

LA EXPERIMENTACIÓN PARA EL FORTALECIMIENTO DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO EN ESTUDIANTES DE GRADO QUINTO EN UNA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE ARMENIA, QUINDÍO¹

The experimentation for strengthening
scientific thinking skills in fifth grade students
in an educational institution in Armenia,
Quindío.

*Rendón-León, Sara Daniela², Onofre-Villa, Diana Katherine³ y
Obando-Correal, Nadia Lucía⁴*

1 Este artículo proviene de la tesis de pregrado de la primera y segunda autora para optar al título de Licenciadas en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío

2 Estudiante de la Universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0002-2729-9132>. sdrendonl@uqvirtual.edu.co

3 Estudiante de la Universidad del Quindío; <https://orcid.org/0000-0001-5894-2533>. dkonofrev@uqvirtual.edu.co

4 Licenciada en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío. Magister en Educación. Estudiante de Doctorado en Didáctica; <https://orcid.org/0000-0001-9177-4332>. nlobando@uniquindio.edu.co

Resumen

La presente investigación tuvo como propósito el desarrollo e implementación de una estrategia didáctica basada en el uso de trabajos experimentales en el aula de clase con el fin de desarrollar el pensamiento científico desde las habilidades de diseño experimental, clasificación, análisis de resultados y uso de lenguaje científico. Para el desarrollo de la estrategia se realizaron cuatro intervenciones enfocadas a la implementación de la experimentación como didáctica. El estudio se realizó en un grupo de 31 estudiantes pertenecientes al grado quinto con edades comprendidas entre 9 y 11 años de edad, en una institución educativa pública de la ciudad de Armenia, Quindío. Dentro de la primera intervención en el aula de clase se implementó un instrumento de indagación de conceptos previos para de esta manera entender cómo los estudiantes se encontraban frente a temas relacionados con el concepto químico de materia. Seguidamente a través de las unidades didácticas se practicó y evaluó las habilidades mencionadas por medio de pruebas de lápiz y papel basadas en la indagación de los trabajos experimentales realizados. Finalmente se observó como por medio de los trabajos experimentales grupales, individuales y observacionales se evidenció fortalecimiento de las habilidades desde la primera unidad didáctica ayudando de tal forma a la identificación de características generales del pensamiento científico infantil dentro del grupo y los obstáculos epistemológicos presentes en este.

Palabras clave

experimentación, pensamiento científico, habilidades de pensamiento científico, estrategia, ciencias naturales.

Abstract:

The purpose of this research was the development and implementation of a didactic strategy based on the use of experimental works in the classroom in order to develop scientific thinking from the skills of experimental design, classification, analysis of results and use of language scientific. For the development of the strategy, four interventions focused on the implementation of experimentation as didactic were carried out. The study was conducted in a group of 31 students belonging to the fifth grade with ages between 9 and 11 years old, in a public educational institution in the city of Armenia, Quindío. Within the first intervention in the classroom, an instrument of inquiry of previous concepts was implemented in order to understand how students were facing issues related to the chemical concept of matter. Then, through the didactic units, the mentioned

skills were practiced and evaluated by means of pencil and paper tests based on the investigation of the experimental works carried out. Finally, it was observed that through the group, individual and observational experimental works, it was evidenced the strengthening of skills from the first didactic unit, thus helping to identify general characteristics of children's scientific thinking within the group and the epistemological obstacles present in this.

Keywords

experimentation, scientific thinking, scientific thinking skills, strategy, natural sciences.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el contexto colombiano cuenta con diferentes referentes de educación en ciencias - Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental ^[1], Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales EBC ^[2] y Derechos Básicos de Aprendizaje DBA ^[3] los cuales enfatizan la necesidad de desarrollar en los estudiantes, habilidades de pensamiento científico como lo son *explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes procesos de análisis, evaluar los métodos y compartir los resultados*^[2]. En el caso de los primeros años de escolaridad, los Estándares Básicos en Ciencias Naturales ^[2] indican que durante estos grados, los estudiantes se deben acercar al estudio de las ciencias a través de la observación del entorno, la indagación que emerge a partir de dichas observaciones, la identificación de condiciones que influyen en el resultado de experiencias, la persistencia en la búsqueda de respuestas a sus preguntas, y las distintas formas en que los resultados son obtenidos.

A pesar de la importancia que tiene este tipo de habilidades de pensamiento, Arango, Arboleda, Aricapa, González y Orozco ^[4] manifiestan que en la escuela no se han creado los espacios necesarios para que niños y niñas puedan investigar y explorar su medio, lo cual incide negativamente en el interés de éstos por indagar, participar y por ende motivarse hacia el estudio de la ciencia.

En este sentido Arce, ^[5] Cardona, Gómez y Pino ^[6] coinciden e indican que las asignaturas relacionadas con las ciencias naturales, en particular la física y la química, se muestran como disciplinas de mayor dificultad para los estudiantes

tanto de primaria como bachiller, esto debido a que no se generan los espacios para que los estudiantes asimilen conocimientos de manera vivencial, generando así conductas memorísticas que tienen poca utilidad dentro de sus procesos de aprendizaje.

Precisamente bajo esta línea de investigación se encuentran diversos trabajos a nivel nacional e internacional relacionados con el estudio del pensamiento científico infantil y sus respectivas habilidades, por ejemplo el trabajo de Osorio ^[7] permitió determinar que el pensamiento científico en niños y niñas de nivel primaria, se desarrolla cuando se potencian ciertas habilidades básicas como la clasificación, la planeación y la formulación de hipótesis. Así mismo dichas habilidades pueden avanzar con la edad y la experiencia.

No obstante Arango, *et al.* ^[4] manifiestan que algunas de las causas de la pérdida de curiosidad científica por parte de los niños, está relacionada con estrategias escolares que no favorecen el pensamiento científico, la ausencia de laboratorios o el poco aprovechamiento de espacios que simulen laboratorios y la baja credibilidad que los maestros le otorgan a las capacidades científicas de los escolares. Los autores también manifiestan que los niños tienen un imaginario de un científico basándose en el aspecto de un hombre con delantal blanco y gafas, son muy pocos los que afirman que un científico es una persona inteligente que explora el mundo a través de los experimentos.

De manera similar, los estudios realizados por Cogollo y Romaña ^[8] expresan que el pensamiento científico infantil en niños de preescolar busca explicar fenómenos surgidos en la cotidianidad, basados en experiencias reales y en la intuición. Sin embargo, cuando los estudiantes expresan sus ideas, suelen presentar obstáculos epistemológicos de tipo animista y verbal.

En este sentido las investigaciones argentinas realizadas por Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] para diagnosticar las habilidades de diseño de experimentos e interpretación de resultados que tienen los estudiantes de cuarto año, permiten evidenciar que la habilidad de diseñar experimentos está prácticamente ausente, mientras que la habilidad de interpretación de resultados presenta diferentes desempeños.

Estos estudios llevan a considerar que los niños y niñas poseen una gran sensibilidad al entorno que los rodea y por medio de la interacción con este se adquieren las experiencias vitales que conllevan al desarrollo del conocimiento. Es por esto que resulta de gran importancia promover habilidades de pensamiento científico durante la infancia a través de la experimentación, la manipulación y la observación de los fenómenos naturales, ya que la memorización *per-se* no garantiza un adecuado aprendizaje. A su vez es responsabilidad por parte de los maestros generar innovación e investigación dentro de los procesos educativos, el hecho de promover la formación de actitudes creativas, ideas, motivaciones y el trabajo experimental propician procesos de aprendizaje significativos hacia la formación del pensamiento científico y demás aspectos relacionados con las ciencias naturales ^[10] ^[11] ^[12]. Es así como el uso de la experimentación dentro del aula de clases resulta en un nivel mayor de exigencia, pues provoca la expectativa y el interrogante de qué pasará, en este sentido, la experimentación como propuesta pedagógica resulta significativa y novedosa, mientras su uso sea de manera creativa, divertida y con trasfondo educativo ^[13].

Bajo esta perspectiva el presente trabajo pretende promover la experimentación en el aula de clases como estrategia para el fortalecimiento de cuatro habilidades de pensamiento científico elegidas de acuerdo a los Estándares Básicos de Educación en Ciencias Naturales para los grados cuarto a quinto de primaria y posteriormente diagnosticar el nivel de desarrollo de estas habilidades junto con la identificación de características generales de pensamiento científico infantil. A su vez se pretende aportar estrategias que faciliten el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales por lo cual se podría llegar a cambios dentro de los métodos tradicionales y memorísticos de enseñanza en pro del desarrollo de pensamiento científico desde edades tempranas lo cual constituye un avance en el mejoramiento de la educación.

II. METODOLOGÍA

Diseño

Se implementó un estudio de caso tipo descriptivo-exploratorio en una institución educativa de carácter oficial ubicada en el sur de la ciudad de Armenia (Q). La selección del caso es de carácter teórico de acuerdo con la pertinencia de la problemática estudiada, éste cuenta con los siguientes criterios: es una experiencia de enseñanza para la cual se diseñaron e implementaron 15 encuentros de

trabajo realizados durante el segundo período académico del año escolar, dichos encuentros se planearon de acuerdo a los referentes correspondientes ^[2] ^[3] y la malla curricular para el área de ciencias naturales establecida por la institución para el grado quinto. De esta manera las habilidades de pensamiento científico a desarrollar fueron: habilidad de diseño experimental, habilidad de clasificación, habilidad de análisis de resultados y habilidad del uso de lenguaje científico. Los encuentros de trabajo fueron durante los meses de Mayo y Junio del año 2019.

Participantes

El presente caso estuvo conformado por 31 estudiantes de grado quinto (7 niñas y 14 niños), de los cuales siete (7) están focalizados con necesidades educativas especiales, entre estas hiperactividad y déficit de atención. Las edades de los estudiantes están comprendidas entre los 9 y 11 años.

Instrumentos

Para el presente estudio se diseñaron e implementaron tres (3) unidades didácticas basadas en la experimentación y cuatro (4) pruebas de lápiz y papel: una para identificar saberes previos acerca de los temas propuestos desde la malla curricular para el segundo período escolar: *La materia y sus características físico-químicas*, y tres (3) para evaluar las habilidades de pensamiento científico (diseño experimental, clasificación, análisis de resultados y uso de lenguaje científico) de acuerdo a lo propuesto por Zimmerman, ^[14] Di Mauro, Furman y Bravo ^[9].

A medida que se implementaron las unidades didácticas, también se hizo lo mismo con las pruebas. Estas buscaron indagar los conceptos teóricos y los desempeños de los trabajos experimentales realizados en clase, a través de preguntas de opción múltiple y preguntas abiertas que requieran de argumentación para evaluar las habilidades de clasificación y análisis de resultados, la habilidad de uso de lenguaje científico fue evaluada a partir de las respuestas dadas para análisis de resultados, y por último la habilidad de diseño experimental dentro de las tres pruebas fue evaluada a partir de esquemas y dibujos como se demuestra en la tabla 1. Cada prueba fue realizada dentro de un período de dos horas, en el caso de los estudiantes con necesidades educativas especiales, las pruebas fueron desarrolladas con ayuda y acompañamiento de las docentes a cargo.

Tabla 1. Tipos de preguntas realizadas en las pruebas de papel de acuerdo a cada habilidad.

Habilidad a evaluar	Características de la prueba
Diseño Experimental	Esquemas realizados por los estudiantes donde se evidencian procedimientos claros y uso de variables adecuadas con el fin de dar solución a uno o varios problemas planteados.
Clasificación	Relación, identificación, clasificación y categorización de conceptos y fenómenos enseñados en las explicaciones teóricas y trabajos experimentales durante las actividades.
Análisis de Resultados	Interpretación de resultados obtenidos a partir de trabajos experimentales realizados y observados durante las actividades.
Uso de Lenguaje Científico	Uso y apropiación coherente de términos y conceptos pertinentes para referirse a algún fenómeno natural.

A su vez los resultados obtenidos de cada unidad didáctica fueron registrados en una matriz de datos, ^[7] donde cada participante fue enumerado (E1, E2, E3...) de tal manera que se evidenciara la presencia, ausencia y desarrollo de las habilidades de pensamiento científico en los 31 participantes y a nivel grupal.

Los datos cualitativos se registraron a través de las pruebas de papel realizadas por los estudiantes, de acuerdo a la propuesta de Zimmerman ^[14], Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] en donde se plantearon 3 niveles de desarrollo:

- 1) Ausente (A): No da respuestas, observaciones y/o conclusiones claras y coherentes con los datos.
- 2) En Desarrollo (ED): Concluye de forma coherente con los datos mostrados, pero no logra tener en cuenta más de una variable que influya en un problema o fenómeno.
- 3) Avanzado (AV): Concluye de manera coherente con los datos, usa los términos apropiados, y logra dar respuestas, observaciones y/o conclusiones elaboradas.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en tres categorías: Ideas previas, desarrollo de habilidades de pensamiento científico y por último características generales

del pensamiento científico infantil y obstáculos epistemológicos evidenciados en el grupo de participantes.

Ideas previas.

Los datos obtenidos revelan que en términos generales, los estudiantes presentaron dificultades, muchos de ellos incluso manifestaron no tener conocimiento acerca de los temas indagados, de esta manera algunas de las respuestas dadas a la pregunta: ¿Qué es la materia y de que se compone? Describe con tus propias palabras, fueron las siguientes:

“La materia es un conjunto de desechos gástricos conformados por las cosas que no necesita el cuerpo” (E10).

“No sé qué es la materia porque soy nuevo y no me lo han enseñado” (E18).

“La materia está conformada por líquidos y gases” (E2).

Es claro cómo los estudiantes brindaron respuestas a partir de opiniones personales, además de ser respuestas descontextualizadas, se observó una confusión continua en todos los términos usados por los estudiantes, y un desentendimiento acerca del significado de las preguntas planteadas en la prueba.

Respecto al conocimiento de los estudiantes en relación a las mezclas y compuestos, se observó la misma confusión de significados, en los que afirmaron que el agua y el jugo de frutas son sustancias puras y la leche no es una mezcla. Así se pudo evidenciar una marcada tendencia de los estudiantes a relacionar el término “sustancia pura” con sustancias que son a su parecer buenas para la salud. De igual manera este tipo de confusión se evidenció al momento de pedirles que categorizaran ciertos elementos según su nivel estructural, es decir, el átomo forma a la molécula, las moléculas a las células, las células a los tejidos y estos últimos a los órganos. Entre estas respuestas la gran mayoría de estudiantes respondió que el átomo no hacía parte del primer nivel estructural, ubicándolo así después del tejido o del órgano.

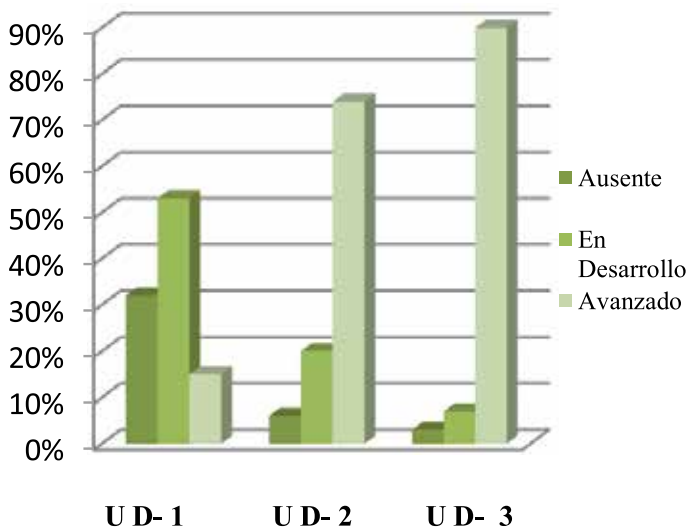
Todas estas respuestas parecen confirmar el hecho de que los niños se les dificulta realizar procesos memorísticos, puesto que estos temas habían sido enseñados dentro del período académico anterior, por lo cual se puede decir que a los estudiantes se les dificulta interiorizar adecuadamente la información de carácter memorístico.

Los resultados obtenidos son coherentes con el estudio realizado por Rivera ^[13] donde indica que al momento de indagar a un grupo de estudiantes acerca de las propiedades de la materia, la gran mayoría mostró confusiones desconociendo así como en nuestro caso el significado apropiado de materia y sus relaciones con términos como masa peso y volumen.

En consecuencia, las ideas previas brindadas por los estudiantes en ocasiones pueden ser interpretadas como limitaciones dentro de su proceso cognitivo, no obstante estas son imprescindibles en la construcción del conocimiento, ya que son el punto de partida de la generación de nuevos aprendizajes, es por esto que deben ser encaminadas por el maestro para de esta forma generar un conocimiento objetivo ya que en efecto las ideas previas hacen parte de las particularidades del pensamiento crítico infantil.

Habilidad de Diseño Experimental:

La gráfica 1 muestra el desempeño a nivel grupal en cuanto al desarrollo de la habilidad de diseño experimental al cabo de las tres unidades didácticas (UD) realizadas durante la investigación.



Gráfica 1. Desarrollo de habilidad de diseño experimental al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Es así como estos resultados son compatibles con los encontrados en los estudios realizados por Osorio, ^[7] Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] puesto que en la primera prueba se hallaron diferentes tipos de niveles, esto quizá se deba a que la habilidad de diseño experimental es de carácter progresivo y depende a su vez del desarrollo en conjunto de otras habilidades de pensamiento científico siendo de esta manera una de las primeras habilidades que se desarrollan dentro de la etapa de operaciones concretas, ^[15] por lo cual el niño requiere principalmente haber superado la etapa anterior, esta empieza a desarrollarse a partir del quinto grado de primaria como en nuestro caso, es por ello que es entendible que al evaluar la primer prueba, un porcentaje considerable se encontrara dentro de un nivel incipiente.

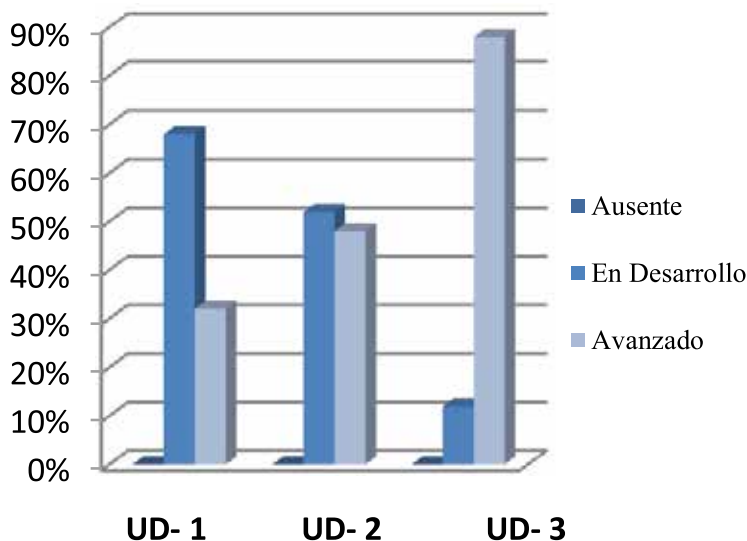
Por otra parte, los estudiantes evaluados dentro del nivel ED demostraron una notable manera de dar solución a los problemas planteados que inclusive prevaleció hasta finalizar las unidades didácticas, donde generalmente a través de gráficos representaban procedimientos previos y posteriores al tema indagado, pero no explicitaban el desarrollo del mismo. En este sentido se debe mencionar lo expuesto por Driver, Guesne y Tiberghien ^[16] en el cual se menciona una de las principales características del pensamiento lógico infantil, el cual es poseer un pensamiento lineal y secuencial que a su vez es más perceptible al cambio, esto quiere decir que los estudiantes son más sensibles a percibir la causa y el efecto en una situación.

Cáceres ^[17] reafirma como los estudiantes deben de revisar sus planteamientos a partir de la planeación para que sean conscientes de que modificaciones quieren realizar en una situación establecida. Por otro lado, una característica resaltable dentro de este grupo de estudiantes, fue la capacidad de sustentar sus ideas gráficas a través de ideas textuales, brindando así respuestas más claras acerca de la solución dada por estos. Al respecto, Rojas ^[18] menciona que los niños poseen una flexibilidad al momento de dar solución a un problema, adaptándose así a las condiciones de su entorno como se observó en el caso de los estudiantes evaluados dentro del nivel AV, los cuales implementaban el uso de otras variables fuera de las establecidas para dar solución a su problema evidenciando de esta manera el uso apropiado de la planeación, teniendo como consecuencia el desarrollo de la metacognición, ya que el niño realiza una representación mental adelantada del proceso, lo cual le permite hacer deducciones sobre qué sucederá antes de realizar una acción. Es así como se puede considerar a la metacognición como un proceso indispensable dentro del desarrollo de la habilidad de diseño experimental.

Es necesario recalcar como el dibujo facilitó la evaluación de la habilidad de diseño experimental, y al igual que en el trabajo realizado por Cogollo y Romaña [8] se observó cómo los niños presentan más facilidad al plasmar sus ideas de manera gráfica que de manera textual, Izquierdo [19] señala que los niños entre los 9 a 11 años de edad ya poseen la capacidad de dibujar de manera realista y esquemática los objetos de su entorno. El dibujo es entonces un instrumento fundamental para la comprensión del pensamiento infantil, puesto que con este el niño refleja la percepción que tiene de la realidad, su conciencia, sus ideas, opiniones y emociones.

Habilidad de Clasificación:

En términos generales los estudiantes presentaron menor dificultad en el desarrollo de esta habilidad, puesto que desde el inicio de las unidades didácticas no se presentó el nivel A, demostrando así coherencia en la clasificación y categorización de términos y fenómenos observados a través de los trabajos experimentales. En la gráfica 2 se observa el resultado general en cuanto al desarrollo de la habilidad de clasificación durante las tres unidades didácticas (UD) realizadas para el presente estudio.



Gráfica 2. Desarrollo de habilidad de clasificación al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Es necesario resaltar que dentro del desarrollo de la habilidad de clasificación y diseño experimental influyen principalmente dos habilidades, estas son la habilidad de observación y la habilidad de comparación, que corresponden al proceso de establecer categorías conceptuales por medio de la observación. De esta manera Sánchez ^[20] explica cómo durante el proceso de observación los niños fijan su atención en determinadas características de un objeto o un fenómeno, para que estas características sean usadas dentro del proceso de clasificación deben ser interiorizadas y representadas mentalmente, se debe aclarar que la observación se realiza de manera conjunta con los órganos de los sentidos, por otro lado la comparación es descrita por Sánchez ^[20] como una extensión de la observación ya que por medio de esta se identifican las características particulares o esenciales de un objeto que lo diferencian de otros, es entonces cómo a partir de estos dos procesos finalmente se puede hacer el proceso de clasificación, filtrando así la información necesaria para categorizar objetos o fenómenos por medio de categorías conceptuales e incluso abstractas, es así como el autor sugiere los siguientes pasos para realizar adecuadamente el proceso de clasificación: Definir el propósito, establecer variables, realizar observación a las características del objeto, identificar y comparar las características esenciales y finalmente identificar al grupo al cual pertenecen. En efecto, las clasificaciones brindadas por los estudiantes fueron realizadas a partir de las observaciones realizadas en los trabajos experimentales y a su vez determinando diferencias entre los resultados obtenidos, es por esto que la mayoría de estudiantes realizó clasificaciones de los objetos utilizados de acuerdo a su peso o densidad.

Así pues los resultados obtenidos dentro de la primera prueba se asemejan a los hallados en la investigación de Osorio ^[7] ya que un porcentaje superior a la mitad del grupo se evaluó dentro de un nivel satisfactorio, de esta manera los estudiantes mostraron desempeños relativamente altos en la habilidad de clasificación al finalizar la primera prueba escrita, obteniendo así como un 68% y un 32% de los estudiantes fueron categorizados dentro de los niveles ED y AV respectivamente y finalmente al concluir las pruebas el 94% del grupo fue evaluado dentro del nivel AV, es así como podemos considerar que casi la totalidad del grupo obtuvo un nivel de evaluación satisfactorio, esta relativa facilidad que poseen los estudiantes al momento de clasificar se puede explicar desde diferentes puntos, la edad y el uso de esta habilidad no sólo dentro de las ciencias naturales si no también dentro de otras áreas del conocimiento. Osorio ^[7] expone que la habilidad de clasificación se expresa desde los primeros años de infancia, pues los niños ya han tenido múltiples experiencias con la clasificación, en donde agrupan

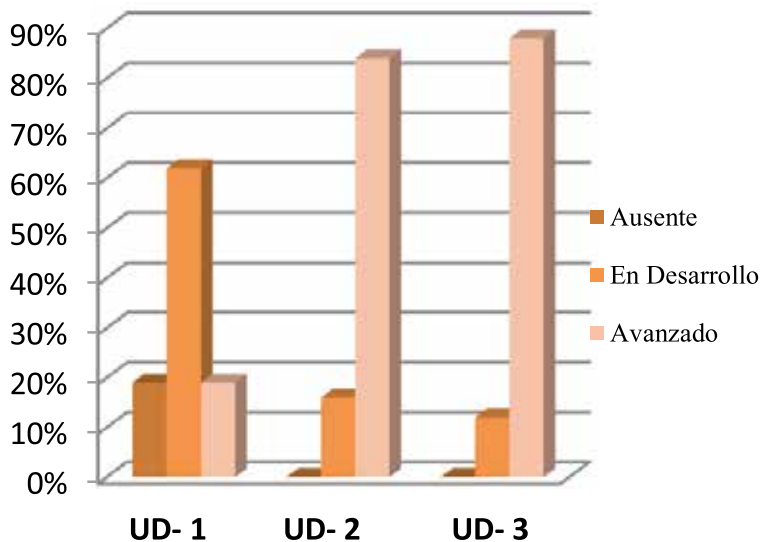
objetos a partir de características básicas como lo son el color y el tamaño y de esta misma manera en el contexto escolar este proceso es potencializado en asignaturas como las matemáticas. Así mismo, los estudiantes que se encuentran en los últimos grados de primaria, comienzan a hacer clasificaciones a partir de las observaciones de su entorno, dejan a un lado las características más visibles del objeto y de esta manera emplean el pensamiento abstracto dentro de sus categorizaciones, de tal manera que a este punto poseen la capacidad de clasificar a partir de las diferentes características de un objeto e inclusive a partir de estas clasificaciones ya poseen la aptitud de generar pequeños diseños experimentales como se mencionó anteriormente.

Por otro lado, dentro de la evaluación de esta habilidad se hizo evidente la dificultad de la mayoría de estudiantes para reconocer los procesos por los cuales la materia cambia de estado, es decir, se reconoce que la materia pasa de estado sólido a estado gaseoso, pero se dificulta entender el proceso inverso, incluso por medio de un ejemplo, esto puede explicarse desde la idea de que los estudiantes tienden a pensar lineal y secuencialmente, es así como Driver *et al.* ^[16] manifiestan que esto sucede desde la perspectiva del estudiante, los fenómenos naturales enseñados no son reversibles e inclusive las autoras hacen énfasis en la dificultad de los estudiantes al entender procesos relacionados con la disminución y el aumento de la temperatura, así explican cómo los estudiantes fácilmente entienden como el calor afecta a un sólido convirtiéndolo en un líquido, sin embargo no aprecian de manera adecuada el proceso contrario, de esta manera el pensamiento lineal y causal limita las predicciones anticipadas de este fenómeno físico.

Habilidad de Análisis de Resultados:

Al finalizar la primera unidad didáctica se encontró como un 19% de los estudiantes fueron evaluados dentro del nivel A, sin embargo este porcentaje se redujo a un 0% al finalizar la segunda unidad y finalmente en la tercera unidad el 12% fue evaluado dentro del nivel ED y un 88% en el nivel AV, demostrando así un aumento considerable dentro de esta habilidad.

En la gráfica 3 se observa el resultado grupal de acuerdo al desarrollo de la habilidad de análisis de resultados durante las tres unidades didácticas (UD) realizadas en la presente investigación.



Gráfica 3. Desarrollo de habilidad de análisis de resultados al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Las respuestas brindadas por los estudiantes para evaluar la habilidad de análisis de resultados, se asemejan con las obtenidas en el trabajo realizado por Di Mauro, Furman y Bravo ^[9] puesto que además de encontrar estudiantes dentro de los tres niveles de evaluación, hubo gran diversidad de respuestas. En este sentido, los estudiantes evaluados en el nivel A, no respondieron a la pregunta formulada, o dieron respuestas incoherentes a los resultados obtenidos en los trabajos experimentales, así por ejemplo se encontró que al indagar sobre la solubilidad del azúcar en el agua, algunos estudiantes argumentaron que el azúcar no se disuelve en el alcohol, lo cual sería una respuesta no sólo contradictoria con los resultados obtenidos sino principalmente errónea en relación al procedimiento realizado, puesto que en este experimento no se usó alcohol, entre este tipo de respuestas observamos cómo las ideas personales de los estudiantes se hacen presentes en sus argumentaciones, afirmando así que el alcohol no es una sustancia natural ni comestible o el alcohol no es una sustancia líquida como el agua, evidenciando así el obstáculo utilitario, Mora ^[19] indica cómo los niños tienden a explicar fenómenos o conceptos a partir de su utilidad conllevando así a una explicación general exagerada.

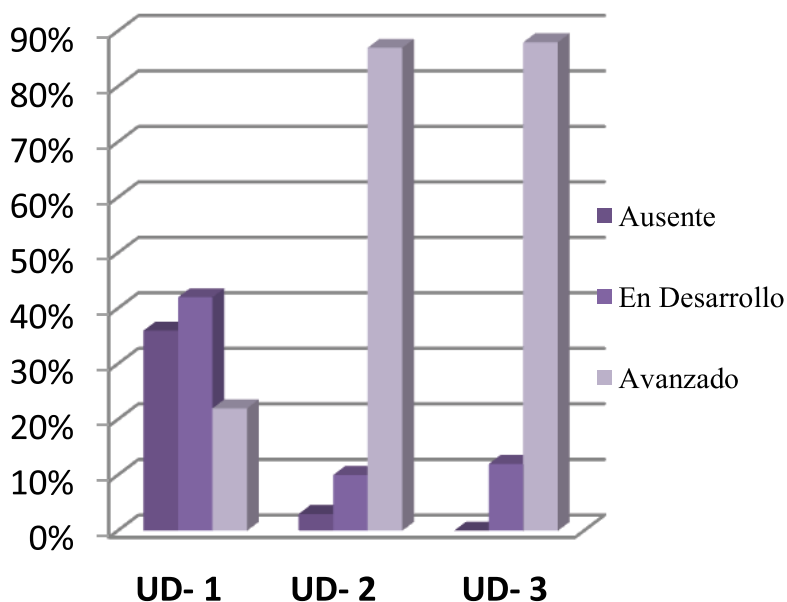
En relación con las respuestas dadas por los estudiantes evaluados dentro del nivel ED estos realizaron respuestas coherentes con los resultados, a pesar de esto, se encontró dentro de este nivel dos grupos de estudiantes, el primero utilizó el uso adecuado de los términos apropiados para referirse a los fenómenos y resultados obtenidos incluso tuvieron una calificación cercana a los estudiantes evaluados dentro del nivel AV, en el segundo se observó un manejo incipiente del vocabulario científico, esto se puede explicar principalmente desde la presencia de varios obstáculos de carácter epistemológico dentro de las afirmaciones dadas por los estudiantes, entre estas tenemos el uso de analogías para explicar diferentes reacciones obtenidas durante los experimentos, los estudiantes realizaron un intercambio entre la palabra apropiada y otra que para ellos sea más familiar y reconocible con la característica de tener semejanza entre sí en su significado como en el caso del intercambio del término “reacción química” por “explosión”, Mora ^[21] describe cómo este tipo de argumentos dados por los niños corresponden a las concepciones analógicas que a su vez hacen parte en el repertorio de ideas previas, donde el estudiante realiza una comparación entre un hecho de la vida cotidiana con el fenómeno por el cual se le pregunta.

Ahora bien, a pesar de encontrar estos obstáculos a lo largo de la implementación de las unidades didácticas, es necesario recalcar no sólo como un porcentaje del 90% al finalizar la última prueba fue evaluado dentro de este nivel, sino además como los estudiantes demostraron un desarrollo significativo dentro de la habilidad de análisis de resultados mostrando así un uso adecuado del lenguaje científico, explicaciones coherentes a partir de los resultados obtenidos y transversalidad de los conocimientos adquiridos teniendo así la habilidad de traspasarlos a otros contextos, lo que contradice las posturas piagetianas. Chiabrandó ^[22] menciona como estas posturas afirman que el niño sólo razona en casos particulares, explicando sólo ideas en un contexto específico por medio de leyes singulares, este anterior argumento contrasta con los resultados obtenidos en este estudio, puesto que en muchos casos se vio cómo los estudiantes fueron capaces de explicar un fenómeno por medio de otro que había sido enseñado en medio de una situación diferente, por ejemplo como la temperatura de un solvente influye dentro del fenómeno de solubilidad, este tipo de respuestas evidenciaron cómo los estudiantes pueden realizar conjeturas e inferencias acercándose de hecho a la manera en cómo piensa un científico.

Habilidad del uso de Lenguaje Científico:

Al evaluar el uso de lenguaje científico fue evidente cómo esta se presentó como la habilidad en la cual los estudiantes mostraron más dificultad, puesto que un porcentaje de 36% fue evaluado dentro del nivel A al finalizar la primera prueba, sin embargo su desarrollo avanzó significativamente al finalizar las unidades didácticas, evaluando de esta manera al 88% del grupo dentro del nivel AV.

En la gráfica 4 se refleja el resultado a nivel grupal teniendo en cuenta el desarrollo de la habilidad de uso de lenguaje científico por parte de los estudiantes durante las tres unidades didácticas (UD) implementadas para este estudio.



Gráfica 4. Desarrollo de habilidad del uso de lenguaje científico al inicio, durante y al finalizar las unidades didácticas.

Es así como es importante aclarar que el empleo erróneo de los términos científicos no sólo se deben a un limitante de carácter interno sino que además se debe a la ambigüedad en el significado de estos, puesto que es común que un término a su vez tenga varios significados como en el caso de la palabra “materia” por lo cual los dos deben ser considerados válidos dependiendo al contexto donde son formulados, por esto es entendible como el estudiante opte por usar términos que

para él resultan familiares, en este sentido Astolfi ^[23] expone que los estudiantes al momento de plantear sus ideas tienen dos alternativas, la primera es emplear el significado científico, el cual se caracteriza por ser objetivo y puntual, por el cual el profesor se ve interesado en enseñar, por el contrario el segundo se manifiesta por ser funcional debido a que el estudiante lo usa como un camino más corto para manifestar sus ideas, estos son significados que provienen desde la infancia y son captados por la experiencia personal, por lo cual son resistentes al cambio. Esta misma característica es descrita por Driver *et al.* ^[16] pero en este caso las autoras se refieren a esta como conceptos indiferenciados, esto se debe a que los niños tienden a ser más inclusivos con los conceptos utilizados generando así términos con significados generales, debido a esto no perciben la necesidad de hacer distinción dentro de un término o varios. Bajo este argumento el docente debe guiar al estudiante para que este realice una “desconexión” entre los dos términos y pueda aplicarlos al contexto al cual pertenecen, ya al no tener un entendimiento apropiado se estaría alejando del conocimiento objetivo.

Igualmente se observó cómo en la mayoría de estudiantes se presentó una confusión en el término “sustancia pura”, ya que evidentemente la interpretación del término “pura” dentro de las creencias de los niños se relaciona con una sustancia “buena”, cuando desde el punto de vista químico estas sería una respuesta incoherente, bajo este argumento Astolfi ^[23] explica que esto se debe a que existe una sobrevaloración de los elementos “buenos” sobre los considerados como “malos” y a su vez los términos o nomenclaturas químicas se relacionan con sustancias nocivas. Por lo anteriormente mencionado, es así como se entiende que los estudiantes anteponen sus creencias al momento de hacer uso del lenguaje.

IV. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos de las cuatro habilidades de pensamiento científico se observó en términos generales como es la manera de pensar, dar respuesta, razonar y solucionar problemas de los estudiantes con las edades antes mencionadas. En primer lugar desde las teorías piagetianas se pueden explicar diferentes características del pensamiento infantil evidenciadas durante la investigación, entre estas podemos considerar que los estudiantes participantes de este estudio, están ubicados dentro de la etapa de operaciones concretas, es decir la etapa que comprende las edades entre los 7 y 11 años, en la que según Canizales, Salazar y López ^[15] indican que el niño es capaz de analizar mentalmente varias variables y posee la habilidad de reversibilidad, la cual le permite invertir

mentalmente una acción sin necesidad de ejercerla físicamente. Frente a esto se puede considerar a manera general como los estudiantes evaluados dentro de los niveles ED y AV se encuentran dentro del período en el cual ejercen el pensamiento lógico concreto, mientras que los estudiantes evaluados dentro del nivel A aún presentan características del período anterior, es decir el período pre operacional, puesto que es evidente como entre sus respuestas se hallaron las principales características de esta etapa, Canizales, Salazar y López ^[15] nos señalan que estas son:

- Incapacidad de revertir procesos mentalmente (reversibilidad).
- Incapacidad de percibir cambios bajo dos dimensiones al mismo tiempo.
- El razonamiento lógico tiende a ser inflexible.

Es indudable como estas características mencionadas fueron encontradas en las respuestas dadas por los estudiantes que estaban dentro del nivel A en todas las habilidades de pensamiento científico evaluadas, respecto a la reversibilidad los estudiantes no reconocieron el proceso opuesto a un fenómeno, como es el caso de los cambios de estado de la materia y sus opuestos, en cuanto a la incapacidad de percibir cambios se observó al momento de evaluar la habilidad de diseño experimental, puesto que se puede decir que los estudiantes no plantearon mentalmente como un proceso puede generar un resultado final con el uso adecuado de las variables planteadas.

Por su parte las generalizaciones se hicieron presentes en las respuestas brindadas por los estudiantes, donde al preguntar acerca del significado de un fenómeno respondieron con una sola palabra limitando así su significado e inclusive este de antemano puede considerarse un obstáculo de tipo verbal, ya que se excluyen las particularidades de un fenómeno interpretándolo así como una simple categoría a través de una sola palabra o concepto.

Posteriormente en algunos estudiantes se observó como el obstáculo animista se hizo presente dentro de sus afirmaciones, explicando así fenómenos a través de acciones que no corresponden a un objeto inerte, por ejemplo, cambiar el término “atracción magnética” por “perseguir”, en este tipo de respuestas el estudiante le otorga características vivas a las partículas metálicas que son atraídas por un imán, al respecto Mora ^[21] afirma que los niños tienden a tener dificultades explicando hechos físicos por esto recurren a explicarlos a través del animismo.

Los niños en general muestran una motivación especial al momento de aprender ciencias por medio de trabajos experimentales y lúdicas en las cuales ellos pueden participar como sujetos activos, evidenciando así no sólo un desarrollo cognitivo sino además un gran interés por las ciencias lo cual el docente debe de aprovechar y fomentar.

El uso de trabajo experimental dentro del aula de clases debe de ser progresivo y constante con el fin de que la enseñanza de las ciencias no se base en un solo proceso memorístico.

Es necesario replantear las estrategias didácticas implementadas al momento de enseñar ciencias naturales, puesto que es importante generar un cambio de actitud en los estudiantes con ayuda de los maestros para lograr así una verdadera motivación al momento de aprender ciencia.

Teniendo en cuenta las habilidades de pensamiento científico evaluadas, en este caso la habilidad de clasificación se presentó como la de menor dificultad desde la ejecución desde la primera hasta la última unidad didáctica, mientras que la habilidad del uso de lenguaje científico fue en la que los estudiantes demostraron mayor dificultad, no obstante al finalizar las actividades se obtuvo un incremento considerable dentro de esta y las demás habilidades.

Los niños con necesidades educativas especiales, a pesar de tener un bajo rendimiento durante la primera prueba demostraron niveles de desarrollo iguales o superiores a sus compañeros, evidenciando como con el debido acompañamiento pueden desarrollar efectivamente su proceso cognitivo.

Durante la aplicación de las actividades y sus respectivas pruebas se encontró como el pensamiento de los niños es cambiante y flexible, demostrando así como los niños con edades comprendidas entre 9 y 11 años tienen la capacidad de solucionar problemas de manera coherente, justificar argumentos por medio de sus propias palabras y realizar afirmaciones de manera lógica y coherente además de presentar la habilidad de reversibilidad ya que esta es característica de la etapa de operaciones concretas, evidenciando así un claro pensamiento científico con sus propias características ligadas directamente a la edad y al pensamiento infantil. Diferentes obstáculos epistemológicos se presentaron dentro de las respuestas brindadas por los estudiantes, tales como conceptos previos, el animismo, el obstáculo verbal, las generalizaciones, comparaciones y las analogías. Se debe

entender a estas limitaciones como parte del pensamiento infantil, los cuales deben de ser superados progresivamente obstáculos con ayuda del maestro, guiando así a estas ideas al conocimiento objetivo.

V. REFERENCIAS

- [1] Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Recuperado de: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf5.pdf
- [2] Ministerio de Educación Nacional. (2004). *La formación en ciencias: ¡El desafío!* Recuperado de: http://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- [3] Ministerio de Educación Nacional (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje: Ciencias Naturales*. Recuperado de: http://aprende.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/naspublic/DBA_C.Naturales.pdf
- [4] Arango, V., Arboleda, L., Aricapa, D., González, E., Orozco, L., (2015). *El pensamiento científico en niños y niñas* (Tesis de pregrado). Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín.
- [5] Arce, E. (2002). El valor de la experiencia en la enseñanza de las ciencias naturales, el taller de ciencia para niños de la sede Atlántico de la Universidad de Costa Rica: Una experiencia para compartir. *Revista Educación*, 26(1), 147-154.
- [6] Cardona, D., Gomez, Y., & Pino, C. (2018). *“Acuciencia” promoviendo el desarrollo de habilidades de pensamiento científicas en niños(as) dentro del Museo de Ciencias Naturales la Salle*. (Tesis de pregrado). Universidad de Antioquia: Medellín, Colombia.
- [7] Osorio, A. (2009). *Habilidades científicas de los niños y niñas participantes en el programa de pequeños científicos de Manizales* (Tesis de maestría). Universidad de Manizales-CINDE, Colombia.
- [8] Cogollo, E., Romaña, D. (2016) *Desarrollo del pensamiento científico en preescolar: Una unidad didáctica basada en el ciclo de Soussan para la protección del cangrejo azul* (Tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Colombia.
- [9] Di Mauro, M., Furman, M., & Bravo, B. (2015). Las habilidades científicas en la escuela primaria: un estudio del nivel de desempeño en niños de 4to año. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 10(2), 1-11.

- [10] Bachelard, G. (2000). *La formación del espíritu científico*. México D.F: Siglo Veintiuno Editores S.A.
- [11] Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 299-313.
- [12] Carrillo, C. (2012). Enseñanza para el desarrollo del pensamiento científico desde la escuela. En A. M. Rodríguez. (Ed), *Desarrollo del pensamiento científico en la escuela; Proyecto Innovación en Formación Científica* (pp. 15-35). Bogotá, Colombia: Editorial Jotamar Ltda.
- [13] Rivera, A. (2016). *La experimentación como estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto materia y sus estados*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia: Manizales, Colombia.
- [14] Zimmerman, C. (2007). *The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. Developmental Review*, 27, 172-223.
- [15] Canizales, V. Alma., Salazar, G. Carmen., & López, S. Antonio., (2004). *La experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primaria- Mazatlán, Sinaloa* (Tesis de Pregrado). Universidad Pedagógica Nacional.
- [16] Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Las ideas de los niños en el aprendizaje de las ciencias. Ideas de la infancia y en la adolescencia*. Madrid: Editorial Morata.
- [17] Cáceres, S. (2015). *Descripción del desarrollo del pensamiento científico en niños de quinto básico de escuelas municipales de san ramón* (Tesis de Maestría). Universidad Alberto Hurtado.
- [18] Rojas, T. (2006) *Planificación cognitiva en la primera infancia. Acta Colombiana de Psicología*, 9(2), 101-104.
- [19] Izquierdo, L. (2015). *Análisis de los dibujos infantiles*. (Tesis de pregrado). Universidad de Valladolid. España.
- [20] Sánchez, M. (1995) *Desarrollo de habilidades del pensamiento: procesos básicos de pensamiento*. México: 2da edición. Trillas. ITESM.
- [21] Mora, A. (2002). Obstáculos epistemológicos que afectan el proceso de construcción de conceptos del área de ciencias naturales en niños de edad escolar. *Inter Sedes*, 3(5), 75-89.
- [22] Chiabrando, L., Dibar, M. (2014). “¿Qué estrategias utilizan los niños de escolaridad primaria para evaluar explicaciones sobre fenómenos físicos?”. *Revista Enseñanza de la Física*, 26, 65-74.
- [23] Astolfi, J. (1998). El tratamiento de los obstáculos epistemológicos. *Revista Educación y pedagogía*, 11(25).

Biografía. Autor 1: Sara Daniela Rendón León.

Estudiante de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental.

Biografía. Autor 2: Diana Katherine Onofre Villa.

Estudiante de Licenciatura en Biología y Educación Ambiental.

Biografía. Autor 3: Nadia Lucia Obando Correal.

Licenciada en Biología y Educación Ambiental de la Universidad del Quindío, Magíster en Educación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Estudiante de Doctorado en Didáctica. Docente de la Universidad del Quindío