación problema propuesta por el docente</p>	<p>Diario de campo Grabaciones de clase</p>
<p align="center"><b>GENERALIZACION DEL INTERES</b></p>	<p><b>Ahora, ¿Qué pasó con el alcohol?</b></p> <p>A partir de las discusiones de grupo, establecer la(s) preguntas(s) para desarrollar en el ATA</p>	<p>Diario de campo Grabaciones de clase</p>
<p align="center"><b>APROXIMACION DISCURSIVA A LA SOLUCION</b></p>	<p>Plantear desde los grupos de trabajo, las posibles maneras de abordar el problema a tratar dar solución a las preguntas planteadas.</p> <p>Se busca indagar en algunos estudiantes, su percepción frente a sus procesos de reflexión y construcción de ideas dentro de la actividad</p>	<p>Diario de campo Grabaciones de clase Entrevistas semiestructuradas</p>

*Tabla 2 Diseño de la propuesta de aula  
Fuente: Creación propia*

Al interior de la CP, también se discutieron las unidades de análisis de la innovación, consolidándose las siguientes categorías:

<b>UNIDAD DE ANALISIS</b>	<b>INTERPRETACION</b>
<b>Explicación de fenómenos</b>	Referencia el uso de los términos en sus explicaciones, el origen de sus ideas, y argumentaciones (justificación) de sus explicaciones.
<b>Reflexión Distanciada</b>	Cuestionamientos de los propios estudiantes frente a sus palabras, con una posterior reelaboración de sus propias explicaciones.
<b>Pausa Interrogativa</b>	Empleo de preguntas que generan duda entre los estudiantes y les permiten preguntarse a ellos mismos sobre sus propias explicaciones
<b>Generalización</b>	Apropiación de un concepto por parte de los estudiantes, determinado por la posibilidad de emplearlo en ámbitos diferentes a la actividad que se está trabajando. Se relaciona con la capacidad de síntesis
<b>Habilidades metodológicas</b>	Uso de la observación, predicción, medición, explicación y experimentación en el trabajo práctico.

*Tabla 3 Categorías de análisis  
Fuente: creación propia*

## **2.6 Relaciones proceso investigativo y proceso didáctico**

El proceso investigativo propuesto, se relaciona de manera directa con el proceso didáctico, en cuanto:

- Estudia las comprensiones y explicaciones que hacen los estudiantes sobre los fenómenos, desde su contexto, experiencias, intereses e inquietudes
- Permite la interacción entre los estudiantes y el docente, analizando los significados construidos
- Se centra en las palabras y acciones de los participantes, a partir de las cuales se identifican las ideas, creencias e interrogantes

### **3. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

En este capítulo se presentan los resultados y análisis de la innovación, iniciando con una reconstrucción del todo el proceso realizado en cada una de las etapas en la metodología didáctica: (a) Punto de partida de la actividad; (b) generalización del interés; (c) Aproximación discursiva. Se presenta para cada una los diálogos recogidos al interior del aula junto con el análisis de los mismos a la luz de las categorías establecidas. Finalmente se presentan las conclusiones a las que se llegaron en la innovación.

#### **3.1 Actividad de aula**

En este apartado se presenta una reconstrucción de la actividad de aula, el ATA ¿Y el alcohol se congela? y comprende:

##### **3.1.1 Punto de partida de la actividad**

Esta primera actividad, que se enmarca en la temática de la materia y sus propiedades, tiene como objetivo tener un acercamiento inicial a las explicaciones de los estudiantes, su proceso de argumentación y predicción de hechos. Se recogen las intervenciones dadas en clase, las cuales se conciben como narrativas, que como afirma Venegas (2012) son reconstrucciones de la realidad en la cual se entrelazan significados de los sujetos a partir de sus experiencias y conocimientos.

En esta actividad no se pretende la evaluación o juicio sobre la veracidad, lógica o racionalidad de las ideas de los estudiantes, sino una aproximación a las interpretaciones que éstos tienen frente a la situación planteada. De esta manera se analiza la forma cómo los estudiantes explican el fenómeno presentado, atendiendo al tipo de lenguaje que es utilizado, el uso de predicciones o explicaciones, la presencia de momentos de reflexión sobre su propio pensamiento.

En las explicaciones de los estudiantes se muestra inicialmente una linealidad en sus ideas, esto es, como lo afirma Martín del Pozo (2013), la **explicación desde la causa-efecto**, que generan una simplificación a los análisis. Así en expresiones como:

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E1</b>	<i>“Los dos vasos se congelan porque el frío congela”</i>
<b>E5</b>	<i>“Los dos vasos quedan muy congelados y muy fríos, porque el congelador es muy frío y eso hace que se vuelva frío y duro”</i>
<b>E8</b>	<i>“Se van a congelar, porque todo lo que se meta al congelador, se congela, para eso es”</i>
<b>E4</b>	<i>“se van a congelar los dos, porque se meten al frío”</i>

*Tabla 4 Explicaciones tipo causa y efecto*

Para Harlen (2007), las explicaciones de los estudiantes están influenciadas por las ideas que ya tienen y centran en observaciones previas sus explicaciones, dejando de lado aquellas otras posibles ideas, que podrían cambiar lo observado. Este hecho, hace que los estudiantes no vean como necesario comprobar una idea o pensar en otro posible resultado. Pero una perceptiva más positiva de las experiencias de los niños y niñas, esto es lo conocido, para la formulación de explicaciones esto es lo desconocido en términos conocidos se puede encontrar en Molina & Segura (2001); Molina, (2000, 2007). Proceso que no afecta la formulación de preguntas y nuevas explicaciones, en este proceso es importante la mediación del profesor(a) en la clase, un ejemplo se puede encontrar en Molina & Pedreros (1997).

Así, se observa una relación directa entre el frío y el *congelamiento de sustancias*, así se generaliza la idea “las sustancias se congelan por acción del frío”. Explicación que como afirma Kind (2004), parten de la idea muy arraigada entre los estudiantes donde la congelación debe ocurrir a temperaturas “frías”. A nivel metodológico, estas relaciones lineales no permiten pensar en la existencia de variables en los fenómenos observados. (Harlen, 2007).

En las explicaciones es común también que las propiedades que se conocen de las sustancias expliquen y sustenten los fenómenos.

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E1</b>	<i>“A mí me sucedió una vez que el vaso quedó mojado por fuera y por dentro se quedó muy congelado. Eso mismo puede pasar con el alcohol”</i>
<b>E5</b>	<i>“como los dos son líquidos, se pueden congelar”</i>

*Tabla 5 Explicación desde propiedades de las sustancias*

Argumentos como los anteriores muestran, que un evento observado en algunas situaciones, se traspa a otras y se generaliza, situación que para Kind (2004) muestra que los estudiantes dejan de aprender lo fundamental frente a un fenómeno, y se quedan únicamente en el ejemplo que se les presentó y lo transfieren sin problema a otras situaciones, muestra como ejemplo específico los cambios de estado, en donde generalmente se trabaja con el agua como única situación, llevando a los estudiantes a pensar en que todas las sustancias actúan de la misma manera.

Se evidencia que en las explicaciones los estudiantes usan gran cantidad de términos como “evaporar, congelar, sustancias químicas, efervescente, condensar, etc.” sin que se conozca su significado por parte de los estudiantes, y no den cuenta real de los procesos. Situación nombrada por Segura et al. (1998) como **nominalismo**, la cual conlleva a que se agoten las preguntas y otras posibles explicaciones, generando una pseudo-comprensión de los fenómenos.

Frente a las habilidades metodológicas, los estudiantes responden:

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E1</b>	<i>Yo observaría los vasos para saber qué es lo que pasa.</i>
<b>E5</b>	<i>Yo no mediría nada porque no hay nada que medir. Tomaría muchos datos</i>
<b>E4</b>	<i>El parecido de los dos</i>
<b>E8</b>	<i>Tomaría nota, descripción de los dos vasos</i>

*Tabla 6 Habilidades metodológicas*

En este grupo de respuestas no hay mayor explicación frente a lo que los estudiantes quisieran observar, para Harlem (ibíd.), esto depende en gran medida, al poco conocimiento que hay sobre el fenómeno o la satisfacción inmediata que el estudiante tiene en sus propias explicaciones, que no le permite identificar todas las variables que intervienen.

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E4</b>	<i>Yo observaría el vaso y mirar si se congelaría o no se congelaría, si se congela cuanto se congeló, cuánto hielo formó, cuantos grados tendría, cuánta potencia se congela?</i>
<b>E2</b>	<i>Pues yo mediría si el alcohol tiene la misma cantidad o si una tiene más poquita que la otra, yo lo que observaría sería si alguno de los dos vasos cambia</i>
<b>E6</b>	<i>La temperatura, el tiempo, la cantidad congelada, el color, si se evaporó, las reacciones</i>
<b>E3</b>	<i>Los cambios de estatura, la temperatura, el clima</i>

*Tabla 7 Variables observadas*

La observación es un elemento importante nombrado en general por los estudiantes, reconocen que a partir de ésta, se puede establecer características de los fenómenos como la temperatura, el color, el tiempo, las cantidades. De igual manera, establecen la comparación y la medición dentro de las observaciones, siendo posible pensar que entienden la necesidad que exista un patrón o referente. Sin embargo, nuevamente utilizan conceptos que poco se relacionan con el fenómeno como la estatura, el clima, la potencia, la evaporación, las reacciones, que pueden demostrar que los estudiantes emplean palabras para relacionar con otros conceptos, así, cambios de estatura con aumento o disminución de la cantidad de agua o alcohol, clima con temperatura del congelador, reacción con cambio.

En la Tabla 8 se recogen de manera resumida los planteamientos de los estudiantes que permitieron hacer un seguimiento de su pensamiento desde las variables propuestas para esta etapa:

## CONSTRUCCIÓN DE LAS EXPLICACIONES DADAS EN EL AULA

### ACTIVIDAD

#### ¿Y el alcohol se congela?

Actividad donde se propone a los estudiantes que piensen y escriban qué creen que ocurre cuando se deje dentro del congelador dos vasos plásticos -uno con agua y otro con alcohol-

Tiene como objetivo tener un acercamiento inicial a las explicaciones de los estudiantes, su proceso de argumentación y predicción de hechos.

IDEAS		ACERCAMIENTO
CAUSA-EFECTO	<p><i>“El congelador es muy frío y eso hace que se vuelva frío y duro”</i></p> <p><i>“Los dos vasos se congelan porque el frío congela”</i></p> <p><i>“Todo lo que se meta al congelador, se congela, para eso es”</i></p> <p><i>“se van a congelar los dos, porque se meten al frío”</i></p>	<p>Estas explicaciones están influenciadas por las ideas y observaciones previas, que satisfacen de manera inmediata, generando una simplificación a los análisis y se deja de lado otras posibles explicaciones o resultados en la situación.</p>
GENERALIZACIÓN	<p><i>“como los dos son líquidos, se pueden congelar”</i></p> <p><i>“A mí me sucedió una vez que el vaso quedó mojado por fuera y por dentro se quedó muy congelado. Eso mismo puede pasar con el alcohol”</i></p>	<p>Las generalizaciones, como afirma Kind (2004), parten de la idea muy arraigada entre los estudiantes donde la congelación debe ocurrir a temperaturas “frías”.</p> <p>A nivel metodológico, para Harlen (2007), estas relaciones lineales no permiten pensar en la existencia de variables en los fenómenos observados, en cuanto se generaliza desde el ejemplo de una situación conocida transfiriéndose la información a otras situaciones.</p>
HABILIDADES METODOLÓGICAS	<p><i>“Yo no mediría nada porque no hay nada que medir. Tomaría muchos datos”</i></p> <p><i>“Yo observaría los vasos para saber qué es lo que pasa”</i></p> <p><i>“Tomaría nota, descripción de los dos vasos”</i></p> <p><i>“Yo observaría el vaso y mirar si se congelaría o no se congelaría, si se congela cuanto se congeló, cuánto hielo formó, cuantos grados tendría, cuánta potencia se congela”</i></p>	<p>Poca especificidad en lo que se quisiera observar, ya sea por poco conocimiento del fenómeno o la satisfacción inmediata sobre las propias explicaciones. Se reconoce el nominalismo, al utilizar conceptos que poco se relacionan con el fenómeno como la estatura, el clima, la potencia, la evaporación, las reacciones.</p> <p>Hay un reconocimiento de las características que pueden observarse dentro de un fenómeno, como la temperatura, el color, el tiempo, entre otras, pero no la identificación de variables a partir de las relaciones entre éstas. .</p>

Tabla 8 Explicaciones actividad de inicio

### 3.1.2 Generalización del interés

La actividad inicia pidiendo a los estudiantes que comparen su predicción inicial con el resultado de la práctica hecha en casa. Los estudiantes exponen que en ningún caso el alcohol se congeló por completo y que el agua por el contrario sí. Se preguntó nuevamente las razones por las cuales creen que se presentó ese resultado, donde se evidencia en las respuestas nuevamente explicaciones lineales (causa-efecto) y la idea de los químicos como la razón principal por la cual no se congela el alcohol.

Sujeto	Razonamiento
E1	<i>“El agua se congela porque es pura. El alcohol no se congela porque tiene químicos”</i>
E2	<i>“Los químicos del alcohol se combinan con el frío y no permite que se congele”</i>
E3	<i>“El alcohol tiene químicos calientes que no permiten el congelamiento”</i>
E4	<i>“Si los químicos calientes se logran enfriar, el alcohol se congelaría”</i>

En este punto, las respuestas de los estudiantes evidencian como lo afirma Harlem (2012), una reacomodación de las explicaciones, que buscan satisfacer de manera inmediata los hechos observados, sin evidenciar contradicciones entre la predicción inicial y las nuevas ideas.

Fue necesario en este punto la generación de preguntas por parte de la profesora, que permitieran a los estudiantes cuestionar sus propias respuestas y replantearse el significado de sus propias palabras. Frente a la explicación de la existencia de químicos en el alcohol la maestra pregunta:

Sujeto	Alocución
M	<i>“¿Y por qué sabes que tiene químicos? ¿Y por qué no dejan congelar al alcohol?”</i>
E1	<i>“Tiene químicos porque huele fuerte y son sustancias que tiene el alcohol por dentro y le dan su estructura”</i>
E2	<i>“Son químicos calientes, que hacen arder al alcohol y no permiten que se enfríe”</i>

M	<i>¿Porque sabes que el alcohol es caliente?</i>
E2	<i>Porque arde cuando se lo aplican a uno, y se usa para prender las candela</i>
E3	<i>“Es cierto, si no fueran calientes esos químicos, dejarían que el alcohol se congelara”</i>
M	<i>¿Y entonces qué pasa con el agua?</i>
E1	<i>“Se congela porque es pura, no tiene químicos”</i>
E2	<i>“Sí. Se puede tomar, no hace daño como el alcohol”</i>
M	<i>¿No tiene químicos el agua? Entonces, ¿de qué está he(Silencio.</i>

*Tabla 9 Explicaciones del congelamiento*

La estrategia del docente en este punto, fue llevar a los estudiantes a pensar en cosas en las que no se hubiera pensado, y a cuestionarse sobre términos que emplean en sus explicaciones, esto es, como lo afirma Segura et al. (1998), problematizar “la palabra mágica”, que satisface las explicaciones escolares:

Sujeto	Alocución
<b>E2:</b>	<i>“Es natural, la fábrica la naturaleza. En cambio el alcohol es hecho por el hombre”</i>
<b>E5</b>	<i>“Pero yo he visto que el agua si tiene sustancias químicas”</i>
<b>Mo:</b>	<i>¿Cómo lo has visto?”</i>
<b>E5</b>	<i>“porque en clase nos dijeron que era llamada (el agua) como H2O, y eso es un químico”</i>
<b>E5</b>	<i>“Entonces es un químico que es bueno y el alcohol un químico que es peligroso”</i>
<b>M</b>	<i>“Y entonces eso tendrá que ver con que algo se congele o no se congele? ¿Qué creen ustedes?”</i>
<b>M</b>	<i>Bueno y no nos hemos preguntado qué es congelar y porque las cosas se congelan. ¿Qué piensan?</i>
<b>E5</b>	<i>“Pasar de líquido a sólido. Como cuando hacemos hielo.”</i>
<b>E3</b>	<i>“Y cuando hay frío. Al meterse las cosas en el frío se congelan. Yo vi que primero por encima y luego por debajo”</i>
<b>E6</b>	<i>“Al ser líquidas se enfrían por el congelador”</i>

A nivel de desarrollo de procesos metacognitivos, se destaca la importancia el papel de la pregunta para desarrollar lo que Astolfi et al. (1991) denominan “pausa interrogativa”, que es llevar a los estudiantes a evaluar sus propias respuestas, la pertinencia y satisfacción real de su propia explicación.

De igual manera, se evidencian la confrontación de los estudiantes con sus propias ideas y con las ideas de sus compañeros, situación importante en la reflexión distanciada:

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E6</b>	<i>“Pues yo creería que cada sustancia es diferente por los químicos que tiene adentro. Y algunas por esos químicos no se congelan.</i>
<b>E5</b>	<i>“Pero el agua cuando tiene químicos también se congela... como el agua del mar que tiene sal y se congela cuando hace frío”</i>
<b>E3</b>	<i>“Y también las cosas duras se congelan, como la carne que se mete al congelador y forma hielo por encima”</i>
<b>E5</b>	<i>No...se congela por el agua que tiene por dentro...no por dura...el agua es la que se congela. O han visto que un plástico se congele... no... Solo se enfría...se congela lo que tiene adentro.</i>
<b>E1</b>	<i>Se congela todo lo que tiene agua...por ejemplo el jugo que se mete en el congelador</i>
<b>E2</b>	<i>¿Pero entonces qué es la parte que se congeló en mi vaso con alcohol? Es que en mi vaso yo si vi un poquito de hielo. ¿Eso será agua?</i>

Tabla 10 Problematicación

Siguiendo con la reconstrucción de la narrativa, los estudiantes sustentan en gran medida el no congelamiento del alcohol, desde su naturaleza química, es decir que aceptan que el resultado se debe a la presencia de químicos en el alcohol que impiden su congelamiento. Surgen también otras ideas como que de pronto tocaba dejar más tiempo el alcohol o cambiarle la temperatura al congelador para que pudiera congelarse el alcohol.

Se inicia desde la maestra la discusión con la pregunta ¿De qué está hecho entonces el alcohol? ¿Porque se comporta distinto al agua si están en las mismas condiciones?

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E1</b>	<i>Deberíamos mirar en la botella los ingredientes del alcohol</i>
<b>M</b>	<i>Les parece una buena idea</i>
<b>E2</b>	<i>Si profe, yo traje el alcohol</i>
<b>M</b>	<i>Bueno pues sácala y lee en la etiqueta que dice</i>
<b>E2</b>	<i>Alcohol antiséptico de uso externo</i>
<b>M</b>	<i>Bueno ya sabemos entonces que esa sustancia no podemos tomarla.</i>
<b>E3</b>	<i>No es igual entonces que la cerveza o el vino</i>
<b>M</b>	<i>Podríamos entonces pensar que hay distintos tipos de alcoholes. ¿Qué más dice la botella?</i>
<b>E2</b>	<i>Tiene fecha de vencimiento</i>
<b>M</b>	<i>Bueno eso es importante. Miremos si habla de algún ingrediente o alguna sustancia que lo conforme. Pásale el frasco a otro compañero. [Los estudiantes se pasan el frasco y leen muchos de los datos consignados, como registro invima, indicaciones de uso, desde la docente se pide que busquen más detalladamente, datos que no se hayan leído]</i>
<b>E1</b>	<i>Profe... solución hidro-alcohòlica</i>
<b>M</b>	<i>a bueno, eso ya nos dice algo. ¿Saben que significa esa palabra? Silencio...</i>
<b>M</b>	<i>Han escuchado que alguna palabra empiece por hidro... -Silencio-</i>
<b>M</b>	<i>Por ejemplo ¿Hidroeléctrica?..</i>
<b>E1</b>	<i>Si profe...la un lago de donde se saca energía con el agua</i>
<b>M</b>	<i>Exacto...Hidro significa agua...Entonces qué querrá decir hidro-alcohòlica?</i>
<b>E2</b>	<i>que tiene agua...</i>
<b>M</b>	<i>OK. Pero además habla de solución, que es un tipo de mezcla. Lo que quiere decir que...</i>
<b>E1</b>	<i>Es una mezcla de agua con alcohol. O sea que la botella tiene agua también.</i>
<b>M</b>	<i>Muy bien.</i>
<b>E3</b>	<i>Profe... ¿por eso se me congeló un poco el vaso con alcohol? ¿Cómo en las paredes del frasco?</i>
<b>M</b>	<i>¿Ustedes que creen?</i>
<b>E3</b>	<i>Pues yo diría que lo que se congeló fue el agua y el alcohol quedó igual</i>

*Tabla 11 Composición del alcohol*

En este último fragmento la maestra lleva a los estudiantes a dar explicaciones desde sus propias ideas, ya han escuchado la palabra –hidro-, relacionan que el alcohol es una mezcla con agua, y que lo que se logra congelar en la mezcla es dicha agua. La interacción de la docente permite que los estudiantes den sus propias explicaciones, relacionando datos y hechos, logrando formular predicciones y preguntarse más allá de lo evidente:

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<i>E4</i>	<i>¿y si eso es cierto, porque queda más líquido que hielo en el vaso, no es la misma cantidad de agua y de alcohol la que se congela?</i>
<i>M</i>	<i>A bueno... muy buen dato y muy buena pregunta. Ya sabemos que en la botella del alcohol hay también agua...pero falta otro dato que es muy importante.</i>
<i>E5</i>	<i>Dice 70 porcentaje</i>
<i>M</i>	<i>A muy bien... 70 por ciento... Ese es muy buen dato... Pero ¿qué quiere decir eso? Silencio-</i>

*Tabla 12 problematización*

En este punto, la profesora nota que no hay un concepto de porcentaje y decide poner un ejemplo que permita acercar a los estudiantes al concepto.

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<i>M</i>	<i>Pongamos un ejemplo. Si yo les digo que del total de estudiantes del curso, el 70% tiene 10 años, ¿qué significa eso?</i>
<i>E1</i>	<i>Que 70 niños tienen 11 años</i>
<i>M</i>	<i>Pero en el curso solo son 38 estudiantes. No podemos decir que son 70</i>
<i>E5</i>	<i>Profe que una mitad tiene 11 años y otra tiene otra edad</i>
<i>M</i>	<i>¿La mitad es 70%?</i>
<i>E1</i>	<i>No profe. Ese es el 50%. El 70% es más</i>
<i>E3</i>	<i>Quiere decir que de una cantidad, una parte es de una cosa y otra es de otra.</i>
<i>M</i>	<i>¿Y relacionado esto con el alcohol?</i>
<i>E3</i>	<i>Que una parte es de agua y otra de alcohol</i>
<i>M</i>	<i>OK. Ya tenemos algunas ideas, podrían por favor alguien resumirnos las cosas que ya tenemos claras</i>
<i>E5</i>	<i>Que el alcohol no se congela, o que solo se congela el agua que tiene, porque es una mezcla con agua... hay cierta cantidad de agua y otra de alcohol. Que las dos sustancias están en distintas cantidades. Y que la botella dice que es un en 70%</i>

*Tabla 13 Concentración del alcohol*

A partir de estas generalizaciones logradas en clase, se propone en grupos discutir frente a los que significa el alcohol al 70%, esto con el fin de identificar el problema de estudio.

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>M</b>	<i>Explícanos lo que entiendes por porcentaje</i>
<b>E1</b>	<i>70% es la mitad porque hay 100 estudiantes 50 es juicioso y la otra mitad no... ese es el 100</i>
<b>M</b>	<i>Entonces la mitad de 100% es 70%</i>
<b>E3</b>	<i>No. La mitad de... pero ya no estoy segura no me convence lo que escribí.</i>
<b>M</b>	<i>¿Porque?</i>
<b>E3</b>	<i>porque setenta no es la mitad de 100. No se...</i>
<b>E5</b>	<i>Pues yo lo hice con patos, es que por ejemplo en una laguna hay 20 pájaros, el 10% son bebés y el 10 % son adultos. Sería la mitad o más de la mitad o menos de la mitad. El 70 entonces es una parte de algo y otra de otra cosa. En el alcohol es una parte de solo alcohol y otra de agua</i>
<b>M</b>	<i>Y el 70%?</i>
<b>E5</b>	<i>Pues en el alcohol sería la mitad. No la mitad no...No sé...mmmm una parte pero no sé cuánta...</i>
<b>E4</b>	<i>El porcentaje es la mitad de cualquier cosa. Por ejemplo cuando es el 20% y el 80%...</i>
<b>M</b>	<i>Pero esa no es la mitad..</i>
<b>E4</b>	<i>Es cierto...es no es la mitad.. Eso sería el 50%. Ahh...entonces.... no se...es una parte de algo....pero si sé que debe completar el 100%.</i>
<b>E3</b>	<i>El porcentaje es algo que sobra. No es la mitad... Bueno es como decir...nooo...es una cantidad... ya la mitad no porque sería 50 no había mitad... voy a decir que es una parte... podría ser una mitad o no...el 70 por ciento es más de la mitad. Es una cantidad que nos ayuda a mirar lo que se tiene...puede expresar....ahhhh...es que yo en esta parte estaba bloqueado... no entiendo lo que escribí...para no decir que es la cantidad que nos ayuda ver una cantidad, eso no se entiende... no sé cómo decirlo...</i>

Tabla 14 Porcentaje de alcohol

En este punto en el que los estudiantes son llevados a dar explicaciones sobre lo que entienden por un concepto, se genera en muchos de ellos procesos de reflexión distanciada, así, el estudiante es llevado a pensar sobre su propio proceso intelectual, sobre su propia capacidad de explicación, los estudiantes se cuestionan sobre sus palabras y logran como afirman Astolfi et al. (1991) un “desprendimiento, que permite la introducción de un punto de vista crítico... que facilitan el proceso de reelaboración”. Hay conciencia de sus palabras y se abandona la inmediatez en sus explicaciones y buscan la manera de expresar mejor sus ideas y que sean entendidas por ellos y por sus compañeros.

Los estudiantes reconocen y explican el porcentaje como una parte de una totalidad, ya se hacen generalizaciones transfiriendo el concepto trabajado al ejemplo específico o viceversa

*... Cuando hablamos de porcentaje entonces hablamos sobre una totalidad y de esos cuantas partes cumplen una condición. En el alcohol el 70% es la cantidad que cumple la característica de ser alcohol.*

*...Se tiene como un tarro marcado, le agregan hasta 70 de alcohol y en el otro hay agua y solo lo llenan 30ml y los junta. Eso es alcohol al 70%. El 30% es agua. El porcentaje es la cantidad de algo que hay de una totalidad de 100.*

A nivel metacognitivo, Astolfi et al. (1991), relaciona esta etapa como una de las operaciones mentales importantes para que el estudiante pueda ser consciente de su proceso de aprendizaje, la generalización garantiza la apropiación de un concepto en cuanto puede ser aplicado a varias situaciones.

En otro grupo de trabajo, la discusión se torna frente a las concentraciones del alcohol, relacionando el porcentaje con concentración:

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E5</b>	<i>Para mi es que en el frasco hay alcohol y lo rebajan con agua para que no sea tan fuerte el alcohol dependiendo de para que se use</i>
<b>M</b>	<i>¿O sea que hay alcoholes más fuertes y menos fuertes? ¿De qué depende?</i>
<b>E5</b>	<i>Depende de la cantidad de alcohol o agua que tenga la botella.</i>
<b>E3</b>	<i>Yo no estoy de acuerdo...tú tienes un frasco como así. (Muestra un frasco de 60ml), yo puedo tener un frasco de 120ml y es el mismo resultado...la misma cantidad de alcohol</i>
<b>M</b>	<i>Pero el porcentaje de alcohol, ¿depende del tamaño de la botella...esa es la concentración?</i>
<b>E5</b>	<i>No. Para mi es lo fuerte que es el alcohol, es que tenga mucho o poco alcohol...no es la cantidad de la botella, sino que tan rebajado está.</i>
<b>M</b>	<i>¿Que sería un alcohol más rebajado...que porcentaje?</i>
<b>E2</b>	<i>Mas rebajado que tenga más agua, así como cuando el jugo está dulce y se le pone más agua para que no sepa tan fuerte.</i>

<b>M</b>	Bueno y volviendo al ejemplo del compañero, si se tiene una botella de 60ml y otra de 120 ml de alcohol al 70%, alguna de las 2 tiene más o menos concentración?
<b>E4</b>	Si...diferente
<b>E5</b>	Noo...es igual... es el mismo, pero cambia la cantidad...si digamos yo cojo los tarros va a quedar más cantidad. Quedaría una cantidad grande....aunque ahora creo que cambia también la concentración... ya me confundí.
<b>E3</b>	La concentración sigue siendo igual...porque no estamos agregando ni más agua ni más alcohol... Se va sumando más y más alcohol del mismo. Es como en el caso del jugo, solo cambia el sabor si agregamos más de algo, azúcar o agua. Pero si tengo la misma jarra y solo la reparto en vasos, todos los vasos tienen la misma concentración. Y si los vuelvo a poner en la jarra, sigue siendo el mismo jugo, sabe igual.
<b>E5</b>	pero yo creo que si yo uno muchos frascos de alcohol con la misma concentración cambia la concentración del alcohol, se hace más fuerte porque tiene más.
<b>E6</b>	No cambia el porcentaje al unir frascos del mismo porcentaje...porque el alcohol y sus componentes son tan fuertes que no lo dejan cambiar.
<b>E4</b>	Yo creo que tendríamos que mirar es que es la concentración...porque Ernesto (E3:) dice que es si está más rebajado o no y yo entiendo lo del jugo, pero al juntar las sustancias si cambia la cantidad.

Tabla 15 Concentración vs Porcentaje

En este grupo, desde los propios estudiantes surge la necesidad de hacer pausas interrogativas, que los lleven a aclarar sus dudas. Proponen hacer consulta sobre la concentración en las sustancias. La pausa interrogativa, permite evidenciar un mayor grado de conciencia frente a que se tienen dudas, pero además motiva a dar soluciones para dar respuestas a éstas.

Un estudiante del grupo que toma el liderazgo y busca la siguiente imagen a partir de la cual intenta argumentar sus explicaciones:



Figura 7 Concentración de las soluciones  
 Imagen presentada por un estudiante. Fuente: [sliderplayer.es/slide/5572125/](http://sliderplayer.es/slide/5572125/)

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E3</b>	<i>Vieron lo que les dije, se puede echar más sustancia a la misma cantidad de agua y cambia lo fuerte del agua, pero no cambia la cantidad. Miren en la segunda imagen, es la misma cantidad de agua en los dos vasos, solo que agregan más sal a uno, esa será más salada.</i>
<b>E4</b>	<i>Como la tarea era consultar que era la concentración podríamos decir que es la cantidad de algo que se echa a otra cosa. Y que hace que la sustancia sea más fuerte o más concentrada</i>
<b>E5</b>	<i>Yo también diría que la concentración no varía si se tiene 10 o 100 ml de la sustancia, cambia es por los componentes, puede ser de la cantidad de la sustancia que se echa.</i>
<b>E4</b>	<i>Entonces, un alcohol al 70% tiene menos alcohol y más agua. Y un alcohol al 90% es casi todo alcohol, tiene poca agua, es más fuerte.</i>

*Tabla 16. Generalizaciones concentración de sustancias*

El grupo logra hacer procesos de generalización a partir de sus propios cuestionamientos. Tiene la posibilidad de explicar con sus palabras, alejándose de la explicación textual del libro o la imagen vista, abandonando como afirma Harlen (2007) la respuesta aprendida. La estrategia de la maestra es contrastar si verdaderamente entienden lo que dicen o expresan, con esto se potencializa la reflexión distanciada.

A partir de las explicaciones y cuestionamientos de los grupos de trabajo, surge el interés por la concentración de las sustancias y se elige trabajar desde el siguiente cuestionamiento

- ¿Cómo hacer un alcohol al 50% y comprobar que ha cambiado su concentración?

La Tabla 17 presenta las ideas de los estudiantes en esta fase y su categorización:

GENERALIZACION DEL INTERES		
ACTIVIDAD		
¿Qué pasó con el alcohol?		
A partir de las discusiones de grupo, establecer la(s) preguntas(s) para desarrollar en el ATA		
CATEGORIA	IDEAS	ACERCAMIENTO
EXPLICACIONES	INICIALES	Las respuestas de los estudiantes evidencian como lo afirma Harlem (2012), una reacomodación de las explicaciones, que buscan satisfacer de manera inmediata los hechos observados, sin evidenciar contradicciones entre la predicción inicial y las nuevas ideas.
	FINALES	En las intervenciones de los estudiantes dejan de verse simples relaciones lineales de causa-efecto, dando paso a explicaciones más elaboradas, con más elementos de análisis.  Logran desde sus propias palabras explicar los nuevos conceptos, dando cuenta de su apropiación.  Hacen procesos de generalización que a nivel metacognitivo, relaciona esta etapa como una de las operaciones mentales importantes para que el estudiante pueda ser consciente de su proceso de aprendizaje, la generalización garantiza la apropiación de un concepto en cuanto puede ser aplicado a varias situaciones. Astolfi et al. (1991)
	<p>“El agua se congela porque es pura. El alcohol no se congela porque tiene químicos”</p> <p>“Los químicos del alcohol se combinan con el frío y no permite que se congele”</p> <p>“El alcohol tiene químicos calientes que no permiten el congelamiento”</p> <p>“Si los químicos calientes se logran enfriar, el alcohol se congelaría”</p>	
	<p>“El alcohol no se congela, o solo se congela el agua que tiene, porque es una mezcla con agua... hay cierta cantidad de agua y otra de alcohol...las dos sustancias están en distintas cantidades”</p> <p>“Se tiene como un tarro marcado, le agregan hasta 70 de alcohol y en el otro hay agua y solo lo llenan 30ml y los junta. Eso es alcohol al 70%. El 30% es agua. El porcentaje es la cantidad de algo que hay de una totalidad de 100”</p> <p>¿Si se tiene una botella de 60ml y otra de 120 ml de alcohol al 70%, alguna de las 2 tiene más o menos concentración?</p> <p>La concentración sigue siendo igual, porque no estamos agregando ni más agua ni más alcohol... Se va sumando más y más alcohol del mismo.</p> <p>Yo también diría que la concentración no varía si se tiene 10 o 100 ml de la sustancia, cambia es por los componentes, puede ser de la cantidad de la sustancia que se echa.</p> <p>Cuando hablamos de porcentaje entonces hablamos sobre una totalidad y de esos cuantas partes cumplen una</p>	

		condición. En el alcohol el 70% es la cantidad que cumple la característica de ser alcohol.	
	<b>PAUSAS INTERROGATIVAS</b>	El porcentaje es algo que sobra. No es la mitad... Bueno es como decir...nooo...es una cantidad... ya la mitad no porque sería 50 no había mitad... voy a decir que es una parte... podría ser una mitad o no...el 70 por ciento es más de la mitad. Es una cantidad que nos ayuda a mirar lo que se tiene...puede expresar...ahhhh...es que yo en esta parte estaba bloqueado... no entiendo lo que escribí...para no decir que es la cantidad que nos ayuda ver una cantidad, eso no se entiende... no sé cómo decirlo...	El estudiante es capaz de volver sobre sus propias palabras, reconociendo que tiene dificultades en la explicación del concepto. Reconoce que comparar el 70% con la mitad es incorrecto y que el porcentaje no se puede explicar simplemente como una mitad de algo.
	<b>REFLEXION</b>	<p><b>Mo.</b> ¿O sea que hay alcoholes más fuertes y menos fuertes? ¿De qué depende?</p> <p><b>E5:</b> Depende de la cantidad de alcohol o agua que tenga la botella.</p> <p><b>E3:</b> Yo no estoy de acuerdo...tú tienes un frasco como así. (Muestra un frasco de 60ml), yo puedo tener un frasco de 120ml y es el mismo resultado...la misma cantidad de alcohol.</p> <p><b>Mo.</b> Pero el porcentaje de alcohol, ¿depende del tamaño de la botella...esa es la concentración?</p> <p><b>E5:</b> No. Para mi es lo fuerte que es el alcohol, es que tenga mucho o poco alcohol...no es la cantidad de la botella, sino que tan rebajado está.</p> <p><b>Mo.</b> ¿Que sería un alcohol más rebajado...que porcentaje?</p> <p><b>E2:</b> Más rebajado que tenga más agua, así como cuando el jugo está dulce y se le pone más agua para que no sepa tan fuerte.</p>	<p>La secuencia de preguntas hechas por la maestra, surge a partir de las intervenciones de los estudiantes y no está ligada a una tarea o producto específico. A la luz de Astolfi et al (1991), se está privilegiando una de las dos facetas de la actividad reflexiva: La toma de conciencia, donde las reflexiones no se utilizan para regular actividades posteriores, sino como parte del proceso de comprensión.</p> <p>En la secuencia se evidencia los momentos de confrontación de ideas, mediados por la maestra, después de identificar dificultades con el concepto de porcentaje. “Las confrontaciones aseguran una función primordial en el surgimiento de conflictos cognitivos y estos activan un retorno reflexivo, que pueden terminar en las explicaciones alternativas” Astolfi et al (1991)</p>

Tabla 17 Ideas de los estudiantes, generalización del interés  
Fuente: Creación propia

### 3.1.3 Aproximación discursiva

En esta etapa se lleva a los estudiantes a planear posibles formas de dar respuesta a la pregunta generada en la etapa anterior. La estrategia es recoger los argumentos de los estudiantes, evaluar procesos metacognitivos y el uso de habilidades metodológicas.

La actividad inicia preguntándole a los estudiantes sobre como harían el alcohol al 50% a partir del alcohol que tenemos en la clase que es al 70%

Sujeto	Alocución
E1	<i>Yo lo metería en la nevera. La parte de agua se congelaría y el alcohol no. Porque como ya vimos que en el vaso solo se congela el agua.</i>
E2	<i>Yo diría lo mismo y como yo consulté dice que a temperatura 0 se congela el agua. Yo controlaría eso y podría tener congelada el agua, el resto sería el alcohol.</i>
E3	<i>Yo bajaría la temperatura y esperaría que el agua se congelara</i>
M	<i>Bueno, pero al congelar el agua, ¿ya está al 50% el alcohol?</i>
E2	<i>No primero hay que congelarlos y separarlos. Lo que se congela sería agua y lo que no sería alcohol</i>
E4	<i>Si, congelarlo sería solo para separarlos, porque como el alcohol no se congela porque la nevera no tiene una temperatura óptima para el alcohol, pero si para el agua, solo se congela el agua. O sea que todas las cosas se congelan a diferentes temperaturas y eso ayuda a que se puedan separa</i>

*Tabla 18 Ideas para preparar un alcohol de diferentes concentraciones*

A partir de estas intervenciones, se evidencia que los estudiantes han logrado **generalizar** que las sustancias tienen se congelan a diferentes temperaturas. Se puede asegurar que hay un conocimiento de que las sustancias tienen propiedades características y que dentro de una mezcla dichas propiedades permiten su separación.

En este punto, se presenta a un grupo de estudiantes dos ideas escritas por estudiantes de grado octavo sobre cómo hacer el alcohol al 50%. Se les pide que analicen sobre los planteamientos y den sus opiniones.

<p><i>Idea 1</i> Después de meter el alcohol a la nevera, se saca en un vaso el alcohol líquido y se espera que se descongele el agua. Al alcohol se le quitan 20ml y se bota... y se le ponen 20ml de agua. Se revuelve. Ese sería al 50%</p>	<p><i>Idea 2</i>: Congelo la mezcla. Saco el alcohol líquido y espero que se descongele el agua. Le saco al alcohol el 25% de alcohol y 25% de agua, los uno y al sumarlo quedaría el 50%</p>
<p><i>E1</i> Yo creo que así está bien. Si al alcohol se le quitan 20ml, quedarían 30ml y al ponerle 20 ml de agua completaría 50ml. Eso sería al 50%.</p> <p><i>E2</i>: Pero no es igual. El alcohol al 50% se define porque tiene igual cantidad de agua y alcohol. Hay tiene más alcohol que agua.</p> <p><i>E3</i>: No se puede sumar los mililitros y que den 50. Eso sería la cantidad de la mezcla, pero no la concentración. En un vaso se tendrían 50 mililitros de la sustancia, pero no está al 50%.</p>	<p><i>E5</i>: Yo creo que puede tener razón, porque serían iguales cantidades de agua y alcohol. Lo que pasa es que él lo cambia es de la manera que lo dice...lo que pasa es que el 25% no es de concentración sino de cantidad de alcohol o de agua, pero es igual. Él debe es decir 25mililitros de agua y 25 mililitros de alcohol.</p> <p><i>E4</i>: Pero también podría ser 30ml de agua y 30ml de alcohol y también sería un alcohol al 50%. No es porque 25 más 25 es 50, sino porque es la misma cantidad de las dos cosas.</p>

*Tabla 19 Ideas presentadas a los estudiantes  
Tomadas de las explicaciones dadas por dos estudiantes de grado octavo a la pregunta de cómo fabricar un alcohol al 50%*

Los estudiantes esta vez **generalizan** sobre lo que significa tener una mezcla al 50%, reconociendo que debe tener igual cantidad de componentes. Prefieren hablar de la concentración desde las cantidades y dejan un poco de lado los porcentajes, porque se sienten más cómodos explicando desde este concepto. El hecho de confrontarlos con respuestas ajenas a ellos, permite poner en juicios sus propias ideas y lograr procesos de reflexión distanciada. Es importante señalar en este punto, como la confrontación metacognitivamente permite al estudiante poner en juicio sus propias ideas. Así,

*Las confrontaciones entre producciones conducen a menudo a críticas... (a encontrar elementos no pertinentes en las producciones de otros alumnos), pero también pueden desembocar en préstamos mutuos (los alumnos son invitados a encontrar elementos susceptibles de enriquecer o mejorar su propia producción), siendo*

la oportunidad de desarrollar dicha capacidad de descentración, necesaria en la toma de conciencia. (Astolfi et al. 2009. Pg. 17)

Continuando con la reconstrucción:

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>M</b>	<i>¿A qué porcentaje quedaría el agua y el alcohol después de separarlas?</i>
<b>E3</b>	<i>Yo mediría que cantidad de agua quedó y que cantidad de alcohol y ese sería el porcentaje</i>
<b>E4</b>	<i>Yo creo que no, esa sería la cantidad de cada uno que habría...</i>
<b>E3</b>	<i>Pero sí sé las cantidades de cada uno podré saber qué porcentaje tenía cada sustancia.</i>
<b>M</b>	<i>Explicate</i>
<b>E3</b>	<i>pues si eran 100 ml de alcohol de la botella, ese sería el 100%. Si me quedan tanta agua y tanto alcohol, puedo hacer la relación. Si quedan 30 ml de agua, sería el 30% y 70 ml de alcohol sería el 70 %</i>
<b>M</b>	<i>¿Cómo haces esa relación?</i>
<b>E3</b>	<i>Como lo vimos en matemáticas</i>
<b>M</b>	<i>Puedes explicarlo al curso</i>

Tabla 20 Confrontaciones frente a la concentración del alcohol

El estudiante pasa al tablero y explica a partir de una regla de 3.

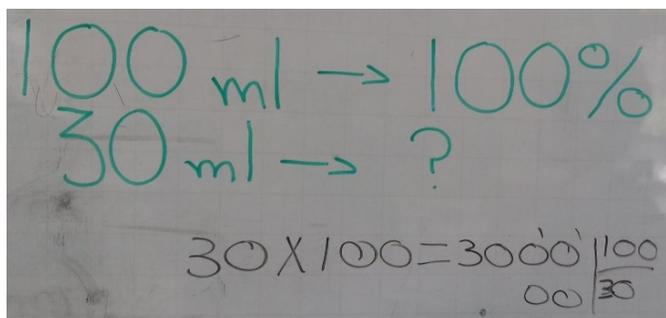


Figura 8 Explicación sobre cómo obtener porcentajes

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E5</b>	<i>¿Así se puede trabajar para cualquier cantidad?</i>
<b>E3</b>	<i>Sí. Solo que no se pone 100 %, sino la cantidad de sustancia que se tenga.</i>
<b>E5</b>	<i>Lo que se quiere saber es de cierta sustancia, cuanto cumple la propiedad. Así de 100 mililitros, cuanto es alcohol y cuanto es agua...A bueno, ahora es más fácil entender cómo sacar el porcentaje.</i>
<b>M</b>	<i>Podrías explicarlo</i>
<b>E5</b>	<i>Si profe. Tomo la cantidad de sustancia que tengo al inicio que sería el 100 % o</i>

	<p><i>total de toda la mezcla. Y escribo la cantidad que resultó después de uno de los componentes. Multiplico esa cantidad por el total o 100% y lo divido por la cantidad de sustancia que había al principio. Eso me da el porcentaje de ese componente.</i></p>
--	---

*Tabla 21 Generalización sobre cómo obtener porcentajes*

El estudiante en este caso aplica conocimientos de otras disciplinas para explicar la situación. Y logra hacer generalizaciones. Entiende la forma matemática de obtener el porcentaje de cada sustancia en la mezcla, a partir de la cantidad de ésta que se tenga. Aun cuando la maestra pregunta a otro estudiante por el procedimiento, decide no dar mayor trascendencia del algoritmo con el resto del grupo, con el ánimo de no convertirlo en una “receta” sin sentido, estando en contra de procesos metacognitivos, para Astolfi, “existe un riesgo no despreciable de deificación del procedimiento, que aleja de procesos de reflexión distanciada”

### **3.1.4 Habilidades metodológicas**

En esta instancia se propone que por grupos diseñen el experimento por el cual van a obtener un alcohol al 50%. Se pide que especifiquen las características que quieren observar, los datos que van a tomar, el montaje del experimento y se les pregunta como comprobarían que el alcohol tiene otra concentración. Este proceso de planeación pretende regular la acción posterior, logrando un verdadero distanciamiento, en cuanto se pueden anticipar situaciones y los estudiantes pueden analizar de manera global todos los procedimientos.

Frente al montaje, todos los grupos concuerdan en dejar el alcohol al 70% en la nevera por un día, sacar el alcohol y dejar el agua. Y por último, tomar de ese alcohol una cantidad y agregarle la misma cantidad de agua. En algunos grupos, los estudiantes se cuestionan si el alcohol que resulta es puro y aun tienden pensar que 100% es igual a 100 ml.

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E5</b>	<i>Podríamos por separación del agua... pero le quito el agua y completo el alcohol agregando más alcohol de la botella para completar los 100 ml</i>
<b>E6</b>	<i>Pondría dos vasos a congelar y al unir lo que no se congeló y completaría los dos hasta 100</i>

*Tabla 22 Explicaciones sobre concentración vs cantidad de sustancia*

Entre los propios estudiantes se corrigen y explican a sus compañeros que son dos conceptos diferentes.

<b>Sujeto</b>	<b>Alocución</b>
<b>E2</b>	<i>Eso que te salió sin congelar es puro porque el agua ya se le quito. Entonces no necesitas completarlo.</i>
<b>E4</b>	<i>Una cosa es la concentración y otra la cantidad...para hablar de cantidad de alcohol puede ser son solo 30ml de un alcohol de 100 %. Los mililitros dicen la cantidad y el porcentaje la concentración</i>
<b>E6</b>	<i>O sea que si yo tengo solo 20 ml de alcohol al 100% sigue siendo un alcohol puro, no siempre tengo que tener 100 ml</i>
<b>E4</b>	<i>Es igual tener 30 ml o 70ml del alcohol si es a la misma concentración.</i>

*Tabla 23 Diferencias entre porcentaje y cantidad total de sustancia*

Finalmente, el grupo llega a la conclusión de obtener alcohol al 100% por congelamiento del agua. Cada grupo decide utilizar una cantidad diferente de alcohol al 70% y al final comparar las cantidades obtenidas. En la planeación de esta actividad, los estudiantes reflexionaron sobre el sentido de cada palabra y cada acción propuesta. Al decidir que cada grupo tomaría una cantidad diferente de alcohol (ya no 100ml) quisieron por cuenta propia romper con la dualidad de si 100ml es igual al 100%. Al decidir otras cantidades, muestran niveles de generalización que pueden emplear al hacer sus predicciones.

El acercamiento metodológico hecho por los estudiantes, se recoge a continuación en la Tabla 24:

HABILIDAD METODOLOGICA	IDEAS
Observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Pues miraríamos cada 15 minutos para ver qué pasa: si la cobertura esta solida o medio y oprimir el vaso suavemente a los lados del vaso para ver si esta solido o liquido y también tocar la cobertura a ver si esta sólida y a los lados si esta liquida.</i></li> <li>● <i>Observaríamos donde quedan el agua y donde el alcohol. Si arriba o abajo</i></li> <li>● <i>Nosotros observaríamos todas las características de la sustancia: el color, si cambia el agua al congelarse, el olor. Miraríamos cada hora estas cosas. Y dibujaríamos.</i></li> </ul>
Toma de datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Mediría cantidades a lo largo del proceso, si va disminuyendo cantidad de líquido al congelarse.</i></li> <li>● <i>Pensaríamos con el tiempo medir cantidad de agua en cada tiempo.</i></li> <li>● <i>Meteríamos distintas cantidades de alcohol de la botella [70%] en cada vaso. De cada uno mediríamos al otro día cuanto alcohol y cuánta agua se congelo, y los compararíamos</i></li> </ul>
Presentación de los datos	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Nosotros vamos a hacer una graficas del tiempo que pasa y la cantidad de agua que se congela.</i></li> <li>● <i>Vamos a dibujar los vasos con las medidas</i></li> <li>● <i>Vamos a tomar fotografías</i></li> </ul>
Comprobar si es un alcohol al 50%	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>Por el aroma... que tanto sentimos ese olor... si el olor es más fuerte creemos que hay más alcohol. Tendríamos que mirar como huele y compararlo...</i></li> <li>● <i>Prendiendo algo, poniéndole llama, miraríamos como prende un alcohol al 100% y a las otras concentraciones. Creemos que a menor concentración, se quema más rápido.</i></li> </ul>

*Tabla 24 Acercamiento metodológico de los estudiantes  
Fuente: Creación propia*

En las intervenciones de los estudiantes es evidente un cambio en el acercamiento a la situación planteada. Son más específicos en los aspectos a observar, ya no se conforman con observaciones generales como las planteadas al inicio de la actividad. De igual manera en las mediciones nombran algunas variables y las trabajan sobre ellas, aunque no explicitan el concepto. En el uso de conceptos, abandonan el nominalismo, utilizan las palabras que conocen y las utilizan en el contexto adecuado.

Los estudiantes, logran hacer predicciones, relacionando los conceptos trabajados y las observaciones hechas.

Como actividad final, se propone a cada estudiante escribir una definición general de términos usados en el diseño experimental:

Término	Definición
<i>Descripción</i>	<i>Es decir exacto lo que se ve. No se puede poner palabras “como”. Uno debe escribir exacto lo que vio, en la descripción cosas como el color era “como amarillito”, no deben existir. Debe decir era amarillo, o aclarar el tono “amarillo claro”, o poner un ejemplo como “amarillo como el sol”, para saber exactamente como era. Para describir es necesario ser exacto con lo que se dice.</i>
<i>Explicación</i>	<i>No deben ser las descripciones, eso es lo que uno ve. En la explicación se deben dar razones de porque ocurren las cosas. Las explicaciones no son narraciones de lo que está pasado, es una fundamentación</i>
<i>Medición</i>	<i>Para medir, es necesario saber que se va a medir, cuales características a partir de la observación, pero primero se tiene que saber que observar. Se debe saber que medir peso, cantidad [volumen], concentración, color, temperatura.</i>
<i>Congelamiento</i>	<i>Cuando un líquido se vuelve sólido. Debe tenerse en cuenta el tipo de sustancia. No todas se congelan a la misma temperatura. Y se puede usar para separar si las sustancias se congelan a diferentes temperaturas.</i>
<i>Gráfica</i>	<i>No es una foto o un dibujo. Es un esquema que tiene una línea horizontal y una vertical. Hay se ponen las dos mediciones que quieren compararse. Se muestra cómo se comporta una medición frente a la otra. Por ejemplo, tiempo de congelamiento y cantidad de líquido, que muestra a cada hora cuanto líquido queda sin congelar.</i>

*Tabla 25 Definiciones construidas por los estudiantes  
Fuente: Creación propia*

Las conceptualizaciones elaboradas por los estudiantes responden a las construcciones y generalización dadas a lo largo de las actividades planteadas, y son importantes en cuanto no están enunciadas exclusivamente para el caso del alcohol. Para Astolfi et al. (1991) “éstas sobrepasan el marco de la actividad particular siendo posibles diferentes planos de generalización y aplicación”. De esta manera, las generalizaciones de los estudiantes, corresponden en gran medida a enunciados descriptivos de procedimientos generales en ciencias, que corresponden a definiciones de tipo psicológico, donde el estudiante explica desde su forma de pensar.

### 3.1.5 Metacognición

Para evaluar en esta fase los procesos metacognitivos de los estudiantes, se recurre a entrevistas semiestructuradas donde se pretende identificar a partir de sus sentimientos y apreciaciones, rasgos que indiquen procesos y variaciones a nivel metacognitivo, la adquisición de formas de trabajo metodológico y la construcción de conocimientos.

Se analizaron aspectos como los momentos de des-inmersión y reflexión distanciada, que dan cuenta de procesos metacognitivos, los elementos de las actividades que permitieron alcanzar dichos procesos y las percepciones de los estudiantes frente a la clase.

<b>Sujeto</b>	<b>Dialogo</b>
<b>Mo</b>	<b><i>Cuéntame inicialmente qué creías que pasaría con los vasos puestos en el congelador</i></b>
<i>E</i>	<i>Yo creía primero que el alcohol y el agua se congelaría porque todo lo que se mete al congelador se congela, no pensé en que podrían ser diferentes.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Y qué pasó cuando te diste cuenta que un frasco no se congelaba por completo?</i></b>
<i>E</i>	<i>Primero pensé que había hecho mal el experimento o que mi nevera no tenía tanta fuerza, entonces le puse más frío, pero igual en un vaso frasco quedaba sin congelar algo.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Tomaste datos?</i></b>
<i>E</i>	<i>Solo escribí lo que veía, pero no medí nada, ni cantidades ni temperatura. No entendía que era eso de los datos, solo pensé en contar lo que pasaba. Pensé en mí que era mirar cómo eran los vasos y que pasaba con ellos, pero no era muy específico en que ver. Vi simplemente los vasos y escribí.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>Y ahora, si te pidieran tomar datos, ¿qué harías?</i></b>
<i>E</i>	<i>Pues si observaría, pero con más detalle. Pesaría primero en qué quiero observar y si se puede medir.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>Si fueras a hacer el experimento del agua y el alcohol nuevamente, ¿qué observarías?</i></b>
<i>E</i>	<i>Pues vería en la temperatura de la nevera o la cantidad de agua que se congela en cada vaso, podría ir midiendo cada tiempo cuanto se congela.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Crees que observas mejor ahora?</i></b>

<i>E</i>	<i>Si porque no me quedo en lo simple, sé que puedo pensar en todo lo que pasa en un experimento y en que puedo observar y si se puede medir algo. Creo que ahora me pregunto más sobre eso que veo. Ya sé que observar no es solo contar lo que pasa sino buscar más cosas.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>Frente a las actividades planteadas, ¿qué crees que se te hizo difícil?</i></b>
<i>E</i>	<i>No me gustaba que la profesora preguntara sobre cada respuesta que dábamos. Era como si quisiera sacarnos cada cosa de nuestra mente.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Y por qué era difícil?</i></b>
<i>E</i>	<i>Porque no tenía la respuesta, me daba miedo que me preguntara y yo dijera una bobada.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Y cómo lo superaste?</i></b>
<i>E</i>	<i>Bueno, prestando atención a lo que decían mis compañeros y tratando de preguntarme a mí mismo como yo explicaría cada cosa. A veces hacía dibujos para poder explicar lo que yo creía. Cada uno daba opiniones, pero podíamos no estar de acuerdo y daba mi opinión, ya no tenía tanto miedo</i>
<b>Mo</b>	<b><i>Y hacer dibujos para explicar ¿es más fácil para ti? ¿Por qué?</i></b>
<i>E</i>	<i>Si porque cuando escribo me enredo más, también es fácil hablar, pero no escribir. Los dibujos me dejan explicar, también los dibujos que tienen flechas y muestran pasos para hacer el experimento, así uno sabe que tiene que hacer.</i>

Tabla 26 Entrevista 1

El estudiante logra reconocer sus propias dificultades frente a la clase, reconoce que puede aplicar lo aprendido en otras actividades al referirse por ejemplo al preguntarse por las cosas, al saber que observar ahora. Tuvo momentos de reflexión distanciada, en donde se confrontó con sus propias producciones, identifica la manera que más se le facilita para expresar sus ideas. El referir temor frente a participar, a que le pregunten, pone en manifiesto una aceptación de sus debilidades y un miedo al error, que a través de las actividades supera, al reconocer el error como parte del proceso.

A nivel de las actividades planteadas se reconoce la importancia de las confrontaciones que como lo afirma Astolfi et al (1991) generan conflicto cognitivo y momentos de reflexión, en momentos cuando el estudiante se enfrenta a explicaciones diferentes a las propias o cuando somete sus propias explicaciones a los resultados de la experiencia. Para el autor, el confrontar permite a los estudiantes “desarrollar la capacidad de descentración... al obligar a un alumno a tomar prestada la forma adoptada por otro para presentar su contenido personal.”

La estudiante manifiesta haber superado su miedo a equivocarse y refiere de manera tranquila sus propias debilidades. Esto ha sido posible por el formato de la clase, donde el error se reconoce como parte fundamental del proceso de aprendizaje, permitiendo como lo afirma Astolfi et al (ibid) que los estudiantes dejen sus inhibiciones y no tengan dificultades en pensar sobre su propio pensamiento.

<b>Sujeto</b>	<b>Dialogo</b>
<b>Mo</b>	Cuando te preguntan por algo que desconoces, ¿cómo das tus respuestas?
<b>E</b>	<i>Pienso en cosas que se le relacionen</i>
<b>Mo</b>	<i>¿Por ejemplo?</i>
<b>E</b>	<i>Pues como en el vaso con alcohol en la nevera, yo pensé que todo lo que se mete ahí se congela, por eso dije que se congelaba...</i>
<b>Mo</b>	<i>¿Y crees que hacer esas relaciones siempre es útil?</i>
<b>E</b>	No porque uno puede equivocarse... no piensa tanto, solo dice lo primero que se le vino a la cabeza
<b>Mo</b>	Y cuando la respuesta no coincidió con el resultado observado, ¿qué haces? Como en el caso del alcohol que no se congeló
<b>E</b>	Pienso en otras cosas, aunque es complicado porque no se tiene información, a veces uno piensa en lo que dicen los compañeros y si le parece cierto, dice lo mismo.... Como cuando todos dijimos que no se congelaba porque tenía químicos, yo creí eso... aunque no sabía explicarlo, pero pensé que era cierto porque el alcohol huele feo y quema
<b>Mo</b>	Cómo crees que hubieras podido explicar mejor lo que pasaba
<b>E</b>	Buscando en libros, así como cuando Sara dijo que había leído que el alcohol se congelaba a muy baja temperatura, no recuerdo cuanto pero ya se podía entender de otra manera. También cuando tu [la profesora] preguntaste que si todo se congelaba empecé a preguntarme si todo se congelaba y dije que sí, pero pensé que por los químicos que tiene se congelan diferente y que lo que siempre se congela en las neveras es el agua, con ese análisis pensé que el alcohol puede tener agua y lo supimos luego al leer la botella del alcohol.
<b>Mo</b>	Qué ha sido, entonces importante para ti, de las actividades hechas
<b>E</b>	Ponerme a pensar en todas las cosas, escuchar a mis compañeros y decir si estoy de acuerdo o no. Analizar en mi cabeza las cosas. Dar respuestas más claras
<b>Mo</b>	Qué has aprendido hasta el momento
<b>E</b>	Que los líquidos se pueden congelar de manera diferente, que el alcohol es una mezcla con agua, es decir que lo hacen menos fuerte agregándole agua. Que la temperatura si ayuda o no a que algo se congele.

Tabla 27 Entrevista 2

La estudiante reconoce cómo las respuestas están mediadas por relaciones con cosas que conoce, así “todo se congela al meterlo en el congelador”, satisface de manera inmediata a una pregunta, sin embargo, al confrontar con la realidad, logra hacer un

proceso de des-inmersión, que la lleva a buscar otros mecanismos de explicación y valora el “analizar” como primer paso para dar respuesta. Presenta la necesidad de observar en detalle, haciendo generalizaciones iniciales frente a las características de lo observado y la importancia de la medición para mejorar el proceso.

Para la estudiante el diálogo con sus compañeros es fundamental para activar su propio proceso reflexivo, para Astolfi et al (1991), estos procesos dialógicos permiten desarrollar la capacidad de des-inmersión y su posterior acomodación en los esquemas personales.

Metacognitivamente, la estudiante se encuentra en un nivel de toma de conciencia, donde empieza a reflexionar sobre su propio pensar e inicia la regulación de la acción frente al proceso de observación y análisis de las situaciones presentadas en clase

Frente a las actividades, se rescata la importancia de la pregunta para movilizar el pensamiento en los estudiantes, al igual que ir guiando el desarrollo de la misma.

<b>Sujeto</b>	<b>Dialogo</b>
<b>Mo</b>	¿Cómo explicaste los porcentajes, qué entendiste por un alcohol al 70%?
<b>E</b>	Cuando trabajamos los porcentajes que decía la botella, me complicé mucho porque, aunque en la cabeza lo entendía, no podía decirlo con las palabras, no tenía las palabras y entonces la profesora me pidió que dibujara como lo entendía y fue más fácil, así si lo pude explicar y mostrar que era como que de una cantidad que había, un pedazo tenía una característica... así lo entiendo, entonces hice este dibujo. [Muestra el dibujo]
<b>Mo</b>	¿Qué representa tu dibujo?
<b>E</b>	O sea que echaban 70 de alcohol y lo rebajan con 30 de agua para que no sea tan fuerte,
<b>Mo</b>	¿De qué depende que sea más fuerte?
<b>E</b>	De que traiga más alcohol o más agua, depende para que se necesita
<b>Mo</b>	Ok. Quiere decir que la concentración de la sustancia depende la cantidad de los componentes que tenga.
<b>E</b>	Si. Entonces mostré la botella con una parte de agua y otra de alcohol, el porcentaje de alcohol es la cantidad que hay en relación con el agua.
<b>Mo</b>	¿Qué se dificultó al hablar de porcentajes?

<i>E</i>	En mi dibujo siempre tenía un frasco de 100ml, entonces tenía en un frasco 70 ml de alcohol puro y en otro frasco 30 ml de agua, al unirlos quedan 100ml de un alcohol al 70%. No puedo explicarlo en otra cantidad diferente a 100... Pero me enredé otra vez cuando hablaron de cambiar la botella a una más grande y si cambiaba la concentración, ya no entendía el porcentaje, porque empezaron a hablar de cantidades en la botella o cambiar la botella a otra más grande y no entendí, ya no sabía si al cambiar de botella, la concentración cambiaba.
<i>Mo</i>	¿Cómo lo superaste?
<i>E</i>	Me ayudó el ejemplo de Bryan, cuando dijo que recordáramos que la concentración es lo fuerte del alcohol, o sea si está rebajado con agua o no. También cuando Ernesto dijo que, si cogiera dos vasos y los llenara con alcohol de la botella, en cada vaso habría la misma concentración de la botella. Ahora sé que la concentración depende si se cambia la cantidad de líquidos que se agrega, pero no cambia si está en un recipiente más grande o pequeño, solo cambia si se le agrega agua o alcohol. Ernesto lo resumió muy bien, los alcoholes son iguales, así cambie la cantidad, la concentración es la misma.
<i>Mo</i>	¿Fue entonces importante escuchar a tus compañeros?
<i>E</i>	Sí porque pude entender mejor lo que querían decir, yo tenía las ideas en la mente, pero sus ejemplos me aclararon más. Nunca había puesto cuidado a lo que ellos decían y pude organizar mis ideas, hay que estar más atento a la información y entenderla, también que la mente de uno trabajó más, escuchar ejemplos de ellos es chévere.

Tabla 28 Entrevista 3

El estudiante logra hacer procesos de des-inmersión a lo largo de las actividades, se cuestiona a sí mismo sobre el verdadero entendimiento del concepto de concentración, haciendo pausas interrogativas que le permite evidenciar lo que entiende, pero también su dificultad de aplicar el concepto de porcentaje a otras cantidades diferentes a 100ml. Reconoce la facilidad que tiene para él, explicar con dibujos, al igual que la importancia de la atención y la escucha no solo a sus compañeros, sino a él mismo, sus dudas y sus seguridades. La confrontación de ideas con los compañeros, le permitieron reflexionar sobre sus propias explicaciones y replantearlas, superando algunas contradicciones, generando como lo afirma Astolfi et al (1990) préstamos mutuos que permiten mejorar la producción del estudiante.

<b>Sujeto</b>	<b>Dialogo</b>
<i>Mo</i>	<i>Bueno, al preguntar cómo se prepararía un alcohol 50%, tus compañeros presentaron 3 opciones Tengo el frasco del 70% y le saco 20ml, ya sería un alcohol al 50% Después de poner a congelar el alcohol de la botella, se saca lo líquido que es el alcohol se pone en otro vaso, se quita 20 ml y se toman 20 ml de agua y se revuelven en otro vaso.</i>

	<i>Quitarle el hielo al alcohol, tomar 25% de agua de la llave y 25% de alcohol. Saco 25% de alcohol que tengo y 25% del agua.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Qué piensas tú de estas respuestas?</i></b>
<i>E</i>	<i>En el primer grupo no han entendido nada de la concentración, piensan que la cantidad de alcohol que hay es igual a la concentración, es como cuando Brayan decía que si tenía una botella más grande habría un alcohol más concentrado. No saben que la concentración depende de la cantidad de componentes que haya y no de la cantidad de toda la sustancia ya mezclada.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Qué resultado crees que obtendrían entonces en este grupo?</i></b>
<i>E</i>	<i>Yo les diría que solo obtuvieron tener menos cantidad de alcohol, pero no bajaron la concentración. Tenían una botella con 70 ml, ahora tendrán solo 50 ml pero del mismo alcohol al 70%. No hicieron nada</i>
<b>Mo</b>	<b><i>Bueno ¿y en los otros dos grupos?</i></b>
<i>E</i>	<i>Yo creo que ambos, hacen el mismo proceso que yo dije de congelar el alcohol de la botella y retirar el líquido, solo que cambian las palabras. Si miramos al final los resultados de los dos ejemplos tienen la misma cantidad de agua y de alcohol, entonces si están al 50%. En un grupo hablan de cantidades en mililitros que son fáciles de medir y el otro grupo habla de porcentaje, que para mí es más difícil de sacar, no sé qué cantidad sería el 25%. Por eso es más fácil trabajar con cantidades que podamos medir con un vaso de laboratorio o alguno de la casa que tenga marcas.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Por qué crees que los estudiantes piensan de esa manera al plantear el ejemplo?</i></b>
<i>E</i>	<i>En el primer grupo, no tienen en cuenta lo que es la concentración y lo confunden con cantidad de alcohol. No saben que son diferentes. Creo que en el segundo grupo ya tienen claro el concepto de que al 50% significa que tienen la misma cantidad de cada sustancia, 20 ml de cada una es igual cantidad. Y no se deben sumar las cantidades para sacar el porcentaje, porque si no tendrían que ser 25 ml de agua y 25 ml de alcohol y pueden ser cualquier cantidad desde que sea la misma para el agua y el alcohol En el tercer grupo pienso que si piensan que 25% de una y 25% de otra suman 50%, pero creo que se forma un alcohol al 50% porque tienen la misma cantidad de los dos... pero podrían tomar 50% de alcohol y 50% de agua y no sería un alcohol puro al 100%, sería también al 50% porque tienen lo mismo. No deben sumar 25% más 25%, deben entender que es tener cantidades iguales de los dos. La misma cantidad de alcohol sería la misma cantidad de agua para que sea al 50%</i>
<b>Mo</b>	<b><i>Si dices que las dos propuestas pueden ser ciertas, tu ¿cuál escoges? ¿Por qué?</i></b>
<i>E</i>	<i>Yo tomaría la del grupo dos. Porque se puede medir con un vaso el agua y el alcohol. La del segundo grupo no porque no sabría cómo sacar el 25% de cada cosa, no se puede medir. Entonces no la elegiría porque no sé si nos van a enseñar a sacar eso.</i>
<b>Mo</b>	<b><i>¿Cómo lo explicarías al grupo uno que tiene un error?</i></b>
<i>E</i>	<i>Les diría como dijo Brayan que el tamaño de la botella no es la concentración, es solo la cantidad de alcohol mezclado que está ahí. Que para bajar la concentración toca poner agua, como cuando se quiere que el jugo no tenga tanta azúcar. Que si yo echo el alcohol en botellas más pequeñas de diferente tamaño, aunque tenga más poquito que en la botella grande, no hay menos concentración, solo hay más poquita cantidad.</i>

Tabla 29 Entrevista 4

La des-inmersión se hace en este caso sobre producto de otros estudiantes, poniendo en juego las propias construcciones que se han hecho a lo largo de las actividades, logrando generalizaciones, en donde el estudiante no busca acomodar sus respuestas a una situación, sino que por el contrario da cuenta de sus razones y explicaciones. Se potencializa en este ejercicio la confrontación de sus propios saberes con las ideas de los otros. Para Astolfi, et al (1991) la confrontación con otras ideas, llevan al estudiante a la toma de conciencia sobre sus propias producciones, preguntándose por la validez de sus propias explicaciones y en ocasiones completando sus ideas a través de lo dicho por los otros.

A partir del desarrollo de la innovación se evidenciaron avances en los estudiantes, en cuanto a la apropiación de los conceptos trabajados, mayor participación y seguridad en sus intervenciones, resaltando la importancia del aspecto motivacional, que generó como menciona Tamayo (1999) “estudiantes curiosos” que se caracterizan por participar activamente en su aprendizaje, buscan y manipulan la información, juzgan y toman decisiones, favoreciendo el control metacognitivo o aprendizaje autorregulado (Osse & Jaramillo, 2008.); el aula de esta manera se vio mediada por un ambiente de confianza y seguridad, donde los estudiantes pudieron expresarse sin miedo a la crítica o burla por sus ideas, la actitud de escucha y la negociación permitieron reconocer al compañero como alguien de quien se puede aprender, dando roles diferentes a los estudiantes y a la maestra.

En cuanto al conocimiento metacognitivo, donde se recoge el conocimiento que el estudiante tiene sobre sí mismo como aprendiz, sus capacidades y limitaciones, se logró que los estudiantes evidenciaran sus propias dificultades para acercarse a la situación planteada y las posibles maneras de superarlas; reconocen por ejemplo la facilidad que tienen para representar sus ideas a través de dibujos y desde el lenguaje hablado pero la dificultad que tienen para hacerlo a través de la escritura; de igual manera reconocen que no entienden o no pueden explicar un concepto como el de porcentaje, o que solo pueden hacerlo pensando en una cantidad específica de 100ml, llegando a un nivel de **autoconciencia** donde se supera la ignorancia secundaria que

para Brown (citado por Allueva, 2002), se refiere al “saber lo que se sabe y no se sabe”.

De igual manera fueron evidentes los momentos de reflexión distanciada, donde los estudiantes a partir de sus propios cuestionamientos, replantearon y dieron solución a sus propias inquietudes. Fue importante dentro de la metodología la generación de preguntas que llevaron a los estudiantes a procesos de des-inmersión. Los diálogos, maestro-estudiante, estudiante-estudiante propiciaron confrontaciones que permitieron avanzar en el desarrollo de procesos metacognitivos, llevándolos a posibles cambios conceptuales, dado que como afirma Tamayo, (2001), “la evolución conceptual vendría dada por la toma de conciencia gradual de las desventajas de las teorías propias y las ventajas de las teorías rivales”. El intercambio de información en el diálogo, también favorece el conocimiento metacognitivo de carácter **interindividual** que hace referencia al contraste entre el conocimiento que tiene un individuo y el de otros sujetos (Allueva, 2002)

Los estudiantes lograron hacer **generalizaciones** sobre los conceptos trabajados, como que las sustancias se congelan a temperaturas diferentes y que esta propiedad puede utilizarse para separar los componentes de algunas mezclas; que la concentración de una solución se determina por la cantidad de las sustancias presentes dentro de la mezcla. Estas generalizaciones, son producto de deducciones hechas por los estudiantes a lo largo de las actividades planteadas, lo que implica el **análisis** de las situaciones, lo que para Tamayo, (2001) conlleva a superar las generalizaciones ligadas a la percepción propio de edades escolares iniciales, pasando a generalizaciones que dan cuenta de las propiedades de los objetos.

A nivel metodológico los estudiantes logran definir con mayor precisión habilidades como la observación, la toma de datos, la medición, la explicación, abandonando el nominalismo en sus ideas, haciendo consientes las palabras utilizadas para explicar algo abandonando las respuestas aprendidas e inmediatas. Estas generalizaciones sirven para planificar y regular la acción.

#### 4. CONCLUSIONES

Este trabajo centrado en la línea de investigación enseñanza de las ciencias contexto y diversidad cultural, propuso desde el reconocimiento de los intereses e inquietudes de un grupo de estudiantes de grado sexto, acercarse a sus formas de explicación, potenciar situaciones que les permitieran repensar su propia idea y generar procesos metacognitivos, que les permitieran encontrar nuevas formas de acercamiento al fenómeno de fusión del alcohol.

Sintetizando los resultados obtenidos y los análisis desarrollados a lo largo de las fases de este trabajo y a la luz de los objetivos propuestos, se tienen como principales conclusiones:

- En las etapas iniciales de la innovación, los estudiantes frente a los cuestionamientos que se les plantea sobre un nuevo fenómeno, dan respuestas inmediatas, emplean palabras sin saber su significado o sin detenerse a pensar en su sentido, centrandó sus explicaciones en nominalismos, ideas lineales de causa-efecto y en la transferencia de conceptos desde otras situaciones, limitando la mirada del fenómeno; en concordancia con Harlen (2007), se puede establecer que estas respuestas aprendidas, limitan la apropiación del fenómeno, la generación de cuestionamientos, la confrontación o el análisis sobre el mismo y llevan a un escaso control metacognitivo sobre su actividad intelectual.
- La pregunta y el diálogo al interior de la clase, permite al estudiante problematizar y evaluar sus propias palabras y la pertinencia de sus explicaciones, esta relación, mediada por afirmaciones y cuestionamientos constantes llevan a movilizar en el interior del aula momentos de reflexión distanciada, donde el estudiante pueda intercambiar ideas, confrontarlas y reelaborar sus explicaciones sobre el fenómeno,

siendo consciente de la manera como aprende, como se enfrenta a lo que no comprende, como relaciona la información que tiene con la nueva que se le presenta.

- La generalización como habilidad metacognitiva permite evidenciar la comprensión real de los conceptos trabajados, a través de la capacidad del estudiante para construir nuevos significados y reelaborar sus explicaciones y aplicarlas a otras situaciones o contextos.

Las ATA`s como propuesta de trabajo en el aula, posee elementos que pueden favorecer el desarrollo de procesos metacognitivos, en cuanto a:

- Propone abordar las problemáticas desde diversas miradas, permitiendo la exploración libre por parte de los estudiantes y la movilización de sus recursos cognitivos y afectivos.
- Al trabajar desde las ideas del estudiante, es posible contrastar con los resultados obtenidos a través de la práctica, con otras ideas o con la realidad, generando procesos reflexivos, que conllevan a procesos metacognitivos y a la comprensión del fenómeno.
- Siendo el centro de la actividad, las explicaciones, predicciones e interpretaciones del estudiante, se potencializa la reflexión y la toma de conciencia en éste sobre sus acciones, el qué, el por qué y cómo comprende, relaciona y aborda el fenómeno trabajado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Allueva, P. (2002). Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención. Zaragoza, Departamento de Educación y Ciencia de la Diputación General de Aragón.
- Amarillo, A., Gomez, G., Villar, F., Zambrano, S., & Melo, R. (2003). Una mirada desde la homeostasis para comprender la dinámica de la vida. *Emociones y razones para innovar en ciencias*. Recuperado el 25 de noviembre de 2015
- Astolfi, J.-P., Peterfalv, i. B., & Verin, A. (1991). *Competencias metodológicas en ciencias experimentales*. París: INRP.
- Barbieri, L., Parolo, M., & Chrobak, R. (2004). La Metacognición y el mejoramiento de la enseñanza de química universitaria. *Enseñanza de las ciencias*, 79-92.
- Barragan, D. F. (2015). Las comunidades de practica (CP): hacia una reconfiguración hermenéutica. *Franciscanum* , 155-176.
- Campanario, J. M. (2000). El desarrollo de la Metacognición en el aprendizaje de las ciencias: Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. *Enseñanza de las ciencias*, 369-380.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 179-192.
- Caro, G. (2011). Planteamiento Didáctico en la Clase de Física a partir de las Actividades Totalidad Abiertas y el Teatro para formar espíritu científico en estudiantes de Educación Media. *Aula Digital. Educación, tecnología y sociedad*, 23-27.
- Ferreya, A., De Longhi, A., Cortez, M., Paz, A., & Bermudez, G. (2005). La indagación dialógica: Una estrategia reguladora de la construcción de la ciencia escolar. *Enseñanza de las ciencias*, 23-28.

- García, R., Ramírez, G., Armenta, J., & Lozoya, J. (2006). Comunidades de práctica: una estrategia para la creación de conocimientos. *Revista Vasconcelos de educación*, 110-121.
- Giraldo, L., & Atehortua, L. (2010). Comunidades de práctica, una estrategia para la democratización del conocimiento en las organizaciones, una reflexión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 141-150.
- González, C. E. (2014). *Desarrollo en el Aula de estrategia y habilidades metacognitivas en la enseñanza de las ciencias naturales*. Palmira: Universidad Nacional.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Morata.
- Harlen, W. (05 de 2012). <http://www.ecbichile.cl>. Recuperado el 23 de marzo de 2016, de <http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Aprendizaje-y-ensen%CC%83anza-de-ciencias-basados-en-la-indagacio%CC%81n.pdf>
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias*. México: Santillana.
- Klimenko, O., & Alvares, J. L. (2009). Aprender cómo aprendo: la enseñanza de estrategia metacognitivas. *Educación y educadores, volumen 12 No. 2*, 11-28.
- Lucio, R. (2001). La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos auto reguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales. *Tesis doctoral*. Universidad de Barcelona.
- Molina, A (2007). Analogía, pensamiento científico infantil y revalorización de las teleologías y el antropomorfismo. *Técne, Episteme y Didáxis*, Número extraordinario, pp. 88-107.
- Molina, A (2000). *Conhecimento, Cultura e Escola: Um estudo de suas Inter-relações a partir das idéias dos alunos (8-12 anos) sobre os espinhos dos cactos*. Tesis doutoral, para a obtenção do título de Doutor em Educação. Brasil: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação.
- Molina y Segura, D. (1991). «Explicaciones de los niños», *Planteamientos en Educación 1* Bogotá, p. 111.
- Martí, E. (1995). Metacognición: Entre la fascinación y el desencanto. *Infancia y aprendizaje*, 9-32.

- Martin del Pozo, R. (2013). *Las ideas científicas de los alumnos y las alumnas de primaria: Tareas, dibujos y textos*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Muria, I. (1994). La enseñanza de las estrategias de aprendizaje y las habilidades metacognitivas. *Perfiles Educativos*.
- Osses, S., & Jaramillo, S. (2008). Metacognición: Un camino para aprender a aprender. *Estudios pedagógicos*, 187-197.
- Perea, I., & Manrique, D. (2012). Los enfoques didácticos: La investigación dirigida escolar y la resolución de problemas como herramientas investigativas. *EDUCyT*, 325-338.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. (s.f.). *Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*.
- Ribeiro, M., & Neto, A. (2008). La enseñanza de las ciencias y el desarrollo de destrezas de pensamiento: un estudio metacognitivo con alumnos de 7° de primaria. *Enseñanza de las ciencias*, 211-226.
- Rodríguez, D., & Zapata, P. (2001). La resolución de problemas en el área de bioquímica: Un enfoque cognitivo y metacognitivo. *Universidad Pedagógica Nacional*.
- Sanz, S. (2005). Comunidades de práctica virtuales: acceso y uso de contenidos. *Revista de universidad y sociedad del conocimiento*, 26-35.
- Secretaría de Educación de Bogotá. (2009). Reorganización curricular por ciclos. Referentes conceptuales y metodológicos. Bogotá: Imprenta nacional.
- Segura, D. (1986). Una alternativa para la enseñanza de las ciencias: la comprensión. *Naturaleza, educación y ciencia*, 33-40.
- Segura, D. (2000). Las ATA's: una alternativa didáctica. En E. P. Experimental, *Planteamientos en educación* (págs. 9-37). Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental.
- Segura, D. (2000). *Planteamientos en educación. Enseñanza de las ciencias*. Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental.
- Segura, D. (2007). *Las Actividades Totalidad Abierta, una propuesta para la comprensión de nuestra realidad en un mundo globalizado*. Costa Rica.
- Segura, D., & Molina, A. (1995). *Vivencias de conocimiento y cambio conceptual*. Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental.

- Tamayo, A. (1990) Desarrollo de capacidades que faciliten el aprendizaje de las ciencias naturales. Tesis de Maestría. Universidad Pedagógica Nacional-CINDE. Manizales
- Tamayo, A. (2001) Evolución conceptual desde una perspectiva multidimensional. Aplicación al concepto de respiración. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra
- Tovar-Gálvez, J. C. (2008). Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias. *Revista Iberoamericana de Educación NO.46*, 1-9.
- Vasilachis, I. (3 de 2006). Estrategias de investigación cualitativa. Barcelona, España: Gedisa. Recuperado el 20 de mayo de 2015, de <http://investigacionsocial.sociales.uba.ar/files/2013/03/Estrategias-de-la-investigacin-cualitativa-1.pdf>
- Vásquez, F., García, D., & González, H. (2013). Las habilidades cognitivas desde una concepción del aprendizaje autorregulado: Una experiencia formativa. *Revista Iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo*.
- Vasquez, S. (2011). Comunidades de práctica. *Educar*, 51-68.
- Venegas, A. (2012). Aproximación interpretativa a la narración sobre la naturaleza de cuatro niños y niñas. En A. (. Molina, *Perspectivas epistemológicas, culturales y didácticas en educación en ciencias y la formación de profesores: avances de investigación* (págs. 73-110). Bogotá: Universidad Francisco José de Caldas.
- Wenger, E. (2011). *Comunidades de práctica: Aprendizaje, significado e identidad*. Buenos Aires: Paidós.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Protocolo 1 punto de partida de la actividad

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS  
MAESTRIA EN EDUCACION

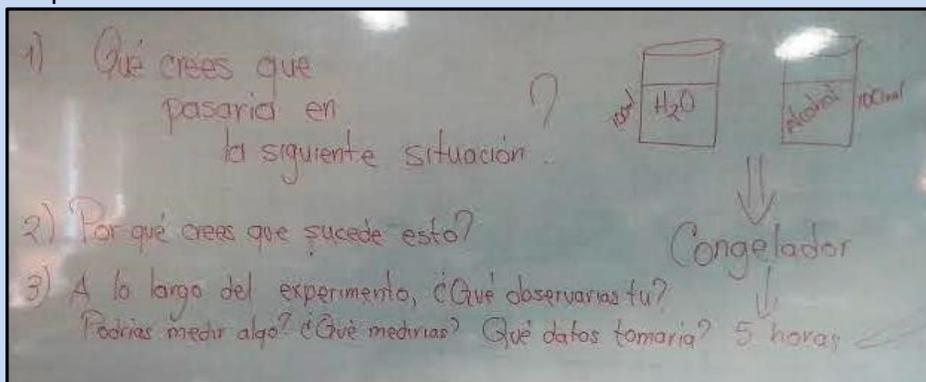
PROCESOS METACOGNITIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES: LAS  
INQUIETUDES DE LOS NIÑOS DE SEXTO FRENTE AL CONGELAMIENTO DEL ALCOHOL.  
PROTOCOLO 1

PUNTO DE PARTIDA DE LA ACTIVIDAD: **¿Y el alcohol se congela?**,

Docente: Carolina Hernández Leguizamón

**Situación:** En esta actividad, se propone a los estudiantes que predigan que puede ocurrir al dejar un vaso con agua y otro con alcohol dentro del congelador por un tiempo y las explicaciones a este posible resultado. Se recogerán los escritos de los estudiantes para su posterior análisis.

**Análisis de la información:** Se analizará la forma como los estudiantes explican el fenómeno, el uso de palabras y conceptos. A nivel metacognitivo se analizarán si existen etapas de reflexión distanciada.



ANEXO 2. Ideas de los estudiantes frente al congelamiento del alcohol

13: El agua por el frío se convierte en hielo  
13: El alcohol por el frío hace que salga espuma

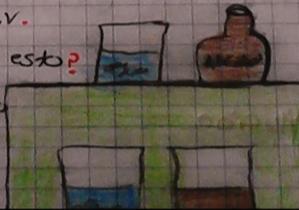
Pues que la agua con frío se congela pero el alcohol puede tener un químico que no permita congelarlo

Solución

1 No creo que cuando se meten los líquidos en la nevera se pueda congelar con el frío de la nevera

que los líquidos estén muy congelado y en hielo se congelan mucho más difícil para hacer.

2) Por que creo que sucede esto? Porque se congela con mucho frío y sin calor y así se congela con mucho frío.



Las explicaciones representan relaciones causa-efecto. “Se congela porque el frío congela”

• y a mí me a sucedido una vez que el vaso está mojado por fuera y se congela como una mezcla  
• y también me a sucedido que el agua se congela muy fuerte en un gran tiempo como es



Situaciones vistas anteriormente explican el nuevo fenómeno.

## ANEXO 3. Seguimiento de las ideas de los estudiantes frente al congelamiento

### ANEXO 3 Protocolo 2 Generalización del interés

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS  
MAESTRIA EN EDUCACION

PROCESOS METACOGNITIVOS EN EL AULA DE CIENCIAS NATURALES: LAS  
INQUIETUDES DE LOS NIÑOS DE SEXTO FRENTE AL CONGELAMIENTO DEL ALCOHOL.  
PROTOCOLO 2

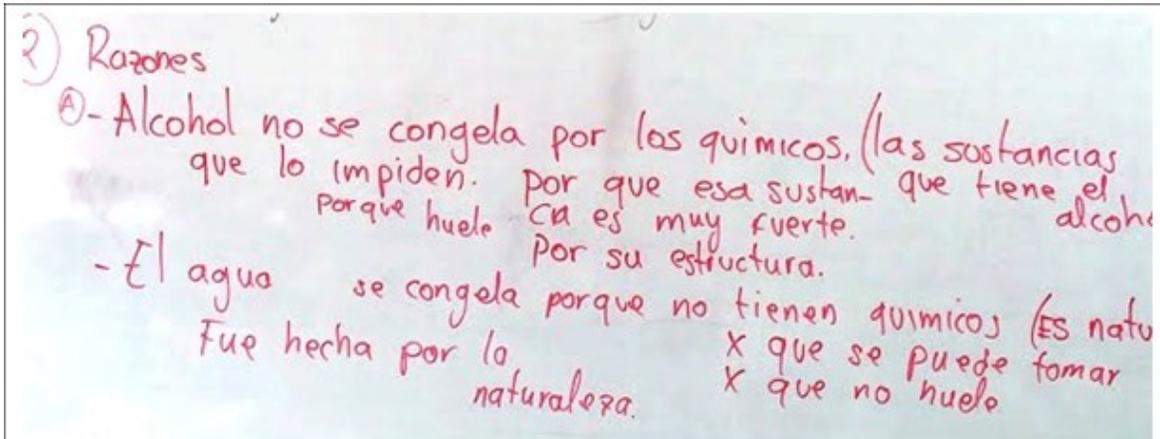
GENERALIZACION DEL INTERES

Docente: Carolina Hernández Leguizamón

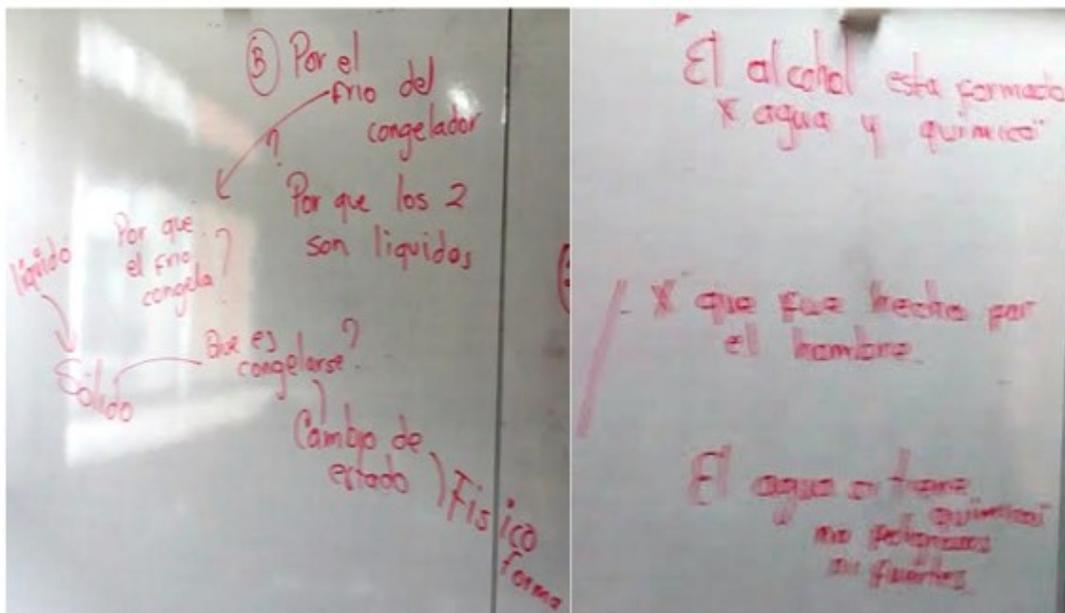
**Situación:** Con anterioridad se propondrá a los estudiantes que realicen la práctica de congelar alcohol y agua en sus casas. Una vez obtenidos los resultados, se pide que los comparen con sus predicciones y nuevamente argumenten el porqué de los resultados. Se busca a partir del diálogo, llevar a los estudiantes a cuestionarse sobre sus propias formas de explicación, la búsqueda de argumentos, los procesos de reflexión distanciada y generalización de conceptos. Partiendo de las construcciones hechas en clase, se consolidará el interés a partir del cual se desarrollará la otra fase del ATA.

**Análisis de la información:** Se analizará la forma como los estudiantes explican el cambio en sus predicciones, las propuestas para acercarse al entendimiento del fenómeno, los cambios en las explicaciones, los procesos de reflexión distanciada y las habilidades metodológicas que se evidencien.

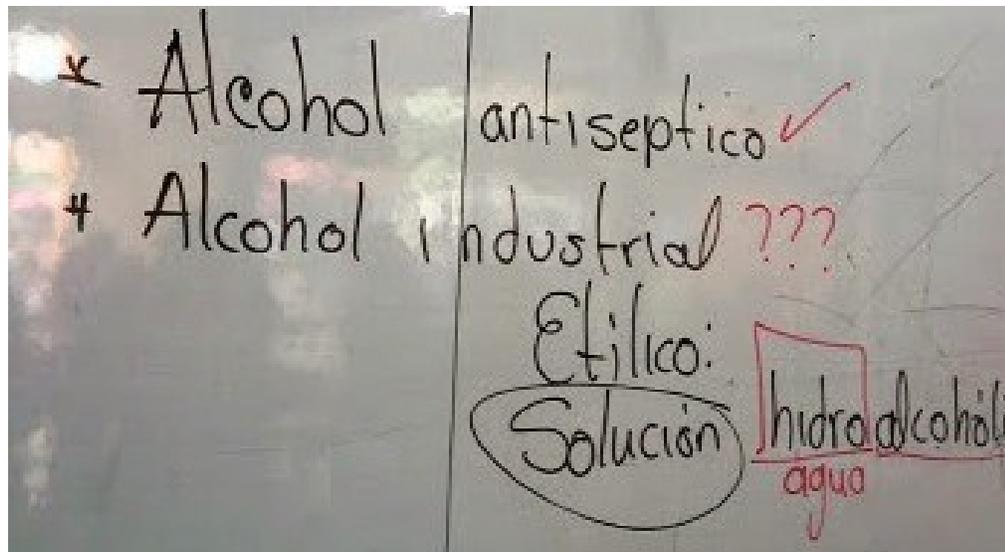
#### ANEXO 4 Algunas reconstrucciones de las clases



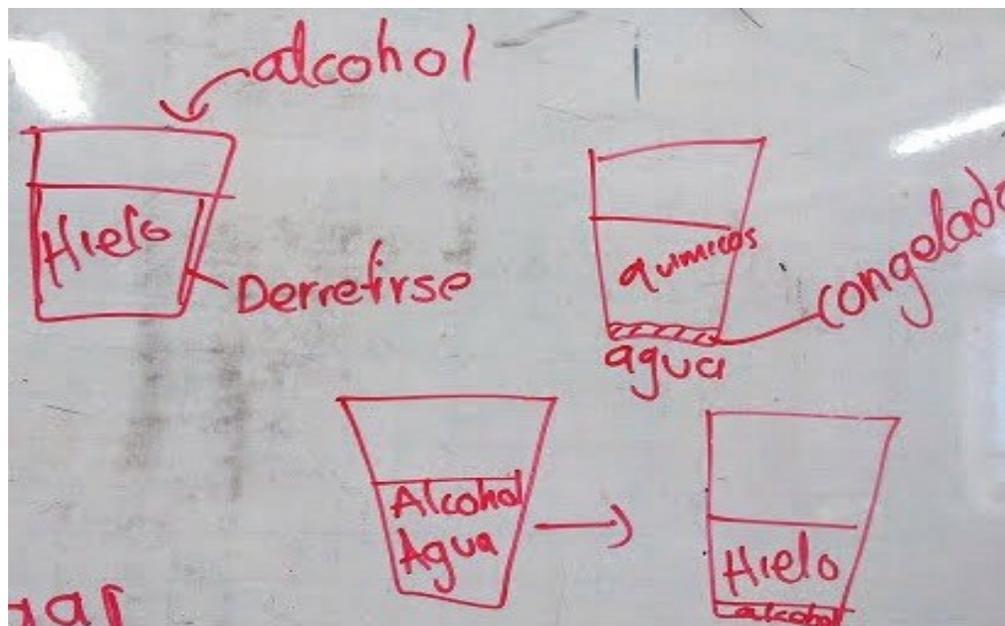
Respuestas a la pregunta porque crees que el agua se congeló y el alcohol solo una parte



Pausas interrogativas, donde se cuestionan las respuestas de los estudiantes, llevándolos a pensar en la pertinencia de sus palabras y el significado en las explicaciones.



Seguimiento a los datos de la botella de alcohol, que permite identificar que el alcohol antiséptico es una mezcla de agua y etanol.



Generalización hecha por el grupo: “el alcohol contiene agua, la cual se congela, mientras el alcohol puro es lo que permanece líquido”

# ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES DESDE UNA PERSPECTIVA CULTURAL: ANÁLISIS DE EJES COMUNES EN TRES PROPUESTAS DE AULA.



Cortés Ricardo<sup>1</sup>, Hernández Carolina<sup>2</sup>, Salamanca Maritza<sup>3</sup>

Estudiantes Maestría en Educación Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

IV Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología Educ. t. Manizales, Septiembre 3-6 de 2014

## RESUMEN

El presente trabajo busca establecer elementos comunes en tres propuestas de enseñanza en el aula de ciencias naturales, enmarcadas dentro de una perspectiva sociocultural, presentando un panorama de discusión frente a la pregunta ¿Qué aspectos son necesarios abordar en el aula, en relación a la diversidad cultural y a educación científica? Como marco teórico se presentan algunos referentes actuales frente a dicha relación. La metodología adoptada es la revisión bibliográfica, que analiza la propuesta de tres trabajos que se desarrollan actualmente en la Maestría en Educación de la Universidad Distrital FJC. El análisis de las propuestas se realizó tomando como categorías los campos temáticos y enfoques dentro de los cuales se encuentra cada una de las propuestas: los intereses de los estudiantes, el contexto y las problemáticas reales, el papel del docente y los referentes didácticos.

**PALABRAS CLAVE:** Enseñanza de las ciencias, diversidad cultural, educación científica

## OBJETIVOS

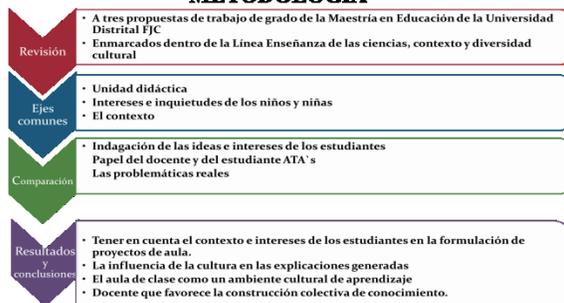
- Establecer algunos elementos necesarios para la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva sociocultural, a partir de la revisión de tres propuestas de aula.
- Analizar la importancia de las inquietudes e intereses de los estudiantes en la planeación y desarrollo de actividades de aula que se enmarcan en una perspectiva sociocultural

## MARCO TEÓRICO

### Educación científica y diversidad cultural

En el campo de la educación, es reconocida la importancia de la relación existente entre la dimensión cultural y la educación científica, convirtiéndose como lo afirma Mojica (2013) en un campo importante de estudio en la enseñanza actual de las ciencias. En ese aspecto, se reconocen algunas perspectivas determinadas por la forma como se relaciona la ciencia con otros saberes; así, los universalistas, ayudan un carácter universal de la ciencia, que desconoce por completo cualquier relación con otros tipos de conocimiento, negando por lo tanto que su enseñanza pueda tener una perspectiva multicultural, desde la cual se reconoce la existencia de conocimientos culturales diferentes a los conocimientos científicos y que pueden influir como afirma Cobern (1998), citado por Mojica, (2013) en los procesos de enseñanza-aprendizaje, al estar presentes tanto en el aula de clase como en la cotidianidad de los estudiantes.

## METODOLOGÍA



Universidad Distrital Francisco José de Caldas [richarcortes@yahoo.com](mailto:richarcortes@yahoo.com)

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas [caritohl88@gmail.com](mailto:caritohl88@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas [salamaritz@gmail.com](mailto:salamaritz@gmail.com)

## RESULTADOS

**El contexto y las problemáticas reales:** En los trabajos se parte necesariamente de problemáticas reales que afectan a la población donde se desarrollará la propuesta, como lo son la contaminación por residuos sólidos, el embarazo precoz en adolescentes y el escaso control metacognitivo en la clase de ciencias naturales, que si bien se han trabajado en las Instituciones educativas, no han partido de las ciencias e intereses de los estudiantes.

**Ideas e intereses de los estudiantes:** Desde una perspectiva cultural, los significados atribuidos por los estudiantes a situaciones, determinan en gran parte su actuar y permiten establecer interrelaciones entre conocimiento y cultura y más allá, determinar cómo participa la cultura en la construcción de las explicaciones y nociones (Molina, Mojica & López, 2004), que guardan relación estrecha con los motivos, intereses y valores presentes en el contexto histórico y cultural. (Molina 2007, citada por Castaño, 2014).

**Referentes didácticos:** papel del docente y del estudiante. La propuesta de las ATA's son el referente didáctico establecido en las tres propuestas, en donde se relaciona en la clase de ciencias por una parte, lo que se quiere saber y las actividades a realizar, con lo que el estudiante ya sabe y el lenguaje de la clase. (Segura & Molina, 2000).

## CONCLUSIÓN

Plantear trabajos de aula desde la diversidad cultural, permite por una parte el reconocimiento del papel mediador de la cultura en el acercamiento del estudiante con su contexto, y por otra, la aplicabilidad de los conocimientos trabajados en el aula con la realidad del estudiante. Desde la enseñanza de las ciencias, integrar la diversidad cultural, implica un cambio en el rol del profesor quien deja de transmitir conceptos acabados y universales y propende por llevar al estudiante al reconocimiento de otras explicaciones que se construyen y validan culturalmente. Así mismo, los estudiantes dejan de ser sujetos pasivos, que empiezan a dar sentido a sus saberes y a construir explicaciones teniendo en cuenta a los demás.

## REFERENCIAS

- Castaño, N. (2014). Las relaciones modernización, educación, conocimiento, poder y la urgencia de construir formas alternativas de pensamiento para la educación en ciencias. En A. Molina, *Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones* (págs. 123-144). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Estrada, R. (2014). Contexto cultural y currículo en la enseñanza de las ciencias. En A. Molina, *Enseñanza de las ciencias y cultura: múltiples aproximaciones* (págs. 145-161). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Melo, N. (s.f.). Orientaciones para la enseñanza de las ciencias desde la diversidad cultural: una revisión documental. *IX ENPEC. Aguas de Lindero. (2014)*.
- Mojica, L. (2014). Algunas discusiones que reconocen al otro en la relación educación científica y diversidad cultural. *IX ENPEC. Aguas de Lindero.*
- Molina, A. (2013). *Mapeamiento Informativo Bibliográfico de enfoques y campos temáticos de la diversidad cultural: el caso de las revistas CSSE, Sci Edu, and Sci & Edu.* IX ENPEC. Aguas de Lindero.
- Molina, A., Mojica, L., & López, D. (2004). *Informe final de investigación: Formación de pensamiento científico y tecnológico de niños y niñas*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Segura, D., Molina, A., Pedraza, R. I., Arco, F. O., Velasco, A., Leiro, R. & Hernández, G. (2000). *Vivencias de conocimiento y cambio cultural. Informe de investigación Escuela Pedagógica Experimental- COLOCIENCIAS*- Bogotá: Cenographic, S.A.

## ANEXO 6 Poster VI Congreso Internacional sobre la Formación de Profesores de Ciencias

### LA METACOGNICIÓN Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS ALGUNOS REFERENTES



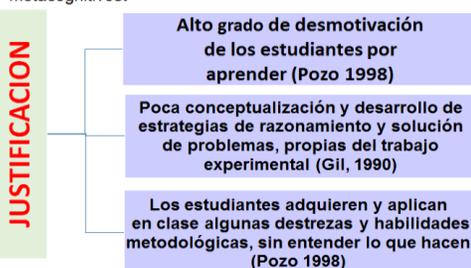
Hernández Leguizamón, Carolina  
Estudiante Maestría en Educación Universidad Distrital Francisco José de Caldas



#### RESUMEN

En la actualidad en la enseñanza de las ciencias naturales se analiza la importancia de la metacognición para el desarrollo de habilidades no solo de pensamiento sino también metodológicas propias del trabajo experimental. Se pretende en este trabajo, hacer un recorrido por el concepto de metacognición y los puntos de vista de algunos autores, frente a qué elementos se podrían tener en cuenta para su inclusión en las aulas de clase.

Se evidencia, la relación estrecha del concepto con los planteamientos constructivistas de Piaget y Vygotsky en cuanto a procesos tanto internos como colectivos de la metacognición. Se reconoce la necesidad de generar ambientes de aprendizaje que favorezcan la reflexión, la confrontación de ideas, la resolución de problemas, el desarrollo de proyectos, el debate como estrategias en el desarrollo de procesos metacognitivos.



Los nuevos elementos en la didáctica de las Ciencias Naturales, como lo afirma Campanario & Moya, (1999) deben incluir: el análisis del papel de las ideas previas de los estudiantes, sus acciones en el aula de clase, sus estrategias de aprendizaje de las ciencias, la motivación y actitudes frente a la ciencia; aspectos que conllevan a fomentar la capacidad de pensar, de analizar, de discernir y de tomar posición frente a los hechos: "lo que necesitan los alumnos de la educación no es tanto más información, que pueden sin duda necesitarla, como sobre todo la capacidad de organizarla e interpretarla, de darle sentido" (Pozo, 2006, p. 48)

La formación en ciencias, bajo esta perspectiva y como lo plantean Segura & Molina (1995), debe permitir a los estudiantes manejar las informaciones que recibe en la solución de situaciones planteadas en la clase o en la vida cotidiana, a partir del desarrollo de capacidades para razonar, escuchar y aceptar las propuestas del otro.

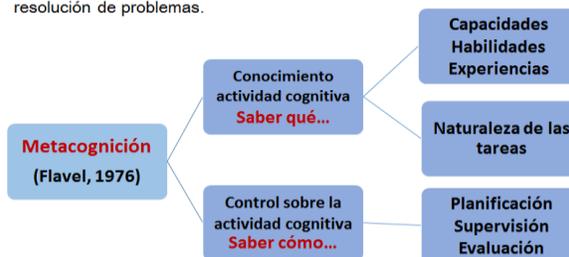
Como lo afirman Astolfi, Peterfalv, & Verin, (1991) es importante "la creación de situaciones que inciten a los alumnos a re-examinar sus métodos y productos... activando el proceso metacognitivo que de esta manera se genera"; llevándolos a pensar sobre su propios procedimientos o actividades intelectuales, a partir de la creación de una cultura estratégica en el salón de clase, basada en el aprendizaje de las estrategias cognitivas y metacognitivas, donde los estudiantes además de apropiarse de una manera significativa de los contenidos escolares, adquieren también la habilidad de gestionarlos autónomamente y dirigir el propio proceso de aprendizaje de una manera eficiente, tal como lo afirman Klimenko & Alvares, (2009)

#### Referencias bibliográficas

- Astolfi, I. J.-P., Peterfalv, I. B., & Verin, A. (1991). *Competencias metodológicas en ciencias experimentales*. París: INRP.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Enseñanza de las ciencias, 179-192.
- Klimenko, O., & Alvares, J. L. (2009). *Aprender cómo aprender: la enseñanza de estrategia metacognitivas*. Educación y educadores, volumen 12 No. 2, 11-28.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. (s.f.). *Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Segura, D., & Molina, A. (1995). *Vivencias de conocimiento y cambio conceptual*. Bogotá: Escuela Pedagógica Experimental.
- Tovar-Gálvez, J. C. (2008). *Modelo metacognitivo como integrador de estrategias de enseñanza y estrategias de aprendizaje de las ciencias, y su relación con las competencias*. Revista Iberoamericana de Educación NO.46, 1-9.

#### CONCEPTUALIZACIÓN

El concepto de metacognición fue descrito inicialmente por Flavell (1976) como el conocimiento que tiene un sujeto de sus propios productos y procesos cognitivos en cuanto al reconocimiento de las habilidades cognitivas que posee y al control o uso que hace de éstas, en la resolución de problemas.



#### VISION GENERAL DEL APRENDIZAJE VISION SITUADA DEL APRENDIZAJE

- El aprendizaje se logra por la implementación de materiales no relacionados con asignaturas o problemáticas específicas, sino por el contrario contextos y problemáticas abstractas.
- Se favorecen programas y propuestas de enseñanza aplicables a cualquier contexto educativo
- Conexión inseparable entre lo que se aprende y el contexto en el cual se aprende.
- Las propuestas surgen del interior del contexto educativo, teniendo en cuenta las realidades, intereses, ideas tanto de los estudiantes como del docente, favoreciendo la adquisición de habilidades enmarcadas en un contexto real.

#### La metacognición en la enseñanza de las ciencias

Campanario & Moya, (1999) reconocen cómo la metacognición es un proceso casi inherente a la enseñanza de las ciencias, sobre todo en lo referente a las habilidades investigativas, razón por la cual se puede considerar como un objetivo legítimo de su enseñanza. Klimenko & Alvares (2009) reafirman esta idea mencionando cómo la metacognición en la actualidad debe abordarse en el aula de ciencias, junto con los conocimientos previos, la actuación de los sujetos, la motivación y actitudes hacia la ciencia. Identificándose en este sentido por Campanario (2010) la presencia de factores que deben tomarse en cuenta para favorecer dicho proceso como incluir el componente problemático del conocimiento, la aplicabilidad de conocimientos científicos a la realidad, la inclusión de la historia de las ciencias, el desarrollo de enfoque multidisciplinarios, y la evaluación como instrumento metacognitivo. Las actividades de aula deben llevar a los estudiantes a elaborar por ellos mismos procesos metacognitivos a partir del desarrollo de situaciones activantes, que permitan tanto a estudiantes como docentes capitalizar y sistematizar las discusiones y opiniones de clase intercambiar ideas, movilizándolo el pensamiento de los estudiantes.



## PENSAMIENTO CIENTIFICO INFANTIL: EL CASO DEL ALCOHOL

Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Maestría en Educación

Autor: Carolina Hernández Leguizamón  
Docente I.E.D. Cundinamarca

### Resumen

En muchas ocasiones el aula de ciencias naturales se limita a la enseñanza de contenidos descontextualizados, que desconoce las ideas que tienen los niños como producto de su acercamiento previo a la ciencia o a las explicaciones que culturalmente se adquieren de los fenómenos. Se hace necesario entonces pensar en prácticas participativas que permitan al niño explicitar sus ideas, y movilizar habilidades fundamentales como la capacidad para formular preguntas, escuchar otras ideas, debatir, formular hipótesis, generar ideas, entre otras. Se considera que sólo cuando el punto de partida sean las ideas, inquietudes e intereses de los estudiantes, se podrá lograr compromiso vivencial con el conocimiento y su verdadera apropiación.

La propuesta busca recoger las ideas, inquietudes e intereses de estudiantes de grado quinto de la Institución Educativa Distrital Cundinamarca de la Localidad 19 Ciudad Bolívar, frente a una situación problema cómo lo es predecir lo que ocurre con el alcohol al introducirlo en el congelador.

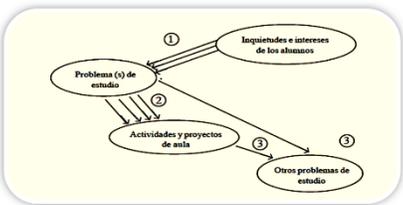
### Objetivos

- Plantear una metodología de trabajo, que partiendo de las ideas, inquietudes e intereses de los estudiantes, permitan una mayor motivación por el aprendizaje de las ciencias naturales
- Identificar las ideas, inquietudes e intereses de los estudiantes frente al congelamiento del alcohol

### Metodología

El trabajo se basa en las ATAs, definida por Segura (2007) como una propuesta didáctica en donde a partir de las formas de explicar, predecir e interpretar de los estudiantes ante un fenómeno o situación problema, es posible generar la participación de los estudiantes y la conciencia de lo que está haciendo y por qué lo está haciendo, en un entorno que propicie las interacciones de grupo y la aparición de nuevas preguntas e inquietudes que generen otras búsquedas en una dinámica recurrente. Para el estudiante, su acción está íntimamente relacionado con lo que quiere saber, sus preguntas y propuestas que refleja en su hacer con el desarrollo de montajes experimentales, construcciones, maquetas, huertos, colecciones y explicaciones.

El siguiente esquema relaciona las etapas de la metodología:



Tomado de Vivencias de Conocimiento y Cambio Cultural. Segura, D. Molina, A. (1995)

Desarrollo de la propuesta:

<p><b>PRESENTACION DEL PROBLEMA:</b> Predicción de lo que sucede con un vaso con agua y un vaso con alcohol cuando se dejan en el congelador por algún tiempo</p>	←	<b>¿Y EL ALCOHOL SE CONGELA?</b>
<p><b>CONTRASTACION DE HIPOTESIS:</b> Ideas de los estudiantes frente al hecho que el alcohol no se congela igual que el agua</p>	←	<b>¿QUÉ PASÓ CON EL ALCOHOL?</b>
<p><b>ESTABLECIMIENTO DE PREGUNTAS:</b> Preguntas generadas por los estudiantes, a partir de las actividades</p>	←	<b>¿QUÉ PREGUNTAS NOS SURGEN?</b>

### Resultados

En los argumentos de los estudiantes se evidencia inicialmente una relación directa entre el frío y el congelamiento de sustancias con explicaciones como:

*Los dos vasos quedan muy congelados y muy fríos, porque el congelador es muy frío y eso hace que se vuelva frío y duro.*  
*Los dos vasos se congelan porque el frío congela*  
*Yo creo que cuando se meten los líquidos en la nevera se podría congelar con ese frío, que se conserva dentro de la nevera.*

Para el grupo de estudiantes que manifiestan que el alcohol no se congela, la razón se centra en características del alcohol, como la presencia de químicos que impiden este proceso, afirmando que:

*El vaso de agua se congela y el de alcohol se explota o se vuelve agua, porque el agua se congela y se vuelve hielo y el alcohol se regaría porque es efervescente.*  
*El alcohol quema el vaso y el agua se congela, porque el alcohol explota, porque el agua y el alcohol es muy diferente y el alcohol es muy explosivo y no se congela porque tiene sustancias químicas.*

También se hace alusión a situaciones cotidianas, en las explicaciones dadas por los estudiantes, como

*Yo creo que los dos vasos se quedan pegados en el congelador*  
*A mí me a sucedido una vez que el vaso esta mojado por fuera y se congela por dentro muy fuerte el agua. Puede pasarle lo mismo al alcohol*  
*El agua se congela como cuando yo la dejo congelar en una botella*  
*El agua se convierte en hielo y el alcohol saca espuma y se contamina, porque el alcohol cuando se toma es malo para la personas y el agua es saludable*

Las ideas presentadas por los estudiantes, corroboran los planteamientos de Kind (2004) en cuanto a que "la idea de que la congelación debe ocurrir a temperaturas "frías" parece estar arraigada con la firmeza en muchos estudiantes" Las palabras "frío", "congelar", "sustancias químicas", "efervescente", "hielo", se usan para explicar el fenómeno, pero no dan cuenta real del proceso que ocurre. (Nominalismo)

Luego de hacer predicciones y realizar el experimento se pregunta a los estudiantes que piensan de los resultados. Los estudiantes exponen que el alcohol no se congeló y que el agua si. Dentro de las razones presentadas al resultado, ellos opinan:

*"El agua se congela porque es pura. El alcohol no se congela porque tiene químicos"*  
*"Los químicos del alcohol se combinan con el frío y no permiten que se congele"*  
*"El alcohol tiene químicos calientes que no permiten el congelamiento"*  
*"Si los químicos calientes se logran enfriar, el alcohol se congelaría"*

