



# UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

## Facultad de Educación

**EVIDENCIANDO HABILIDADES DE PENSAMIENTO CRÍTICO A TRAVÉS DE UNA  
UNIDAD DIDÁCTICA EN EL CONCEPTO DE MATERIA BAJO EL MODELO DE  
INVESTIGACIÓN DIRIGIDA**



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

MARTA PATRICIA HOYOS RESTREPO

OSCAR DARIO RUIZ ACOSTA

JAIME ALBERTO TORO TAMAYO

Asesora: DIANA MILENA ESCOBAR FRANCO

UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MAESTRIA EN EDUCACIÓN-PROFUNDIZACIÓN

LÍNEA DE CIENCIAS NATURALES

MEDELLÍN

2018



**Facultad de Educación**

**Tabla de contenido**

|   |    |
|---|----|
| Introducción .....  | 1  |
| Justificación .....   | 3  |
| Formulación del problema .....  | 7  |
| Objetivos .....   | 15 |
| Objetivo General .....  | 15 |
| Objetivos Específicos .....   | 15 |
| Marco teórico .....   | 15 |
| Estado del arte .....   | 15 |
| Pensamiento Crítico .....   | 20 |
| El Pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias naturales .....   | 21 |
| Habilidades del Pensamiento Crítico .....   | 23 |
| La enseñanza de las ciencias y el Ciclo de Aprendizaje .....  | 27 |
| • Actividades de Exploración. ....  | 29 |
| • Actividades de Introducción de conceptos/procedimientos o de modelización.....  | 29 |
| • Actividades de Estructuración del conocimiento.....   | 29 |
| • Actividades de Aplicación. ....   | 29 |
| Evaluación .....  | 30 |
| Las rúbricas como estrategia de autorregulación. ....   | 32 |
| Investigación Dirigida.....   | 34 |
| Etapas del proceso de la Investigación Dirigida.....  | 38 |
| Pasos para iniciar una Investigación Dirigida con niños .....   | 42 |
| Relación entre las habilidades del pensamiento crítico, el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí y la Investigación Dirigida ..... | 44 |
| El laboratorio, el pensamiento crítico y la Investigación Dirigida .....  | 48 |
| La orientación CTSA en la enseñanza de las ciencias naturales .....   | 51 |
| Concepto de materia, su enseñanza y aprendizaje .....   | 52 |
| Metodología .....   | 55 |
| Consideraciones metodológicas.....  | 55 |



---

|  |    |
|--|----|
| <b>Facultad de Educación</b>   |    |
| Tipo de estudio.....   | 56 |
| Enfoque y diseño de la investigación .....   | 57 |
| Población y muestra.....   | 59 |
| Criterios de inclusión de la muestra. ....   | 60 |
| Procedimientos para la recolección y procesamiento de información.....   | 60 |
| Guía Didáctica .....   | 61 |
| Procedimiento para el análisis de la información .....   | 65 |
| Variables o categorías de análisis.....  | 66 |
| Criterios de Validación de Instrumentos .....  | 67 |
| Análisis y Resultados.....   | 70 |
| Análisis de las entrevistas semiestructuradas iniciales .....  | 72 |
| Análisis de las entrevistas semiestructuradas finales.....   | 72 |
| Categorías emergentes .....  | 73 |
| Motivación.....  | 73 |
| Interés por el área de ciencias-conceptos de interés.....  | 73 |
| Comprensión del concepto de materia y conformación de todo lo que nos rodea (pregunta inicial de la guía del estudiante, entrevista final). .... | 74 |
| Estrategias de enseñanza y proceso de evaluación (utilidad de las rúbricas) – Entrevista final.....  | 75 |
| Relación de las ciencias con la investigación y HPC4. ....   | 76 |
| Orientación CTSA.....  | 76 |
| Análisis de la información recolectada en cada etapa de la UD .....  | 76 |
| Primera etapa: exploración.....  | 77 |
| Salida exploratoria en grupos y socialización.....   | 77 |
| Análisis.....  | 80 |
| Aplicación individual de formulario KPSI inicial. 3.....   | 81 |
| Herramienta didáctica gráfica y socialización. ....  | 81 |
| Análisis.....  | 83 |
| Aplicación de la Rúbrica 1.....  | 84 |



---

**Facultad de Educación**

|   |     |
|---|-----|
| Análisis.....   | 84  |
| Actividad experimental propiedades de la materia en la vida cotidiana .....   | 86  |
| Medición de masa y volumen. ....  | 86  |
| Actividad experimental: identificación de la composición de la materia. ....  | 87  |
| Análisis.....   | 88  |
| Experiencia del laboratorio demostrativa: observación de los cambios de estado del agua.<br>.....   | 89  |
| Análisis.....   | 91  |
| Apreciaciones generales sobre la primera etapa. ....  | 92  |
| Segunda etapa: introducción de conceptos, procedimientos o modelización.....  | 93  |
| Elaboración por equipos de un mapa conceptual sobre estados de agregación de la<br>materia.....   | 94  |
| Análisis.....   | 95  |
| Reconocimiento de sustancias puras, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas. ....   | 96  |
| Análisis.....   | 96  |
| Aplicación de la rúbrica 2.....   | 97  |
| Análisis.....   | 97  |
| Visita al laboratorio de biología, dirigida por el docente: Concepto de materia, masa<br>molecular a nivel atómico, observación en el microscopio. .... | 98  |
| Análisis.....   | 99  |
| Lectura de la materia y los materiales.....   | 100 |
| Análisis.....   | 101 |
| Apreciaciones generales sobre la segunda etapa. ....  | 103 |
| Tercera etapa: estructuración del conocimiento .....  | 103 |
| Actividad del video sobre los modelos atómicos, “Historia del átomo” .....  | 104 |
| Análisis.....   | 106 |
| Actividad Trabajo en internet usando aplicación flash: “formemos átomos”. ....  | 107 |
| Análisis.....   | 107 |
| Actividad sobre la realización de mapa conceptual, para explicar el concepto del átomo.<br>.....  | 108 |



---

|   |     |
|---|-----|
| <b>Facultad de Educación</b>  |     |
| Análisis.....   | 110 |
| Aplicación de evaluación individual realizando un cuadro comparativo. ....  | 111 |
| Análisis.....   | 112 |
| Lectura sobre calentamiento global –orientación CTSA. ....  | 114 |
| Análisis.....   | 114 |
| Apreciaciones generales de la tercera etapa.....  | 117 |
| Cuarta etapa: Aplicación. ....  | 118 |
| Respuesta a la pregunta estrella elegida o elaborada por cada uno de los estudiantes durante todas las etapas del Ciclo de Aprendizaje..... | 119 |
| Análisis.....   | 119 |
| Aplicación de la rúbrica 3.....   | 120 |
| Análisis.....   | 120 |
| Elaboración de juegos de mesa por parte de los estudiantes teniendo en cuenta el concepto de materia.....                                   | 121 |
| Análisis.....   | 121 |
| Apreciaciones generales sobre la cuarta etapa.....  | 121 |
| Análisis.....   | 122 |
| Consolidado de la interpretación de resultados en cada una de las etapas.....   | 123 |
| Análisis de las preguntas estrella.....   | 124 |
| Conclusiones.....   | 128 |
| Recomendaciones.....  | 133 |
| Bibliografía.....   | 136 |



**Lista de tablas**

|                |     |
|----------------|-----|
| Tabla 1 .....  | 10  |
| Tabla 2 .....  | 23  |
| Tabla 3 .....  | 26  |
| Tabla 4 .....  | 33  |
| Tabla 5 .....  | 36  |
| Tabla 6 .....  | 38  |
| Tabla 7 .....  | 41  |
| Tabla 8 .....  | 42  |
| Tabla 9 .....  | 63  |
| Tabla 10 ..... | 68  |
| Tabla 11 ..... | 71  |
| Tabla 12 ..... | 77  |
| Tabla 13 ..... | 88  |
| Tabla 14 ..... | 93  |
| Tabla 15 ..... | 93  |
| Tabla 16 ..... | 103 |
| Tabla 17 ..... | 104 |
| Tabla 18 ..... | 104 |
| Tabla 19 ..... | 109 |
| Tabla 20 ..... | 112 |
| Tabla 21 ..... | 118 |
| Tabla 22 ..... | 118 |
| Tabla 23 ..... | 122 |
| Tabla 24 ..... | 124 |
| Tabla 25 ..... | 125 |



|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1.</i> Resultados de grado quinto en el área de ciencias naturales 2016. Fuente: ww.Icfesinteractivo.com.....                              | 9  |
| <i>Figura 2.</i> ISCE y sus respectivos componentes, además de la MMA a alcanzar el 2018. Fuente: ww.Icfesinteractivo.com.....                       | 10 |
| <i>Figura 3.</i> Evolución de los aprendizajes de los estudiantes desde una perspectiva holística. (Sanmartí, 1997). .....                           | 28 |
| <i>Figura 4.</i> (Jorba & Sanmartí, Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua, 1994.....  | 30 |
| <i>Figura 5.</i> Habilidades del PC. Facione (2007).....   | 67 |
| <i>Figura 6.</i> Respuestas de la salida exploratoria de la guía didáctica del E3.....   | 78 |
| <i>Figura 7.</i> Herramienta didáctica-gráfica de la guía didáctica del Estudiante E1 .....  | 82 |
| <i>Figura 8.</i> Red sistémica sobre la clasificación de cada una las respuestas en criterios e ideas que emerjan de los estudiantes. ....           | 83 |
| <i>Figura 9.</i> Cuadro de observación de diferentes sustancias de la guía didáctica del Estudiante E4 .....   | 87 |
| <i>Figura 10.</i> Diagrama sobre el reconocimiento de los estados de agregación de la materia, guía didáctica del Estudiante E2. ....                | 89 |
| <i>Figura 11.</i> Cuadro de los estados de agregación de las sustancias, guía didáctica del Estudiante E5. ....                                      | 90 |
| <i>Figura 12.</i> Red sistémica sobre el diagrama de reconocimiento de los estados de agregación de la materia (Guía didáctica del estudiante). .... | 90 |
| <i>Figura 13.</i> Red sistémica sobre el cuadro de registro sobre los estados de agregación de la materia (Guía didáctica del estudiante).....       | 91 |
| <i>Figura 14.</i> Mapas conceptuales elaborados en equipo por los estudiantes. ....  | 94 |
| <i>Figura 15.</i> Red sistémica sobre los mapas conceptuales. ....   | 94 |
| <i>Figura 16.</i> Clasificación de sustancias por parte de los estudiantes de acuerdo a las propiedades físicas. ....                                | 96 |



**Facultad de Educación**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Figura 17.</i> Consolidado de la segunda rúbrica.....   | 97  |
| <i>Figura 18.</i> E2 y E5 en el laboratorio de biología.....   | 99  |
| <i>Figura 19.</i> Red sistémica sobre la experiencia en el laboratorio de biología.....  | 99  |
| <i>Figura 20.</i> Red sistémica sobre las respuestas de la lectura de la materia y los materiales.<br>.....                    | 100 |
| <i>Figura 21.</i> Cuadro comparativo sobre los diferentes estados de agregación de la materia de la guía didáctica del E2..... | 101 |
| <i>Figura 22.</i> Relación de sustancia con el estado de agregación correspondiente de la materia guía didáctica del E2.....   | 102 |
| <i>Figura 23.</i> Actividad de Falso o Verdadero de la guía didáctica del E2.....  | 102 |
| <i>Figura 24.</i> Actividad de completación de las oraciones de la guía didáctica del estudiante E2.....                       | 102 |
| <i>Figura 25.</i> Red sistémica sobre el análisis de los videos y socialización de modelos atómicos.....                       | 105 |
| <i>Figura 26.</i> Actividad sobre la conformación de átomos por parte de los estudiantes en plataformas virtuales.....         | 107 |
| <i>Figura 27.</i> Mapas conceptuales sobre el concepto de átomo elaborados por los participantes.....                          | 108 |
| <i>Figura 28.</i> Red sistémica sobre el análisis de los mapas sobre el concepto de átomo.....                                 | 110 |
| <i>Figura 29.</i> Respuestas a las preguntas de la lectura de la guía del E2 sobre el calentamiento global. Página 23.....     | 115 |
| <i>Figura 30.</i> Red sistémica sobre el componente CTSA.....  | 116 |
| <i>Figura 31.</i> Red sistémica sobre el análisis de la rúbrica 3.....   | 120 |
| <i>Figura 32.</i> Red sistémica sobre la frecuencia de las HPC evidenciadas con las preguntas estrella.....                    | 126 |



## **Introducción**

Esta investigación evidencia las habilidades del pensamiento crítico a través de la implementación de una Unidad Didáctica en el tema de materia, basada en el Ciclo de Aprendizaje de Jaume Jorba y Neus Sanmartí, relacionándolo con modelo de Investigación Dirigida y enfoque CTSA, atendiendo a una investigación de tipo cualitativa, paradigma socio-crítico y enfoque investigación acción educativa. Durante cuatro meses se implementó una guía didáctica, en la que participaron cinco estudiantes de quinto grado de básica primaria de la I.E El Salado de Envigado criterios utilizados para su selección fueron el interés y motivación demostrados durante las clases de ciencias naturales. El eje central del proyecto se articuló en torno a las seis Habilidades del Pensamiento Crítico que fueron propuestas por Facione (2007) así: Interpretación, Análisis, Evaluación, Inferencia, Explicación, Autorregulación.

La recolección de datos se realizó mediante formularios KPSI inicial y final, entrevistas semiestructuradas inicial y final; esto con el fin de contrastar la información en dos momentos diferentes y así evidenciar la incidencia de la Unidad Didáctica en el comportamiento de las Habilidades del Pensamiento Crítico. Así mismo se implementaron tres rúbricas aplicadas en diferentes momentos de la ejecución, y finalmente, la cartilla con la guía didáctica para cada estudiante.

Durante el proceso investigativo, se aplicaron 14 actividades, distribuidas en cuatro etapas de la Unidad Didáctica llamada: **“Nuestro maravilloso mundo: Un viaje desde la materia hasta el átomo”**. Se partió de los saberes previos de los estudiantes como lo propone la primera etapa del Ciclo de Aprendizaje, realizando diversas actividades cercanas a la cotidianidad e intereses de los estudiantes. Luego, se presentaron nuevas experiencias, especialmente concretas, siguiendo una secuenciación que les permitió el progreso dentro de sus diferentes ritmos, teniendo presente la evaluación formativa continua. Además, con las rúbricas como herramientas autorreguladoras, los estudiantes reconocieron sus progresos y dificultades en el aprendizaje. Se finalizó la Unidad Didáctica evidenciando una mayor visibilización de habilidades del pensamiento crítico que las proyectadas inicialmente al planear la unidad



**Facultad de Educación**

didáctica, ademásdejándose dejaron planteadas situaciones que invitarán a los estudiantes a seguir investigando y aprendiendo sobre el maravilloso mundo de las ciencias.

**Palabras claves:** Habilidades del Pensamiento Crítico, enseñanza de las ciencias naturales, Ciclo de Aprendizaje, evaluación, rúbricas, Investigación Dirigida, concepto de materia, CTSA.



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

### **Justificación**

Actualmente en la enseñanza de las ciencias naturales, se busca dar respuesta a preguntas como: ¿Por qué enseñar ciencias?, ¿Qué ciencias enseñar?, y ¿Cómo enseñarla?; la premisa es la necesidad de preparar a los ciudadanos del futuro para tomar decisiones responsables en los asuntos relacionados con la ciencia y la tecnología en la sociedad del siglo XXI (Prieto, España, & Martin, 2012). Para responder estos requerimientos, es esencial desarrollar Habilidades del Pensamiento Crítico, en todos los niveles educativos.

Este trabajo aporta al propósito del sistema educativo colombiano, ya que, según el documento de los Estándares de Ciencias Naturales del Ministerio de Educación Nacional, año 2003, la meta es que ésta área no sea un cúmulo de conocimientos, sino que los estudiantes encuentren significado en lo que estudian y lo puedan utilizar para resolver problemas de su vida cotidiana. Por consiguiente, se plantea que el desarrollo de las competencias específicas del área, inicie su implementación desde la básica primaria, en todos sus componentes, los cuales son: **Identificar** (fenómenos), **indagar** (plantear preguntas y procedimientos adecuados), **explicar** (construir y comprender argumentos), **comunicar** (escuchar, plantear puntos de vista), **trabajar en equipo**, **disposición** para aceptar la naturaleza del conocimiento y **disposición** para asumir la dimensión social del conocimiento con responsabilidad.

En este mismo orden de ideas, los Estándares buscan contribuir a la formación del pensamiento científico y crítico de los estudiantes colombianos, a través de los procesos de indagación que conducen a su desarrollo y las competencias necesarias para realizarlos. Así los estudiantes podrán desarrollar las habilidades y actitudes científicas necesarias para explorar fenómenos, eventos y resolver problemas propios de las ciencias. Además, en la concepción de ciencias naturales contenida en la formulación de los estándares, se pretende la formación de estudiantes que argumenten crítica y éticamente su propio sistema de valores, a propósito de los desarrollos científicos y tecnológicos (MEN, 2002).

Así mismo plantea la actividad científica como una práctica social que implica un trabajo en equipo con una comunidad investigativa, en la cual, el científico se ve en la necesidad de sustentar, debatir, exponer, argumentar a otras personas sus proyectos. De la misma manera, la estrategia de enseñanza de ciencias naturales a nivel escolar, requiere de la formación entre

**Facultad de Educación**

pares, en la cual se pueda explorar un fenómeno o un hecho determinado, o analizar un conocimiento. Es importante tener en cuenta el saber cultural, popular y cotidiano que tienen los estudiantes al llegar a la escuela porque éstos influyen en su manera de ver el mundo. Todo esto abre así las puertas a una formación crítica y que les da sentido a las ciencias (MEN, 2002).

Continuando con una mirada al marco legal, respecto a la Ley General de Educación de 1994, en su artículo 5°, llamado los fines de la educación, plantea: “La adquisición y generación de los conocimientos científicos y técnicos más avanzados, humanísticos, históricos, sociales, geográficos y estéticos, mediante la apropiación de hábitos intelectuales adecuados para el desarrollo del saber”, “El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional, orientado con prioridad al mejoramiento cultural y de la calidad de vida de la población, a la participación en la búsqueda de alternativas de solución a los problemas y al progreso social y económico del país”. Además, dentro de la misma ley, se establecen los *objetivos relacionados con las ciencias naturales* para cada uno de los niveles de la educación formal. Para la Básica menciona, entre otros, “Ampliar y profundizar en el razonamiento lógico y analítico para la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, la tecnología y la vida cotidiana” y “Fomentar el interés y el desarrollo de actitudes hacia la práctica investigativa”(MEN, 1994).

Para dar cumplimiento a la misma ley, en el artículo 78, Lineamientos Curriculares, el área de ciencias naturales debe ofrecer a los estudiantes la posibilidad de conocer los procesos físicos, químicos y biológicos y su relación con los procesos culturales, en especial, aquellos con la capacidad de afectar el ambiente. Al mismo tiempo, la apropiación de este conocimiento debe formar en el estudiante una actitud crítica y reflexiva sobre su entorno, para permitirle ser consciente de los riesgos que un ejercicio irresponsable de éste saber puede generar sobre la naturaleza.

A continuación, a nivel de la I.E El Salado, la Política de Calidad, en su *visión* contempla para el 2020, la generación de ambientes educativos saludables e incluyentes, donde se cree y se recree la cultura, con miras a la implementación de modelos educativos flexibles y el desarrollo de competencias laborales generales y específicas. En su *misión*, su propósito es formar ciudadanos competentes consigo mismo, con su entorno ambiental y social, mediante procesos

### **Facultad de Educación**

de inclusión, reflexión y participación y la aplicación de modelos educativos flexibles, que los acerquen a la conquista de la autonomía, desde la estrategia pedagógica aprender a ser, aprender haciendo y aprender a aprehender.

En lo que respecta a su Proyecto Educativo Institucional, tiene como lema: “Educación y ciencia en convivencia y paz”, focalizado en un Modelo Pedagógico Desarrollista Social, fundamentado en las teorías de Dewey, Piaget y Vygotsky, los estudiantes están motivados, tanto para lograr su propio aprendizaje como para acrecentar el nivel de logro de los demás, y se destaca como un aspecto fundamental, que los conocimientos en el aula se construyen a partir de la interacción y la ayuda entre pares en forma sistemática (Vera, 2009)

En cuanto al enfoque metodológico institucional es Constructivista, el cual promueve la actividad mental y propende por la construcción del conocimiento desde aprendizajes significativos, en su constructo personal como una persona única, y al mismo tiempo perteneciente a un contexto en el que intervienen la familia, la comunidad, el contexto y no solamente el sujeto que aprende, o lo que enseña la escuela. Esta construcción parte desde la búsqueda de respuestas a las preguntas: ¿Qué tipo de sujeto se quiere formar?, ¿Qué tipo de escuela se requiere? y ¿Para qué sociedad? Esta información está contenida en el Proyecto Educativo Institucional como documento legal según La Ley General de Educación de 1994 en el artículo 73 (Peley, 2006)

De acuerdo a esta tendencia constructivista, se considera conveniente hacer uso de una estrategia metodológica como la investigación dirigida, porque como dice Gil (1994), permite una mayor apropiación y participación activa de los estudiantes; siendo una metodología innovadora y constructora del aprendizaje que los fortalece para tener una mayor destreza al enfrentarse a problemas teóricos o prácticos surgidos del contexto cotidiano. Acorde a estos planteamientos considerados en párrafos anteriores, y teniendo en cuenta que la transición de los estudiantes de la básica primaria a grado sexto en la institución ha sido tradicionalmente difícil, se considera que, específicamente en ciencias naturales, el tema de la materia es de carácter prioritario, ya que de las bases con las que lleguen los estudiantes, puede depender la actitud y motivación con la que afrontaran los conocimientos posteriores que se desligan de allí.

**Facultad de Educación**

A través de procesos de indagación se desarrollarán competencias y actitudes científicas, que permitirán a los estudiantes de la I.E El Salado aproximarse al conocimiento científico, tomando como punto de partida su conocimiento “natural” del mundo, partiendo del reconocimiento de problemas de su entorno y de la búsqueda de soluciones adecuadas a los mismos, argumentando crítica y éticamente su propio sistema de valores, a propósito de los desarrollos científicos y tecnológicos.

Por todo lo anteriormente mencionado se consideró necesario implementar una estrategia didáctica innovadora para movilizar la enseñanza de las ciencias naturales, en la cual se articularán intencionalmente el modelo didáctico de Investigación Dirigida, el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, y el enfoque CTSA, en una Unidad Didáctica a través de la cual se pretenden evidenciar las HPC de los estudiantes, para el fomento de una postura crítica que responda a procesos de análisis y reflexión (MEN, 1994)

En ese orden de ideas, la Unidad Didáctica pretende ser una herramienta que aporte al fortalecimiento de las siguientes Habilidades de Pensamiento Crítico: análisis, explicación, interpretación, autorregulación, inferencia y evaluación (Facione, 2007); preparando a los estudiantes para solucionar diversos problemas en contexto y tomar decisiones fundamentadas. Además, esta Unidad Didáctica puede convertirse en una guía para otros docentes diseñar estrategias desde su campo de enseñanza, permitiendo no sólo el aprendizaje de la disciplina, sino generando en el aula espacios de discusión y reflexión, sobre todo para abordar habilidades o actitudes esenciales para el Pensamiento Crítico, brindando al estudiante la posibilidad de hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones empleadas para resolver problemas (Solbes & Torres, 2013).

En este grado finaliza el paso de los estudiantes por el segundo grupo de estándares básicos de competencias, lo cual da un fundamento sobre los procesos de pensamiento de orden superior que en dicho momento ellos ya han alcanzado y les permite un nivel de competencias en ciencias naturales que condensa las metas trazadas desde el documento de estándares (MEN, 2002). Acorde con estos planteamientos, se busca el desarrollo de competencias específicas del área.

La necesidad de enseñar ciencias en la sociedad es de vital importancia para favorecer la alfabetización científica de los ciudadanos desde los primeros años de escolaridad, con la idea de procurar la comprensión de conceptos, prácticas de procedimientos y desarrollo de actitudes que posibiliten su participación en la cultura de forma analítica y crítica, aunque no siempre se tengan las estrategias didácticas apropiadas para llegar a motivar lo suficiente a los estudiantes y lograr afianzar el máximo de aprendizaje propuesto. Aun cuando a diario los niños interactúen con su entorno en una permanente búsqueda de explicaciones, los maestros tienen la responsabilidad de promover la sistematización y complejizar el conocimiento a partir de sus representaciones, facilitándoles la formulación de predicciones, la elaboración y la contrastación de explicaciones, teniendo presente el conocimiento como un instrumento para la acción y que puede estar sujeto a modificaciones (Mateu, 2005).

De ahí que, en las instituciones educativas se busque crear estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje de los estudiantes desde las diversas áreas, orientadas hacia el objetivo de formar ciudadanos competentes consigo mismos, con su entorno ambiental y social. Así, particularmente en la I.E. El Salado de Envigado se pretende lo anterior mediante procesos de inclusión, reflexión y participación, además de la aplicación de modelos educativos flexibles que conduzcan a los estudiantes a ser más autónomos consigo mismos.

De igual modo también se debe considerar la evaluación, la cual se concibe como un proceso dialógico, continuo y sistemático que parte de la información obtenida de diversas fuentes acerca de los desempeños, habilidades, intereses, ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes y de la calidad de los métodos empleados en el proceso de enseñanza, por ello, los docentes deben hacer una articulación con los estándares educativos que se desean alcanzar, con el fin de tomar decisiones para orientar la acción en las diferentes gestiones, apuntando al mejoramiento continuo del proceso enseñanza-aprendizaje (PEI I.E. El Salado, 2017). Esto implica un diagnóstico poblacional para contextualizar las estrategias de enseñanza a las necesidades institucionales y obtener mejores resultados en los procesos de aprendizaje.

Así, la institución surge en el año de 1976 con el nombre de “LICEO COOPERATIVO EL SALADO”. En la actualidad, cuenta con niveles desde transición hasta media académica en

**Facultad de Educación**

jornada única con cerca de 800 estudiantes y ofrece la modalidad de CLEI 3, 4, 5 y 6 en el horario nocturno con cerca de 200 estudiantes. Está distribuida en tres bloques que son el de primaria (Libardo Jaramillo) y dos para bachillerato (Santo Domingo Savio y Rodrigo Vásquez). Presta el servicio educativo a los barrios El Chinguí, La Mina y San Rafael, también a zonas de veredas como: Arenales, El Vallano y La Catedral, en estrato 1, 2 y pocos casos en 3. Se cuenta con alumnos hijos de capataces de fincas, la mayoría de sus habitantes son empleados de nivel medio (PEI I.E. El Salado).

Entre las características culturales se encuentran familias compuestas de hogares nucleares, así como extensas y madres cabeza de familia. Un número considerable viven conflictos de violencia intrafamiliar, en los últimos años se ha detectado, a través de los diagnósticos de grupo, elaborados por docentes orientadores, un alto porcentaje de madres solteras, situación que ha aumentado la problemática social del sector. Por otro lado, a nivel de formación académica, la gran mayoría de los padres de familia han realizado estudios hasta cuarto o quinto primaria, otros han logrado culminar el bachillerato, una minoría han terminado estudios universitarios y otros son analfabetos. Es importante resaltar también, que el fenómeno del desplazamiento en los barrios aledaños al colegio, ha generado una fusión cultural ocasionando un desarraigo o falta de identidad (PEI I.E. El Salado, 2017).

Tener en cuenta estas características, ha originado unas necesidades de ajustes en el proceso evaluativo para articularlo con la enseñanza y el aprendizaje. Pero, en la realidad de las prácticas pedagógicas, tales características poco son tenidas en cuenta, dado que el maestro en muchas ocasiones desconoce la realidad emocional y las actitudes detrás de los mismos estudiantes, orientando las clases de una manera uniforme, obviando si realmente existe un interés y motivación hacia el aprendizaje por parte del estudiante.

De acuerdo a lo anterior, se considera la importancia que tiene el aspecto afectivo y emocional de los estudiantes en el aprendizaje, pues en la realización de actividades no sólo se tienen en cuenta las ideas y los procedimientos sino también los sentimientos. Estas variables parecen que son especialmente significativas cuando se ha de explicar por qué los estudiantes aprenden de manera diferente. En relación a los valores, Nogués (1987), citado en Sanmartí (1997), señala que aparentemente éstos son capaces de estabilizar la mente humana y, que la

**Facultad de Educación**

actitud con la que una persona afronta el estudio de una determinada temática es una variable muy importante en relación al éxito del aprendizaje.

El interés de este trabajo de profundización es brindar alternativas desde la práctica pedagógica en el aula, buscando enriquecer los procesos de evaluación y aprendizaje, teniendo en cuenta las características de los estudiantes de la I.E. El Salado, los cuales, en su mayoría han obtenido un bajo nivel de competencias que han sido evaluadas y reportadas por el ICFES. Para objetos prácticos se detallan los resultados obtenidos durante los últimos años de los estudiantes de quinto grado (5°) de la I.E. en las pruebas saber 2016 y el Índice Sintético de la Calidad Educativa (ISCE) para primaria y sus respectivos componentes desde el 2015, así como la Meta de Mejoramiento Anual (MMA) a alcanzar en el 2018.

Porcentaje de estudiantes según niveles de desempeño en ciencias naturales, quinto grado

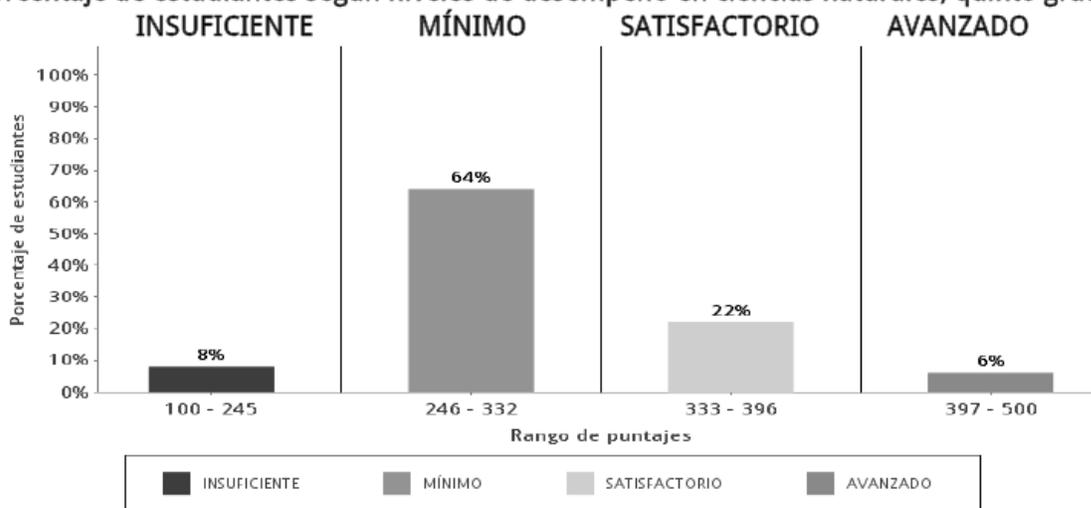


Figura 1. Resultados de grado quinto en el área de ciencias naturales 2016. Fuente: ww.Icfesinteractivo.com

En la figura anterior se muestra el nivel de desempeño de los estudiantes en ciencias naturales, donde se puede apreciar que el 72% obtuvieron un desempeño bajo en las competencias científicas evaluadas por el ICFES. Esto se convierte en un insumo para proponer un ajuste en las estrategias de enseñanza para el área, sin desconocer la existencia de otros factores asociados causantes de tales resultados y que puedan ser analizados en un posterior estudio.



**Facultad de Educación**

**Tabla 1**

*Resultados de las pruebas Saber 5° del año 2016 en Ciencias Naturales, I.E. El Salado Envigado, en comparación con la entidad territorial y el país.*

|                           | Puntaje promedio | Margen de estimación | Intervalo de confianza |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------------|
| Establecimiento educativo | 312              | ±10,6                | ( 301,4 — 322,6 )      |
| Envigado                  | 348              | ±2,1                 | ( 345,9 — 350,1 )      |
| Colombia                  | 318              | ±0,1                 | ( 317,9 — 318,1 )      |

Tal como se puede ver en la tabla anterior, los resultados de la I.E. están muy cercanos a la media nacional, pero por debajo de la media territorial, indicando que los factores mencionados anteriormente, así como las estrategias de enseñanza, son aspectos que merecen atención con el propósito de alcanzar mejores aprendizajes por parte de los estudiantes.



*Figura 2. ISCE y sus respectivos componentes, además de la MMA a alcanzar el 2018. Fuente: [www.Icfesinteractivo.com](http://www.Icfesinteractivo.com)*

La figura anterior refleja una mejoría en las variables que inciden en la calidad educativa de los estudiantes en el nivel de primaria, más, se deben fortalecer para estar dentro de los estándares nacionales, tal como se aprecia en indicador MMA para el 2018.

Los bajos niveles de desempeño de los estudiantes en ciencias naturales, parece no ser solamente un problema colombiano o institucional y se encuentra en la literatura investigativa de casi dos décadas, como el aprendizaje superficial (Hanrahan, 2004). La UE (Unión Europea) ha

**Facultad de Educación**

desarrollado diversos proyectos y estrategias orientados a entender la razón de éste desinterés, y motivar a los niños y jóvenes hacia las ciencias y las matemáticas, de forma que opten por un pregrado relacionado con STEM (Science, Technology, Engineering & Mathematics) o por lo menos, que permita el desarrollo de competencias científicas para comprender el mundo y los avances en estos campos (Harlen, 2013); (Abril, Ariza, Quesada, & García, 2014); (Franco, 2015).

Adicionalmente, los estudiantes tienen la idea de que el contenido de las ciencias está poco relacionado con la realidad cotidiana y sólo sirve si se quiere continuar estudiando, y en muchos casos, ello da lugar a una escasa motivación e interés hacia el trabajo, especialmente si va acompañado de dificultades en la comprensión de los contenidos enseñados, y de afectación en la autoconfianza, pues los fracasos continuos de muchos estudiantes les hacen creer que no son capaces de aprender, cuando esto sucede, no se esfuerzan ni en el análisis de la información que reciben, ni en la realización de las tareas propuestas, afectando la probabilidad de aprender significativamente (Sanmartí, 1997).

Dadas las anteriores situaciones, los factores socioculturales de los estudiantes de la I.E. El Salado, tanto como los resultados obtenidos en las pruebas externas, orientan hacia la búsqueda de estrategias de enseñanza que se adecuen a las necesidades de los mismos y llegar al aprendizaje más por una vía afectiva que interpretativa, que aprendan ciencias, desde sus estilos, a través de la promoción de la curiosidad y el trabajo en equipo. De tal manera que mejorando la actitud hacía las ciencias y hacia su aprendizaje, también cambiará la percepción de éstas como algo difícil y al alcance de unos pocos. (Sanmartí, 1997).

En otro aspecto, las estrategias de enseñanza de las ciencias naturales deben abordar las dificultades asociadas a la comprensión de textos y a la expresión oral y escrita, puesto que constituyen un obstáculo para que los estudiantes interaccionen con ellas, dado que es imposible hacerlo desde construcciones memorísticas y repetitivas (Jiménez, 2010) Considerando esto, es importante mencionar que, en la institución, durante los primeros años de la primaria, un número considerable de estudiantes presentan dificultades en el proceso de construcción de la lectoescritura, lo que origina niveles superficiales de comprensión, interpretación y análisis; situación que directamente, afecta el aprendizaje de las ciencias. En contraste, cuando se presenta

**Facultad de Educación**

que los estudiantes no demuestran gusto por las clases de ciencias, su aprendizaje no es significativo (como se puede apreciar en los resultados de las pruebas externas), ni lo aplican en contexto.

De acuerdo a lo anterior, los estudiantes pueden considerar que, aunque hay un esfuerzo por parte de los docentes en diversificar los recursos de enseñanza, no hay una adecuación de los mismos a sus necesidades, lo que genera una actitud más negativa hacia el aprendizaje. Además, se estaría más ante un problema relacionado con la enseñanza como proceso, antes que con el objeto o contenido de las ciencias naturales, pues se debe buscar integrar la enseñanza de las ciencias desde las actitudes de los estudiantes con enfoques a su cotidianidad, a su entorno y a las problemáticas sociales, es relevante articular una estructura de aprendizaje interdisciplinar de los contenidos curriculares que preste más atención al estudio de la naturaleza del conocimiento científico, a los procesos de construcción del mismo y a la relación Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) (Campanario & Moya, 1999). Por tal motivo, se puede considerar la escasa presencia en la práctica docente de metodologías que contribuyan al logro de un aprendizaje significativo y, por otro lado, de estrategias que contribuyan al conocimiento real de los procesos de enseñanza antes que, solamente, a los productos o resultados (Mazzitelli & Aparicio, 2009).

Por su parte, Berger y Luckmann (1968) citado por Mazzitelli & Aparicio (2009), afirman que no puede existir ninguna parte de la institucionalización, que en este caso se puede aplicar a la enseñanza y el aprendizaje escolar de las ciencias naturales, sin el conocimiento particular producido socialmente y objetivado con referencia a esta actividad. Es decir, lo social interviene de varias maneras a través del contexto concreto en el que se sitúan los individuos y los grupos, así como también de la comunicación que se establece entre ellos y del bagaje cultural que proporciona marcos de percepción, por ejemplo, enseñar o aprender. Enfatizando en el aspecto de la enseñanza, el maestro será un facilitador de experiencias, teniendo en cuenta que en el acceso a una etapa de mayor complejidad debe considerar las características bio-psicosociales individuales y los ritmos de aprendizaje. En lo referente a lo social, la Teoría del Desarrollo Cognitivo de Piaget, propone que cuando los individuos cooperan en el medio, ocurre

**Facultad de Educación**

un conflicto socio-cognitivo que crea un desequilibrio, el cual, a su vez estimula el desarrollo cognitivo (Arias & Flórez, 2011)

De acuerdo a todo lo anterior, es necesario repensar los procesos de enseñanza en el área, centrados más en los intereses de los estudiantes y sus necesidades, con diversidad de estrategias, donde se vea reflejada la motivación, el interés, la actitud positiva, y con un proceso evaluativo más formativo, que conduzca a procesos de autorregulación con orientación hacia las habilidades de pensamiento crítico. De esta forma, el estudiante se encamina hacia la solución de diversos problemas en contexto, para la toma de decisiones fundamentadas, el análisis, la reflexión y la posibilidad de emitir juicios, sobre su situación, su realidad y el contexto donde se desenvuelve (Solbes & Torres, 2013)

Sin embargo, teniendo en cuenta que la búsqueda de estrategias que conduzcan al desarrollo del pensamiento crítico es una meta educativa de gran valor, puede resultar preocupante que en la práctica no se lleven a cabo la integración de estrategias de pensamiento crítico en el contenido curricular, ni se promueva el uso de la capacidad crítica en los alumnos. Para Fraker (1995), citado en López (2012) existen posibles causas de la falta de capacidad de pensamiento crítico en los contextos escolares:

- Los estudiantes prefieren socializar que aprender.
- Las asignaturas que cursan los estudiantes no tienen significado para sus vidas.
- Los estudiantes no han encontrado desafíos interesantes en el estudio o no les han dado la oportunidad para reflexionar y explicar por ellos mismos sus creencias y posturas.
- Los estudiantes muestran apatía hacia las asignaturas rutinarias.
- También se observan obstáculos fundamentales en el sistema educativo para alcanzar el pensamiento crítico.
- No es fácil medirlo y ni evaluarlo.
- Las propias competencias de pensamiento del profesor (Paul & Elder, 2005).

Claro está, que a partir de la problemática se pueden derivar las posibles soluciones, las cuales Fraker (1995) propone las siguientes medidas para mejorar la enseñanza del pensamiento crítico en las aulas:

- Variar la metodología de enseñanza de acuerdo a la materia de estudio.

**Facultad de Educación**

- Considerar el contexto en el cual se quiere enseñar.
- Planear de acuerdo a la edad de los alumnos y sus intereses.
- Integrar los contenidos. Buscar temas comunes entre las diversas áreas del curriculum y darles un tratamiento interdisciplinar.
- Mover el centro de atención, del profesor al alumno. Cambio de roles, el profesor ayudaría a los alumnos a canalizar sus pensamientos, a formular preguntas que les ayuden a aclararse, en vez de dictar su clase de forma pasiva para el alumno.
- Utilizar el modelo de aprendizaje cooperativo organizando el currículum sobre las tareas de los alumnos.

Como resultado a los planteamientos realizados en torno a los bajos niveles obtenidos en los resultados de ciencias naturales en el nivel de primaria, las metodologías mecánico-memorísticas utilizadas por los docentes y las estrategias de enseñanza tradicionales desarrolladas, sumadas al panorama socioeconómico de los estudiantes; además de la falta de motivación para desarrollar su proceso de aprendizaje orientado desde su propia crítica, para resolver problemas, transferir ideas a diversos contextos, explorar implicaciones, obtener conclusiones y aceptar de manera reflexiva inconsistencias en sus saberes previos y experiencias personales, surge la siguiente pregunta:

**¿Cómo se evidencian las habilidades del Pensamiento Crítico en un grupo de estudiantes de quinto de primaria de la Institución Educativa El Salado de Envigado, cuando participan en la implementación de una Unidad Didáctica sobre el concepto de materia, construida desde el modelo de Investigación Dirigida?**

## Objetivos

### Objetivo General

Evidenciar las habilidades del Pensamiento Crítico en un grupo de estudiantes de quinto de primaria de la Institución Educativa El Salado, cuando se implementa una Unidad Didáctica diseñada bajo el modelo de ID y el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí sobre el concepto de materia.

### Objetivos Específicos

- ✓ Implementar una Unidad Didáctica diseñada bajo el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, con modelo de ID mediada por actividades CTSA que permita la visibilización de las habilidades de Pensamiento Crítico en los estudiantes de quinto de primaria.
- ✓ Evaluar las habilidades del Pensamiento Crítico en los estudiantes de quinto de primaria a través del desarrollo de cada una de las etapas de la Unidad Didáctica basada en el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí y el modelo de Investigación Dirigida.
- ✓ Hacer seguimiento a las habilidades del Pensamiento Crítico de los estudiantes de quinto de primaria, a través de sus respuestas a las rúbricas implementadas durante la Unidad Didáctica.

## Marco teórico

### Estado del arte

A continuación se expone un resumen de diversos estudios acerca de los tópicos del presente trabajo, para encontrar los artículos se realizó un rastreo bibliográfico en bases de datos de la biblioteca de la Universidad de Antioquia; entre ellas SciELO, Dialnet, Ebsco Host y Science Education. En la búsqueda se utilizaron las siguientes categorías: Pensamiento crítico (PC) y Unidad didáctica (UD), Habilidades de pensamiento crítico (HPC) y UD, Ciclo de

**Facultad de Educación**

Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, y PC, Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí e ID, ID y HPC, componente CTSA y HPC, tema de la materia y estrategias de enseñanza.

Dicha búsqueda pretendía encontrar relaciones entre las categorías descritas en el párrafo anterior con quinto grado de la básica primaria. En esta tarea fue evidente la dificultad para encontrar estudios enfocados en la temática del presente trabajo; razón por la cual, la importancia de esta investigación se fortalece, puesto que establece una relación entre el desarrollo de una UD basada en el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí, transversalizada bajo modelo de ID y orientación CTSA y su efecto para evidenciar las habilidades del PC de un grupo de estudiantes de quinto de primaria.

Se inicia con una investigación sobre el PC en el ámbito educativo realizada por Ana C. Muñoz Hueso y Jesús Beltrán Llera de la Universidad Complutense de Madrid en la que buscaron el Fomento del PC mediante la intervención en una UD sobre la técnica de detección de información sesgada en 28 estudiantes de primer curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria en Ciencias Sociales. En ella exponen que el interés por el PC ha surgido por varias razones: la falta de habilidades de pensamiento de orden superior entre los estudiantes, la necesidad de que éstos sean capaces de pensar críticamente y de participar en la vida democrática cuando el mundo moderno se los demande. Concluyeron que el programa de intervención fue eficaz, ya que los grupos antes eran equivalentes, y después no lo fueron, el cambio probablemente fue provocado por la intervención, incrementando el PC en los estudiantes de la enseñanza secundaria obligatoria.

Por otro lado, abordando el contexto colombiano, se hace referencia al estudio: El PC – dominio específico en didáctica de las ciencias, de Tamayo (2014), líder del equipo de investigación Cognición y Educación de la Universidad Autónoma de Manizales, considera que la didáctica de las ciencias ha redefinido su objeto de estudio en función de los procesos de enseñanza, aprendizaje y formación del PC en dominios específicos; dando así origen a nuevos problemas de investigación y desarrollos metodológicos para su estudio.

Partiendo de un problema de ciencias, exploraron posibles obstáculos en la formación de PC en estudiantes de cuarto y quinto de primaria, en tres aspectos: la metacognición, la solución de problemas y la argumentación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje. La población

**Facultad de Educación**

participante fue de 2240 estudiantes de 56 instituciones educativas públicas de Manizales, con una muestra analizada de 224 estudiantes y 5 maestros. Entre las conclusiones más relevantes del estudio se mencionaron la argumentación como condición primordial para las comprensiones profundas y como actividad central del trabajo científico; la cual implicó procesos cognitivos, interactivos y dialógicos. Del mismo modo, el pre saber que los estudiantes poseen y ejercitan en discusiones y confrontaciones con habilidades cognitivas como el análisis, la síntesis, la conceptualización y la teorización. En dichas actividades, se estableció conexión entre los argumentos y la metacognición, dinamizando el aula de clase, y llevándolos a tomar conciencia de sus debilidades y fortalezas en las competencias argumentativas.

Por último, con sus intervenciones se desarrollaron: la independencia cognoscitiva, habilidades en la resolución de problemas y el desarrollo de actitudes. A medida que los estudiantes experimentaban, aumentaban su seguridad. En cuanto a las comprensiones de fenómenos, identificaron los datos proporcionados en la situación, se referían a la conclusión y presentaban justificaciones, carentes de respaldo teórico; siendo esto, responsabilidad de la escolarización. Por lo tanto, se requieren intervenciones didácticas para promover el desarrollo de habilidades cognitivas, cognoscitivas y metacognitivas; así como actitudes y herramientas heurísticas en la resolución de problemas. (Tamayo, 2014)

En lo referente a los profesores y su idea sobre PC, lo relacionan desde el sentido común, siendo así necesario articular su desarrollo a procesos cognitivos conscientes y promover espacios autorreguladores que permitan hacer más eficiente su potenciación y brindar herramientas de apoyo para la planeación, monitoreo y evaluación de los procesos conducentes a su desarrollo. Destacan el contexto como detonador de habilidades y actitudes constituyentes del PC, y la importancia didáctica de enseñar y aprender desde sitios como: laboratorios, museos, zoológicos, espacios virtuales, entre otros.

Para continuar, se presenta un artículo llamado ¿Qué saben y piensan enseñar los futuros profesores de primaria sobre el contenido la materia? Un estudio de la amplitud, diversidad y organización conceptual, de la Universidad de Santiago de Chile. En esta investigación se hace énfasis en el conocimiento disciplinar, por su importancia para diseñar secuencias didácticas y enseñar un contenido curricular en particular. En el mismo sentido, el dominio disciplinar

**Facultad de Educación**

posibilita al docente reconocer las ideas previas de sus estudiantes, identificar sus dificultades conceptuales y desarrollar prácticas pedagógicas basadas en aprendizaje significativo. El estudio fue realizado con un grupo de 66 futuros profesores de primaria durante dos años y dividido en dos fases, una cualitativa y otra cuantitativa; en este artículo se presenta la primera fase. Se formaron tres grupos de profesores, se les aplicó un cuestionario abierto con dos preguntas: ¿Qué enseñarles del contenido la “materia”? y ¿En qué orden enseñarías este contenido?

Los resultados concluyen que el conocimiento disciplinar de los futuros profesores, en cuanto a la amplitud es elevado y en el nivel de la diversidad conceptual es reducido; en aspectos cuantitativos, microscópicos y estructura de la materia. Consideran en mayor medida aspectos macroscópicos, además, proponen conceptos que a nivel curricular no forman parte del contenido de la materia, así que su conocimiento sobre la materia es reducido. (Contreras, Cruz, & González, 2013)

Continuando con la temática de la materia, se presenta una investigación sobre las dificultades en el aprendizaje del concepto de la materia y su relación con la metodología del profesor, en quinto de primaria aplicando una UD. Los aportes de los autores Pérez & Jiménez (2013) sobre el tema de materia, porque lo consideran complejo, tanto para los estudiantes como para los maestros, requiere usar la lógica para huir de lo concreto y lo perceptible (Pérez Huelva & Jiménez Pérez, 2014), además, adquiere relevancia porque es base para los siguientes niveles escolares. La enseñanza es el aspecto didáctico más estudiado, puesto que necesita estrategias fructíferas para reorganizar las concepciones alternativas de los estudiantes respecto del conocimiento científico. Finalizando la UD, los estudiantes presentan poca evolución de las ideas previas, interpretan los fenómenos de manera macroscópica y las concepciones alternativas siguieron fuertemente resistentes, la metodología tradicional del docente y apegada al texto guía, propician un desarrollo memorístico y repetitivo del libro de texto, alejado de lo que el informe PISA promueve como la adquisición de competencias en la resolución de problemas de la vida diaria.

Por su parte, Los autores Galán Martín y Martín del Pozo, presentan una investigación para abordar la clasificación de la materia por alumnos de primaria entre los grados segundo, cuarto y

**Facultad de Educación**

sexto. En ésta los criterios básicos utilizados fueron los de vivo y no vivo; animal, plantas, otras formas de vida y finalmente, sustancia y mezcla. En la clasificación de lo que está vivo, la característica más utilizada es el movimiento; además, los estudiantes utilizan más criterios de comportamiento que otros como los morfológicos, estructurales o fisiológicos. En lo referente a la clasificación en animales, plantas y otras formas de vida; los estudiantes manifiestan dificultad para imágenes alejadas del estereotipo de animal o de planta. Por último, en el criterio sustancia y mezcla, con concepciones alternativas de que la sustancia es algo único y natural, y que la mezcla es de origen artificial; además se les dificulta entender que la identidad de la sustancia es independiente del estado físico. ( Galán Martín & Martín Del Pozo))

En el aspecto del modelo de ID articulada con una UD, en el año 2014, la Revista Científica publicó una investigación denominada: La ID como estrategia para el desarrollo de competencias científicas, realizada con 46 estudiantes de grado once, con edades entre 15 y 17 años en Bogotá, el cual tenía como propósito de implementar una estrategia didáctica orientada por el modelo de aprendizaje por ID y enfocada al estudio de la contaminación química del agua. El estudio se centró en los diferentes niveles de desempeño de los estudiantes en la etapa inicial y final de la intervención y en el seguimiento de los procesos inherentes a cada competencia, tomando como referente el enfoque del programa PISA: identificar y fortalecer los niveles de desempeño para analizar y resolver situaciones problemáticas que implican el uso del conocimiento científico, las actitudes y las capacidades para identificar cuestiones científicas, explicar científicamente fenómenos y usar evidencias científicas, a través de temas cotidianos .

Entre algunas conclusiones, expresan que el modelo de aprendizaje por ID permite replantear las prácticas educativas de enseñanza y aprendizaje, logrando convertir a los estudiantes en actores principales de su proceso de aprendizaje. El uso de situaciones contextuales posibilita mejorar las actitudes y motivar el interés de los estudiantes hacia la ciencia, generando un aprendizaje significativo. Esta metodología permite trabajar eficazmente situaciones relacionadas con lo científico (Vásquez, Becerra, & Ibáñez, 2014).

**Facultad de Educación  
Pensamiento Crítico**

En sus orígenes, desde una dimensión filosófica, el PC se remonta a Sócrates, considerado el pionero, porque desafió las ideas y pensamientos de los hombres de su época y creó su método de raciocinio y análisis, no obstante, el propósito de ésta investigación no es ahondar sobre el PC en sí mismo, dado que muchos autores y académicos han examinado y definido el PC desde diversas maneras, y enfoques para multiplicidad de propósitos, este trabajo se busca orientar hacia las habilidades del PC propiamente dichas y en particular a aquellas que resultan relevantes en las ciencias naturales. Sin embargo, es pertinente citar la definición del PC de algunos autores que lo encaminan hacia el contexto educativo.

Díaz & Montenegro (2010), citan a Ennis (1987) en su trabajo sobre “Las Prácticas Profesionales y el desarrollo del PC”, donde manifiestan, en primer lugar, que “el PC es un pensamiento fundamentalmente razonable; no es fortuito o arbitrario, es un proceso cognitivo complejo y tiene como finalidad reconocer lo justo y verdadero”. Ennis (1985) insiste igualmente en el hecho de que el PC es un pensamiento reflexivo. Esta definición es más pragmática y operativa, en tanto enfatiza los aspectos comportamentales y la finalidad de este pensamiento.

En la tesis sobre “PC y rendimiento académico en contextos educativos rural y urbano” de Reyes, Mellizo Niño y Ortega (2013) citan una definición más concreta sobre este pensamiento, ofrecida por Halpern (2006), quien señala que “el PC es propositivo, razonado, y dirigido hacia un objetivo”, busca la solución de problemas, formulando inferencias y toma de decisiones. Por otra parte, citan a Saiz & Rivas, (2008, 2011), los cuales afirman que es un proceso que busca conocimiento, a través del desarrollo de habilidades de razonamiento, de solución de problemas y de toma de decisiones. Lo definen como de orden superior, y como tal, requiere autodeterminación, reflexión, esfuerzo, autocontrol y metacognición (Reyes, Mellizo, & Ortega, 2013).

De igual manera, el pedagogo John Dewey (1906) quien también plantea el PC como reflexivo, lo define como “la consideración activa, persistente y cuidadosa de una creencia o forma supuesta de conocimientos a la luz de los fundamentos que la apoyan y de las conclusiones hacia las que tiende” (Gonzalez, 2007).

### **Facultad de Educación**

Desde una dimensión psicológica, el texto: las concepciones y dificultades del profesorado sobre el PC en la enseñanza de las ciencias, de Solbes y Torres (2013), cita a la Dra. Deanna Kuhn (1992) la cual define el PC como razonamiento argumentado, de gran importancia para preparar al alumnado para la vida, su argumento es preparar a los estudiantes a usar sus mentes bien, en la escuela y más allá. Este pensamiento les enseña a los estudiantes a: pensar para llegar a conclusiones, defender posiciones en asuntos complejos, considerar variedad de puntos de vista, analizar conceptos, teorías y explicaciones; aclarar temas y conclusiones, resolver problemas, transferir ideas a nuevos contextos, examinar y evaluar supuestas afirmaciones, explorar implicaciones y consecuencias, aceptar las contradicciones e inconsistencias de sus pensamientos y experiencias propias.

La relación entre PC y aprendizaje radica en que la única capacidad usada para aprender, es el pensamiento humano. Si se piensa adecuadamente mientras se aprende, se aprende bien. De acuerdo con esta idea, es necesaria la intervención del PC en el proceso de aprendizaje para que sea significativo.

Los estudiantes que desarrollan el PC deben estar en capacidad de analizar situaciones, formular y resolver preguntas, recopilar información y filtrar la más relevante, aclarar conceptos fundamentales, emplear con precisión el lenguaje, identificar aspectos y opiniones importantes. Es necesario en todos los ambientes de aprendizaje y permite a los estudiantes ser más introspectivos, analizar y evaluar ideas más efectivamente y lograr mayor control sobre su aprendizaje, sus valores y sus vidas (Paul & Elder, 2005)

### **El Pensamiento crítico y la enseñanza de las ciencias naturales.**

Toda la enseñanza antes del nivel universitario, debería ser entrenamiento y estímulo del PC, así lo menciona Popper (1975) en Solbes & Torres (2016). En sí mismas, las ciencias naturales tienen como tarea la formación de niños, niñas y jóvenes capaces de reconocer y diferenciar explicaciones científicas y no científicas sobre el funcionamiento del mundo y los acontecimientos que en él suceden. En su recorrido por su estudio el estudiante debe entender que la ciencia tiene una dimensión universal, que es cambiante y entendible y que permite explicar y predecir situaciones. Comprenderá que la ciencia es, ante todo, una permanente

**Facultad de Educación**

construcción humana y que, en la medida en que la sociedad y la ciencia avanzan, se establecen nuevas relaciones entre ellas (ICFES, 2007).

Un objetivo de la educación en ciencias es desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre nociones y conceptos provenientes de otras áreas del conocimiento, poniendo en ejercicio su creatividad, esto es, su capacidad para hacer innovaciones, producir nuevas explicaciones y contribuir a la transformación real de su entorno. La formación en ciencias debe desarrollar la capacidad crítica, entendida ésta, como la pericia para identificar inconsistencias y falacias en una argumentación valorar la calidad de una información o de un mensaje y asumir una posición propia (ICFES, 2007).

En ese orden de ideas, para alcanzar los objetivos anteriores es preciso crear en los estudiantes la capacidad de: Formular preguntas, plantear problemas, interpretarlos y saber abordarlos, construir distintas alternativas de solución a un problema o de interpretación de una situación, seleccionar y utilizar sus conocimientos en una situación determinada, trabajar en equipo, intercambiando conocimientos y puntos de vista, dar y recibir críticas constructivas, tomar decisiones asumiendo sus posibles consecuencias. De esta manera se ponen en evidencia las competencias que necesita adquirir para poder desenvolverse con un PC y científico, y que lo ayude a acercarse a la ciencia en ámbitos más complejos como pueden ser la educación superior o el sector productivo.

Paul & Elder (2005), en su texto *Estándares de Competencias para el desarrollo del PC* (p. 2), manifiestan, que su uso a través del currículo asegurará que este pensamiento se fomente en la enseñanza de cualquier asignatura. Lo consideran un proceso, en el que las habilidades del PC evolucionan con el fin último de desarrollar características de la mente. Una I.E más allá de enfocarse en enseñar contenidos, debe hacerlo hacia el aprender a aprender, con la intención de que los estudiantes asuman el control de su propio aprendizaje. En este sentido, es esencial que el docente considere la importancia del trabajo intelectual del estudiante para la apropiación de las nuevas ideas, porque como lo expresaba Pestalozzi: “el pensamiento dirige al hombre hacia el conocimiento”.

**Facultad de Educación  
Habilidades del Pensamiento Crítico.**

Alzate (2014), plantea que son muchas las perspectivas teóricas desde las cuales se conceptualiza el PC, tal es el caso de aquellas centradas en el desarrollo de capacidades, en competencias, en habilidades, en disposiciones y en criterios, entre otras. Independientemente del lugar conceptual desde el cual se considere el PC, se requiere que el sistema educativo, como un todo, oriente esfuerzos en función de lograr su formación. Igualmente, reafirma la función del maestro para la potenciación de este tipo de pensamiento, esto exige que participen de manera consciente e intencionada en el desarrollo de sus propias HPC (Tamayo, 2014)

Aunque muchos autores, como menciona Alwehaibi (2012), en Causado, Santos, & Caldron (2015), concuerdan que las personas con PC presentan unas características propias que les permiten poner en practica esta competencia y de igual forma cuentan con una serie de habilidades y procesos mentales inherentes que son fundamentales para su completo desarrollo, también se ha presentado cierta controversia sobre qué habilidades deben desarrollarse en este tipo de pensamiento.

Sin embargo, existe una clasificación que va más allá del componente cognitivo del pensamiento, elaborada Ennis (2011), que establece una diferencia entre dos clases principales aspectos de PC: las disposiciones y las capacidades. Las primeras se refieren a las disposiciones que cada persona aporta a una tarea de pensamiento, rasgos como la apertura mental, el intento de estar bien y la sensibilidad hacia las creencias, los sentimientos y el conocimiento ajeno. La segunda hace referencia a las capacidades cognitivas necesarias para pensar de modo crítico, como centrarse, analizar y juzgar.

Ennis (2011) describe quince capacidades del PC:

**Tabla 2**

*Capacidades del PC*

- 
1. Centrarse en la pregunta
  1. Analizar los argumentos
  2. Formular las preguntas de clarificación y responderlas
-



**Facultad de Educación**

---

4. Juzgar la credibilidad de una fuente
  5. Observar y juzgar los informes derivados de la observación
  6. Deducir y juzgar las deducciones
  7. Inducir y juzgar las inducciones
  8. Emitir juicios de valor
  9. Definir los términos y juzgar las definiciones
  10. Identificar los supuestos
  11. Decidir una acción a seguir e Interactuar con los demás
  12. Integración de disposiciones y otras habilidades para realizar y defender una decisión  
  
(habilidades auxiliares, 13 a 15)
  13. Proceder de manera ordenada de acuerdo con cada situación
  14. Ser sensible a los sentimientos, nivel de conocimiento y grado de sofisticación de los otros.
  15. Emplear estrategias retóricas apropiadas en la discusión y presentación (oral y escrita).
- 

Desde otra perspectiva, el PC podría describirse a través de habilidades más generales tal como sugieren diversos autores (Halpern, 1998; Kurfiss, 1988; Quellmalz, 1987; Swartz y Perkins, 1990), citados en López (2012), como son el conocimiento, la inferencia, la evaluación y la metacognición.

Es necesario, acotar nuevamente, que en un primer nivel, el PC estará compuesto de habilidades analíticas; sin embargo, para su desarrollo pleno, es necesario pasar a un segundo nivel, donde la persona comienza a comprender y usar la perspectiva de los otros a fin de generar un sentido holístico de racionalidad, pensar sobre el pensamiento, donde se requiere integrar disposiciones, valores y consecuencias. (López, 2012). 3

Por otra parte, Paul & Elder (2005), creadores de la Fundación para el desarrollo del PC, dicen que, para fomentar las habilidades de este pensamiento, es importante que los docentes lo hagan desde todos los grados, con el objetivo final de desarrollar características de la mente. Dichas características o disposiciones intelectuales, distinguen a un pensador hábil y sofisticado,

**Facultad de Educación**

de un pensador hábil e imparcial. Los pensadores críticos imparciales son intelectualmente humildes e intelectualmente empáticos; confían en la razón y en la integridad intelectual, demuestran coraje y autonomía intelectual. Además, expresan que es posible desarrollar algunas HPC en una o más de las áreas de contenido, sin desarrollar, en general, todas sus habilidades. La mejor forma de enseñanza es fomentando ambas, de modo que los estudiantes aprenden a razonar bien en un amplio rango de asignaturas y dominios.

De acuerdo a lo anterior, cuando se habla de inteligencia se hace alusión a una potencialidad del sistema cognitivo, y enseñar a pensar es una de las habilidades de ese sistema que se refiere a mejorar las capacidades intelectuales superiores como son: razonamiento, capacidad de abstracción, solución de problemas, entre otras (Saiz, 2002). El pensamiento es una consecuencia del conocimiento, se piensa mejor a medida que se sabe más. En el campo educativo es posible hablar de mejorar la inteligencia o de enseñar a pensar, ya que se consideran equivalentes en este aspecto formativo, pero diferentes en cuanto a su naturaleza. Relacionando lo anterior al contexto del país, y al desarrollo y mejoramiento del pensamiento, se plantean entre los objetivos de la educación en Colombia, según la Ley General, el fomento a la capacidad crítica, reflexiva y analítica del estudiante (Reyes, Mellizo, & Ortega, 2013).

Dado que el propósito es lograr fortalecer las habilidades cognitivas, es necesario enseñar a pensar de manera diferente, desarrollando habilidades de pensamiento que faciliten la apropiación del conocimiento, de forma que operan directamente sobre la información: recogiéndola, comprendiéndola, analizándola, procesándola, y sobre todo, guardándola en la memoria, para, posteriormente, poder utilizarla donde, cuando y como convenga.

Para Facione (2007) las habilidades esenciales del PC son: interpretación, análisis, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación (Causado, Santos, & Caldron, 2015), resultado de un consenso investigativo de dos años de un panel de 46 expertos, compuesto por hombres y mujeres de Estados Unidos y de Canadá, representantes de disciplinas académicas como humanidades, ciencias naturales, ciencias sociales y la educación. El trabajo se publicó bajo el título de PC: Una declaración de Consenso de Expertos con fines de Evaluación e Instrucción (Facione, 2007)

**Facultad de Educación**

**Tabla 3**

*Principales habilidades cognitivas, Facione (2007)*

| <b>Habilidades del PC.</b> | <b>Definición</b>   |
|----------------------------|---|
| Interpretación             | Comprender y expresar el significado o la relevancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, convenciones, creencias, reglas, procedimientos o criterios.   |
| Análisis                   | Identificar las relaciones de inferencia reales y supuestas entre enunciados, preguntas, conceptos, descripciones u otras formas de representación que tienen el propósito de expresar creencia, juicio, experiencias, razones, información u opiniones.  |
| Evaluación                 | Valoración de la credibilidad de los enunciados o de otras representaciones que recuentan o describen la percepción, experiencia, situación, juicio, creencia u opinión de una persona; y la valoración de la fortaleza lógica de las relaciones de inferencia, reales o supuestas, entre enunciados, descripciones o preguntas.                            |
| Inferencia                 | Identificar y asegurar los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables que se desprendan de los datos, enunciados, principios, evidencia, juicios, creencias, conceptos, descripciones, preguntas u otras formas de representación.   |
| Explicación                | Capacidad de presentar los resultados del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente.  |
| Autorregulación            | Monitoreo auto consciente de las actividades cognitivas propias, de los elementos utilizados en esas actividades, y de los resultados obtenidos, aplicando particularmente habilidades de análisis y de evaluación a los juicios inferenciales propios, con la idea de cuestionar, confirmar, validar, o corregir el razonamiento o los resultados propios. |

**Facultad de Educación**  
**La enseñanza de las ciencias y el Ciclo de Aprendizaje**

La necesidad de enseñar ciencias es reconocida actualmente en todo el mundo. La sociedad valora la enseñanza de la ciencia como algo fundamental y necesario para la formación de todos los estudiantes y no sólo de aquellos que, en el futuro, serán científicos o técnicos, y por eso se debe pensar de qué forma los estudiantes aprenden ciencias naturales, así, surge gran relevancia por la enseñanza desde el constructivismo, de esta manera el enseñante propone una serie de actividades didácticas con unas finalidades muy específicas planteadas desde el currículo y a través de ellas los estudiantes pueden construir los nuevos conocimientos. Consecuentemente, los cambios y las innovaciones no vienen tanto del establecimiento de nuevos programas por parte de la administración académica, sino por el cambio en las formas de trabajo escolar, es decir, la gestión de las actividades en el aula (Sanmartí, 1997).

Desde el punto de vista constructivista del aprendizaje, lo que hace el enseñante es crear actividades para que los estudiantes actúen, y a partir de ellas cada uno aprende según su ritmo. En general las actividades escolares están muy condicionadas por el libro de texto y son poco variadas, básicamente se reducen a una exposición del profesor o profesora, muy cercana al contenido del libro, de la cual los estudiantes deberían recoger apuntes, y la redacción por parte de estos mismos estudiantes de respuestas a diferentes cuestiones planteadas por el enseñante. A veces se incluyen trabajos prácticos, llevados a cabo a partir de guiones muy pautados. Se acostumbra a priorizar el trabajo individual, y el tipo de interacción dominante es del profesorado hacia el conjunto del grupo-clase (Sanmartí, 1997).

Estos tipos de actividades, su secuenciación y su gestión posibilitan el aprendizaje de un tipo de estudiantes, aquellos que están motivados y son más autónomos, pero son poco efectivas para muchos otros. Dado lo anterior, es importante diseñar la enseñanza como un proceso a través del cual unos modelos iniciales puedan ir evolucionando hacia otros planteados desde el referente de la ciencia actual. Generalmente implica afrontar el estudio de algún problema relevante en el campo de la ciencia, y promover que los estudiantes identifiquen nuevas variables, relaciones, analogías, etc. y que vayan tomando conciencia de los cambios en sus referentes (Figura 3).

## Facultad de Educación

Sin diferenciación entre conocimiento cotidiano/ conocimiento científico

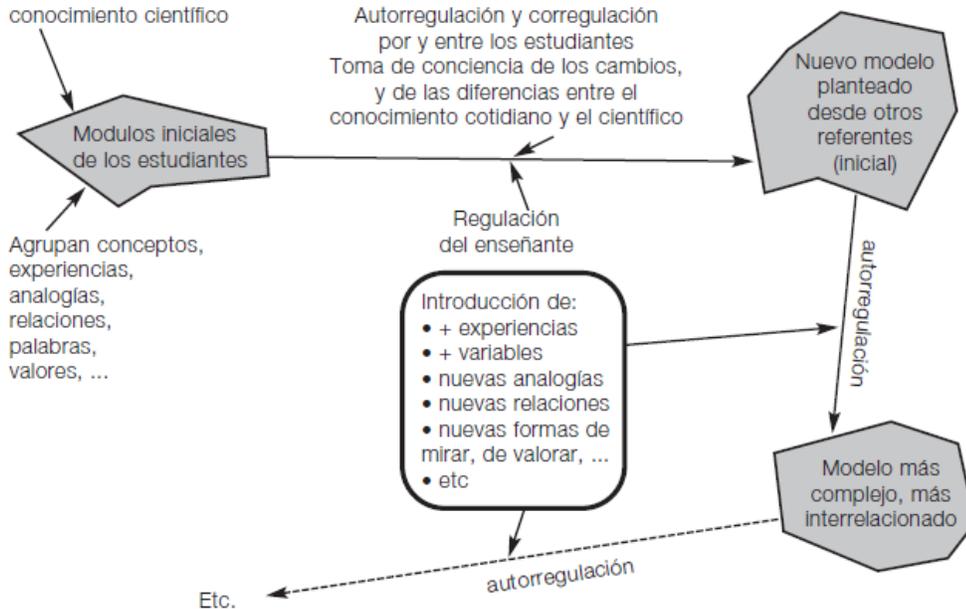


Figura 3. Evolución de los aprendizajes de los estudiantes desde una perspectiva holística. (Sanmartí, 1997).

Ello conlleva la necesidad de plantear un currículo en espiral, es decir, de retomar a lo largo de los cursos los conceptos o modelos-clave, realizando aproximaciones sucesivas a un nivel cada vez más complejo y abstracto. Consecuentemente, en un momento del proceso se puede evaluar escolarmente, como buenas, representaciones no correctas científicamente, pero que suponen una evolución de las ideas iniciales (Sanmartí, 1997).

Además, aprender es fundamentalmente un proceso de regulación y de autorregulación. Las nuevas informaciones y experiencias se discuten, se contrastan, se revisan, etc. Pero, ¿entonces qué clase o clases de dispositivos didácticos facilitan que cada alumno o alumna pueda avanzar en su proceso de aprendizaje, desde sus conocimientos previos y en la diversidad del grupo al que pertenece?, para darle respuesta a este interrogante se debe tener en cuenta que cualquier diseño pedagógico es tan sólo una hipótesis de trabajo que el profesorado debe ir regulando en función de lo que sucede en el aula. Actualmente, se trabaja con modelos en los que las actividades se secuencian considerando distintas fases en el proceso de construcción de los nuevos conocimientos, con objetivos didácticos específicos. Estas propuestas implican reconocer que diseñar un dispositivo de enseñanza/aprendizaje es algo mucho más complejo que

**Facultad de Educación**

pensar sólo en cómo explicar la lección y qué ejercicios proponer a los estudiantes para que los respondan (Jorba & Sanmartí, 1994).

Aunque existan variadas propuestas al respecto, se ha optado por cuatro etapas: Exploración, Introducción de conceptos/procedimientos o de modelización, Estructuración del conocimiento y Aplicación; secuencia que apunta a la investigación en el aula por parte del estudiante, con la orientación continua del docente (Jorba & Sanmartí, 1994) y que se plasma de forma más articulada en la Figura 4.

• **Actividades de Exploración.**

Sitúan al estudiante en la temática objeto de estudio a la vez que permiten diagnosticar y activar conocimientos previos. Este tipo de actividades contribuye a que los estudiantes formulen hipótesis desde situaciones, vivencias e intereses cercanos.

• **Actividades de Introducción de conceptos/procedimientos o de modelización.**

Orientadas a observar, comparar o relacionar cada parte de lo que captó el estudiante inicialmente, de manera que los estudiantes se vean abocados a interactuar con el material de estudio, con sus pares y con el docente, buscando elaborar conceptos más significativos.

• **Actividades de Estructuración del conocimiento.**

Con estas actividades, se pretende ayudar al estudiante a construir el conocimiento como consecuencia de la interacción con el maestro, los compañeros y el ajuste personal.

• **Actividades de Aplicación.**

Este tipo de actividades le permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares.

Facultad de Educación  
Etapas del Ciclo de Aprendizaje

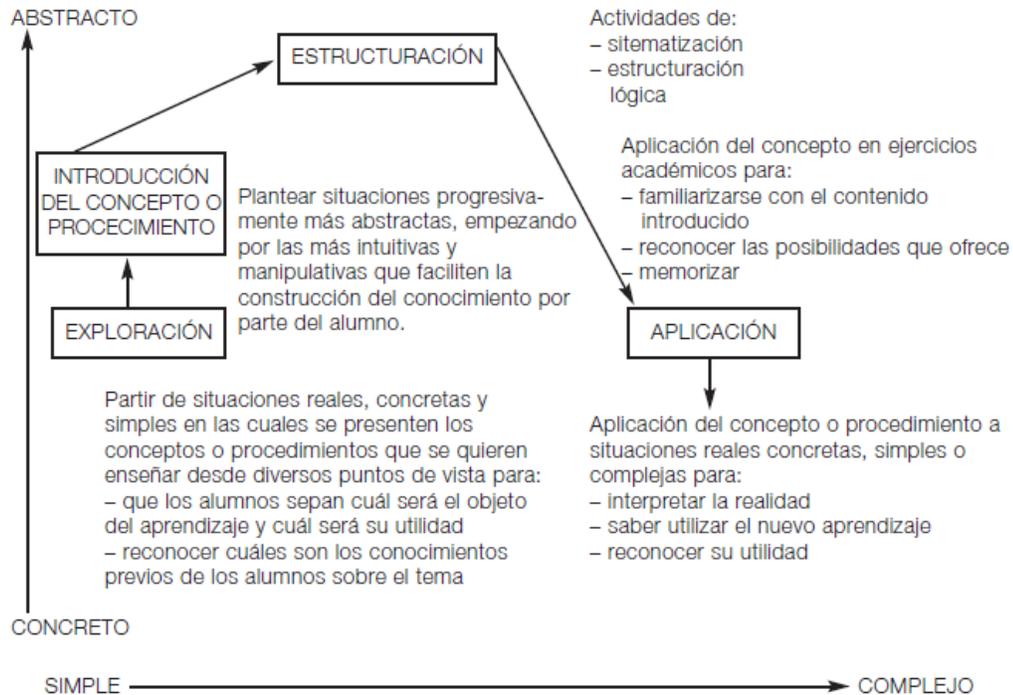


Figura 4. (Jorba & Sanmartí, Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continua, 1994)

## Evaluación

Sanmartí (2008), en su libro *10 ideas clave evaluar para aprender*, propone la evaluación desde los modelos socio-constructivistas, como un medio para aprender, es decir, no sólo medir resultados, sino qué y cómo aprenden los estudiantes. Por esto, no es posible considerar la evaluación separadamente de los procesos de enseñanza y de aprendizaje; es así como propone una evaluación pedagógica o reguladora, en otras palabras formativa, en la cual el docente debe enfocar las actividades de evaluación hacia un proceso de regulación, es decir, conducir a los mismos estudiantes para detectar sus dificultades y que dispongan de estrategias para superarlas, para lograr ello, es necesario que los estudiantes se apropien de los objetivos de aprendizaje, de las estrategias de pensamiento y de acciones aplicables para dar respuesta a las tareas planteadas.

Un proceso de evaluación está caracterizado por la recolección y análisis de la información, la emisión de un juicio sobre ella, y la toma de decisiones de carácter social o pedagógico según el juicio emitido. Las que son del interés del presente trabajo son las últimas mencionadas, ya que ayudan al estudiante en su proceso propio de construcción del

**Facultad de Educación**

conocimiento. Este tipo de evaluación ayuda al docente a entender qué sucede con los estudiantes, cómo razonan y actúan, y así, tomar decisiones sobre situaciones didácticas; y al estudiante, para identificar lo que conoce, lo que observa y lo que dicen los demás compañeros, autoevaluar su producción y regularla, puesto que sin la autoevaluación del significado de los nuevos datos, las nuevas informaciones y las distintas maneras de entender o de hacer, no habrá progreso.

Las actividades y estrategias didácticas que se muestran adecuadas para facilitar la tarea de los estudiantes en el proceso de apropiación de los criterios del enseñante son, básicamente: el recurso sistemático de la autoevaluación, la evaluación mutua y la coevaluación, así como las actividades de análisis de producciones ya acabadas. Instrumentos útiles son la elaboración conjunta de parrillas de evaluación o la explicitación de los criterios en contratos didácticos (Sanmartí, 1997).

Analizando la evaluación desde la perspectiva anteriormente descrita, se constata que no se pueden diseñar las actividades de evaluación al margen del diseño de las de enseñanza. Es más, en muchos casos las actividades de enseñanza y las de evaluación deben coincidir, partiendo desde el punto de vista del aprendizaje como un proceso fundamentalmente metacognitivo.

La autorregulación se puede definir como “un proceso activo en el cual los sujetos establecen los objetivos que guían su aprendizaje, monitorizando, regulando y controlando sus cogniciones, motivaciones y comportamientos con la intención de alcanzarlos” según mencionan Rosário, Lourenço, Paiva, Valle & Tuero-Herrero, (2012). En concreto, según Schunk & Zimmerman, (2011), parecía necesario profundizar en la dimensión energética del comportamiento, estudiando los procesos motivacionales y de autorregulación relacionados con el aprendizaje de los alumnos y el éxito escolar. El aprendizaje es una actividad proactiva del estudiante, y no únicamente a una respuesta a situaciones de aprendizaje, es decir, se traduce como el esfuerzo por aprender siendo conscientes de sus habilidades y limitaciones, y por unos hábitos de estudio provistos de estrategias para alcanzar objetivos. De acuerdo con Núñez, Martín-Albo y otros., (2011); Pérez, Valenzuela, Díaz, González-Pienda & Núñez, (2011), ésta actividad promueve su satisfacción personal y su motivación para continuar y mejorar su método

**Facultad de Educación**

de aprendizaje, lo que termina repercutiendo en buenos resultados académicos y en expectativas optimistas de cara al futuro (Rosário, y otros, 2014).

**Las rúbricas como estrategia de autorregulación.**

De acuerdo a lo anterior, se propone una herramienta para garantizar el seguimiento en la secuencialidad de cada una de las etapas del Ciclo de Aprendizaje, por lo tanto, es pertinente utilizar una guía de evaluación con descripción cualitativa basada en un rango de criterios, sin calificación numérica definitiva. Es una estrategia que apoyaría el proceso, tanto en la evaluación, como en la enseñanza de las actividades a desarrollar con los estudiantes, es decir, la rúbrica describe niveles progresivos a medida que se implementan las secuencias de actividades.

Hay que destacar que las rúbricas son pertinentes para evaluar tareas que no implican respuestas correctas o incorrectas en el sentido tradicional, sino más bien aquellas donde lo importante es decidir el grado en que ciertos atributos están o no presentes en el desempeño del alumno, es decir, implica un juicio de valor acerca de la calidad del trabajo realizado y orienta de una forma más certera la evaluación (Díaz-Barriga, 2006). Son matrices de verificación evaluadora del desempeño entendido como pericia, estableciendo niveles de dominio cualitativo, cuando se quiere perfilar como novato a experto al estudiante en una determinada competencia, y será cuantitativo cuando requiere puntuaciones numéricas. En el mismo orden de ideas de evaluación, evalúan el aprendizaje situado, y para ello requiere una estrategia para el maestro-alumno, alumno-alumno, autoevaluación, entre otros; que busca evaluar el aprendizaje de conceptos, procedimientos, estrategias y actitudes en situaciones reales (Díaz-Barriga, 2006)

Concluyendo, las rúbricas son herramientas versátiles para la enseñanza y aprendizaje, ofreciendo múltiples ventajas, entre ellas se mencionan (Martínez J. G., 2008):



---

**Facultad de Educación**

**Tabla 4**

*Ventajas de la rúbrica*

- 
1. Una evaluación más objetiva, pues los criterios de medición están explícitos y son conocidos de antemano por todos, no se pueden cambiar arbitrariamente y con ellos se hace la medición a todos los casos sobre los cuales se ofrezca emitir juicios.
  2. Promueven expectativas sanas de aprendizaje en los estudiantes, pues clarifican cuáles son los objetivos del maestro respecto de un determinado tema o aspecto y de qué manera pueden alcanzarlos.
  3. Enfocan al profesor para que determine de manera específica los criterios con los cuales va a medir y documentar el progreso del estudiante.
  4. Permiten al maestro describir cualitativamente los distintos niveles de logro que el estudiante debe alcanzar.
  5. Permiten que los estudiantes conozcan, previamente, los criterios de calificación con que serán evaluados.
  6. Aclaran al estudiante cuáles son los criterios que debe utilizar al evaluar su trabajo y el de sus compañeros.
  7. Permiten que el estudiante evalúe y haga una revisión final a sus trabajos, antes de entregarlos al profesor.
  8. Indican con claridad al estudiante las áreas en las que tiene falencias o deficiencias y con esta información, planear con el maestro los planes de mejoramiento a aplicar.
  9. Proveen al maestro información de retorno sobre la efectividad del proceso de enseñanza que está utilizando.
  10. Proporcionan a los estudiantes retroalimentación sobre sus fortalezas y debilidades en las áreas que deben mejorar.
-

11. Reducen al mínimo la subjetividad en la evaluación.
  12. Promueven la responsabilidad.
  13. Ayudan a mantener el o los logros del objetivo de aprendizaje centrado en los estándares de desempeño establecidos y en el trabajo del estudiante.
  14. Proporcionan criterios específicos para medir y documentar el progreso del estudiante.
  15. Son fáciles de utilizar y de explicar.
- 

Un aspecto importante de la rúbrica es que aquello que determina el nivel alcanzado de un estudiante, son los elementos involucrados en los criterios, es decir, una evaluación cualitativa, que trata de determinar el grado de comprensión, manejo o desempeño de un estudiante en una situación particular. Lo que cuenta es el nivel de desarrollo y desde allí se define la valoración (Martínez J. G., 2008)

Finalmente, se puede afirmar que en evaluación con rúbricas, el estudiante comprende, qué es capaz de hacer y qué le falta para ir al siguiente nivel superior. Se gana en objetividad, y sobre todo, se incluye un aspecto importante en la evaluación, relacionado con proporcionar la información suficiente o retroalimentar con lo cual el estudiante conoce qué puede hacer para avanzar en su aprendizaje, aspecto fundamental en el PC.

### **Investigación Dirigida**

Como se ha mencionado anteriormente, la enseñanza de la ciencia es algo fundamental para el desarrollo de una sociedad, por ello se ha expuesto hasta este punto una estrategia didáctica y evaluativa orientada a optimizar resultados en el aprendizaje de las ciencias. Sin embargo, es importante indagar en otras estrategias que se articulen y apoyen la propuesta didáctica presentada.

### **Facultad de Educación**

La investigación en didáctica de las ciencias ha identificado diversas dificultades en sus procesos de aprendizaje que se pueden denominar “clásicas”. Entre ellas cabe citar la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno. Además, existe una amplia evidencia respecto al abordaje analítico de los problemas científicos por parte de los estudiantes, utilizan estrategias de razonamiento y metodologías superficiales o aplican heurísticos importados del contexto cotidiano, pero de dudosa utilidad cuando se trabaja con contenidos científicos (Campanario & Moya, 1999).

Según García y Cañal (1995, p. 7), enseñar más eficazmente es un problema abierto. Por tanto, es conveniente abandonar la noción de método de enseñanza y cambiarla por estrategia de enseñanza. Estas estrategias de enseñanza se concretan en unas actividades en las que “*se maneja cierta información procedente de unas determinadas fuentes, mediante procedimientos concretos (asociados a unos medios didácticos) y en relación con unas metas explícitas o implícitas*” (Campanario & Moya, 1999).

Dado que uno de los mayores problemas de la enseñanza de las ciencias es el abismo entre las situaciones de enseñanza-aprendizaje y el modo de construcción del conocimiento científico (Gil, 1994), se presenta una estrategia de enseñanza basada en el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí donde se pretende evidenciar las habilidades del PC de los estudiantes en cada una de las etapas, orientadas por el docente y reguladas por unas actividades evaluativas metacognitivas, buscando que el estudiante aprenda de manera consciente sin sentirse presionado por la nota sumativa, valiéndose de una guía que le puede servir como fuente informativa y, apoyándose en el trabajo colaborativo con los demás compañeros.

Ahora bien, lo que se pretende alcanzar es el fortalecimiento de HPC con actividades que se puedan realizar en corto tiempo y que destaquen un grado de competencias relativamente elevado en un dominio concreto, se proponen situaciones donde se empiecen a desarrollar pequeñas investigaciones de manera individual y en equipos en un concepto determinado, las cuales están mediadas por el docente (Campanario & Moya, 1999) y con las que puedan abordar problemáticas desde diferentes enfoques sin salirse del Ciclo de Aprendizaje propuesto, por este



Facultad de Educación

planteamiento se desprende la conveniencia y aun la necesidad de plantear el aprendizaje de las ciencias como una ID de situaciones problemáticas de interés.

La ID ha tenido un largo recorrido para su desarrollo y es una estrategia de enseñanza que puede catalogarse de radicalmente constructivista, en el sentido de que contempla una participación efectiva de los alumnos en la construcción de los conocimientos y no la simple reconstrucción subjetiva de los conocimientos proporcionados por el profesor o los textos (Gil, 1993).

Antes de entrar en una descripción más detallada al marco conceptual que aborda la ID, se hace un breve recorrido por los antecedentes epistemológicos que fundamentaron un desarrollo sólido a esta estrategia de enseñanza:

Tabla 5

Breve descripción de los antecedentes de enseñanza a la ID

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Jerome Seymour Bruner (1960) | En el aprendizaje por descubrimiento, el maestro organiza la clase de manera que los estudiantes aprendan a través de su participación activa. Sin embargo Ausubel critica este enfoque diciendo, “ni todo el aprendizaje receptivo es forzosamente memorístico, ni todo el aprendizaje por descubrimiento es necesariamente significativo”. El paradigma de aprendizaje por descubrimiento no puede interpretarse simplemente como un fracaso, sino como el origen de las reestructuraciones posteriores. |
| Ausubel(1968)                | Fundamenta la defensa de la enseñanza por transmisión ( <i>el modelo de aprendizaje por recepción significativa</i> ), en la “falta de capacidad de la mayoría de los alumnos para descubrir autónomamente todo lo que deben saber”. Sin embargo, el modelo de aprendizaje por recepción no sólo se mostró incapaz de lograr una apropiación de los conceptos realmente significativa, sino que contribuía a las visiones deformadas y empobrecidas que los alumnos adquieren sobre el trabajo científico  |



---

Facultad de Educación

---

y que son responsables, en gran medida, de las actitudes negativas hacia la ciencia y su aprendizaje.

Thomas S. Kuhn (1971) La orientación constructivista que constituye el consenso emergente en la enseñanza de las ciencias, se trata de una simplificación que esconde muchas complejidades, pero permite apreciar ya una indudable similitud con tesis básicas acerca de cómo se construyen los conocimientos científicos. Esto es lo que está ocurriendo hoy con las estrategias de enseñanza de orientación constructivista presentadas por diferentes autores como: Nusbaum y Novick, Posner y otros, Osborne y Wittroc, Driver y Oldham, Hewson y Hewson, Hodson 1988, Giordan, Pozo... En todas ellas se encuentran expresadas en una u otra forma, la idea de contemplar el aprendizaje como un cambio conceptual.

Posner, Strike, Hewson y Gertzog, (1982) Formulan su conocida concepción sobre el cambio conceptual y describen las condiciones necesarias para el mismo. Sin embargo una seria limitación de las propuestas de “cambio conceptual”, es la falta de suficiente atención a las *formas de razonamiento* asociadas a los esquemas alternativos de los alumnos. No se trata, de eliminar los conflictos cognoscitivos, sino de evitar que adquieran el carácter de una confrontación entre las ideas propias (incorrectas) y los conocimientos científicos (externos).

---

La ID implica entonces todo un cambio de paradigma y de teorías de aprendizaje en el proceso de la enseñanza de las Ciencias, así como un cambio en el docente y en el estudiante, de metodologías, conceptos y actitudes (Gil, y otros, 1999). Diseñar estrategias pedagógicas para regular las actividades que suceden en el aula y requieren períodos de tiempo largos, en los que se van acumulando informaciones y se revisan los puntos de vista de los participantes (docente-alumno) y llevan a la producción de un aprendizaje significativo el cual ofrezca las



**Facultad de Educación**

oportunidades a los estudiantes para que apliquen sus nuevos conocimientos a situaciones o contextos distintos (Sanmartí,1997).

**Etapas del proceso de la Investigación Dirigida.**

Gil, y otros (1999) y Campanario & Moya, (1999) establecen posibles secuencias lógicas para el proceso de mediación del conocimiento mediante la ID y se mencionan a continuación:

**Tabla 6**

*Estrategias de enseñanza para un aprendizaje como ID (Gil, y otros, 1999)*

1. Plantear situaciones problemáticas que (teniendo en cuenta las ideas, la visión del mundo, las destrezas y las actitudes de los alumnos y alumnas) generen interés y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.
2. Proponer a los estudiantes el estudio cualitativo de las situaciones problemáticas planteadas y la toma de decisiones para acotar problemas precisos (oportunidad para que comiencen a explicitar funcionalmente sus ideas) y comenzar a concebir un plan para su tratamiento.
3. Orientar el tratamiento científico de los problemas planteados, lo que conlleva, entre otros:
  - La emisión de hipótesis, incluida la invención de conceptos, la elaboración de modelos... (oportunidad para que las ideas previas sean utilizadas para hacer predicciones).
  - La elaboración de estrategias (incluyendo, en su caso, diseños experimentales) para contrastar las hipótesis a la luz del cuerpo de conocimientos disponible.
  - La realización de las estrategias y el análisis de los resultados, considerando las predicciones de las hipótesis, cotejándolos con los obtenidos por otros grupos de alumnos y por la comunidad científica, estudiando su coherencia con el cuerpo de conocimientos... Ello puede convertirse en oportunidad de conflicto cognoscitivo entre distintas concepciones (tomadas todas ellas como hipótesis) y obligar a concebir nuevas hipótesis.

---

**Facultad de Educación**

---

4. Plantear el manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones para hacer posible la profundización y afianzamiento de los mismos, poniendo un énfasis especial en las relaciones Ciencia/Tecnología/Sociedad que enmarcan el desarrollo científico (propiciando, a este respecto, la toma de decisiones) y dirigiendo todo este tratamiento a mostrar el carácter de cuerpo coherente que tiene toda ciencia.

Favorecer, en particular, las actividades de síntesis (esquemas, memorias, recapitulaciones, mapas conceptuales...), la elaboración de productos (susceptibles de romper con planteamientos excesivamente escolares y de reforzar el interés por la tarea) y la concepción de nuevos problemas.

---

La ID como un método de construcción del aprendizaje, brinda a los estudiantes las herramientas para el auto-aprendizaje, llegando a la premisa del aprender a aprender, generando autonomía y capacidad crítica en el discente investigador. Es una metodología cobijada bajo un paradigma naturalista, fortalecido en la teoría del constructivismo. El aprendizaje de un concepto se construye de manera activa por parte del aprendiz y se hace basado en los conocimientos previos, lo que Pozo (1989) citado por Furió y Guisasola (2001) llama como un cambio conceptual (Moya, Chaves, & Castillo, 2011).

La investigación se convierte entonces en una herramienta fundamental, (más no única), para la construcción del conocimiento y el proceso de mediación pedagógica a partir de las concepciones previas. Se resalta así, la importancia que juegan en el aprendizaje los conceptos preconcebidos, de manera que los nuevos conocimientos, propuestos en la teoría del constructivismo y del aprendizaje significativo no surgen de la nada. Por ello se ve imprescindible la articulación con una secuencia didáctica donde el estudiante pueda analizar situaciones simples y concretas, cercanas a sus vivencias e intereses propios, y sirvan para dar a conocer de forma global los contenidos más representativos y fundamentales que el profesor pretende que aprendan. (Sanmartí,1997).

Por su parte Hodson (1985) dice que no se trata, pues, de “engañar” a los alumnos, de hacerles creer que los conocimientos se construyen con la aparente facilidad con que ellos los

**Facultad de Educación**

adquieran, sino de colocarles en una situación por la cual los científicos habitualmente pasan durante su formación, y en la que podrán familiarizarse mínimamente con el trabajo científico y sus resultados, replicando para ello investigaciones ya realizadas por otros, abordando, en definitiva, problemas conocidos por quienes dirigen su trabajo. El “investigador novel” integra coherentemente las aportaciones de Vygotski sobre la “zona de desarrollo potencial” y el papel del adulto en el aprendizaje. Las situaciones problemáticas abiertas, el trabajo científico en equipo y la interacción entre los equipos se convierten así en tres elementos esenciales de una orientación constructivista “radical” del aprendizaje de las ciencias (Gil, 1993)

Pozo y Gómez (1998), Gil, y otros (1999) y Furió & Guisasola (2001), plantean el hecho de que el proceso de ID debe ser guiado por el docente, y se debe realizar mediante equipos cooperativos formados por los estudiantes, en la que puedan contrastar su elaboración personal con la guía ofrecida por el docente.

No obstante, la ID tiene la ventaja de que la duda o interrogante surge a partir del mismo estudiante, lo que genera sentido de pertenencia y curiosidad por encontrar la respuesta, lográndose una verdadera construcción del conocimiento. No se trata de crear la falsa imagen de que la ID es la panacea para aprender y enseñar ciencias, es una estrategia que, junto con otras, pueden generar en el estudiante el amor por las ciencias o bien, comprender lo vital que es saber ciencias para poder explicar los fenómenos naturales que ocurren en el ambiente (Moya, Chaves, & Castillo, 2011).

Los diversos enfoques alternativos a la enseñanza tradicional insisten en la necesidad de que los alumnos desempeñen un papel más activo en clase; y el método de enseñanza por ID puede consistir en tareas diversas, desde realizar experiencias hasta resolver problemas que se pueden suscitar en las etapas de la UD, iniciando con el planteamiento de una pregunta organizadora y pasando por las etapas de construcción del nuevo conocimiento para el fortalecimiento de procesos de investigación en el aula, con miras a que las actividades a desarrollar con los estudiantes, den espacio al surgimiento de nuevos intereses e interrogantes, donde ellos contemplen la necesidad de ir más allá de los conocimientos que se construyen en el aula (Sanmartí, 1997) y se concibe como una elaboración o aplicación de los constructos que constituyan una alternativa a la memorización simple de los mismos.



Facultad de Educación

Debido a lo anterior, se presenta un paralelo entre los dos ejes articuladores del proyecto, los cuales son la ID y el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí:

Tabla 7

Paralelo entre las etapas del modelo de enseñanza y el Ciclo de Aprendizaje

| Etapas de la ID  | La secuenciación de las actividades a lo largo de un proceso de enseñanza de acuerdo al Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí   |
|--|--|
| Se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Actividades de exploración o de explicitación inicial:</b> Sitúan al estudiante en la temática objeto de estudio a la vez que permiten diagnosticar y activar conocimientos previos. Este tipo de actividades contribuye a que los estudiantes formulen hipótesis desde situaciones, vivencias e intereses cercanos.</li> </ul>                      |
| Los alumnos, trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Actividades de introducción de los nuevos conocimientos:</b> Orientadas a observar, comparar o relacionar cada parte de lo que captó el estudiante inicialmente, de manera que los estudiantes se vean abocados a interactuar con el material de estudio, con sus pares y con el docente, buscando elaborar conceptos más significativos.</li> </ul> |
| Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, con emisión de hipótesis (y explicitación de las ideas previas), elaboración de estrategias posibles de resolución y análisis y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Actividades de estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos:</b> Con estas actividades, se pretende ayudar al estudiante a construir el conocimiento como consecuencia de la interacción con el maestro, los compañeros y el ajuste personal.</li> </ul>  |

---

**Facultad de Educación**


---

alumnos. Es ésta una ocasión para el conflicto cognitivo entre concepciones diferentes, lo cual lleva a replantear el problema y a emitir nuevas hipótesis.

Los nuevos conocimientos se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos. Éste es el momento más indicado para hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

•**Actividades de aplicación:** Este tipo de actividades le permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares.

---

**Pasos para iniciar una Investigación Dirigida con niños.**

Con la idea de facilitar al educador el proceso de investigación con los niños se plantean una serie de preguntas guías, para que los estudiantes de primaria puedan realizar indagaciones sencillas, que los lleven a descubrir y a redescubrir.

El seguimiento de un proceso permite que el aprendizaje resulte una experiencia agradable, y así los niños puedan explicarse los hechos y fenómenos naturales, que ocurren en su entorno. Así, la ciencia se podría concebir como una experiencia cotidiana, que según Danoff (1990, p.158) citado en Mora Zamora (2005), “Puede ayudar al docente y a los niños con quien trabaja a encontrar el sentido de las cosas”.

La ID con los niños:

**Tabla 8**

*Pasos para orientar la construcción investigativa en el aula con niños*

- 
- |  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| 1. ¿Qué quiero investigar, descubrir o comprobar? (relación con el PC: interpretación)       | <i>Este es el tema.</i>             |
| 2. ¿Por qué quiero indagar o experimentar sobre este tema? (relación con el PC: explicación) | <i>Justificación e importancia.</i> |
-



Facultad de Educación

---

|   |   |
|---|---|
| 3. ¿De qué manera o por qué ocurre o se produce el fenómeno que deseo investigar? (relación con el PC: explicación)   | <i>Problema</i><br><br><i>Se plantea una pregunta para formularlo</i><br><br><i>¿Qué? ¿Por qué?</i> |
| 4. ¿Para qué quiero investigar? (relación con el PC: explicación)   | <i>Objetivo</i>   |
| 5. ¿Qué explicación o respuesta podría tener el problema planteado? (relación con el PC: inferencia)  | <i>Hipótesis</i>  |
| 6. ¿Qué se ha escrito y cómo se ha enfocado en los libros, las revistas, artículos en Internet o los periódicos sobre este tema? (relación con el PC: análisis) | <i>Marco teórico o marco de referencia.</i>   |
| 7. ¿Qué debo hacer para lograr realizar este descubrimiento o esta investigación? (relación con el PC: explicación)   | <i>Metodología o procedimiento</i>  |
| 8. ¿Dónde voy a hacer la investigación?   | <i>Área o lugar</i>   |
| 9. ¿Cuándo la voy a realizar?   | <i>Es el cronograma. El período de tiempo.</i>  |
| 10. ¿Qué materiales se necesitan para realizar este experimento o investigación?  | <i>Materiales</i>   |
| 11. ¿Qué descubrimos después de realizar el experimento o la investigación? (relación con el PC: inferencia, autorregulación)                                   | <i>Resultados,</i><br><i>Discusión Esquemas,</i><br><i>Gráficos Modelos</i>                         |
| 12. ¿Qué fuentes consulté para informarme sobre el tema? Libros, Revistas y otros   | <i>Bibliografía</i>   |

---



---

**Facultad de Educación**

---

|  |  |
|--|--|
| 13. ¿Quiénes vamos a realizarla?                   | <i>El equipo humano</i>                              |
| 14. ¿Dónde voy a presentar los resultados?         | <i>Lugar de exposición</i>                           |
| 15. ¿De qué manera voy a presentar la información? | <i>Informe escrito</i><br><i>modelo experimental</i> |

---

Así que en general se puede decir que la tendencia actual en la enseñanza de las ciencias es orientar el aprendizaje como construcción de conocimientos científicos en las que éste se asocia al tratamiento de situaciones problemas, sea cuál sea la estrategia de enseñanza utilizada. Además, tales conocimientos científicos deben de estar aplicados a la realidad cotidiana para que tengan algún significado para el estudiante (Campanario & Moya, 1999).

Por todo lo anterior, este trabajo de profundización propone un acercamiento a la didáctica de las ciencias naturales que exige ir más allá del salón de clases y no quedarse únicamente con la tradicional clase de naturaleza transmisionista, se hace necesario entonces, incurrir en el ámbito investigativo y propositivo por parte del estudiante, dentro de un marco constructivista, tal como el modelo de ID. En este se inicia con una pregunta organizadora anterior a la unidad, donde el estudiante pueda explorar una etapa de ideas previas que le den sentido al problema planteado y orienten todo el proceso de indagación, y haya un predominio del contenido de tipo procedimental y actitudinal que dirija a la construcción de conceptos con un enfoque transversal e interdisciplinar. Así mismo, que ofrezca una visión de la ciencia orientada a la resolución de problemas mediante el uso de la metodología científica y de interés práctico, y por último, contextualice al estudiante en una rigurosidad académica pero con objetos de la vida diaria y en la toma de decisiones, por ello se enfoca el trabajo en la ID en torno a problemas con orientación CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente).

**Relación entre las habilidades del pensamiento crítico, el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí y la Investigación Dirigida.**

El PC ha dejado de ser sólo objeto de reflexión de la filosofía y la psicología y está siendo considerado en los estudios de la didáctica de las ciencias. Así, Yager, como se citó en Solbes & Torres (2013), relaciona el PC con la capacidad de hacer elecciones racionales y juicios

**Facultad de Educación**

fundamentados como elementos de las decisiones que se emplean para resolver problemas. Por su parte, Jiménez (2010) afirma que «es la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar en ella».

Teniendo presente que el PC se vincula con la capacidad del estudiante para reflexionar, solucionar problemas y tomar decisiones entre otras habilidades, es decir, se relaciona con las actitudes, los valores y los intereses de las personas; se destaca la importancia de iniciar su desarrollo desde los primeros años de escolaridad. En este tipo de formación el estudiante debe ser activo frente a su aprendizaje para evidenciar sus progresos en cuanto a la capacidad de solucionar problemas, de argumentar sobre situaciones que inciden directamente sobre su cotidianidad y asumir responsabilidades en la sociedad (Paul & Elder, 2005).

El fundamento teórico expuesto previamente, se complementa con el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí, ya que se sustenta en procesos relacionados con algunas de las habilidades del PC como son: análisis, evaluación y autorregulación, estas últimas orientadas a que cada estudiante evalúe su producción, y en consecuencia, la regule. De igual manera, se relaciona con el marco constructivista del Ciclo de Aprendizaje porque pretende fomentar las habilidades cognoscitivas complejas del estudiante, el cual tiene una participación activa durante todas las etapas de la secuencia de aprendizaje. También involucra el enfoque investigativo porque el docente guía a través de la formulación de preguntas orientadoras a los estudiantes, que los llevan a contextualizar una situación específica y a la que le debe dar una respuesta (Jorba & Sanmartí, 1994)

El ciclo introduce al estudiante en la investigación, con base en actividades que le otorguen principal importancia a la interacción entre los significados de la cultura científica y los de la cultura escolar. El docente es un guía, que dirige y orienta; además, con la implementación del ciclo reconoce la importancia de las expectativas, intereses, necesidades y logros, así como también los cambios cognoscitivos de los estudiantes. El ciclo es concebido como un instrumento de autorregulación del propio estudiante basado en la consideración del aprendizaje como una actividad que articula lo individual y lo sociocultural, lo cognitivo y lo afectivo, los saberes que le son propios y los nuevos, sus intereses y aquellos que el profesor introduce para su formación integral (Sanmartí, 1997).

**Facultad de Educación**

Además, está orientado a desarrollar propuestas de enseñanza que consideren aspectos tan importantes como la motivación, los ritmos y estilos de aprendizaje de los que aprenden, con la finalidad de propender por el desarrollo de actitudes positivas hacia las ciencias y su aprendizaje. Tanto en el enfoque ID como en el ciclo es posible promover gestiones de aula como la cooperación, la autonomía, la responsabilidad y crítica constructiva, temas que están articulados al proyecto central enfocados en el PC.

Por otro lado, el ciclo didáctico centrado en el enfoque de ID permite articular enseñanza, aprendizaje y evaluación posibilitando una enseñanza enfocada como una actividad cultural que dé lugar a la construcción individual y social de nuevos conocimientos. En este orden de ideas el ciclo transversalizado por los dispositivos metacognitivos le permite al estudiante asumir posturas críticas y reflexivas, identificando sus logros, dificultades y las posibles vías de cualificación y mejoramiento (Jorba & Sanmartí, 1994).

La ID brinda a los estudiantes las herramientas para el auto-aprendizaje, llegando a la premisa del aprender a aprender, generando autonomía y capacidad crítica. Por lo tanto, la relación entre la ID y el PC se fortalece porque éste busca generar en el estudiante la capacidad de mejorar su propio nivel de pensamiento, es decir, el PC aplicado a sí mismo. Además, (Halpern, 1998), la autonomía se genera como resultado de la capacidad de usar componentes metacognitivos o de autorregulación para dirigir y evaluar el pensamiento. De la misma manera, el modelo de ID no sólo se enfoca hacia el desempeño conceptual del estudiante, sino que tiene en cuenta el desarrollo de capacidades procedimentales y actitudinales, entre ellas se mencionan autocontrol, esfuerzo y reflexión, éste último como pensamiento de orden superior.

Investigaciones en el campo de la didáctica de las ciencias, citadas por Gil, y otros (1999) apoyan la idea de integrar al aprendizaje de conceptos, las categorías de resolución de problemas y del trabajo práctico, de esta manera es como se puede correlacionar la ID con las diferentes etapas del Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí. Tales aspectos, se aprenden mejor cuando los estudiantes participan activamente en la investigación científica con el debido apoyo y espacio para la reflexión. Enfatizando esta idea, Diego-Rasilla menciona en: El método científico como recurso pedagógico en el bachillerato: haciendo ciencia en la clase de biología. (2004), que la utilización de la investigación dentro de un aula implica necesariamente la puesta en práctica

**Facultad de Educación**

del pensamiento científico y las habilidades del PC en las ciencias naturales, siendo ésta un modo de indagar en la realidad, que no necesariamente está reservado para científicos (Moya, Chaves, & Castillo, 2011).

Este modelo implica que el docente oriente a los estudiantes a generar ideas a través del permanente cuestionamiento, análisis, razonamiento y reflexión en torno del objeto de estudio, les ayuda a resolver problemas, a desarrollar PC y habilidades para mejorar los procesos de producción del conocimiento escolar, y de esta manera, construir una práctica pedagógica efectiva (Gil, 1994). Para continuar con lo anterior, los buenos pensadores críticos también pueden describirse en términos de la manera cómo enfocan asuntos, preguntas o problemas específicos, por lo tanto, un buen pensador crítico, según los expertos, tendría características como: Claridad al enunciar la pregunta o la preocupación, orden al trabajar con asuntos complejos, diligencia para buscar información pertinente, sensatez para seleccionar y aplicar criterios, cuidado en centrar la atención en la preocupación que enfrenta, persistencia a pesar de encontrar dificultades, precisión hasta el punto en que el tema y las circunstancias lo permitan (Facione, 2007)

Un pensador crítico también requiere un fundamento investigativo, debe iniciar con una pregunta problematizadora que va requiriendo la resolución de múltiples etapas hasta llegar a la construcción del nuevo conocimiento, fortalece ésta que sólo adquiere mediante un PC bien fundamentado, puesto que éste induce hacia una manera diferente de enfocarse y ver la vida. Un pensador crítico va más allá del salón de clase (Facione, 2007), se plantea nuevos problemas.

La investigación en el aula constaría de un marco conceptual, además de la ayuda del docente, el cual tiene como tarea, promover que cada estudiante comunique su propio modelo, valorando sus aproximaciones, sus aciertos y fomentando la autocrítica, lo que lleva a solucionar los problemas inherentes a los conceptos en los cuales tenga duda o que desconozca, para explicar el fenómeno que generó la interrogante, y por qué no, otros fenómenos cotidianos bajo los cuales se pueden controlar y modificar ciertas variables. Esta estrategia posiciona al estudiante como eje central de su aprendizaje, debido a que debe idear toda una concepción metodológica para lograr responder su interrogante, retomando y aprendiendo nuevos conceptos e identificando nuevos puntos de vista en relación a los temas objeto de estudio, formas de

**Facultad de Educación**

resolver los problemas o tareas planteadas, características que le permitan definir los conceptos, relaciones entre conocimientos anteriores y los nuevos, etc. (Sanmartí,1997).

Todo lo anterior, implica un reordenamiento de su estructura cognoscitiva, para generar una respuesta a su incógnita (Gil, y otros, 1999). En un sentido más amplio, se pretende lograr que los estudiantes sean capaces de aplicar en diferentes contextos o situaciones lo que están aprendiendo, es decir, que pueden poner de manifiesto diferentes estrategias para comprender y resolver una situación problema, apoyados en el conocimiento que han construido a través del desarrollo de sus propias competencias (Moya, Chaves, & Castillo, 2011).

También se destacan los valores que genera realizar una investigación, dado que ésta no es sólo producir un conocimiento a partir de una duda, sino también contribuir a la formación del estudiante como un ser social, es decir, educar a los estudiantes como ciudadanos universales, enraizados en la realidad social, cultural, nacional y regional de la que forman parte (Coll, 2007), fomentando valores como disciplina, voluntad, tenacidad y las relaciones interpersonales, sin dejar de lado los valores inherentes a la ciencia, como lo comenta Rojas (2000) en Moya, Chaves, & Castillo (2011): “La visión objetiva, que hace ver las cosas y fenómenos en su propia realidad y no conforme al gusto o prejuicios del observador; el pensamiento lógico, que exige explicaciones de las causas de los fenómenos que sean razonables y verificables, excluyendo causas imposibles de comprobar; el PC, comparando las construcciones teóricas con los hechos observados”.

Por su parte, la enseñanza de PC es importante para el desarrollo de habilidades de pensamiento, en el aula y en la vida, permitiendo el mejoramiento en las capacidades para la innovación y la creatividad, la investigación y el aprendizaje permanente, y promoviendo reflexión, interpretación, análisis, argumentación y valoración de conocimiento (Flores, 2010)

**El laboratorio, el pensamiento crítico y la Investigación Dirigida.**

Los profesores deben ser conscientes de la importancia del trabajo práctico en el aprendizaje de las ciencias y de la naturaleza; y cuando se indaga sobre qué objetivos lograr con los alumnos, durante las prácticas de laboratorio, se obtiene lo siguiente:

- Ayudar a comprender los conceptos, ideas, modelos (“ligar teoría y práctica”);

**Facultad de Educación**

- Familiarizar con la forma en que se producen y aceptan los conocimientos científicos (metodología científica) y a tomar conciencia de las relaciones CTSA;
- Motivar hacia el aprendizaje (las prácticas como generadoras de actitudes positivas);
- Adquirir destrezas en el manejo instrumental y en procedimientos básicos en el laboratorio (instrumentos básicos, filtrar, preparar disoluciones rápidamente, medir, etc.), y
- Adquirir autonomía para realizar una investigación de tipo práctico.

Aun así, y pese a su importancia, las prácticas de laboratorio continúan siendo un problema por resolver desde el punto de vista didáctico, cuya solución requiere superar concepciones empiristas y ateóricas sobre la ciencia e integrarlas, de forma articulada y justificada, dentro de toda la actividad de enseñanza de las ciencias. Como afirmaba Hodson (1996), en el número monográfico de la revista *Int. Jour. of Sc. Edu.* (p. 757) citado Martínez, Domènech, Menargues, & Romo (2012), en la reciente investigación didáctica está mostrando que:

*“...los estudiantes pueden aprender ciencia y pueden aprender más sobre la ciencia llevando a cabo investigaciones científicas bien diseñadas, bajo la mirada vigilante (recogiendo, debatiendo y apoyando la reflexión sobre el progreso realizado) de un profesional experto”.*

En cuanto a la promoción de habilidades de pensamiento, en particular de HPC, las actividades de laboratorio del Prever-Observar-Explicar-Reflexionar (P-O-E-R) y, sobre todo, de formato investigativo, son aquellas que más se justifican. Esto es debido a que, por sus propias características, proporcionan oportunidades para que los alumnos usen sus HPC. Al solicitar una predicción fundamentada ante la que el estudiante es instado a pensar sobre lo que sucede ante determinadas circunstancias, requiere del uso de habilidades de pensamiento vinculadas con la inferencia, denominadas hipótesis explicativas. Después, tiene oportunidad de usar habilidades como la interpretación, el análisis y la evaluación, contrastando lo que sucede con lo que previamente creía que sucedería. Finalmente, se le puede pedir que encuentre explicaciones - HPC- para lo que efectivamente acontece como, por ejemplo, considerar alternativas (Tenreiro-Vieira & Marques, 2006).

Debido a la propia naturaleza del trabajo de laboratorio de tipo investigativo, es evidente que éste crea oportunidades para que los alumnos usen HPC a medida que interactúan con

**Facultad de Educación**

conocimientos y metodologías científicas. De hecho, algunos autores como son Miguéns e Serra, 2000; Marlow e Marlow, 1996; Tinker, 1995; Veiga, 2000, abogan por este formato por cuanto permite una mayor aproximación a la naturaleza de la actividad científica al promover la construcción de conocimiento (conceptual y procedimental), así como el desarrollo de actitudes y de HPC (Tenreiro-Vieira & Marques, 2006). En suma, proporciona oportunidades de desarrollo de competencias diversificadas que suelen considerarse fundamentales para la formación de ciudadanos científicamente educados, capaces de adaptarse a un mundo cambiante, de participar en la resolución de problemas y en la toma de decisiones sobre cuestiones sociales que involucran la ciencia y la tecnología. De ahí que el trabajo de laboratorio, sea uno de los más referidos en el contexto de las propuestas curriculares actuales para la enseñanza de las ciencias.

No obstante, la realidad de la práctica parece ser muy diferente. A pesar de que los profesores, en general, aceptan y reconocen que las aulas de ciencias deben integrar la realización de trabajo de laboratorio, algunos estudios revelan que muchos tienden a no contemplarlo en sus prácticas didáctico-pedagógicas como lo citan Barros, 2000; Sá, 1999; Leite, 2001; Valente, 1999; Veiga, 2000, al menos no en la cantidad, ni en la forma en que sería deseable (Tenreiro-Vieira & Marques, 2006).

Efectivamente, las actividades de laboratorio realizadas en las aulas de ciencias son, muchas veces, deficientemente planeadas y exploradas y, en los mejores casos, parecen limitarse a demostraciones ilustrativas de la teoría en las que los alumnos tienen el papel de espectadores y la ejecución acrítica de “recetas de cocina” y trabajan como técnicos según comentan Barros, 2000; Hurd, 1995; Lunetta, 1996, Miguéns e Serra, 2000 citados en (Tenreiro-Vieira & Marques, 2006). Siguiendo protocolos que proporcionan instrucciones detalladas sobre lo que deben hacer y cómo deben hacerlo, los alumnos se limitan a realizar una rutina pre-programada sin implicarse en ella intelectualmente. Esto limita las posibilidades de estimular en ellos el uso de HPC tales como: Interpretación, análisis, evaluación, explicación y menos aún, generar autorregulación en su proceso de aprendizaje.

Necesariamente, como señala Hodson (2000) citado en Tenreiro-Vieira & Marques (2006), a fin de ayudar a los alumnos a adquirir conocimiento y desarrollar su comprensión sobre la

---

**Facultad de Educación**

naturaleza de la ciencia, es preciso considerar lo que la investigación reciente revela sobre la adquisición de conocimientos y el desarrollo de conceptos, principalmente el hecho de que el aprendizaje es un proceso activo en el que los estudiantes construyen y reconstruyen su comprensión a la luz de sus experiencias.

Los avances en la conceptualización del aprendizaje, siguiendo la perspectiva constructivista, o más recientemente socio-constructivista, junto al reconocimiento de la nueva filosofía de la ciencia y el propósito de promover las HPC de los alumnos, conducen a la necesidad de centrar el trabajo experimental en ellos y de considerar formatos diversos, por ejemplo, los de tipo investigativo. En este sentido, es necesario un discurso en favor del trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, y materiales didácticos, estrategias de formación y cooperación entre docentes que posibiliten una utilización más racional del trabajo de laboratorio (Tenreiro-Vieira & Marques, 2006).

**La orientación CTSA en la enseñanza de las ciencias naturales**

La perspectiva CTSA de la enseñanza de las ciencias no supone una estrategia en sí misma, sino una perspectiva de aprendizaje en contextos formales y no formales, orientada a la vida diaria, desde aspectos socio ambientales y de formación ciudadana. Adicionalmente, promueve en los alumnos la autonomía y toma de decisiones, la resolución de problemas de la sociedad y el fomento del trabajo cooperativo (Jimenez-Tenorio & Oliva, 2016), de ahí que se considere compatible con la enseñanza por investigación en torno a problemas.

El movimiento curricular que impulsa este tipo de enseñanza es llamado ciencia aplicada o ciencia en acción. El origen de este currículo se remonta a la década de los ochenta, relacionado con el problema de la falta de motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje científico, puesto que optaban poco por asignaturas como química, física y matemáticas, además; enfatiza en la necesidad de que la ciencia escolar establezca relación con los problemas cotidianos. Los contenidos tratados en estos currículos corresponden más a la comprensión del mundo real y a una forma de actuar del individuo acorde a éste, por tal motivo, los contenidos de tipo actitudinal toman mucha relevancia. En la actualidad, el currículo CTSA no cuenta con un marco teórico común, pero cuenta con la presencia de heterogéneas líneas de trabajo.

---

**Facultad de Educación**

Por otro lado, esta orientación curricular genera controversias, pues hay quienes afirman que éste sólo se enfoca en el uso de problemas sociales importantes para enseñar ciencias, más no en el estudio coherente de una ciencia fundamental, de su estructura y de sus métodos. Otros sostienen, que en este tipo de currículo los contenidos son aislados, y no existe conexión entre el contexto cotidiano y el contexto científico. Sin embargo, para concluir, es preciso establecer que la comprensión de los problemas cotidianos y la actuación de los estudiantes es un objetivo esencial de la enseñanza de las ciencias, y por ello se hace necesario revisar sus contenidos tradicionales (Jorba & Sanmartí, 1994).

Uno de los principales propósitos de la educación, y en particular de la didáctica de las ciencias, en los diferentes niveles educativos es aportar a la formación de PC en los estudiantes, por esto es imprescindible que los maestros sean conscientes de esta necesidad y aporten de manera intencionada a potenciar la formación de este pensamiento. Particularmente en el sistema educativo colombiano, debe observarse este pensamiento desde una mirada integradora e interdisciplinar asumiendo el desarrollo científico y tecnológico con los conflictos sociales propios de este país (Tamayo, 2014)

**Concepto de materia, su enseñanza y aprendizaje**

Para abordar este concepto con los estudiantes de primaria, de acuerdo con Dean (1993) es importante que el maestro considere cómo son los niños y cómo aprenden, particularmente por la complejidad que el tema representa para los estudiantes en grado quinto, por la interpretación que deben hacer del mundo, pasando de lo macroscópico a lo microscópico. Además, es pertinente tener en cuenta que el maestro no está a salvo de manifestar deficiencias en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, y esto repercute en su actividad docente, dando lugar a la elección de una metodología poco adecuada (Mazzitelli & Aparicio, 2009).

De acuerdo a lo anterior, la elección de materia como contenido, se basa en que intervienen conceptos complejos tanto para estudiantes como para los propios maestros, que requieren la necesidad de entender el mundo a un nivel microscópico y, a su vez, sirven de base para la comprensión de conceptos en niveles de enseñanza superiores. Los contenidos en relación a la materia correspondientes al último grupo de estándares básicos de competencias para el nivel de

**Facultad de Educación**

básica primaria, requieren mayor grado de abstracción y comprensión, así como la comparación, clasificación y ordenación de diferentes objetos y materiales a partir de propiedades físicas observables (peso/masa, estado, volumen, color, textura, olor, atracción magnética) y posibilidades de uso, la identificación de fuerzas conocidas que hacen que los objetos se muevan o se deformen, la energía y los cambios, la identificación de mezclas, entre otros (Pérez Huelva & Jiménez Pérez, 2013).

En lo referente al aprendizaje de la materia, y la amplitud que representa el término “materia” para los estudiantes, se concreta el proceso de búsqueda de antecedentes, , tomando como base los contenidos que presenta el currículo, se destacan los siguientes aspectos:

En cuanto al concepto de materia, Stavy (1991), en un estudio realizado en Tel Aviv, destaca algunas respuestas comunes en niños de Educación Primaria sobre la explicación de ¿Qué es la materia? El autor clasifica cinco tipos de respuestas: Explicación mediante un ejemplo; a través de las posibles funciones; por la estructura; por medio de las propiedades o explicación utilizando materiales de apoyo o lectura.

Driver, Guesnek & Tiberghien, (1989) se encuentran una recopilación de estudios relacionados con los cambios de estado y entre las conclusiones más llamativas, se encuentra que, para los alumnos, cuando el agua hierve o el vapor se condensa, la mayoría de ellos daba cuenta de las transformaciones refiriéndose únicamente a los cambios macroscópicos. En lo relacionado a este concepto, muchos estudiantes no aplican la idea de que la evaporación ocurre en todos los líquidos, a la vez que durante la etapa de infantil y primaria, para los niños el prototipo de líquido es el agua. Con relación al estado gaseoso, los escolares asocian los gases con el uso y función de los objetos, como balones, neumáticos y ventosas. Finalmente, se pueden presentar respuestas más cercanas a las edades que corresponden con el presente trabajo en relación con los cambios de estado: Desaparición, desplazamiento y modificación (Pérez & Jiménez, 2013).

También se encuentran trabajos interesantes con respecto a las mezclas. La disolución es un concepto de los que más dificultad entraña en los alumnos de educación primaria, ya que les obliga a utilizar lógicas alejadas de lo concreto y lo perceptible. Galán & Martín del Pozo (2012), plantean que el concepto de mezcla se asocia a un material con varios componentes, que pueden

**Facultad de Educación**

verse a simple vista si se trata de mezclas heterogéneas, o no, en el caso de mezclas homogéneas, y que se puedan separar. Otros estudios muestran que los niños tienden a asociar el aire con la gravedad, y relacionan la falta de combustión con la ausencia de gravedad (Driver, Guesnek , & Tiberghien, 1989).

En cuanto a la clasificación de la materia en viva o inerte, Prieto, Blanco, & González (2000) citados por Pérez & Jiménez (2013), establecen criterios de clasificación que los alumnos utilizan espontáneamente para la materia: composición (de qué material está hecho ese objeto), Función (por su utilidad), localización (procedencia o lugar donde se encuentra), Apariencia (sus propiedades observables) y procesamiento (si es algo natural o fabricado). En cuanto a la distinción de vivo/no vivo, los niños hasta los 10 años tienen una visión animista, tratando el concepto de semilla como materia inerte. Por tanto, es necesario considerar una estructuración de las ideas previas del estudiante, así como entender cómo puede influir la actividad del docente en el desarrollo de las mismas.

Finalmente y aunque no es interés de este trabajo centrarse en el maestro, cabe destacar un análisis interesante que se presenta acerca de la enseñanza y la transmisión de la temática propuesta. Plantea tres tipos de conocimiento que deben desarrollar los profesores para la enseñanza de la materia: conocimiento del contenido temático, conocimiento didáctico del contenido y el conocimiento curricular. De estos tres tipos de conocimiento, el segundo ha sido el que ha recibido más atención en la literatura científica (Vázquez, Jiménez-Pérez, & Mellado, 2007). El conocimiento didáctico del contenido incluye un entendimiento de lo que hace fácil o difícil el aprendizaje de tópicos específicos. Por ello, si las concepciones de los alumnos son alternativas al conocimiento científico, los profesores necesitan el conocimiento de las estrategias que van a ser fructíferas en la reorganización del entendimiento de los estudiantes (Pérez & Jiménez, 2013).

En el caso de la materia, conlleva un conocimiento desde lo puramente cotidiano y macroscópico –objeto visible- a un mundo microscópico y de utilidad social –objeto invisible y necesario-. En cuanto a su enseñanza, ligada al modelo tradicional del profesor se pueden presentar diferentes problemáticas a la hora de obtener unos mejores resultados en el aprendizaje en los estudiantes.

## **Metodología**

### **Consideraciones metodológicas**

Los actores del proceso de investigación se encuentran diferenciados por oficio, docentes y estudiantes; tres docentes lideran el proyecto, dos de la institución de aplicación, y el docente externo, quien labora en la I.E Rural Botero, corregimiento Botero municipio de Santo Domingo; la otra parte la conforman 5 estudiantes, con edades de 10 y 11 años tres hombres y dos mujeres del grado quinto de la I.E El Salado, municipio de Envigado, quienes asumen el rol de participantes.

La investigación se realizó en un tiempo comprendido entre los meses de agosto y noviembre del año 2017, se interactuó con los estudiantes mediante la aplicación de una UD diseñada bajo el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí con enfoque de ID, apoyada en actividades CTSA, sobre el concepto de materia (Véase Anexo A); los docentes orientaron el proceso y los estudiantes participaron activamente de las actividades propuestas durante las cuatro etapas de la UD, a través de la guía didáctica que cada uno de ellos tenía (Véase Anexo B).

La recolección de la información se hizo por medio de los siguientes instrumentos: dos entrevistas semiestructuradas; una al inicio (Véase Anexo C) y otra al finalizar la intervención (Véase Anexo E) con la finalidad de contrastar la información obtenida, formularios KPSI aplicados al inicio y final del proceso (Véase Anexo G), guía del estudiante diseñada desde la UD que contienen las cuatro etapas con diferentes actividades, tres rúbricas analíticas aplicadas en diferentes momentos del proceso, y como instrumento de apoyo se utilizó la bitácora del maestro donde se tomó nota de algunos aspectos específicos del desarrollo de las actividades propuestas, comentarios y expresiones de los estudiantes y otras informaciones que se consideraron relevantes; este escrito sólo se usó para apoyar el trabajo realizado durante los diferentes encuentros con los estudiantes, pero en sí mismos, no constituyeron una herramienta de recolección de datos. Los docentes se encargaron de recolectar la información, comprenderla,

**Facultad de Educación**

analizarla y construir conocimiento a partir de su interpretación, evidenciando su validez y confiabilidad.

Los actores, respetando jerarquías realizaron intercambio de información, donde fue importante el cuestionamiento continuo, aportando a cada integrante un conocimiento. Es de aclarar que los estudiantes no son objeto de estudio, sino que a partir de la práctica educativa, se benefician en su forma de pensar y actuar.

Con este trabajo se pretende evidenciar las habilidades del PC Facione (2007), además hacerles un seguimiento, que permita conocer su comportamiento durante la aplicación de la UD guiada desde el ciclo de aprendizaje propuesto, la ID y estrategias de aprendizaje buscan apoyar los aprendizajes de los estudiantes, además, como aspecto fundamental, los conocimientos en el aula se construyen a partir de la interacción y la ayuda entre pares en forma cooperativa. Este tipo de aprendizaje es catalogado como una de las “estrategias más completas dentro de los sistemas de enseñanza, ya que promueve procesos cognitivos, efectivos y metacognitivos” (Vera, 2009).

**Tipo de estudio**

Dando respuesta a diferentes paradigmas, métodos y enfoques de investigación, el trabajo de investigación se centró en el paradigma socio-crítico, también denominado crítico dialéctico, por enfocarse a estudios de índole cualitativo, se acentúa en la investigación descriptiva, debido a que se pretende detallar lo que se presenta en las variables de la situación dada, el entorno colaborativo de formación, además cuenta de lo evidenciado en las relaciones de interacción, en el tiempo de ejecución de la UD abordada con los estudiantes. Cohen y Manion (1989), citados en Cardona (2012).

Como en el proceso participan docentes y estudiantes, la metodología seleccionada es la de investigación acción - educativa, en ella se manifiestan los problemas prácticos que a diario experimentan los profesores, además porque adopta una postura teórica hacia la acción emprendida, en éste caso la ID, cambiando de la situación normal hasta comprender de forma profunda el problema practico en cuestión (Elliott, 2005). De acuerdo a las modalidades de la investigación educativa, la finalidad se orienta a la investigación práctica, encaminada a la

---

**Facultad de Educación**

transformación didáctica; y según el alcance temporal se considera una investigación con índole transversal.

Con referencia al enfoque investigativo, al no poseer control de variables se cataloga en un enfoque cualitativo donde predominan estrategias como: análisis de bitácoras del docente, transcripciones de entrevistas semiestructuradas, observación participante de los estudiantes en sus unidades didácticas (Hernández, Fernández, & Baptista, 2004), p. 370 - 376). Además, se desarrolla en situaciones propias de procesos educativos, tales como aulas de clase, laboratorios de química, biología y entornos escolares.

En relación con los objetivos planteados, el tema abordado y los instrumentos para la recolección de la información aplicados en varios momentos: Inicio, durante y final del proceso, según la profundidad del estudio en relación del espacio y el tiempo en que tiene lugar la obtención de los datos se ubica en tres espacios. En el primer espacio de tiempo, es una intervención exploratoria, en la que se obtiene conocimiento previo de las concepciones en los estudiantes sobre el concepto de materia y porque se adapta al programa de formación del contexto donde se realiza.

De acuerdo a como se desarrolla el programa, para determinar transformaciones, el trabajo adquiere un tinte de investigación descriptiva al identificar y describir las concepciones de los estudiantes, según con las categorías establecidas en la UD. También se trata de una investigación interpretativa, debido a que se interpretan las concepciones de ellos, como estas interpretaciones determinan la viabilidad de la puesta en marcha en contextos similares. (Cardona, 2012).

**Enfoque y diseño de la investigación**

El enfoque de estudio es investigación-acción en educación, este tipo de investigación surge en la década del sesenta en Inglaterra, “como un aspecto de las reformas curriculares basadas en la escuela de las secondary modern schools” (Elliott, 2000, p. 15) y desde entonces se ha extendido por todo el mundo, inicia con Lawrence Stenhouse, continuada por John Elliott, y Barry MacDonald (Elliott, 2005), y otros profesores de educación, como Restrepo Bernardo



**Facultad de Educación**

(2006). Este enfoque investigativo encaja en el accionar docente en los dos tipos de desarrollo reflexivo de las prácticas de los docentes propuestas por Elliott (2000, p. 37):

En el primero el profesor emprende una investigación sobre un problema práctico, cambiando en algo su práctica docente, la comprensión precede a la acción o la reflexión conduce a la acción. Así mismo, en el segundo desarrollo reflexivo, el profesor modifica algún aspecto de su práctica docente, en respuesta al problema práctico, revisando su eficacia lo resuelve y mediante la evaluación y la comprensión inicial del profesor sobre el problema se modifica y cambia, pasando a la inversa del primero de la acción a la reflexión en otras palabras la acción inicia la reflexión.

El proceso investigativo involucra directamente las prácticas pedagógicas de aula, además se interpreta "lo que ocurre" desde el punto de vista de quienes interactuaron en las situaciones problema en cada una de las etapas de la unidad didáctica; los hechos se interpretaron como acciones y transacciones humanas, y no como procesos naturales sujetos a las leyes de la ciencia natural. Las acciones y transacciones se interpretaron en relación con las condiciones que se postulan, por ejemplo:

(a) La comprensión que el sujeto tuvo de su situación y las creencias que albergaron sobre la misma. Como sucedió con los estudiantes y sus conocimientos previos contrastados en sus rúbricas analíticas con las concepciones finales.

(b) Las intenciones y los objetivos del sujeto; lograron verse en la motivación de cada estudiante para la realización de sus trabajos y además por la toma de decisiones y forma de afrontar y resolver situaciones problemas.

(c) Sus elecciones y decisiones; fueron notorias en sus formas de pensar y actuar como dan cuenta las transcripciones de las entrevistas semiestructuradas finales

(d) El reconocimiento de determinadas normas, principios y valores para diagnosticar, el establecimiento de objetivos y la selección de cursos de acción. Como sucedió al desarrollar el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, (Elliott, 2005, p. 25).

En el proceso de investigación – acción fue importante la continua contextualización, el retorno al problema con una nueva mirada de comprensión, a partir de él los estudiantes desarrollaron otra reflexión, una nueva teorización y una nueva propuesta al dejar en evidencia el

### **Facultad de Educación**

fortalecimiento de las habilidades del PC propuestas por Facione, (Andreis, 2013). Como se pudo comprobar, a manera de ejemplo, en las actividades de la etapa de estructuración y síntesis de nuevos conocimientos; especialmente en la construcción del cuadro comparativo sobre los modelos atómicos, donde los estudiantes demostraron habilidades de interpretación, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación.

Según Contreras (1994), citado en Andreis (2013), calificó esta forma de investigación como democrática, pues los actores, (estudiantes) fueron el centro de reflexión y producción sistematizada, con poder de decisión; y en forma cooperativa.

Por otra parte, existió relación en esta propuesta, desde el enfoque de ID y el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, se implementaron estrategias de aprendizaje orientadas a las prácticas de aula, como el uso de la UD. Se resalta que con la aplicación de este trabajo, se observó la creatividad que cada estudiante demuestra y la pedagogía empleada por los educadores, además, según Moya, Chaves, & Castillo (2011, p. 122), con la ID se enfoca “el aprendizaje de conceptos científicos, posiciona al estudiante como eje central de su aprendizaje, pasa a ser sujeto activo, ya que tiene que idear toda una concepción metodológica para lograr responder su interrogante”.

### **Población y muestra**

La población objeto de estudio surgió de un grupo de 35 estudiantes del grado quinto de la I.E El Salado del municipio de Envigado, se eligieron 5 estudiantes como participantes, a quienes se les aplicó una UD sobre “el concepto de materia”, con modelo de ID, abordada bajo el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí y las habilidades del PC propuestas por Facione (2007).

La I.E El Salado es de carácter oficial, se encuentra localizada en el sector de El Salado, que atiende a la población urbana y rural de zonas aledañas, los estudiantes en su mayoría pertenecen a estrato socioeconómico bajo, con significativa presencia de disfuncionalidad familiar, según la información de los diagnósticos de aula elaborados por el docente al inicio del año escolar.

---

**Facultad de Educación**  
**Criterios de inclusión de la muestra.**

- ✓ Grado: 5° de básica primaria donde es docente de ciencias naturales uno de los investigadores
- ✓ Edad: Entre 10-11 años
- ✓ Género: Masculino y femenino, atendiendo a la equidad de géneros
- ✓ Nivel de apropiación: gusto, motivación e interés por el área de ciencias naturales; cualidades observadas en ellos en el transcurso del año escolar
- ✓ Consentimiento: Para la realización de las actividades que implican trabajo directo con los estudiantes (fotografías, audios y videos), se solicitó autorización a sus representantes legales (padres de familia), quienes firmaron un formato denominado consentimiento informado padres o acudientes de familia, el cual fue diseñado por el grupo investigador.

**Procedimientos para la recolección y procesamiento de información**

Para la recolección de la información se diseñan cuestionarios KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) (Véase Anexo G), según Arellano, Jara, Merino, Quintanilla, & Cuellar (2008), fueron inventados por Tamir y Luneta (1978), se dice que del KPSI se obtienen información sobre el grado de conocimiento previo que posee el estudiante relacionado con el conocimiento específico a tratar en ciencias naturales; el cuestionario está formado por preguntas cerradas en su mayoría, en algunos casos se incluyen preguntas que permiten una respuesta abierta, las cuales permite obtener información cualitativa, que aporta matices de gran interés al proceso investigativo, a través del análisis de contenido desarrollado por los informantes.

De acuerdo a lo observado en las respuestas registradas por los estudiantes en el formulario KPSI final frente al inicial, demuestran evolución sobre las concepciones adquiridas a través de la aplicación de la UD, mejoran la comprensión de los conceptos vistos y cumplen con los objetivos de aprendizaje propuestos (Sanmartí 2008). También se logran evidenciar las habilidades del PC, entre ellas la autorregulación, con ésta los estudiantes expresan monitoreo de las actividades cognitivas propias, validan y juzgan sus capacidades, cuestionan las habilidades de comunicación y apropiación de la información adquirida, son conscientes de la confiabilidad

**Facultad de Educación**

que tenían en el momento de compartir sus aprendizajes en situaciones académicas (Facione, 2007).

Con relación al PC, se diseñan ítems de respuesta corta, que emprenden la marcha a procesos cognitivos relacionados con los conocimientos adquiridos, su comprensión de la información y aplicación de los mismos.

También se utiliza como herramienta metacognitiva la rúbrica. Se diseñan tres rúbricas y se aplican en el transcurso de la UD en algunas etapas del Ciclo de Aprendizaje implementado en ella, con el fin de comparar, contrastar y analizar los aprendizajes en los estudiantes. Las rúbricas según Airasian (2001), citado en Barriga Arceo (2006) resultan apropiadas para evaluar y autoevaluar procesos y HPC en los estudiantes. Con las rúbricas se pretende que los estudiantes se hagan conscientes de su propio aprendizaje, permitiendo indagar sobre sus puntos de vista e hipótesis vinculando éstas actividades con el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí (1994) (Véase Anexos J, K y L).

Además, se utiliza como instrumento de recolección de la información: la entrevista semiestructurada, diseñada por los investigadores, atendiendo a parámetros de Hernández, Fernández, & Baptista (2004), y Fernández (2006). Para el trabajo, se aplica en dos momentos, al inicio con cada uno de los estudiantes, mientras que al finalizar se realiza individual a dos de ellos y de forma conjunta con los tres restantes.

**Guía Didáctica**

Diseñada con los parámetros de la UD implementada bajo el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, la guía es titulada “**Nuestro maravilloso mundo: Un viaje desde la materia hasta el átomo**”. La cual consta de cuatro etapas.

En la primera etapa denominada Exploración, se indagó sobre los saberes previos de los estudiantes, en torno a las propiedades de la materia, sus transformaciones y clases, mediante la aplicación de diversas estrategias, entre ellas se tuvieron: salida por los alrededores de la I.E donde recolectaron objetos inertes, de la actividad los estudiantes respondieron a seis interrogantes; posterior a ello llenaron un cuestionario orientado a la percepción sobre el tema la

**Facultad de Educación**

materia, luego de forma individual respondieron la herramienta metacognitiva rúbrica analítica 1 (Véase Anexo J), la cual después reescribieron con sus pares.

En otro momento asistieron al aula de laboratorio de química donde observaron las propiedades físicas de la materia, en una segunda visita a dicha aula realizaron medidas de masa y volumen de los objetos recolectados en la salida exploratoria, registraron en tablas y cuestionarios los datos obtenidos en la actividad; en un tercer momento de laboratorio identifican la composición de la materia, hacen registros en una tabla diseñada para tal fin; y por cuarta vez de ronda por el laboratorio reconocen los estados de agregación de la materia, registran los datos en tablas y diagramas propuestos.

Para la segunda parte de la guía didáctica, en la etapa de introducción de conceptos, los estudiantes expresaron de forma estructurada las observaciones sobre la composición de la materia, construyeron en equipos, mapas conceptuales sobre el tema estados de agregación de la materia, unificando criterios y socializan su trabajo, para reforzar su aprendizaje se les planteó un experimento en casa “Hagamos una deliciosa limonada Helada” el cual realizan con la ayuda de sus padres. Para concluir, registraron en una tabla a qué clase de sustancia correspondían los ingredientes utilizados; finalizada ésta actividad respondieron la rúbrica analítica 2 (Véase Anexo K).

Con la finalidad de aproximarlos a un nivel micro de la materia, se llevaron al aula de laboratorio de biología, para que observaran por el microscopio electrónico distintos tipos de materia; en otro momento se abordó una lectura denominada la materia y los materiales, con la cual se reforzaron los conocimientos hasta este momento; de la lectura, se derivaron actividades de comprensión e interpretación de conceptos sobre la materia.

En la tercera etapa, llamada estructuración del conocimiento, los estudiantes interiorizaron los conceptos sobre las partículas atómicas, partieron de modelos explicativos, y experimentaron en plataformas interactivas, posterior a todo ello completaron un cuadro comparativo sobre cinco modelos atómicos presentados con sus respectivos diagramas representativos. Para concluir esta etapa se realizó una lectura sobre el calentamiento global, y los estudiantes brindaron respuestas a seis preguntas referidas al enfoque CTSA (ciencia tecnología Sociedad y Ambiente).



Facultad de Educación

Finalmente, en la cuarta etapa denominada Aplicación, los estudiantes aplicaron sus conocimientos sobre el concepto de materia, mediante la elección y respuesta de una de las doce preguntas estrellas que estaban en la guía didáctica, después evaluaron sus conocimientos haciendo uso de la rúbrica 3 (Véase Anexo L). Por último, elaboraron juegos didácticos de mesa sobre el tema propuesto que constituyen en una herramienta para motivar y guiar la temática en contextos similares a futuro.

En la Tabla 9 se hace una recopilación de las actividades propuestas a realizar por los estudiantes, además de un paralelo entre las etapas de enseñanza por Investigación Dirigida con la secuenciación de las actividades a lo largo de un proceso de enseñanza de acuerdo al Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí.

Tabla 9

Actividades en cada una de las etapas del proceso de enseñanza de ciclo de aprendizaje y la investigación dirigida

| Etapas de la Investigación Dirigida  | Etapas de la unidad didáctica de acuerdo al ciclo de aprendizaje de Jorba & Sanmartí.  |
|--|--|
| <p>A. Se plantean situaciones problemáticas que generen interés en los alumnos y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.</p> | <p>A. Etapa de exploración</p> <p>Actividades</p> <p><i>Primer momento</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Salida exploratoria en grupos y socialización.</li> <li>2. Aplicación individual del formulario KPSI inicial.</li> <li>3. Herramienta didáctica gráfica y socialización.</li> <li>4. Aplicación de la rúbrica 1.</li> </ol> <p><i>Segundo momento</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Actividad experimental propiedades de la materia en la vida cotidiana.</li> <li>2. Medición de masa y volumen</li> <li>3. Actividad experimental: Identificación de la composición de materia.</li> </ol> |



Facultad de Educación

- 
4. Actividad experimental demostrativa: Observación de los cambios de estado del agua.
- B. Los alumnos, trabajando en grupo, estudian cualitativamente las situaciones problemáticas planteadas y, con las ayudas bibliográficas apropiadas, empiezan a delimitar el problema y a explicitar ideas.
- B. Etapa de introducción de conceptos sobre la materia, sus estados de agregación
- Actividades
1. Elaboración por equipos de un mapa conceptual sobre estados de agregación de la materia.
  2. Reconocimiento de sustancias puras, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.
  3. Aplicación de la rúbrica 2.
  4. Visita al laboratorio de biología, dirigida por el docente: Concepto de materia, masa molecular a nivel atómico, observación en el microscopio.
  5. Lectura de la materia y los materiales.
- C. Los problemas se tratan siguiendo una orientación científica, con emisión de hipótesis (y explicitación de las ideas previas), elaboración de estrategias posibles de resolución y análisis y comparación con los resultados obtenidos por otros grupos de alumnos. Es ésta una ocasión para el conflicto cognitivo entre concepciones diferentes, lo cual lleva a replantear el problema y a emitir nuevas hipótesis.
- C. Etapa de estructuración y síntesis de los nuevos conocimientos
- Actividades
1. Video sobre los modelos atómicos, “Historia del átomo”
  2. Trabajo en internet usando aplicación flash: “formemos átomos”
  3. Realización de mapa conceptual para explicar el concepto del átomo.
  4. Aplicación de evaluación individual realizando un cuadro comparativo.
  5. Lectura sobre el calentamiento global – orientación CTSA.
-



Facultad de Educación

|   |  |
|---|--|
| <p>D. Los nuevos conocimientos se manejan y aplican a nuevas situaciones para profundizar en los mismos y afianzarlos. Éste es el momento más indicado para hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.</p> | <p>D. Etapa de aplicación Actividades</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Respuesta a la pregunta estrella elegida o elaborada por cada uno de los estudiantes durante todas las etapas del Ciclo de Aprendizaje.</li> <li>2. Aplicación de la rúbrica 3.</li> <li>3. Elaboración de juegos de mesa por parte de los estudiantes teniendo en cuenta el concepto de materia.</li> </ol> |
|---|--|

Con lo anterior se logró cohesionar el PC vivenciado en los participantes, con la ID propuesta por el grupo investigador, quienes emplearon la secuencia planteada por Gil Pérez y otros (1999), resaltando que, en el proceso se utilizaron métodos de construcción del aprendizaje, que brindaron a los estudiantes las herramientas para el auto – aprendizaje, llegando a la premisa del aprender a aprender, donde se generó autonomía y capacidad crítica, es decir el PC aplicado a sí mismo.

Además, dicha autonomía dio como resultado en ellos, la capacidad de usar componentes metacognitivos y de autorregulación (Halpern, 1998), y por consiguiente en el desarrollo de sus capacidades procedimentales y actitudinales, como: elaboración de mapas conceptuales, respuestas y generación de interrogantes, disposición para el trabajo cooperativo y su responsabilidad.

**Procedimiento para el análisis de la información**

“A medida que se avanza en el análisis de los datos, esos temas y conceptos se tejen en una explicación más amplia de importancia teórica o práctica, que luego guía el reporte final” (Rubin y Rubin, 1995). “Dicho análisis debe ser sistemático, seguir una secuencia y un orden” (Álvarez-Gayou, 2005). En este proceso se tiene en cuenta los pasos o fases propuestas por (Álvarez-Gayou, 2005; Miles y Huberman, 1994; Rubin y Rubin, 1995), citados en (Fernández, 2006).

### **Facultad de Educación**

Atendiendo a lo anterior, se transcriben los videos de las entrevistas semiestructuradas iniciales y finales, cuya duración total fue de 24` 1`` para las iniciales (Véase Anexo R) y de 13`54`` en las finales (Véase Anexo S); además se utiliza las guías didácticas de los estudiantes y la bitácora del docente, (instrumento de soporte); para el análisis de la información se utilizan redes sistémicas (en forma de diagramas y tablas) en cada una de las etapas del Ciclo de Aprendizaje propuesto en este trabajo.

Además, se realiza codificación para representar a cada uno de los estudiantes, mediante letras mayúsculas y números, de la siguiente manera: E1... E5 (del estudiante 1 al estudiante 5), de igual forma para los modelos atómicos se codifican con M1 al M5 (modelo 1... modelo 5); en el componente CTSA (Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente), se utilizan los códigos CG para el calentamiento global. Para las habilidades del PC propuesto en ésta investigación se utilizan las propuestas por Facione (2007), se representan mediante las letras: HPC (habilidad de PC) y los números del 1 al 6 para identificarlas: 1 Interpretación, 2 Análisis, 3 Evaluación, 4 Inferencia, 5 a Explicación, y 6 Autorregulación. Es de aclarar que el uso de números y su interpretación, no constituyen esta investigación en mixta, ni mucho menos cuantitativa.

Para la sistematización de resultados se utilizan: cuadros, diagramas y redes sistémicas; éstas últimas, para (Bliss y Ogborn, 1983; 1985) citados en Jorba & Sanmartí (1994, p.261) son un método que está basado en la organización de las respuestas a preguntas abiertas, dibujando redes estructurales, que recogen y organizan las "unidades de significado" en las frases del alumnado. Se aplicaron en cada una de las etapas del Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí de la UD implementada, tal como las doce preguntas estrellas.

### **Variables o categorías de análisis.**

Como categorías a priori se plantean las habilidades de pensamiento crítico relacionadas en la figura 5; como uno de los propósitos de éste proceso investigativo, en el cual se realiza un análisis minucioso de las actividades desarrolladas por los estudiantes; además se tendrán en cuenta todas aquellas que resulten relevantes como consecuencia de la temática planteada en la unidad didáctica.

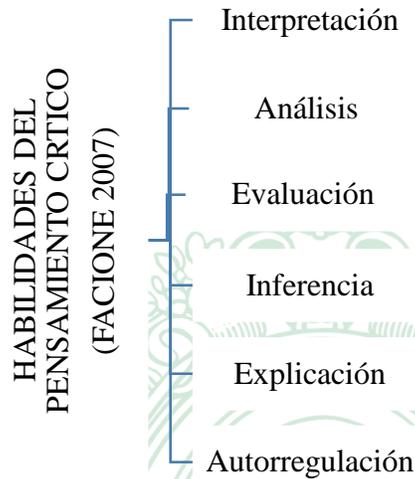


Figura 5. Habilidades del PC. Facione (2007).

### Criterios de Validación de Instrumentos

Conscientes de la importancia de la indagación cualitativa, es importante resaltar que los instrumentos aplicados fueron validados por la asesora del trabajo investigativo Diana Milena Escobar Franco, y otros docentes que orientaron el proceso de formación; también por los compañeros docentes estudiantes de la Maestría, durante varios espacios de los seminarios en los que hubo exposición de dichos instrumentos, y a través de esos momentos se realizaron ajustes correcciones pertinentes.

Además, se incorporan al trabajo investigativo algunos criterios de validación de instrumentos (Hernández, Fernández, & Baptista, 2004), entre éstos:



**Tabla 10**

*Explicación de los criterios de validación de los instrumentos utilizados en la investigación*

| <b>CRITERIO</b>     | <b>AUTOR (ES)</b>   | <b>INCORPORACIÓN AL TRABAJO</b>   |
|---------------------|---|---|
| <b>Dependencia:</b> | <p><b>Guba y Lincoln (1989):</b> la denominaron consistencia lógica</p> <p><b>Mertens (2005):</b> considera que equivale más bien al concepto de estabilidad.</p> <p><b>Franklin y Ballau (2005):</b> la definen como el grado en que diferentes investigadores que recolecten datos similares en el campo y efectúen los mismos análisis, generen resultados equivalentes.</p> <p><b>Según Creswell (2009):</b> la concibe como “la consistencia de los resultados”.</p> <p><b>Hernández y Mendoza (2008)</b> implican que los datos deben ser revisados por distintos investigadores y éstos deben arribar a interpretaciones coherentes.</p> | <p>De acuerdo a los estudios realizados por Ana C. Muñoz Hueso y Jesús Beltrán Llera (fomento del PC mediante la intervención en una UD...) y con relación a ésta investigación se concluye que en ambos trabajos hubo incremento en el PC de los estudiantes intervenidos, como producto de la estrategia de enseñanza abordada. Y con relación al estudio de Óscar Eugenio Tamayo (PC – didáctica de las ciencias) se correlacionan con los evidenciados en este trabajo, los diversos medios utilizados, como: salidas de campo, laboratorios, videos.</p> |
| <b>Credibilidad</b> | <p><b>Mertens (2005):</b> la define como la correspondencia entre la forma en que el participante percibe los conceptos vinculados con el planteamiento y la manera como el investigador retrata los puntos de vista del participante.</p> <p><b>Franklin y Ballau (2005):</b> consideran que la credibilidad se logra mediante:</p> <p>a) Corroboración estructural: proceso mediante el cual varias partes de los datos (categorías, por ejemplo), se “soportan conceptualmente” entre sí (mutuamente). Implica reunir los datos e</p>  | <p>Después de analizar los datos productos de la UD y correlacionarlos con el marco teórico, título y objetivos de la propuesta, se obtienen como categorías, las habilidades del PC referenciadas desde Facione (2007), además de las transformaciones de la materia, como los son: estados de agregación y cambios de fase, partículas subatómicas,</p>   |



Facultad de Educación

información emergentes para establecer inundaciones. conexiones o vínculos que eventualmente crean un “todo” cuyo soporte son las propias piezas de evidencia que lo conforman.

b).Adecuación referencial: un estudio la posee cuando nos proporciona cierta habilidad para visualizar características que se refieren a los datos y que no hemos notado por nosotros mismos.

Transferencia (aplicabilidad de resultados):

Mertens (2005): también la denomina “traslado”. Este criterio no se refiere a generalizar los resultados a una población más amplia, ya que ésta no es una finalidad de un estudio cualitativo, sino que parte de éstos o su esencia puedan aplicarse en otros contextos (Williams, Unrau y Grinnell, 2005).

La finalidad de ésta investigación consiste en que se ponga en escena en y otros contextos similares, haciendo caso a las recomendaciones y sugerencias expuestas.

Confirmación o confirmabilidad

Este criterio está vinculado a la credibilidad y se refiere a demostrar que hemos minimizado los sesgos y tendencias del investigador. (Guba y Lincoln, 1989; Mertens, 2005): Implica rastrear los datos en su fuente y la explicitación de la lógica utilizada para interpretarlos. Las estancias prolongadas en el campo, la triangulación, la auditoría, el chequeo con participantes y la reflexión sobre los prejuicios, creencias y concepciones del investigador, nos ayudan a proveer información sobre la confirmación.

Para el caso de éste trabajo de investigación se utilizaron algunos aportes de autores reconocidos y de otras investigaciones, para soportar: el diseño de la UD, la situación problema planteada, los antecedentes, el marco teórico y metodológico, los constructos de herramientas de análisis de la información, como lo fueron el uso de tablas, gráficos, elaboración de formularios KPSI y rubrica analítica, diseño de formato de transcripción de las entrevistas semiestructuradas. Además los datos arrojados de todo el proceso, en ningún caso fueron manipulados

Sistematización e interpretación de la información obtenida a través de las respuestas de los participantes a los instrumentos utilizados en el proceso de aplicación de una UD según el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, bajo el modelo de ID y sobre el concepto de materia, a un grupo de cinco estudiantes de quinto de primaria de la Institución Educativa El Salado.

Para el análisis de resultados se utilizaron las redes sistémicas, éstas son un método (Bliss y Ogborn, 1983; 1985) citado en Jorba & Sanmartí (1994, p.261) que está basado en la organización de las respuestas a preguntas abiertas, dibujando redes estructurales, que recogen y estructuran las "unidades de significado" en las frases del alumnado. Las regularidades observadas en las respuestas permiten clasificarlas en categorías, éstas se basan en un análisis de los textos que pretenden recoger el significado de conjuntos de palabras (o dibujos). En una red sistémica se pueden recoger las diferentes ideas expuestas por un alumno, los procedimientos utilizados en la realización, las actitudes y sentimientos manifestados, sin que ello implique, necesariamente, valorar su calidad. Por ello, los ítems no se codifican en función de respuestas correctas o respuestas incorrectas, sino en función del tipo de razonamiento explicitado.

Tal como lo indica Bliss (1979), detrás de las palabras escritas en el contexto de una frase hay un significado no directamente expresado por ellas. El análisis sistémico pretende representar este significado de los sistemas de palabras, mediante las redes, y este autor ha desarrollado un poderoso formalismo para representarlo. Del mismo modo, las redes son estructuras de posibilidades de significado que quieren describir, no tanto los datos objetivos (las frases de los alumnos, por ejemplo), sino más cercano a su interpretación, con el propósito de comprender el significado que tienen para los estudiantes. Dicha disposición de la información es organizada según su pertinencia y su relevancia, de acuerdo a las categorías apriorísticas y a las emergentes. Así mismo, se utilizaron cuadros que permitieron observar la periodicidad de las respuestas de los participantes, para su posterior categorización.

La Tabla 11 contiene las definiciones de cada una de las habilidades del PC según Facione (2007). Se realizó con el propósito de asignarle a cada una de ellas un código, que las represente durante el análisis de los resultados de todo el proceso.



**Tabla 11**

*HPC. Facione (2007)*

| <b>Código</b> | <b>Habilidades del PC.</b> | <b>Definición según Facione (2007)</b>   |
|---------------|----------------------------|--|
| <b>HPC1</b>   | Interpretación             | Comprender y expresar el significado o la relevancia de una amplia variedad de experiencias, situaciones, datos, eventos, juicios, convenciones, creencias, reglas, procedimientos o criterios.  |
| <b>HPC2</b>   | Análisis                   | Identificar las relaciones de inferencia reales y supuestas entre enunciados, preguntas, conceptos, descripciones u otras formas de representación que tienen el propósito de expresar creencia, juicio, experiencias, razones, información u opiniones.   |
| <b>HPC3</b>   | Evaluación                 | Valoración de la credibilidad de los enunciados o de otras representaciones que recuentan o describen la percepción, experiencia, situación, juicio, creencia u opinión de una persona; y la valoración de la fortaleza lógica de las relaciones de inferencia, reales o supuestas, entre enunciados, descripciones o preguntas. |
| <b>HPC4</b>   | Inferencia                 | Identificar y asegurar los elementos necesarios para sacar conclusiones razonables que se desprendan de los datos, enunciados, principios, evidencia, juicios, creencias, conceptos, descripciones, preguntas u otras formas de representación.  |
| <b>HPC5</b>   | Explicación                | Capacidad de presentar los resultados del razonamiento propio de manera reflexiva y coherente.   |

---

**Facultad de Educación**


---

|             |                 |   |
|-------------|-----------------|---|
| <b>HPC6</b> | Autorregulación | Monitoreo auto consciente de las actividades cognitivas propias, de los elementos utilizados en esas actividades, y de los resultados obtenidos, aplicando particularmente habilidades de análisis y de evaluación a los juicios inferenciales propios, con la idea de cuestionar, confirmar, validar, o corregir el razonamiento o los resultados propios. |
|-------------|-----------------|---|

---

Además de la UD, se aplicaron dos instrumentos KPSI, uno al iniciar y otro al finalizar, con el propósito de contrastar la información obtenida en cada uno y de esa manera condensarla para reflejar el comportamiento de las categorías elegidas por cada estudiante en el enunciado. Igualmente, se realizaron dos entrevistas semiestructuradas, una al iniciar y otra al finalizar el proceso, con ellas se pretendía reconocer algunos aspectos trascendentales en el aprendizaje de las ciencias naturales, tales como: motivación, interés por el área, conceptos de interés, estrategias de enseñanza, percepción en dificultad del aprendizaje de las ciencias, enfoque CTSA y relación de las ciencias con la investigación, motivación, comprensión del tema de la materia, respuesta a la pregunta inicial de la UD, utilidad de las rúbricas y habilidad de explicación.

#### **Análisis de las entrevistas semiestructuradas iniciales**

Para este análisis se destacaron siete categorías emergentes: motivación, interés por el área, conceptos de interés, estrategias de enseñanza, percepción en dificultad del aprendizaje de las ciencias, enfoque CTSA y relación de las ciencias con la investigación (Véase Anexo D).

#### **Análisis de las entrevistas semiestructuradas finales**

Para este análisis se destacaron cinco categorías emergentes: Motivación, comprensión del tema de la materia, respuesta a la pregunta inicial de la UD, utilidad de las rúbricas, habilidad de PC explicación (Véase Anexo F).

### **Motivación.**

Todos los estudiantes demuestran interés por el aprendizaje, ya sea por que asisten a la institución o por el hecho de compartir espacios con sus compañeros, pero no sólo el colegio les genera motivación en sí mismo, también las dinámicas de clase y las mismas asignaturas, entre ellas, ciencias naturales (Entrevistas finales: E1: líneas 013-016; E2: Líneas 013-014; E3: líneas 019-021; E4: líneas 023-024; E5: líneas 026-027). Esta área ofrece la oportunidad al estudiante de descubrir y asociar muchas cosas de las que ve en su entorno con situaciones curriculares que propician la profundización, lo llevan a explorar en nuevos contextos y desarrollar actividades con más interés. Además, se pueden presentar actividades que propicien mayor autonomía, impulsadas por la motivación y la diversidad de aprendizajes (Sanmartí, 1997).

Por otro lado, involucrar actividades como las del laboratorio, las cuales son prácticas generadoras de actitudes positivas en los estudiantes (Martínez, Domènech, Menargues, & Romo, 2012); así como el hecho de considerar un Ciclo de Aprendizaje con enfoque constructivista, en el que implícitamente se abordan aspectos tan importantes para el aprendizaje como son la motivación, los diferentes ritmos y estilos de aprendizaje de los estudiantes; generan en ellos actitudes positivas hacia las ciencias naturales y hacia sus estrategias de enseñanza (Sanmartí, 1997).

Finalmente, se puede considerar que la motivación está estrictamente ligada con la autorregulación, debido a que esta es un proceso activo en el cual los sujetos establecen los objetivos que guían su aprendizaje, monitorizando, regulando y controlando sus cogniciones y comportamientos con la intención de alcanzarlos, teniendo como finalidad, lograr mejores resultados académicos (Rosário, y otros, 2014).

### **Interés por el área de ciencias-conceptos de interés.**

Los estudiantes expresan que varias asignaturas les llaman la atención en su plan de estudios, entre ellas el área de ciencias naturales –como se mencionó en el anterior apartado- (Entrevistas iniciales: E1: línea 013; E2: línea 013), y en específico temáticas como “*La célula, la materia, medio ambiente*”(E1, Línea: 032) , “*Los animales, temas relacionados con las*

**Facultad de Educación**

*sustancias químicas, las mezclas*”(E5, Líneas 024-032). Lo anterior tiene relación con la cita que hace Mazzitelli & Aparicio (2009) expresando que “los estudiantes demuestran gusto por las clases de ciencias, sin embargo su aprendizaje no es significativo, ni lo aplican en contexto”. De modo similar, lo manifiesta Sanmartí enfatizando en que las actividades escolares en la escuela están muy condicionadas por el libro de texto y son poco variadas (Sanmartí, 1997), de tal manera que pueden llevar a que los estudiantes demuestren dificultades en el aprendizaje de las ciencias, de ahí que los mismos estudiantes expresen “*Falta de atención y concentración en las explicaciones*”(E2, Líneas 080-081) y “*Por falta de atención, por terminología utilizada que le parece rara; los que no aprenden es por la falta de disciplina, se distraen o conversan*” (E3, Líneas 077-085). Sin embargo, en los diferentes ámbitos sociales y culturales se logró determinar que los alumnos manifiestan una actitud positiva respecto, tanto al conocimiento de las ciencias naturales, como a su aprendizaje, puesto que lo consideran importante y útil; fundamentalmente en relación con la necesidad para el estudio y el desarrollo cognitivo (Mazzitelli & Aparicio, 2009).

**Comprensión del concepto de materia y conformación de todo lo que nos rodea  
(pregunta inicial de la guía del estudiante, entrevista final).**

Los estudiantes expresan diferentes aspectos como “*las reuniones y clases ayudan a aprender más y generan conexión*” (E1, Líneas 013-016), “*Conceptos más avanzados*” (E3, Línea 041), Generación de nuevas preguntas “*¿entre los átomos que hay?, ¿si es un vacío?, ¿de qué está hecho el vacío?, ¿Qué lo conforma?*” (E5, Línea 055-058). Lo anterior, está asociado al hecho de que el trabajo en equipo promovido por el Ciclo de Aprendizaje y por la ID, favorece gestiones de aula como la cooperación, la autonomía, la responsabilidad y la crítica constructiva; lo cual conduce a un aprendizaje más significativo, dado que le permite contrastar su elaboración personal con la de sus compañeros, con la guía permanente ofrecida por el docente; adicionalmente impulsa en el estudiante buscar nuevas situaciones, profundizar y afianzar los conocimientos adquiridos (Gil, y otros, 1999). De esta manera, se puede esperar que los estudiantes interioricen el concepto de materia como contenido, pues éste a su vez es complejo, tanto para ellos como para los propios maestros durante la enseñanza, puesto que requiere la

**Facultad de Educación**

necesidad de representación de la naturaleza en un nivel macroscópico, microscópico y simbólico. Así como a su vez, sirve de base para la comprensión de conceptos posteriores en niveles superiores (Pérez & Jiménez, 2013).

**Estrategias de enseñanza y proceso de evaluación (utilidad de las rúbricas) –**
**Entrevista final.**

Los estudiantes expresan que quisieran que los docentes enseñaran de formas más variadas como por ejemplo: “*Videos, explicaciones, dibujos, motivación por comprender*” (E3, Líneas 040-043), “*Explicaciones, experimentación en el laboratorio*” (E5, Líneas 071-072). Esta variedad en la estrategia de enseñanza significa una visión constructivista del aprendizaje e invita al docente a crear actividades más dinámicas, y a partir de ellas, el aprendizaje se construye según la situación personal de cada estudiante (Sanmartí, 1997). Crear diferentes estrategias de enseñanza conlleva a que los profesores deban ser conscientes de la importancia del trabajo práctico y del papel que juega éste en el aprendizaje de las ciencias y de la naturaleza; y cuando se indaga sobre qué objetivos lograr con los alumnos durante las diversas prácticas, se pueden fomentar prácticas que conduzcan hacia el aprendizaje de manera más autónoma (Martínez, Domènech, Menargues, & Romo, 2012).

Por otra parte una buena estrategia de enseñanza conlleva a una mejor evaluación, pues enfocar las actividades de evaluación hacia un proceso de regulación, conduce a que sean los mismos estudiantes los que detecten sus dificultades y dispongan de estrategias para superarlas, en dicho proceso es necesario que los estudiantes se apropien de los objetivos de aprendizaje, de las estrategias de pensamiento y de acciones aplicables para dar respuesta a las tareas planteadas (Sanmartí, 1997). Ahora bien, el uso de una estrategia que apoye el trabajo tanto de la enseñanza como en la evaluación, implica el uso de una herramienta metacognitiva, por eso es que se hace posible hacer uso de rúbricas, donde se establecen niveles progresivos de los estudiantes a medida que se va implementando la secuencia de actividades (Díaz-Barriga, 2006). Todo lo anterior cobra relevancia cuando los estudiantes expresan su sentir sobre el uso de dicha herramienta: “*valorar nuestras respuestas y nuestros conocimientos*” (E3, Líneas 115-116), “*Sí, porque ayuda a evaluarnos lo que estamos trabajando*” (E5, Línea 122).

**Facultad de Educación**  
**Relación de las ciencias con la investigación y HPC4.**

A través de las respuestas dadas por los estudiantes, se manifiesta el impacto causado por la estrategia de enseñanza, de la cual ellos se consideraron sujetos activos en todo momento del proceso, donde experimentaron y tuvieron la oportunidad de compartir con sus compañeros, avanzando en el aprendizaje y explicando a otros o recibiendo explicaciones si es el caso. Esto se apoya en que la ID ha tenido un largo recorrido para su desarrollo y es una estrategia de enseñanza que puede calificarse de constructivista, en el sentido que contempla una participación efectiva de los alumnos en la construcción de los conocimientos y no la simple reconstrucción subjetiva de los conocimientos proporcionados por el profesor o los textos (Gil, 1993).

Así mismo, a través de las respuestas de los estudiantes se enfatizan el aprendizaje colaborativo, la ayuda entre ellos mismos y la habilidad de explicar a otros, lo cual refuerza sobre comprender lo vital que es saber ciencias para poder explicar los fenómenos naturales que ocurren en el ambiente (Moya, Chaves, & Castillo, 2011).

**Orientación CTSA.**

En estas respuestas, los estudiantes reconocen conceptos estructurantes como la relación entre las ciencias y la vida, el medio ambiente como sistema en el cual se desarrolla la vida y la importancia del aprendizaje para enseñar y explicar a otros. Esto pone en evidencia, que los estudiantes reconocen que la HPC4 se da como consecuencia del proceso de aprendizaje.

Como lo manifiesta Sanmartí, es preciso establecer que la comprensión de los problemas cotidianos y la actuación de los estudiantes es un objetivo importante de la enseñanza de las ciencias, y por ello se hace necesario revisar sus contenidos tradicionales (Jorba & Sanmartí, 1994). En otros términos, refuerza la importancia de la estrategia de enseñanza utilizada en el desarrollo de la UD.

**Análisis de la información recolectada en cada etapa de la UD**

Teniendo en cuenta que las actividades que se propusieron durante la UD serán analizadas con el fin de evidenciar las HPC que se hacen notables en los estudiantes participantes, se consideró pertinente enunciar cada una de las etapas junto con sus respectivas actividades, con el fin de posicionar al lector con lo que se encontrará durante ese capítulo. De manera similar, se

**Facultad de Educación**

vinculan cuadros de las categorías *a priori* y emergentes que fueron sobresalientes durante las mismas.

**Primera etapa: exploración.**

**Tabla 12**

*Actividades de la primera etapa de la UD*

| <b>Actividades</b>     |   |
|------------------------|---|
| <b>Primer momento</b>  |   |
| 1.                     | Salida exploratoria en grupos y socialización:                                      |
| 2.                     | Aplicación individual del formulario KPSI inicial.                                  |
| 3.                     | Herramienta didáctica gráfica y socialización.                                      |
| 4.                     | Aplicación de la rúbrica 1.   |
| <b>Segundo momento</b> |   |
| 1.                     | Actividad experimental propiedades de la materia en la vida cotidiana.              |
| 2.                     | Medición de masa y volumen.   |
| 3.                     | Actividad experimental: Identificación de la composición de materia.                |
| 4.                     | Actividad experimental demostrativa: Observación de los cambios de estado del agua. |

***Salida exploratoria en grupos y socialización.***

Tal como se propone en la tabla 12, se inició la etapa con una salida exploratoria con los estudiantes de quinto grado de la I.E. El Salado de Envigado por las zonas comunes de las instalaciones, con el fin de tener un acercamiento inicial al concepto de materia, posterior a dicha actividad se realizaron unas preguntas abiertas, las cuales están explícitas en la guía didáctica, con relación a la salida exploratoria. Tal como se muestra en la siguiente Figura explicativa:

## Facultad de Educación

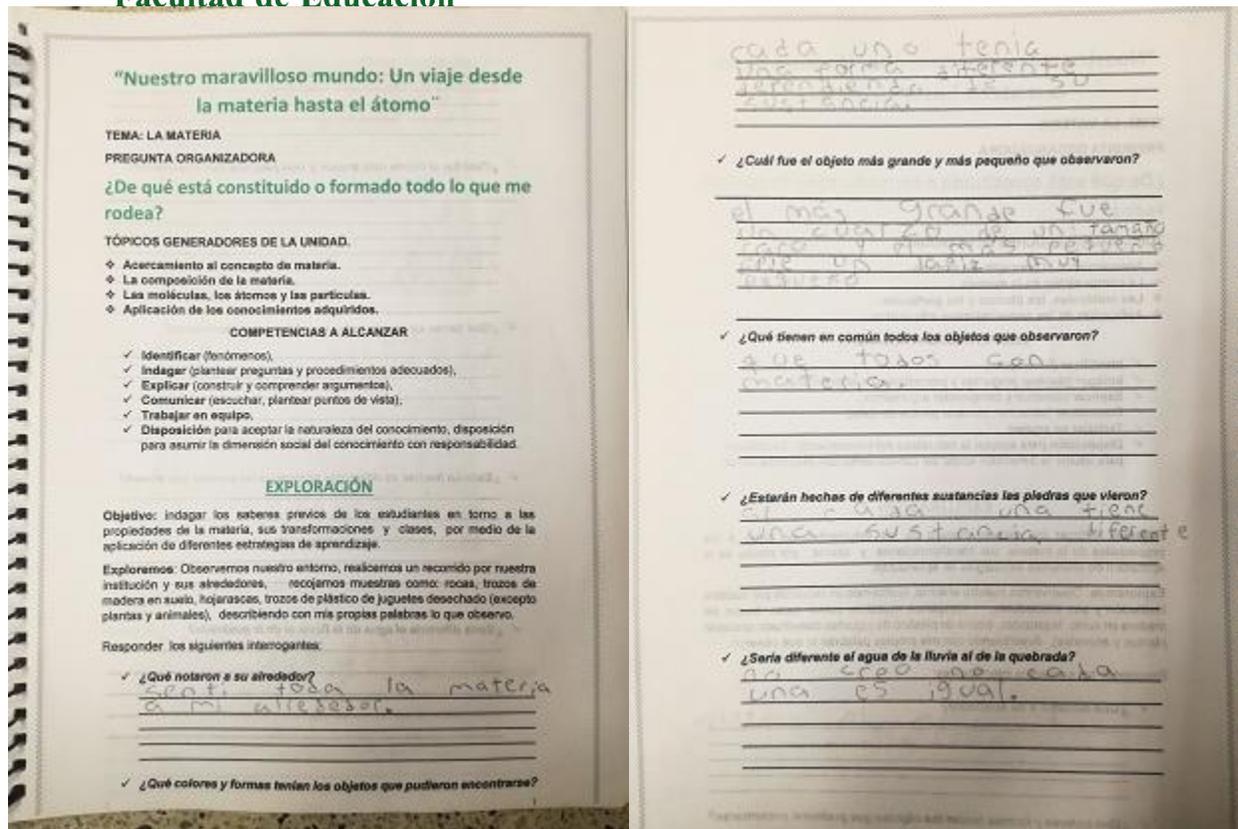


Figura 6. Respuestas de la salida exploratoria de la guía didáctica del E3.

Con las respuestas plasmadas en las guías de cada uno de los estudiantes, se procedió a realizar la sistematización de la información, teniendo en cuenta aspectos en común encontrados durante la fase exploratoria, para posteriormente hacer análisis de los mismos.

La información recolectada se organizó en una red sistémica (Véase Anexo N), usando las respuestas escritas dadas por los cinco estudiantes. Para este análisis se organizó la información en diferentes columnas teniendo en cuenta aspectos comunes en sus respuestas y características que permitieron clasificarlas e ideas que subyacen de los estudiantes que fueron codificadas del 1 al 11 para tener una mejor orientación en el momento que se estén analizando, teniendo presente que sus respuestas siempre estén girando en torno al concepto de materia. Posteriormente, se relacionaron cada uno de los estudiantes, con los respectivos códigos que representaron sus ideas (Véase Anexo O), para tener un panorama más amplio de lo que querían decir sobre el entorno, la forma como lo expresan y su capacidad para exteriorizar las experiencias usando sus propias palabras e ideas previas sobre el concepto de materia.



## Facultad de Educación

Finalmente se totalizaron la cantidad de códigos asignados cada uno para tener un acercamiento a la capacidad de expresión escrita y uso de las palabras.

Durante la salida exploratoria se estableció la libertad de observación del entorno; por lo tanto se buscaba que fueran curiosos, observadores, expectantes, y lo más importante, que demostraran interés por la actividad y por el aprendizaje el concepto de Materia, ya que estas actividades estaban orientadas a promover que los estudiantes identificaran el problema o temática objeto de estudio y formularan sus propios puntos de vista y pensamientos, dado que se quería iniciar con situaciones muy cercanas a sus vivencias e intereses, y que sirvieran para dar a conocer de forma global los contenidos más representativos y fundamentales que se pretendían enseñar con la UD (Sanmartí, 1997).

Las respuestas e ideas de los estudiantes fueron procesadas de la siguiente manera:

- El estudiante E1 destacó la idea de la variedad de los cuerpos notando “*muchas cosas diferentes*”. Además de resaltar las características físicas como los colores y las formas, también lo hizo sobre los tamaños de los objetos y estableció que: “*son materia*”, “*Que todos tienen moléculas de átomos y tienen estados*” y pueden existir en diferentes estados de agregación, tal como lo expresa “*no por esto es como un ciclo el agua de la quebrada se evapora y se vuelve una nube y llueve.*”, atribuyéndole esta propiedad en especial al agua que se encuentra a su alrededor. El estudiante en este punto demostró HPC tales como: **HPC2, HPC4 y HPC5**, puesto que fue capaz de expresar una creencia, describir opiniones y presentar un razonamiento propio según como la experiencia le estuviera aportando.
- El estudiante E5 destacó, al igual que el estudiante anterior, la idea de la variedad de los cuerpos, notando “*muchas cosas diferentes*”. Por su parte, también resaltó las propiedades físicas generales como los colores, las formas más notables y además evidenció de forma general que lo que se encontró a su alrededor “*son materia*”. Además, dio una respuesta cerrada, cuando se le cuestionó por la diferencia en la conformación de las rocas y si percibió diferente el agua lluvia a la de la quebrada. En este punto el estudiante manifestó HPC como: **HPC1, HPC2 Y HPC3**, porque expresa sus experiencias de manera abierta, con soltura y naturalidad; y describe sus creencias de

### Facultad de Educación

forma tal que le permiten valorar la credibilidad de los enunciados a partir de sus propias experiencias. El estudiante E2 destacó la conformación de las cosas por su generalidad como “*materia, las sustancias*”, expresó propiedades físicas generales como los colores y las formas que le parecieron más notables, razonables y lógicas. Ante la conformación de las piedras, sólo describió que presentaron “*diferentes estados*”, y del agua, describió el ciclo natural, como “*... un ciclo el agua de la quebrada evapORIZA y se vuelve una nube y vuelve a llover*” y por ende, los cambios de estados de agregación. Las HPC que expresó fueron: **HPC1 Y HPC4**, puesto que el estudiante comprende y expresa a su manera las situaciones de aprendizaje vivenciadas, identificando los elementos útiles y necesarios para obtener conclusiones razonables.

#### *Análisis.*

En síntesis, se destacaron los estudiantes E1, E2 y E5 por su capacidad escrita de hacer más descripciones, como consta en la tabla 15, sobre los objetos y situaciones de su entorno, detallando abiertamente sus creencias y pensamientos, manifestando capacidades de expresión escrita, puesto que éstas resaltaron sobre los demás compañeros en esta actividad. Se puede apreciar que a pesar que ser evidentes algunas HPC entre los estudiantes, éstas, aún se deben enriquecer para brindarles la capacidad de expresarse de forma más coherente, ser más razonables y tener la capacidad de inferir profundamente sobre las situaciones que se encuentran en su entorno, esto se logra cuando se articulan los conceptos a estudiar con un Ciclo de Aprendizaje donde el estudiante se apropia de sus propios conocimientos y exterioriza de forma más natural las HPC.

Dado que la formación de PC es uno de los propósitos de la educación y, en particular, de la didáctica de las Ciencias naturales (Tamayo, 2014), se deben resaltar aquellas habilidades que se hacen presentes en cada situación y buscar fortalecerlas para orientarlas en la solución de los posibles obstáculos que puedan encontrar en el aprendizaje continuo, siendo esta una manera de alcanzar un mejor desarrollo de sus habilidades.

Haciendo un análisis desde otra perspectiva, se puede apreciar en la tabla 16, donde se hace una recopilación de los códigos que representan las ideas subyacentes de los estudiantes, que los



**Facultad de Educación**

códigos con más baja frecuencia aparente son: 1, 8, 9, 10 y 11; estos códigos hacen referencia a las ideas donde expresaron de forma más abierta la variedad de los elementos a su alrededor, la capacidad de diferenciación con mayor claridad, los cambios de estado de agregación de la materia y opinión más profunda. Todo lo anterior sólo es posible cuando el estudiante está en capacidad de analizar los argumentos, emitir juicios de valor con fundamentos suficientemente claros y definir los términos para organizar la información (Ennis, 2011).

***Aplicación individual de formulario KPSI inicial.***

Antes de iniciar las actividades de la UD con los estudiantes se aplicó un instrumento para identificar lo que saben con relación al concepto de materia, desde una mirada elemental, global y comprensible tanto para el estudiante como para el docente, para de esta forma diseñar las actividades que orienten hacia un aprendizaje más significativo teniendo presente las HPC.

Para tener mayor una mejor comprensión se hace un análisis conjunto de las respuestas obtenidas tanto en el KPSI inicial (Véase Anexo H), como en el final (Véase Anexo I), el cual se plasma al finalizar la aplicación de este último (p. 122 de éste documento).

***Herramienta didáctica gráfica y socialización.***

Con esta actividad se buscó acercar a los estudiantes al concepto de materia desde un punto de vista más amplio y con objetos que podrían llegar a ser comunes en cualquier situación, sin olvidar que tienen unas concepciones previas sobre todo lo que lo rodea y por lo tanto unas HPC que se pueden evidenciar mediante las estrategias de enseñanza más adecuadas. De esta forma se propuso una actividad el análisis de una situación muy simple y concreta, cercanas a sus vivencias y que sirven para dar a conocer de forma global los contenidos más representativos y fundamentales del tema objeto de estudio durante toda la UD.

De acuerdo a lo anterior se les asignó a los estudiantes, dentro de la guía, escribir lo que identificaran en las imágenes de la herramienta didáctica-gráfica como se aprecia en la Figura a continuación:

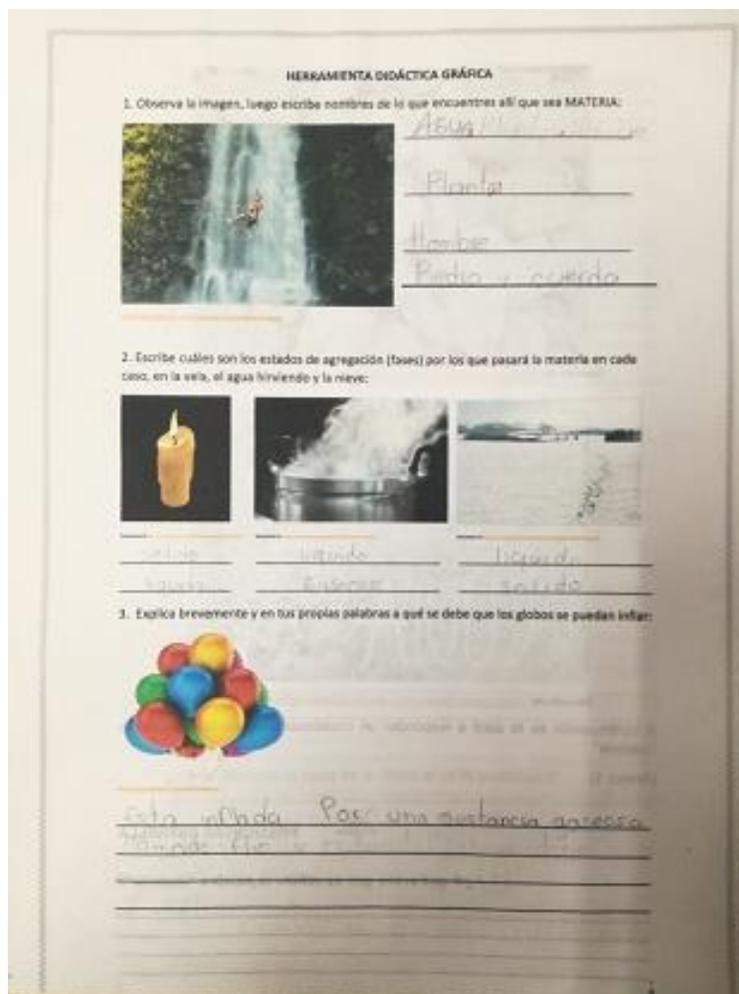


Figura 7. Herramienta didáctica-gráfica de la guía didáctica del Estudiante E1

A partir de las respuestas dadas por los estudiantes se realizó una red sistémica, como la que se puede apreciar a continuación, para posterior análisis de la información recolectada.

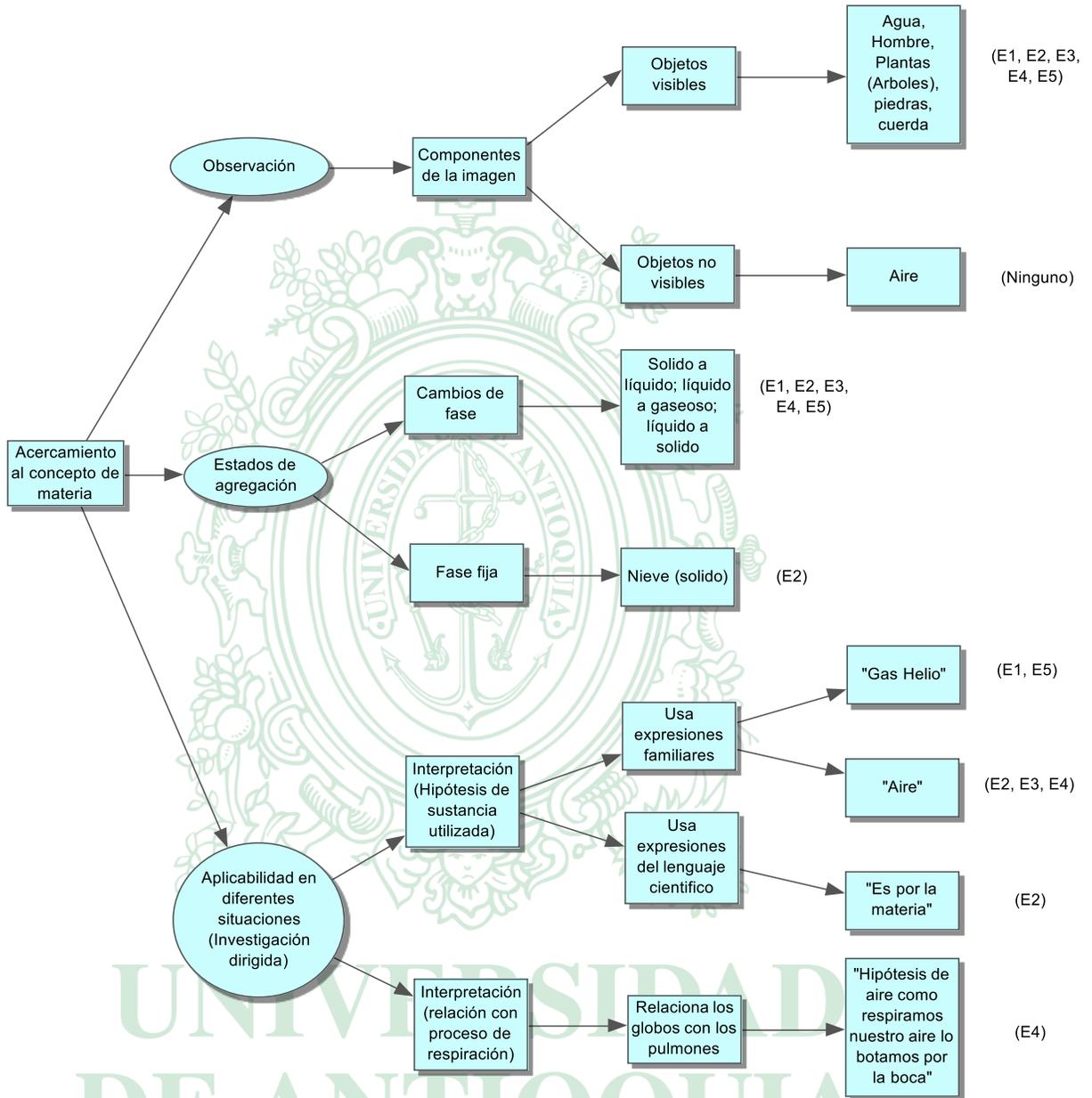


Figura 8. Red sistémica sobre la clasificación de cada una de las respuestas en criterios e ideas que emergen de los estudiantes.

### Análisis.

En esta actividad se buscaba que describieran con sus propias palabras lo que observaron en una serie de imágenes simples, comunes y cotidianas con las que pudieran llegar a tener

**Facultad de Educación**

interacción en cualquier momento y de esa forma se les solicitó dar una descripción teniendo en cuenta el concepto de materia.

En el primer punto de la actividad se les pidió hacer una observación de los componentes de la figura, todos los estudiantes percibieron los objetos visibles como materia (E1 “AGUA, Planta, Hombre, Piedra y cuerda”, E2 “Agua, Ser humano, la cuerda, los arboles”, E3 “Los Arboles, El agua, el ser humano, las piedras”, E4 “Agua, plantas, piedras, cuerpo”, E5 “agua, Arboles, piedras, Lazo y persona”), se hizo el comentario posterior a la actividad, en una breve socialización, que en la Figura 7 se habría podido decir que el aire también estaba presente o el agua en forma de vapor, ya que ninguno de los estudiantes los mencionó.

***Aplicación de la Rúbrica 1.***

Antes de la aplicación del instrumento (Véase Anexo J), se orienta a los estudiantes sobre una forma diferente de evaluación, en la que son ellos mismos quienes tienen el rol de evaluadores sobre su propia práctica, donde lo que importa es la autorreflexión, fundamentándose en las fortalezas y debilidades percibidas durante el desarrollo de las actividades resueltas, de la misma manera, se permiten saber y percibir en que aspectos deben mejorar en el trabajo posterior, promoviendo la responsabilidad en un nivel progresivo sobre su propio aprendizaje.

***Análisis***

Posterior al desarrollo de la rúbrica 1, se hizo un paralelo entre las respuestas arrojadas por los estudiantes en la herramienta didáctica gráfica y la rúbrica 1, encontrándose que en el criterio “identificación del entorno” marcaron que: “identifican la mayoría de los componentes vistos como materia” (E1,E2,E3,E4,E5); y en el criterio sobre la “familiaridad del concepto de materia”, marcaron que “ya reconocían todas las imágenes mostradas en la guía como conformadas por materia” (E1,E3,E4,E5), situaciones que refuerzan el contenido de la etapa de exploración del Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, en la cual, sitúan al estudiante en el tema objeto de estudio y permiten indagar sobre sus propios puntos de vista e hipótesis (Sanmartí, 1997).

**Facultad de Educación**

Así pues, con la aplicación de la rúbrica, lo que se pretendía era que los estudiantes se hicieran conscientes de su propio aprendizaje, y esto se hiciera evidente en sus respuestas, debido a que los estudiantes autoevalúan su producción (**HPC6**), marcando el nivel progresivo que considera adecuado a su proceso de aprendizaje (Díaz-Barriga, 2006), reconociendo que no se necesita la intervención del profesor como un calificador, es el estudiante quien valida, por sí mismo, el criterio de su aprendizaje, identificando que no se trata de una respuesta adecuada, sino un punto de partida a su progreso en las actividades de enseñanza-aprendizaje (Sanmartí, 1997).

En el segundo punto, se muestran unas gráficas con los estados de agregación presentes en situaciones comunes, en ésta parte de la actividad fue necesario contrastar sus aprendizajes y concepciones con lo autocalificado en la rúbrica 1, pues en la identificación del entorno, no solamente es notable que todos los estudiantes (E1, E2, E3, E4, E5) reconocen los cambios de fase más comunes de la materia (E3 “*de sólido a líquido; de líquido a gaseoso; de líquido a sólido*”, E5 “*sólido a líquido; líquido a gaseoso; líquido a sólido*”, además de los otros estudiantes), sino, que además de ello, y en particular, el estudiante E2 “*sólida, líquida; líquido, gaseoso; nieve*”, estableció una sola fase fija de la materia “*nieve*”, haciendo alusión al estado de agregación sólido, característica que los demás participantes no precisaron. En este punto se hicieron presentes las habilidades del PC **HPC1** y **HPC6**, puesto que fueron capaces de identificar y expresar el significado de forma autónoma de los elementos presentes en la figura, siendo capaces de contrastar de manera coherente sus saberes con los criterios descritos en la rúbrica 1.

En el tercer punto, se quiso traer en contexto una situación donde se pueda poner en relación el concepto de materia, con elementos convencionales y tan comunes para los estudiantes como son los globos, haciéndose presentes expresiones familiares y del lenguaje científico como: E1 “*Esta inflada Por una sustancia gaseosa llamado: helio*”; E2 “*Es por la materia y el aire es gaseoso*”; E4 “*Hipótesis de aire como respiramos nuestro aire lo botamos por la boca*”, en esta parte se manifiestan las habilidades **HPC1** y **HPC4**, puesto que los estudiantes se expresan de forma natural de acuerdo al significado que tienen para ellos los elementos presentes, obteniendo conclusiones propias a sus vivencias y experiencias personales.

**Facultad de Educación**

***Actividad experimental propiedades de la materia en la vida cotidiana .***

Con esta actividad se buscó acercar al estudiante al concepto de materia a la vez que tuvieran una interacción con un espacio de aprendizaje como el laboratorio para que pudieran poner en contexto y de forma más detallada los objetos recolectados por ellos mismos durante la salida exploratoria, pues al interactuar en este escenario se pueden comprender los conceptos e ideas ligando la teoría y la práctica, se motiva hacia el aprendizaje generando actitudes positivas en los estudiantes y se adquiere autonomía en el momento de realizar la investigación de forma práctica.

***Medición de masa y volumen.***

En esta actividad los estudiantes pudieron interactuar de forma más dinámica con los equipos de laboratorio, teniendo presente que todo lo que nos rodea es materia y por eso es susceptible de ser medida en diferentes proporciones de acuerdo a sus características físicas y aspectos cualitativos que le confieren a la materia propiedades únicas como son la densidad a partir de aspectos generales como son la masa y el volumen.

En vista de que en esta etapa (exploratoria) se buscó la motivación, el acercamiento al concepto de materia desde una mirada macro e identificación de todo lo que nos rodea, se propuso una actividad que lejos de ser de absoluto dominio por parte del estudiante, lo que se busca es la interacción en un nuevo escenario que brinda fortalezas para el aprendizaje y el conocimiento, donde se pueda abrir un espectro a las expectativas de ellos y apuntar al interés por la investigación y por ende al fortalecimiento de las HPC a medida que van interactuando con conocimientos y metodologías científicas (Tenreiro-Vieira & Marques, 2006). Conforme a que la intención radico en la motivación, esta actividad estuvo mediada por la orientación del docente, dejando poco para el trabajo de construcción propio del estudiante, pues lo que se esperaba era que tuvieran unos conocimientos básicos para poder tener unas habilidades de pensamiento relacionadas con la inferencia, que se denominan hipótesis explicativas las cuales pueden favorecer a los estudiantes en el momento que se abordara la introducción de conceptos, o sea, la segunda etapa de la UD propuesta, para que ellos se apropien de forma que faciliten la identificación de las características que definen el concepto de materia.

**Facultad de Educación**
**Actividad experimental: identificación de la composición de la materia.**

Antes de empezar con la actividad, el docente hizo claridad sobre las clases de sustancias más recurrentes en el medio, haciendo algunas analogías cotidianas y comunes, además de una breve explicación entre las diferencias de sustancias puras, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas, con el fin de darle ideas a los estudiantes en el momento que tuvieran la oportunidad de hacer la clasificación por ellos mismos, teniendo presente lo comprendido y la forma como cada uno relaciona las sustancias en su cotidianidad con el concepto de materia. Para ello se les pidió que sus observaciones las registraran en una tabla en la guía de cada uno de los estudiantes como la que aparece a continuación:

| CLASE DE SUSTANCIA | SUSTANCIA PURA | MEZCLA HOMOGÉNEA | MEZCLA HETEROGÉNEA |
|--------------------|----------------|------------------|--------------------|
| Agua               |                |                  |                    |
| Jugo               |                |                  |                    |
| Leche              |                |                  |                    |
| Agua y Hielo       |                |                  |                    |
| Alcohol y agua     |                |                  |                    |
| Aluminio           |                |                  |                    |
| Zinc               |                |                  |                    |
| Agua y aceite      |                |                  |                    |

Figura 9. Cuadro de observación de diferentes sustancias de la guía didáctica del Estudiante E4

En vista de que cada uno de los estudiantes registró información similar en cada una de sus respectivas guías, se relacionaron las respuestas sobre la identificación de la composición de la materia en una sola tabla como se muestra a continuación:

**Facultad de Educación**  
**Tabla 13**

*Sistematización sobre las respuestas seleccionadas por los estudiantes*

| Clase de sustancia | Sustancia pura | Mezcla homogénea | Mezcla heterogénea |
|--------------------|----------------|------------------|--------------------|
| Agua               | E1,E2,E3,E4,E5 |                  |                    |
| Jugo               |                | E1,E2,E3,E4,E5   | E1,E2,E3,E4,E5     |
| Leche              |                | E1,E2,E3,E4,E5   |                    |
| Agua y Hielo       |                |                  | E1,E2,E3,E4,E5     |
| Alcohol y agua     |                | E1,E2,E3,E4,E5   |                    |
| Aluminio           | E1,E2,E3,E4,E5 |                  |                    |
| Zinc               | E1,E2,E3,E4,E5 |                  |                    |
| Agua y aceite      |                |                  | E1,E2,E3,E4,E5     |

*Análisis.*

Se pudo notar que los estudiantes en casi todos los casos respondieron correctamente sobre la naturaleza de las sustancias, claro está, que en ello influyó el hecho de que hubo cooperación entre ellos para resolver la actividad en cuestión (Véase Tabla 13), aclarándose dudas, discutiendo, confrontando sus puntos de vista y obteniendo una conclusión en conjunto.

Cabe resaltar que el trabajo en equipo es propio de las actividades experimentales, pues permite a cada estudiante aprender a integrarse en un colectivo, compartir las ocupaciones, coordinar los esfuerzos, encontrar vías para solucionar problemas y ejercer responsabilidades (Sanmartí, 1997). Sin embargo, se pudo notar claramente que como equipo (E1, E2, E3, E4, E5) presentaron dudas y ambigüedad sobre la clasificación de la sustancia: “jugo”. En este punto, se buscó que evaluaran las sustancias presentadas, haciéndose evidente la **HPC3**, puesto que los estudiantes valoraron las representaciones con sus propios criterios, haciendo una relación directa de sus juicios, ya fueran reales o supuestos para llegar a una conclusión razonable.

**Facultad de Educación**

***Experiencia del laboratorio demostrativa: observación de los cambios de estado del agua.***

Esta actividad, como su nombre lo indica, fue orientada por parte del docente, mientras que los estudiantes servían de participantes-observadores y respondiendo preguntas claves que se les formulaban para mantener la atención y la percepción de cada detalle, aunque los estudiantes no actuaron directamente en la elaboración de la experiencia si tuvieron la oportunidad de observar detalladamente los cambios de fases que se iban presentando a medida que avanzaba la experiencia.

Posterior a la actividad se les pidió que llenaran unos espacios de unas imágenes en la guía de los estudiantes, donde depositaran en ellos los conocimientos adquiridos y lo percibido, tal como se muestra a continuación, Figuras 10 y 11, respectivamente:

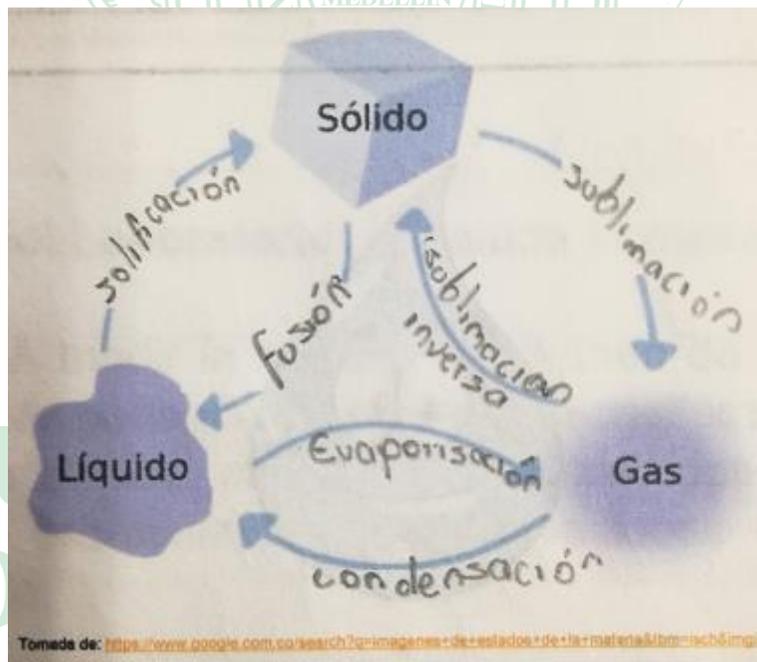


Figura 10. Diagrama sobre el reconocimiento de los estados de agregación de la materia, guía didáctica del Estudiante E2.



## Facultad de Educación

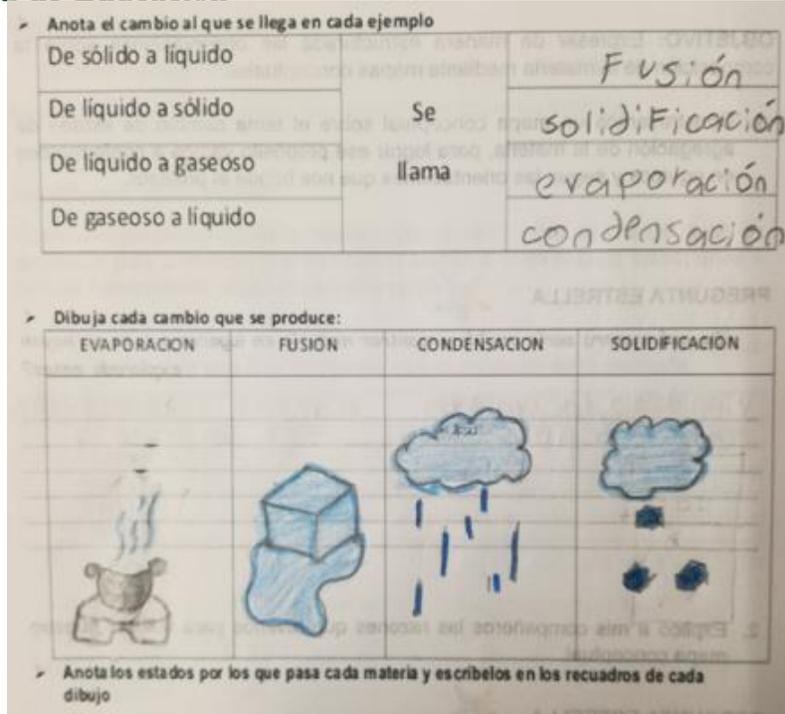


Figura 11. Cuadro de los estados de agregación de las sustancias, guía didáctica del Estudiante E5.

A partir de lo depositado por los estudiantes en sus respectivas guías se elaboraron unas redes sistémicas que recogen las ideas centrales de los estudiantes, donde predominada la idea de los estados de agregación de la materia y sus respectivos cambios, así como la capacidad de los estudiantes por condensar una idea clara y precisa de lo acontecido durante la experiencia. De este modo, se elaboró una red sistémica por cada una de las actividades desarrolladas por los estudiantes, quedando de la siguiente forma, Figuras 12 y 13, respectivamente:

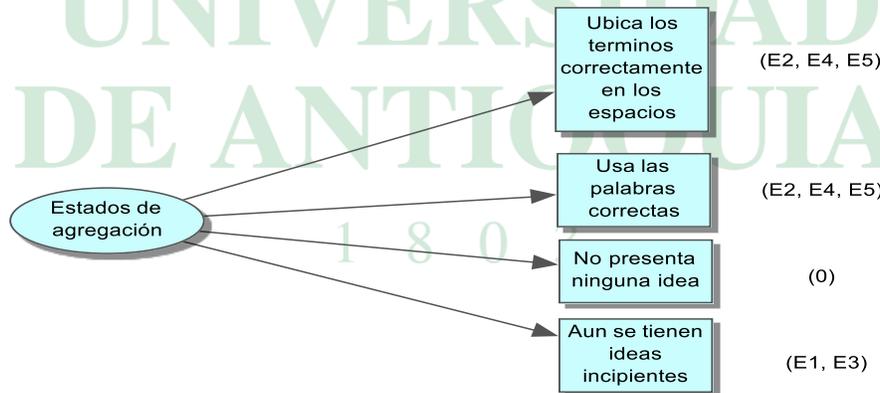


Figura 12. Red sistémica sobre el diagrama de reconocimiento de los estados de agregación de la materia (Guía didáctica del estudiante).

## Facultad de Educación

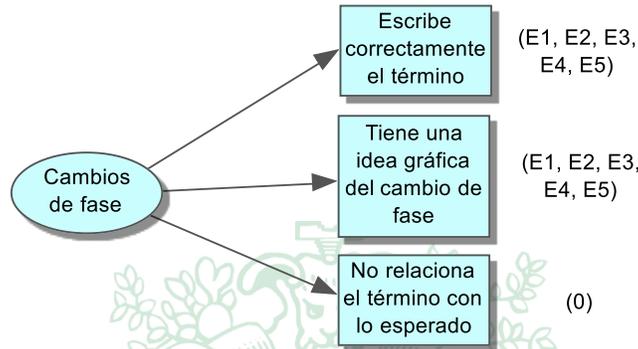


Figura 13. Red sistémica sobre el cuadro de registro sobre los estados de agregación de la materia (Guía didáctica del estudiante)

### Análisis.

En la red sistémica (Figura 12) sobre el diagrama de reconocimiento de los estados de agregación de la materia, se percibió que los estudiantes E2, E4 y E5 tuvieron más claridad sobre los nombres de los cambios de los estados de agregación de las sustancias, ubicando los nombres correctos en los espacios correspondientes. En este punto los estudiantes demuestran **HPC2** y **HPC4**, puesto que a partir de la observación relacionan los cambios de estado de agregación de la materia y los identifican a partir de los conceptos previos con lo que les plantea el docente durante la experiencia, permitiéndoles obtener conclusiones propias que expresan de manera escrita en la guía. En contraste, los estudiantes E1 y E3 en esta actividad denotaron ideas incipientes, dejando espacios sin llenar, no por el hecho necesariamente que no tuvieran suficiente claridad sobre el concepto, puesto que en la red sistémica (Figura 13) se dice que estos estudiantes plasmaron sus ideas con suficiente claridad durante los cambios de fase que se desprende de la clasificación de los estados de agregación durante el acercamiento al concepto de materia, sino que quizá se vieron desconcentrados por alguna razón y no se puede decir que alguien es un buen pensador crítico sólo por tener esas habilidades cognitivas presentes en todo momento; pues solo hace falta que encuentre motivos para aprovecharlas en el momento indicado (López, 2012).

En la red sistémica (Figura 13) sobre el cuadro de registro sobre los estados de agregación de la materia, se denota que los estudiantes demostraron más claridad y precisión con la información suministrada, pues en este punto se les permitió trabajar más abiertamente, aunque

**Facultad de Educación**

individual, y con libertad de expresarse mediante gráficos que pudieran relacionar con los aspectos vistos por ellos mismos en otros momentos, de esta manera completaron la actividad con mayor coherencia. En este aspecto E1, E2, E3, E4 y E5 demostraron **HPC3 y HPC4**, puesto que cuando se realizó la experiencia demostrativa valoraron la credibilidad de los enunciados que se le facilitaba, describiendo con precisión lo que en el diagrama anterior resultó ser confuso para algunos estudiantes, mientras que en este diagrama identificaron los elementos necesarios para llegar a una conjetura a partir de las descripciones dadas por el docente.

***Apreciaciones generales sobre la primera etapa.***

La HPC más evidente entre los estudiantes fue la inferencia (**HPC4**), seguida de la interpretación (**HPC1**), análisis (**HPC2**) y evaluación (**HPC3**); puesto que a pesar de ser una fase exploratoria de la UD donde se proponen actividades orientadas a promover que los estudiantes identifiquen el problema o temática objeto de estudio y formulen sus propios puntos de vista e hipótesis (Sanmartí, 1997), se demuestra que ellos son capaces de asegurar los elementos necesarios para sacar conclusiones sobre las actividades desarrolladas, e ir más allá de sólo la comprensión e identificación de la temática a desarrollar (Facione, 2007), llegando a entender lo que se les plantea como son las propiedades de la materia y los cambios de estado de agregación de la misma, motivándolos de tal manera que los mismos estudiantes formulen preguntas, interactúen con sus compañeros, con el docente y quieran ir más allá de lo planteado, participando activamente durante todo el proceso, disfrutando los espacios y métodos de enseñanza propuestos, facilitando el proceso de aprendizaje llegando a promover en los estudiantes el planteamiento de situaciones problema por sí mismos, a partir de las ideas adquiridas, de las destrezas desarrolladas y las actitudes de los estudiantes (Gil, y otros, 1999).

Tanto así, que son capaces de valorar por sí mismos su participación y concepción durante el proceso, o sea, adquieren cierto nivel de pericia a la hora de autocalificarse, de autovalorar su desempeño, su nivel de apropiación, siendo más críticos consigo mismos, y adquiriendo la HPC de autorregularse, lo que se puede evidenciar mediante el uso de la rúbrica, donde los estudiantes evalúan su nivel de apropiación y dominio cualitativo, sobrepasando la intimidación por una valoración numérica, estableciendo la capacidad de entender por sí mismos cuáles son sus

**Facultad de Educación**

fortalezas y aspectos para mejorar con el objetivo avanzar a un nivel superior en su proceso de aprendizaje (Díaz-Barriga, 2006).

**Tabla 14**

*Categorías de la primera etapa*

| <b>Categoría a priori</b> | <b>Categoría emergente</b>   |
|---------------------------|--|
| Inferencia (HPC4)         | Acercamiento al concepto de materia<br>Motivación<br>Identificación de los estados de agregación |

**Segunda etapa: introducción de conceptos, procedimientos o modelización.**
**Tabla 15**

*Actividades de la segunda etapa de la UD.*

| <b>Actividades</b>   |
|--|
| 1. Elaboración por equipos de un mapa conceptual sobre estados de agregación de la materia.  |
| 2. Reconocimiento de sustancias puras, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.  |
| 3. Aplicación de la rúbrica 2.   |
| 4. Visita al laboratorio de biología, dirigida por el docente: Concepto de materia, masa molecular a nivel atómico, observación en el microscopio. |
| 5. Lectura de la materia y los materiales.   |

**Facultad de Educación**  
**Elaboración por equipos de un mapa conceptual sobre estados de agregación de la materia.**

Esta actividad pretendía que los estudiantes organizaran el conocimiento adquirido en la etapa anterior haciendo uso de las estrategias de aprendizaje de mapas conceptuales y aprendizaje colaborativo.



Figura 14. Mapas conceptuales elaborados en equipo por los estudiantes.

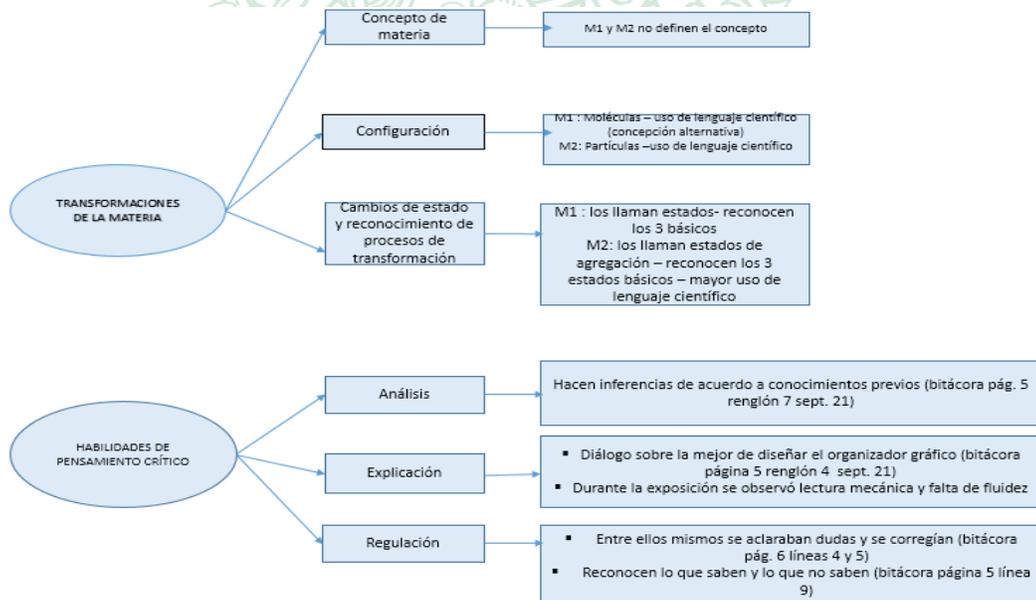


Figura 15.Red sistémica sobre los mapas conceptuales.

**Facultad de Educación**  
*Análisis.*

En esta etapa del Ciclo de Aprendizaje se pretendían favorecer nuevos aspectos del tema de estudio, definición de conceptos y establecer relaciones entre los conocimientos previos y los adquiridos. Entonces resulta que, a través de sus respuestas, se observó que los estudiantes ya tenían claridad frente a términos del tema que se estaba desarrollando, habían tenido acercamientos hacia generalidades y amplitud del mismo.

Por tal razón, se utilizó el mapa conceptual como una estrategia en el aprendizaje de ciencias, según Campanario, favorecen el aprendizaje significativo; además establecen dependencias, similitudes y diferencias entre conceptos (Campanario, 2000)

En la parte conceptual, como tal, reconocieron que la materia tiene una conformación o composición, en el M1 lo llaman “moléculas” y en el M2 “partículas”, lo cual quiere decir, según Campanario (2000) que estaban explorando en lo que sabían y en el trabajo en grupo que permite la comunicación entre ellos, a partir de una situación de aprendizaje, generando conflictos cognitivos, que movilizaron sus estructuras de pensamiento; además, en su diálogo, mientras elaboraban los mapas se argumentaban razones para nombrar y establecer relaciones entre los tres estados básicos que se mencionan (Véase Anexo M, Bitácora p. 5). Es así como se puede hablar sobre la HPC2 por la identificación de los estados básicos de la materia para poder llegar a lo solicitado por el docente, que son los cambios de estado de agregación.

Se puede hablar de **HPC6**, como se evidencia por ejemplo en el M1 en el cual los estudiantes construyen el mapa dándole estructura a través del uso de conectores que permiten establecer relaciones, además porque confirmaron, cuestionaron y validaron sus propios razonamientos y los resultados que fueron obteniendo en el organizador gráfico (Facione 2007). La regulación, unida a la evaluación (**HPC3**), en este caso también coevaluación (Sanmartí 2007), es un planteamiento socio constructivista del aprendizaje que les permitió a los estudiantes identificar qué decían los demás, conocer sus puntos de vista, y además introducir cambios en su estructura conceptual, si así se requerían.

**Facultad de Educación**
***Reconocimiento de sustancias puras, mezclas homogéneas y mezclas heterogéneas.***

En esta actividad se presentó como una profundización de lo abordado previamente en el laboratorio de química, se les dio instrucciones respecto a la preparación de algunas mezclas en casa: limonada y gelatina, con la finalidad de darle un contexto cotidiano al tema, para que el aprendizaje fuera significativo. Después de esto, se les solicitó responder en sus respectivas cartillas el cuadro que se presenta a continuación:

| MATERIA | SUSTANCIA PURA     | MEZCLA HOMOGÉNEA   | MEZCLA HETEROGÉNEA |
|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Agua    | E1, E2, E3, E4, E5 |                    |                    |
| Azúcar  |                    | E1, E2, E3, E4, E5 |                    |
| Limón   |                    |                    | E1, E2, E3, E4, E5 |
| Hielo   | E2, E3, E4, E5     | E1                 |                    |

Figura 16. Clasificación de sustancias por parte de los estudiantes de acuerdo a las propiedades físicas.

**Análisis.**

Se les presentó ésta actividad a los estudiantes, orientada hacia **HP3** Es importante resaltar que en la etapa anterior habían tenido la práctica en el laboratorio de química en torno a la composición de la materia, y para profundizar en mezclas, se les propuso realizar en casa, entre ellas una limonada helada, socializando luego sobre cada uno de los ingredientes que utilizaron.

Es así, como Facione (2007) describe la **HPC3**, como es el caso del E1 quien es el único que consideró que el hielo era una mezcla homogénea, de igual modo, se sustenta como la valoración de un enunciado o representación, que en este caso fue también la preparación de la limonada, es decir, una experiencia del estudiante, que le permitió establecer una relación entre cada uno de los ingredientes con su clasificación, entre sustancia pura, mezcla homogénea y mezcla heterogénea.

También corresponde a **HPC3**, Facione (2007) porque los estudiantes debieron identificar los elementos necesarios en cada uno de los tipos de materia, considerando la información pertinente para sacar la conclusión que les permitió ubicarlas en la casilla correspondiente.



**Facultad de Educación**  
*Aplicación de la rúbrica 2.*

La aplicación de esta rúbrica pretendió que los estudiantes reflexionaran sobre su propio aprendizaje, respecto al concepto de la materia entorno a los criterios de la experiencia en el laboratorio de química, la comprensión de las prácticas desarrolladas y el de las propiedades de la materia.

| CRITERIOS   | ESTUDIANTES        | DESCRIPCIÓN  |
|---|--------------------|--|
| Reconocimiento de las propiedades generales de la materia | E1, E2, E3, E4, E5 | Reconocen las propiedades generales de la materia, con algunas confusiones.  |
| Acercamiento y uso apropiado del laboratorio de química   | E1, E2, E3, E4     | Usan adecuadamente equipos de laboratorio para identificar propiedades de las sustancias, con algunas confusiones. |
|   | E5                 | Los usa adecuadamente  |
| Comprensión de las prácticas desarrolladas                | E1, E2             | Han aprendido todo muy bien, con capacidad para orientar a los compañeros.   |
|   | E3, E4, E5         | Comprendieron, pero se confunden un poco.  |
|   |                    |  |
|   |                    |  |

Figura 17. Consolidado de la segunda rúbrica.

*Análisis.*

Esta rúbrica pretendía la evaluación de la actividad experimental en el laboratorio sobre el concepto de materia. Los resultados, se enfocan de manera específica al fortalecimiento de **HPC6** porque invita a los estudiantes a hacerse conscientes de lo que saben y lo que no saben.

En cuanto al reconocimiento de las propiedades generales de la materia, los cinco estudiantes manifestaron que, aunque las reconocían, aún tenían confusiones, por lo tanto, podían mejorar más. De manera similar, en el acercamiento y uso del laboratorio de química, cuatro de ellos reconocieron que pueden mejorar más; sólo el E5 expresó que lo hacía muy bien y estaba en capacidad de orientar a los compañeros.

**Facultad de Educación**

Por lo que se refiere a la comprensión de las prácticas desarrolladas, E1 y E2 escribieron que lo comprendieron todo y estaban en capacidad de orientar a compañeros. Por otro lado, E3, E4 y E5 manifestaron que, aunque comprendieron los objetivos de cada momento en el laboratorio, aún se confundían en algunas ocasiones.

Cabe resaltar que en este momento de la etapa dos de la UD y del ciclo, ningún estudiante se ubicó en los criterios de los niveles más básicos de la rúbrica: “me esfuerzo en hacerlo, pero aún tengo dudas o estoy dispuesto a aprender para nivelarme con los compañeros más aventajados”. Se puede interpretar que la ubicación de los estudiantes en este criterio es debido a que en la etapa uno del ciclo de la UD, tuvieron un acercamiento secuencial al concepto de materia y aplicación de diferentes procedimientos, entre ellos la práctica en el laboratorio, lo cual facilitó la evolución de su aprendizaje (Sanmartí, 1997)

Por otro lado, la elección de este criterio por parte de los estudiantes, refuerza el argumento de que la metodología, la disposición de diferentes materiales didácticos; así como el arte del enseñante, permiten orientar la enseñanza hacia las diferentes necesidades de los alumnos, haciendo un uso adecuado de los materiales didácticos (Sanmartí, 1997). En ese mismo contexto, Mazzitelli & Aparicio (2009) resaltan en cuanto a la importancia de las prácticas de enseñanza, que son factor esencial en el aprendizaje de los estudiantes, y que se deben adecuar a las necesidades e intereses de los mismos.

***Visita al laboratorio de biología, dirigida por el docente: Concepto de materia, masa molecular a nivel atómico, observación en el microscopio.***

Esta actividad pretendía acercar a los estudiantes a la observación de diferentes tipos de materia en los niveles microscópicos, además fomentar el aprendizaje colaborativo propio de la ID, así como el uso de lenguaje propio de las ciencias naturales.



Figura 18. E2 y E5 en el laboratorio de biología.

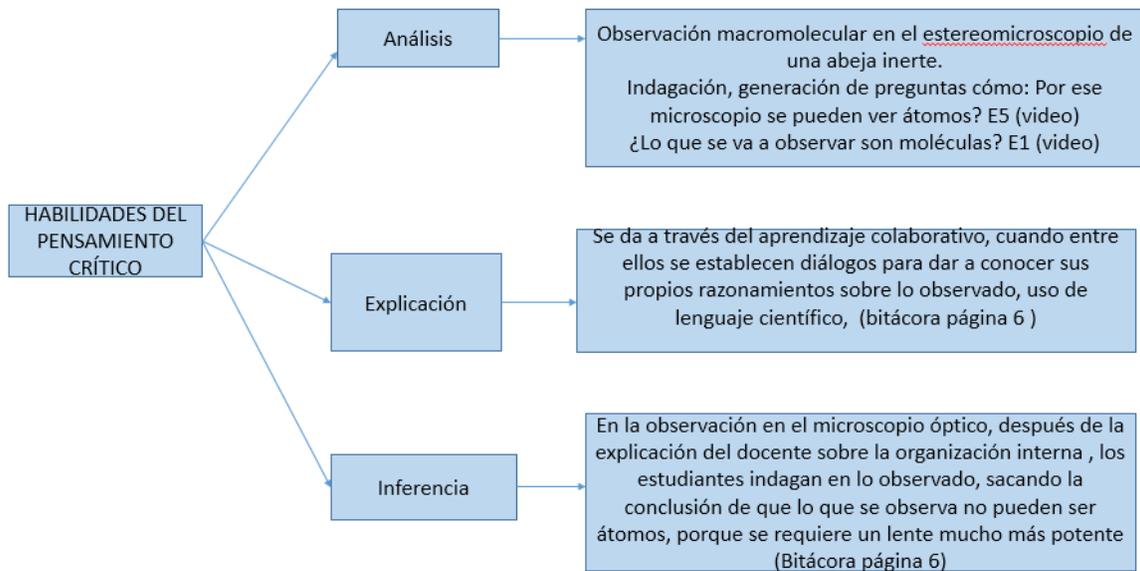


Figura 19. Red sistémica sobre la experiencia en el laboratorio de biología.

Análisis.

La actividad de práctica en el laboratorio de biología estaba enfocada hacia un acercamiento al nivel microscópico, partiendo desde la materia a nivel macroscópico. Desde el desempeño actitudinal de los estudiantes se pudo establecer que fue motivante visitar el laboratorio, especialmente los E1 y E5 generaron preguntas orientadas hacia un nuevo campo del conocimiento referido a las partículas más pequeñas que conforman la materia: “¿Cómo se



**Facultad de Educación**

llaman las partículas más pequeñas de la materia?”, “¿Con el microscopio se pueden ver los átomos?”, según bitácora (página 6-línea 22). La estructura de estas preguntas en estos estudiantes, pone de manifiesto procesos de comprensión conceptual y razonamientos sobre lo que saben y lo que quieren conocer.

Del mismo modo, estas preguntas orientan la **HPC3** porque ponen de manifiesto la calidad del pensamiento de los estudiantes y de los conocimientos que están adquiriendo; es importante destacar, que las preguntas van evolucionando después de recibir el andamiaje por parte del docente. La generación de preguntas da cuenta de procesos de **HPC2**, estableciendo relaciones entre las explicaciones que el docente les proporciona, y de **HPC4**, consideran la información y formulan hipótesis y conjeturas. Además, aumentan su interés y motivación en el tema abordado.

Para continuar, la **HPC5** se observó por la capacidad que tuvieron los estudiantes durante la actividad experimental de exponer los razonamientos propios de manera coherente y reflexiva (Facione, 2007), dicha actividad de laboratorio permitió el trabajo en equipo y la comunicación de pensamientos, opiniones y argumentos permanentes entre ellos, de esta manera se promovieron la discusión y el debate, mejorando la calidad del discurso y de la expresión oral en general, no sólo en el laboratorio; también en el aula de clase.

***Lectura de la materia y los materiales.***

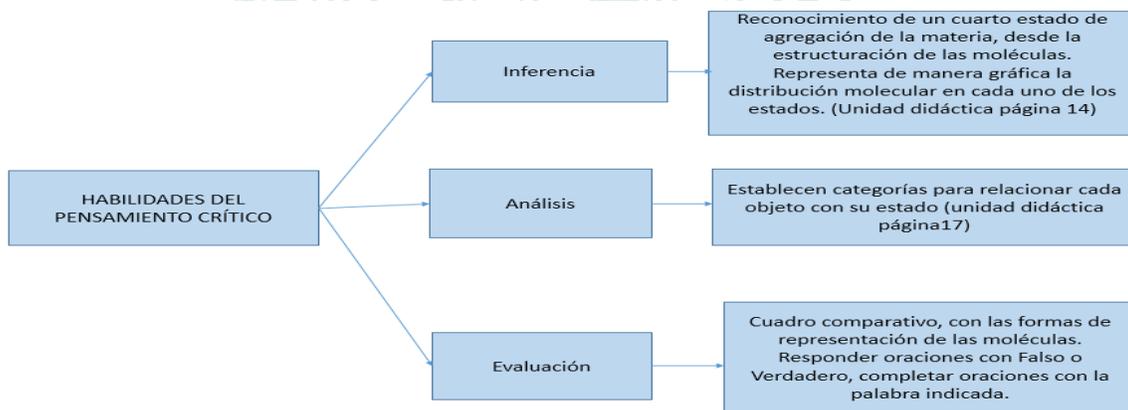


Figura 20. Red sistémica sobre las respuestas de la lectura de la materia y los materiales.



**Facultad de Educación**  
*Análisis.*

A partir de la aplicación de esta actividad, los estudiantes reconocieron un cuarto estado de agregación de la materia, reforzando lo planteado por Sanmartí (1997) sobre la importancia de la secuenciación de las actividades planteadas para facilitar que el estudiante construya activamente su conocimiento, partiendo de las situaciones más cotidianas y cercanas a él, para llegar a las más abstractas. Manifestaron la capacidad de inferir sobre la organización de las moléculas en cada uno de los estados de agregación de la materia, lo dibujaron en la cartilla de manera adecuada; así como también, establecieron relaciones entre la materia y el estado de agregación en el que se encuentra. Esta lectura tenía una actividad orientada hacia la **HPC3**, ya que permitió la valoración de la credibilidad de unos enunciados propuestos, así como la fortaleza lógica de las relaciones de inferencia al completar la palabra verdadera y correcta en cada oración para darle una estructura lógica y coherente.

A continuación, se presentan algunas imágenes correspondientes al desarrollo de esta actividad:

| Estado de agregación de la materia | Escribo como se distribuyen sus moléculas | Ejemplo            | Dibuja sus moléculas |
|------------------------------------|---|--------------------|----------------------|
| Plasma                             | Desordenadas y separadas                  | Sol                |                      |
| Sólido                             | Muy juntos                                | Hielo              |                      |
| Líquido                            | Separados pero con movimiento             | Río o quebrado mar |                      |
| Gaseoso                            | Totalmente dispersos y desordenados       | Vapor Helio        |                      |

Cuadro 2. Comparativo de los diferentes estados de agregación de la materia.

Figura 21. Cuadro comparativo sobre los diferentes estados de agregación de la materia de la guía didáctica del E2.



**Facultad de Educación**

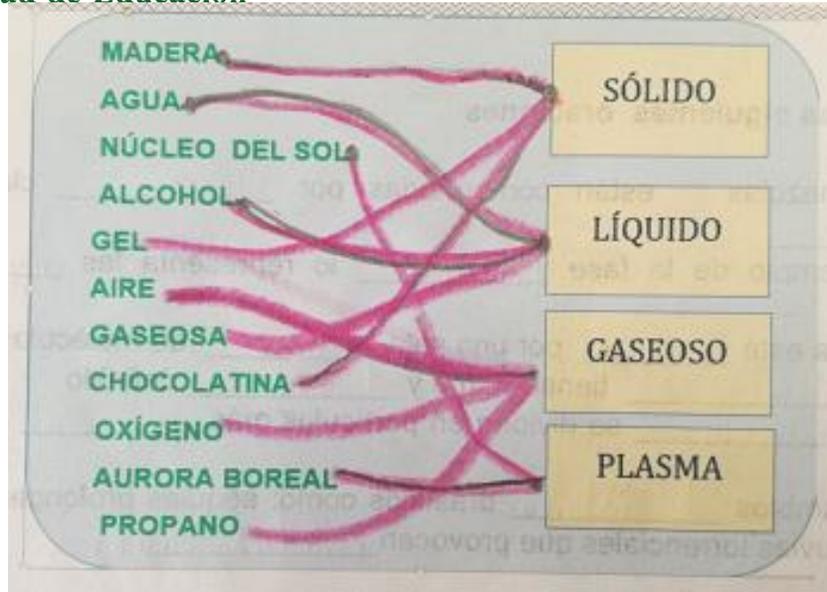


Figura 22. Relación de sustancia con el estado de agregación correspondiente de la materia guía didáctica del E2.

**Colocar (F) si la afirmación es falsa o (V) si es verdadera**

- 1) Los sólidos presentan moléculas con un mínimo de movimiento posible debido a que sus átomos se encuentran fuertemente unidos formando estructuras cristalinas (V)
- 2) En el plasma las moléculas se mueven lentamente (F)
- 3) Los gases tienen la particularidad de ocupar todo el recipiente (V)
- 4) Los líquidos tienen volumen definido pero no forma (V)
- 5) Las mezclas están conformadas por diferentes clases de moléculas (V)

Figura 23. Actividad de Falso o Verdadero de la guía didáctica del E2.

- 6) Las mezclas están conformadas por varias clases de sustancias
- 7) Un ejemplo de la fase plasma lo representa las auroras boreales
- 8) El agua está formada por una sola clase de moléculas
- 9) Los átomos tienen forma y tamaño definido
- 10) Las moléculas se dividen en partículas más pequeñas llamadas átomos
- 11) Los cambios de estado drásticos como: sequías prolongadas, olas de calor y lluvias torrenciales que provocan cambios climáticos

Figura 24. Actividad de completación de las oraciones de la guía didáctica del estudiante E2.



**Facultad de Educación**

***Apreciaciones generales sobre la segunda etapa.***

En esta etapa se les presentaron a los estudiantes diferentes propuestas metodológicas que invitaran al trabajo en equipo, con el propósito de que obtuvieran una mirada diferente, teniendo en cuenta los puntos de vista de sus compañeros; además fue fundamental iniciar la etapa con la interacción con situaciones concretas y de su cotidianidad, debido a que éstas le daban una secuencia ascendente al desarrollo del aprendizaje. La visita al laboratorio de biología fue una experiencia que les permitió acercarse al nivel microscópico de la materia desde una forma concreta, vivencial y activa; todo lo anterior contribuyó para que los estudiantes llegaran a la elaboración de aspectos más abstractos como los propuestos en la lectura y las actividades de comprensión lectora, que contenían implícitamente la HPC3, puesto que llevaban a la valoración de lo aprendido, la práctica en el laboratorio movilizand o conocimientos y experiencias; así como estableciendo relaciones mentales entre todos los conceptos desarrollados hasta el momento.

**Tabla 16**

*Categorías de la segunda etapa*

| <b>Categoría a priori</b> | <b>Categoría emergente</b>   |
|---------------------------|--|
| Evaluación (HP3)          | Estrategias de enseñanza (Trabajo colaborativo y cooperativo)<br>Comprensión del concepto de materia (macro-micro) |

**Tercera etapa: estructuración del conocimiento**

Con esta etapa se pretendía ayudar al estudiante a construir el conocimiento como consecuencia de la interacción de la ID, el Ciclo de Aprendizaje, el trabajo cooperativo y el ajuste personal a través de las siguientes actividades.

**Facultad de Educación**

**Tabla 17**

*Actividades de la tercera etapa de la UD.*

**Actividades**

1. Video sobre los modelos atómicos, “Historia del átomo”
2. Trabajo en internet usando aplicación flash: “formemos átomos”
3. Realización de mapa conceptual para explicar el concepto del átomo.
4. Aplicación de evaluación individual realizando un cuadro comparativo.
5. Lectura sobre el calentamiento global – orientación CTSA.

***Actividad del video sobre los modelos atómicos, “Historia del átomo”***

La sistematización se basó en un componente de notas de campo (videos), sobre los modelos atómicos abordados en la UD (Tabla 18), para lo cual se utilizó la siguiente codificación: para los participantes, la antes mencionada, para la percepción conceptual (PCO), trabajo cooperativo (TC) y cuestionamiento (C).

**Tabla 18**

*Consolidado de los videos y socialización de modelos atómicos*

| <b>Estudiante</b> | <b>Percepción conceptual</b>                                   | <b>Trabajo cooperativo</b>                                  | <b>Cuestionamiento</b>   |
|-------------------|--|---|--|
| <b>E1</b>         | No manifestada verbalmente, se dedica a observar y escuchar    | Se limita a escuchar a sus pares y docente.                 | No observado durante la actividad  |
| <b>E2</b>         | valida la posibilidad de otros teóricos sobre modelos atómicos | Apoya la idea de sus pares, plantea situaciones de dialogo. | “¿Profe sólo esos son los únicos que descubrieron, pues la materia, los...?” |
| <b>E3</b>         | No manifiesta aporte conceptual                                | Asiste observa pero es pasivo                               | No evidencia cuestionamientos  |
| <b>E4</b>         | No expresada   | Participación pasiva,                                       | No manifiesta ningún   |

## Facultad de Educación

|           |   |   |  |
|-----------|---|---|--|
|           |   | escucha y respeta las opiniones de los demás                                | cuestionamiento.   |
| <b>E5</b> | Intervención sobre la temática con propiedad, relaciona la cronología con autores de modelos atómicos | Intervención donde se manifiesta la participación activa “Representaciones” | “¿Em si Thomson he ubiera hecho eso años más antes, hubiera habido otros?” |

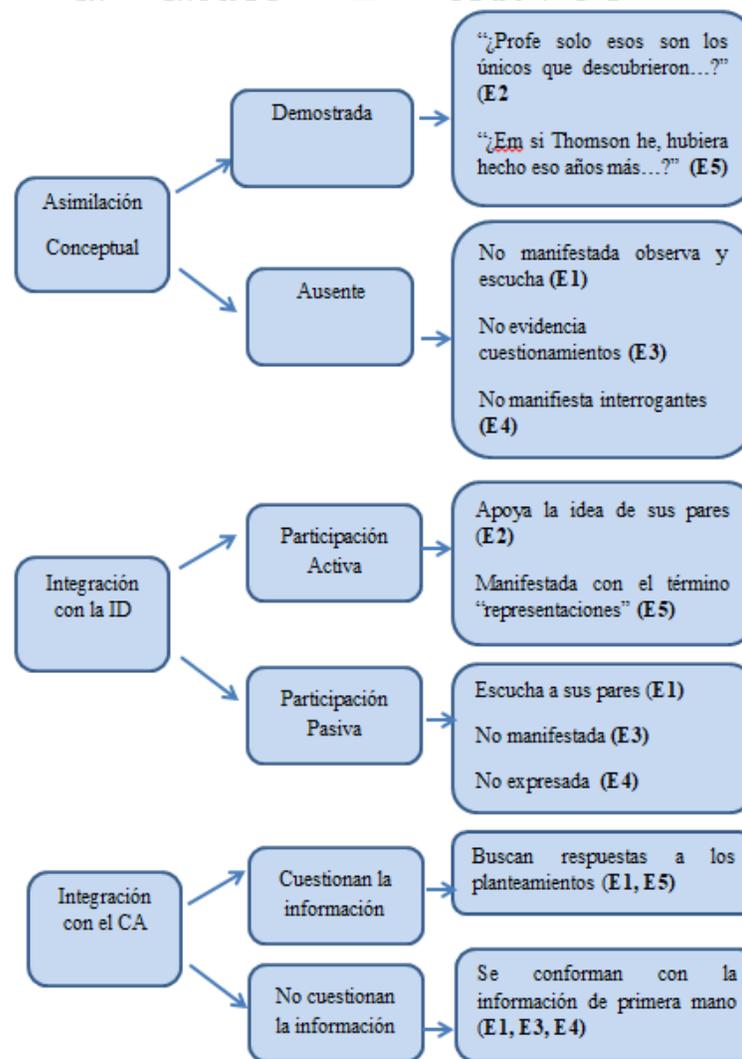


Figura 25. Red sistémica sobre el análisis de los videos y socialización de modelos atómicos

**Facultad de Educación**

Mediante esta actividad los participantes evidencian desde la ID y el Ciclo de Aprendizaje la (PCO), el (TC) y la capacidad de cuestionamiento (C), al integrar el aprendizaje de los conceptos con el debido apoyo y espacios para la reflexión Gil y otros, (1999) citados en Moya, Chaves, & Castillo, (2011, p. 121).

*Análisis.*

De la actividad se observa que los participantes **E2 y E5** tienen en común la capacidad de expresión, referida a la (POC), al momento de intervenir, al analizar, reflexionar y validar la información presentada; además del fortalecimiento entre pares en el momento del (TC) manifestado por el participante **E2**, al apoyar la ideal del **E5** en intervenir haciendo uso del cuestionamiento para validar la información suministrada “¿Em si Thomson he hubiera hecho eso años más antes, hubiera habido otros?” posterior la **E2** interviene y expresa “¿Profe sólo esos son los únicos que descubrieron, pues la materia, los...?”. Ambos participantes evidencian su capacidad de (C). Momentos en que “el aprendizaje de las ciencias se concibe como un cambio conceptual, metodológico y actitudinal, una integración de la teoría, la práctica y los problemas en un proceso único de construcción de conceptos científicos” Gil, y otros, (1999, p. 317).

En el caso de los participantes **E1, E3 y E4**, participan de las actividades de forma pasiva, sin intervenciones directas evidentes; no obstante, puede catalogarse que no hayan asimilado apropiación conceptual. Debido a que algunos de los participantes presentan pasos importantes que le permiten afrontar la resolución de problemas.

De la anterior actividad se concluye que los estudiantes manifiestan diferentes ritmos de aprendizaje, como se logra evidenciar en el caso de los **E2 y E5**, quienes demostraron un mayor nivel de cuestionamiento, notorio en las expresiones de cada uno de ellos. Los demás participantes, aunque no demostraron participación activa, si lo hacen del modo pasivo. Es de resaltar que “*No se puede pretender que todos lleguen al mismo nivel de elaboración de los contenidos trabajados en el aula, pero sí se debe conseguir que todos progresen desde su punto de partida, y que el mayor número pueda tener éxito en la resolución de tareas*” (Sanmartí,1997).



**Facultad de Educación**

**Actividad Trabajo en internet usando aplicación flash: “formemos átomos”.**

Para esta actividad, se tomó como nota de campo, una de las fotografías en las que se observan a los E1, E2, E3 y E5, realizando la actividad interactiva en los portátiles de la sala de sistemas de la biblioteca de la Institución Educativa El Salado. Además, se toman como referencia para este análisis, como se mencionó en el capítulo de la metodología, los apuntes de la Bitácora de los investigadores.

*Análisis.*

Durante esta actividad, los estudiantes se confrontaron consigo mismos, en un proceso reflexivo que los llevó a la **HPC6**, como un proceso en el que valoraban qué tanto había aprendido hasta el momento, se cuestionaban y corregían sus propios resultados. De igual manera, se hizo evidente la **HPC4**, cuando consideraban la información arrojada por la aplicación flash para proceder a estructurar el átomo, teniendo en cuenta sus partículas subatómicas. En algunos momentos, preguntaban a los docentes que orientaban la actividad, expresaban conjeturas respecto a las representaciones que estaban observando en la pantalla del computador, y solicitaban guía para continuar.

Los E2 y E5, demuestran un ritmo más rápido de aprendizaje, terminando primero la actividad y de inmediato, por iniciativa propia, empiezan a orientar a los demás compañeros que aún no terminaban. (Véase Anexo M, página 7).



Figura 26. Actividad sobre la conformación de átomos por parte de los estudiantes en plataformas virtuales.

**Facultad de Educación**

**Actividad sobre la realización de mapa conceptual, para explicar el concepto del átomo.**

La finalidad de ésta actividad es aproximar a los participantes a la apropiación conceptual sobre el átomo; además que hicieran notarias las HPC propuestas por Facione (2007). Mediante la vinculación de la ID y el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí.

La sistematización se hace teniendo en cuenta los dos mapas conceptuales elaborados por los participantes; los mapas hacen parte del proceso investigo, con la caracterización de notas de campo, por ser registros en papel manuscrito (Fernández Lissette, 2006), p. 3; por tal motivo se consideran insumos importantes de la investigación que brindan información valiosa. Se hace necesario codificar de la siguiente forma: **MA1** (mapa1), **MA2** (mapa 2), y para las HPC se continua con la anterior referenciada, en el caso de la apropiación conceptual se designa **AC**; para el caso de la ID y para representar el trabajo cooperativo codifica con **TC**.



Figura 27. Mapas conceptuales sobre el concepto de átomo elaborados por los participantes.

Se consolidan los mapas conceptuales (Tabla 19) con el propósito de resaltar las HPC demostradas por los participantes, apropiación conceptual y el trabajo cooperativo, como elemento de la ID.



Facultad de Educación

Tabla 19

Consolidado de los mapas conceptuales sobre el concepto de átomo

| Mapas Conceptuales | HPC  | Apropiación conceptual   | Trabajo cooperativo   |
|--------------------|--|--|---|
| MA1                | Los participantes hacen uso de su PC, identifican elementos necesarios, sacan conclusiones y presentan resultados desprendidos de datos. | Demuestra secuencialidad en la estructuración, va de lo general a lo particular, aplica términos propios del lenguaje científico. <i>“Átomos conformados por partículas llamadas PROTONES neutrones electrones”</i>  | Construcción colectiva, demuestra toma de decisión, creatividad y valoración de aportes individuales. |
| MA2                | Presentan elementos acordes a sus interpretaciones, analizan, razonan y presentan resultados propios de forma reflexiva y coherente.     | Presenta secuencialidad, de lo general a lo particular, emplea lenguaje científico; <i>“Átomo Esta conformado por Partículas subatómicas Que son Energía + protones Energía x neutrones Energía – Electrones; además utiliza modelo representativo (Rutherford)”</i> | Trabajo en equipo, se nota diversa caligrafía, valoración de aportes y creatividad.                   |

En esta actividad los estudiantes ponen en escena la triada ID - Ciclo de Aprendizaje – HPC; para el primero, mediante procesos de comprensión conceptual de lo que saben. (Chin & Osborne, 2008), en segundo lugar a través de las actividades diseñadas por el docente, construyen conocimientos (Sanmartí, 1997), finalmente para el tercer componente descrito, porque demuestran capacidad al presentar resultados coherentes a partir de la reflexión (Facione, 2007).

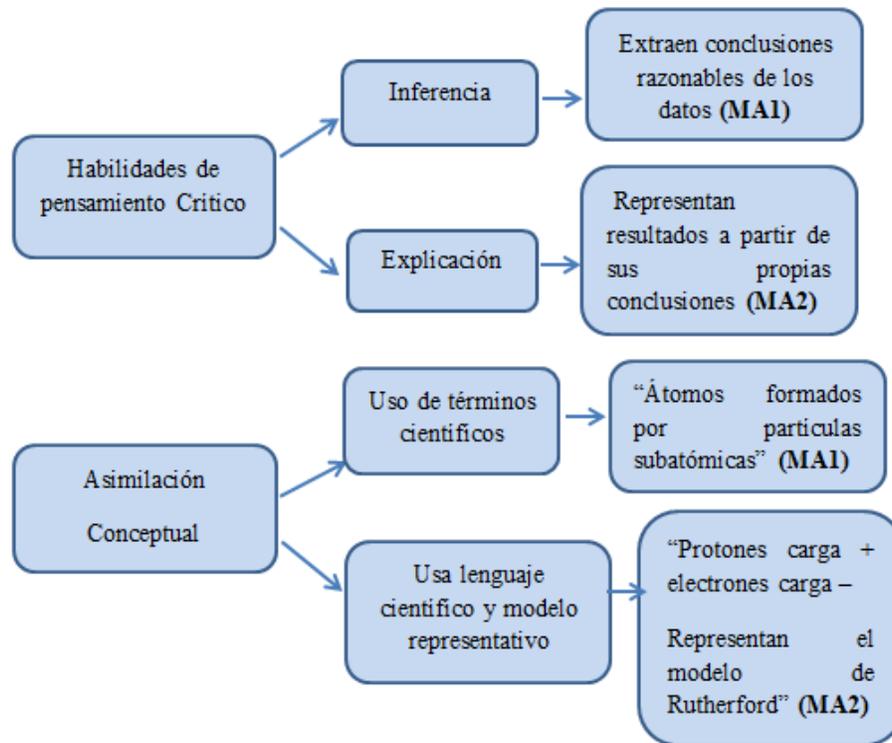


Figura 28. Red sistémica sobre el análisis de los mapas sobre el concepto de átomo.

### Análisis.

De la anterior red se observa como los participantes del **MA1** manifiestan de la **AC** una apropiación conceptual, elaboran el constructo empleando el lenguaje propio de las ciencias “Átomos conformados por partículas llamadas **PROTONES** neutrones electrones, según Jorba & Sanmartí (1994) “aplican los conceptos a ejercicios académicos para familiarizarse con el contenido introducido”; además hacen uso de la **HPC4** cuando usan elementos necesarios, de los cuales extraen conclusiones razonables de los datos abordados y los transforman en una herramienta metacognitiva (mapa conceptual) (Facione 2007); también demuestran desde la investigación aspectos fundamentales para este tipo de actividades, como lo es el **TC**.

En el **MA2** los estudiantes en el componente **AC** demuestran mayor comprensión, se evidencia con el lenguaje científico (Tabla 19 y Figura 28) explícito en su trabajo “Atomo Esta conformado por Partículas subatómicas Que son Energía + protones Energía x neutrones



**Facultad de Educación**

*EnerGía – ElElectrones” y la Figura que representa el modelo atómico de Rutherford.* Además, manifiestan su capacidad para representar resultados a partir del razonamiento propio, de forma ordenada y coherente, motivo por el cual evidencian la **HPC5** (Facione, 2007). Referente al **TC** al obtener un gran cumulo de información que los conduce a la producción de un aprendizaje. Para (Pozo & Gómez 1998), (Gil, y otros, 1999) y (Furió & Guisasola, 2001), todos plantean el hecho de que el proceso de ID debe ser guiado por el docente, y éste se debe de realizar mediante equipos cooperativos formados por los estudiantes en los que puedan contrastar su elaboración con la guía ofrecida por el docente.

Como conclusión del anterior análisis, se puede decir con relación a las **HPC** que los participantes demuestran con sus mapas conceptuales dos niveles de relevancia, al ubicarse en la **HPC4** y la **HPC5** según Facione (2007), producto de un **TC**, donde fue notorio el papel conducente del docente hacia la motivación para el trabajo en equipo por medio de la formulación de preguntas orientadoras a los estudiantes, que los llevan a contextualizar una situación específica y a la que le deben dar una respuesta (Jorba & Sanmartí, 1994). Lo anterior movilizó a los participantes en una **AC**, sobre el concepto de átomo de forma clara y coherente.

***Aplicación de evaluación individual realizando un cuadro comparativo.***

La sistematización se basó en los modelos atómicos abordados en la UD, para lo cual se utilizó la siguiente codificación: **M1-** Demócrito, **M2-** John Dalton, **M3-** J.J. Thompson, **M4-** Ernest Rutherford, **M5-** Niels Bohr. (Véase Anexo P).

En la Tabla 20 se establece una relación entre las observaciones realizadas por los estudiantes en su guía didáctica, respecto a esta actividad de modelos atómicos, y articulada con las HPC:

**Facultad de Educación**  
**Tabla 20**

*Unificación de las HPC de las estudiantes, demostradas en la actividad de los modelos atómicos*

| Modelos                                | M1             | M2             | M3     | M4         | M5         | Total de HPC demostradas por cada estudiante |
|--|----------------|----------------|--------|------------|------------|--|
| Atómicos planteados / estudiantes –HPC |                |                |        |            |            |  |
| HPC1                                   | E1, E2, E4, E5 | E1, E2, E3, E5 | E1, E5 | E1         |            | 11   |
| HPC2                                   |                |                |        |            |            | 0  |
| HPC3                                   |                | E4             | E2, E3 |            |            | 3  |
| HPC4                                   | E3             |                |        | E2, E4, E5 |            | 4  |
| HPC5                                   |                |                | E4     | E3         | E1, E2     | 4  |
| HPC6                                   |                |                |        |            | E3, E4, E5 | 3  |

*Análisis.*

Con el cuadro comparativo se pretendía evaluar a los estudiantes sobre la actividad del átomo, como constituyente fundamental de la materia; teniendo en cuenta las características de los modelos atómicos propuestos. Se pretendió que fueran autónomos, observadores, emotivos, que demostraran interés por el tema, analizaran situaciones, recopilaran información, aclararán y emplearán conceptos propios del lenguaje científico y de las ciencias naturales, identificando aspectos importantes, y evaluación de ideas de forma efectiva.

Con antelación a la realización del cuadro comparativo, se desarrollaron dos actividades, entre las cuales estuvo la proyección de un video educativo sobre los modelos atómicos y posterior a éste, los estudiantes interactuaron en una plataforma, con aplicación flash, en donde tuvieron la posibilidad de formar diferentes átomos, reconociendo las partículas subatómicas: protones, electrones y neutrones que los conformaban, de acuerdo al número dado.



**Facultad de Educación**

En el **M1**, los estudiantes E1, E2, E4 y E5 comprendieron y expresaron el significado planteado por el autor al referir que en este modelo atómico se expuso que “*las cosas vivas e inertes, tenían algo en común, muy pequeño llamado átomo*”; planteamiento que los ubica en **HPC1**. En el caso del E3, hace uso del pensamiento razonado y dirigido hacia un objetivo, es un pensamiento que busca la solución de problemas, formulando inferencias y toma de decisiones Halpern (2006), se hace notorio en el estudiante, cuando se refiere a la infinidad de partículas subatómicas que se requieren para formar los objetos, conclusión razonable para ubicarlo en **HPC3**.

Para el **M2** la habilidad demostrada por los estudiantes E1, E2, E3 y E5 es la **HPC1**, debido a que la expresaron partiendo de la comprensión expuesta del modelo abordado, y a su vez, demostraron un pensamiento reflexivo, activo, persistente y cuidadoso de una creencia fundamentada en la que se apoyaron (Dewey, 1906). El estudiante **E4** presentó conclusiones razonables, hizo generalizaciones, formuló su hipótesis y reformuló a modo personal su argumento de forma sólida, por lo anterior y teniendo como referente a Piette (1988), dicho estudiante se ubicó en **HPC3**.

En el modelo atómico **M3** se vieron representadas tres habilidades del PC, para el E1 y el E5: **HPC1**, E2 y E3: **HPC3** y E4: **HPC5**.

Para el modelo atómico **M4** el estudiante E1: **HPC1**, E2, E4 y E5: **HPC4**. El estudiante E3: **HPC5**, al hacer uso de su pensamiento al ser más introspectivo, al analizar y evaluar las ideas más efectivamente y al lograr mayor control de su aprendizaje (Paul & Elder, 2007). En el modelo atómico **M5**, los E1 y E2 evidencian la **HPC5** y los estudiantes E3, E4 y E5 se identifican con la: **HPC6**.

Se puede concluir con esta actividad, que la **HPC1** es la más relevante, seguida de **HPC4** Y **HPC5** y en menor medida **HPC3** Y **HPC6**.

El E1 inicia su recorrido en la **HPC1** y continúa en ella durante los modelos atómicos **M1**, **M2**, **M3**, **M4**, en el modelo atómico **M5**, se halla en la **HPC5**; demostrando progreso en su nivel de comprensión de acuerdo a las habilidades del PC, avance adquirido paso a paso a través del desarrollo de esta actividad de la tercera etapa de la UD. En este apartado, se pone en manifiesto que la ID y el PC, brindaron a los estudiantes las herramientas para el auto-aprendizaje, llegando

**Facultad de Educación**

a la premisa del aprender a aprender, generando autonomía y capacidad crítica. De ahí que, la relación entre la ID y el PC se fortalece y propicia en el estudiante la capacidad de mejorar su propio nivel de pensamiento, es decir, el PC aplicado a sí mismo. (Halpern, 1998)

En el caso del **E2**, en **M1** y **M2**, inicia con la **HPC1**, sin embargo, en **M3** da un avance en su PC acercándose a la **HPC3**, en el **M4**, su nivel cognitivo se aborda en **HPC4** y para el **M5** se encuentra en la **HPC5**, reflejando con este estudio que el PC es necesario en todos los ambientes de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes ser más introspectivos, analizando y evaluando ideas más efectivamente y logrando mayor control sobre sus aprendizajes (Paul & Elder, 2005).

***Lectura sobre calentamiento global –orientación CTSA.***

Inicialmente, se les presentó a los estudiantes un video sobre el calentamiento global, se socializaron algunos aspectos, en el momento que alguno hacía una intervención al respecto. Posteriormente, realizaron la lectura de la cartilla sobre el tema mencionado, y respondieron por escrito, preguntas al respecto, tanto de nivel comprensivo como propositivo y de inferencia.

***Analisis.***

Para analizar la comprensión de la lectura sobre el calentamiento global, se parte de las respuestas aportadas por cada uno de los estudiantes en sus guías, teniendo presente la siguiente codificación: **CG** (calentamiento global) **P1** (pregunta 1), **P2** (pregunta 2), **P3** (pregunta 3), **P4** (pregunta 4) y **P5** (pregunta 5).



Facultad de Educación

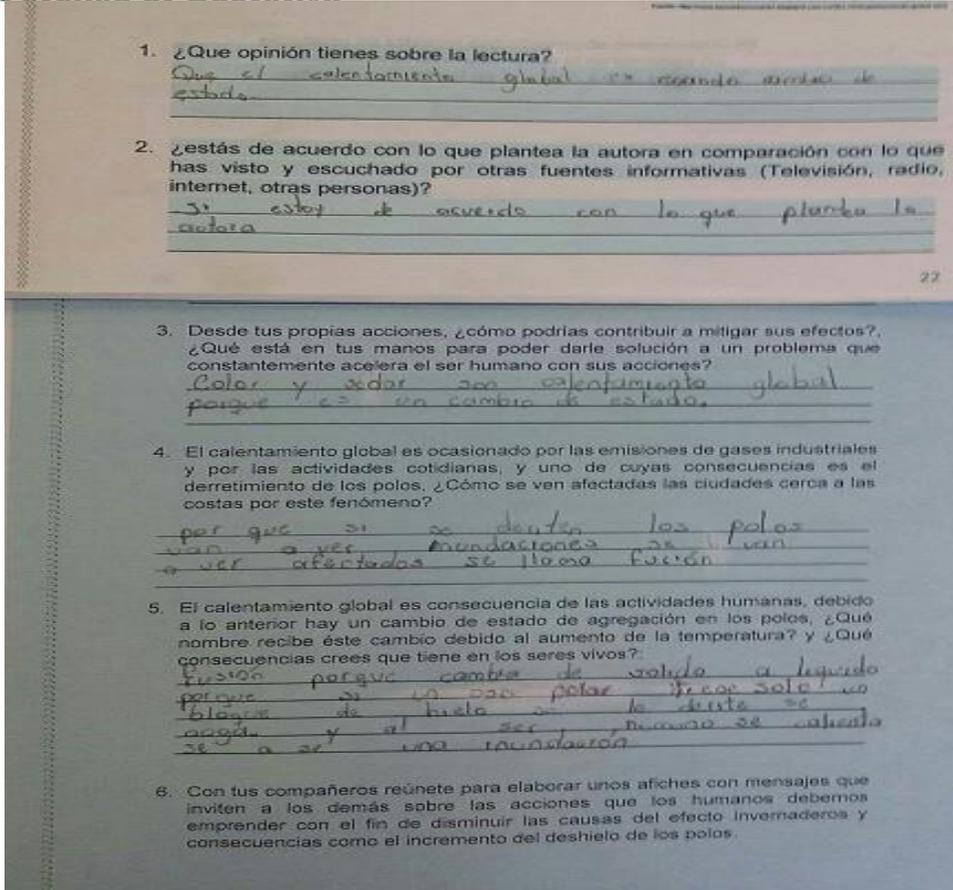


Figura 29. Respuestas a las preguntas de la lectura de la guía del E2 sobre el calentamiento global. Página 23.

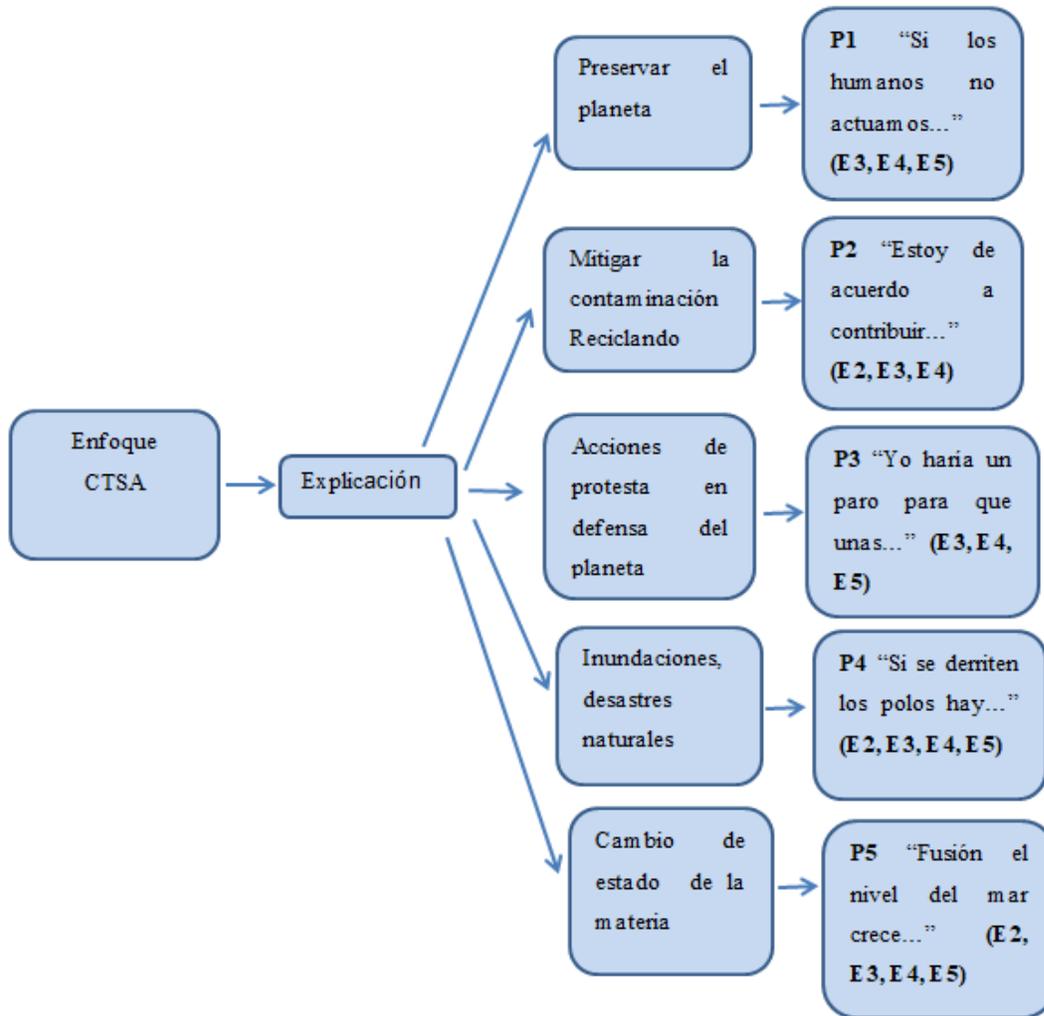


Figura 30. Red sistémica sobre el componente CTSA.

Desde la orientación CTSA, demostraron actitudes de interés hacia las diversas implicaciones socio-ambientales; además se observó en ellos la toma de decisiones, la resolución de problemas y sobre todo el trabajo cooperativo en procura de un bien común (Jimenez-Tenorio & Oliva, 2016); que fue evidente al correlacionar sus apreciaciones en cada una de las preguntas.

Del anterior diagrama se concluye que la HPC demostrada por la mayoría de los estudiantes fue la **HPC5**, se hizo notoria en las conclusiones generalizadas entre ellos y las hipótesis expresadas en este apartado. Lo anterior, teniendo en cuenta las categorías propuestas



**Facultad de Educación**

por Piette (1998), también hizo se evidenció la **HPC3** por la capacidad de evaluar las informaciones y obtener conclusiones apropiadas, es decir, realizaron generalizaciones, infirieron información de la situación planteada, formularon sus propias hipótesis, generaron y reformularon de manera personal una argumentación sobre el planteamiento propuesto.

***Apreciaciones generales de la tercera etapa.***

De las actividades realizadas por los participantes durante la etapa de estructuración y síntesis de nuevos conocimientos, se observa como la ID y el Ciclo de Aprendizaje implementado, conducen a los estudiantes a procesos de PC como: interpretación, evaluación, inferencia, explicación y autorregulación (Facione, 2007), de las cuales la más notoria fue la **HPC1**, seguida de la **HPC5** y **HPC4** y menos observable en la **HPC6**, la cual representa un mayor nivel de comprensión según la categorización del autor antes mencionado; además facilitan la discusión y apropiación del conocimiento (Solbes & Torres, 2013), demostrados por ellos en sus diferentes constructos, a manera de ejemplo la construcción del mapa conceptual sobre el concepto átomo, donde no solo demuestran apropiación conceptual, sino lenguaje científico coherencia.

También vale la pena resaltar su motivación, integración, generación de cuestionamiento y trabajo cooperativo, como lo demuestran en la actividad de trabajo en internet usando aplicación flash: “formemos átomos” donde previamente se les habló de la tabla periódica de los elementos, de los átomos iguales que son los que conforman los elementos. Sin embargo, surge la pregunta de uno de los participantes sobre ¿si dentro de los átomos hay otros átomos? a lo cual se les responde que no, y se mencionan las partículas subatómicas.

Cada estudiante en su computador, realiza la actividad virtual de construcción de átomos. Al principio se familiarizan con la herramienta y unos con otros se explican, el **E2** y **E5** toman delantera en la actividad y guían a los demás compañeros, el último en terminar fue el **E4**. De acuerdo a (Jorba & Sanmartí, 1994), al abordar la ID y el Ciclo de Aprendizaje, donde se emplean dispositivos como en este caso el uso de herramienta tecnológica interactiva, se favorece la regulación continua en los aprendizajes en los estudiantes.

**Facultad de Educación**

Desde la orientación CTSA se ve claramente como los participantes se integran desde su PC a la resolución de interrogantes, a la unificación de criterios y a la toma de soluciones, como sucedió cuando manifestaron que una de las consecuencias del calentamiento global es la producción de “inundaciones”.

**Tabla 21**

*Categorías de la tercera etapa*

| <b>Categoría a priori</b>                | <b>Categoría emergente</b>   |
|--|--|
| Interpretación (HP1) - Explicación (HP5) | Interés por el área (Conceptos de interés)<br>Relación con la investigación (Preguntas de los estudiantes (Indagación))<br>Enfoque CTSA<br>Aprendizaje colaborativo (ID) |

**Cuarta etapa: Aplicación.**

**Tabla 22**

*Actividades de la cuarta etapa de la UD*

| <b>Actividades</b>   |
|--|
| 1. Respuesta a la pregunta estrella elegida o elaborada por cada uno de los estudiantes durante todas las etapas del Ciclo de Aprendizaje. |
| 2. Aplicación de la rúbrica 3.   |
| 3. Elaboración de juegos de mesa por parte de los estudiantes teniendo en cuenta el concepto de materia.                                   |

**Facultad de Educación**

***Respuesta a la pregunta estrella elegida o elaborada por cada uno de los estudiantes durante todas las etapas del Ciclo de Aprendizaje.***

En esta etapa se les presentaron a los estudiantes dos actividades, además de la tercera rúbrica. Para la primera actividad (Véase Anexo Q), se les propuso la opción de seleccionar una de las preguntas estrella que se encontraron a lo largo de la guía al ir desarrollando las actividades, o en su defecto, que formularan una pregunta nueva que tuviera una característica relacionada con la temática sobre la materia. Esta pregunta la responderían teniendo en cuenta tres criterios investigativos: Lo que les motivo a seleccionar o formular esa pregunta, responderla de acuerdo a sus propias capacidades y al aprendizaje obtenido hasta ese momento y tener en cuenta información bibliográfica o cibergráfica sobre la temática y escribirían la fuente de donde se obtuvo la información.

*Análisis.*

Con estas actividades, se pretendió orientar al estudiante a construir el conocimiento como consecuencia de la interacción con el maestro, los compañeros y el ajuste personal (Jorba & Sanmartí, 1994). Además de favorecer, en particular, las actividades de síntesis, la elaboración de productos y la concepción de nuevos problemas. (Gil, y otros, 1999).

De acuerdo a lo anterior, se hizo énfasis en los estudiantes que más se acercaron a los planteamientos de los autores anteriormente mencionados, como los estudiantes E1 y E2. Ambos formularon preguntas por su propia motivación, que es una de las dimensiones que fortalecen el PC (Tamayo, 2014). Se sintieron movilizados por los nuevos conocimientos obtenidos en el proceso de desarrollo de la UD y recurrieron a fuentes de información para ir más allá de lo que explicitado por la guía del estudiante o lo aprendido durante las actividades. Los estudiantes no sólo se interesaron de manera activa en responder a los planteamientos propuestos por el docente, sino que también contrastaron sus conocimientos con la búsqueda de la información en otras fuentes, ello implica que la duda o interrogante surge a partir de ellos mismos, lo que genera sentido de pertenencia y curiosidad por encontrar la respuesta, lográndose una verdadera construcción del conocimiento, lo cual es una de las ventajas de la ID (Moya, Chaves, & Castillo, 2011). Del mismo modo, se hace evidente la **HPC5**.



Facultad de Educación
Aplicación de la rúbrica 3.

En este punto, el docente orientador pretende que los estudiantes, con la elaboración de productos que varíen con los planteamientos excesivamente escolares, puedan reforzar el interés por la tarea, y adicionalmente, promover la concepción de nuevos problemas (Gil, y otros, 1999). De esta manera, se busca lograr un aprendizaje más activo, haciendo uso de la construcción de un nuevo logro a partir de sus propios conocimientos, lo cual constituye una alternativa a lo tradicionalmente usado en el aula de clase, este tipo de actividades le permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares a las planteadas durante el proceso de aprendizaje (Jorba & Sanmartí, 1994); promoviendo en ellos, la explicación, la motivación, el interés y las fuentes de aplicación de sus constructos propios, es por ello que se hace relevante la HPC5.

Análisis.

Para este análisis, al nivel elegido por el estudiante en cada uno de los cuatro criterios, se articuló con la habilidad del PC que tuviera relación. De la siguiente manera:

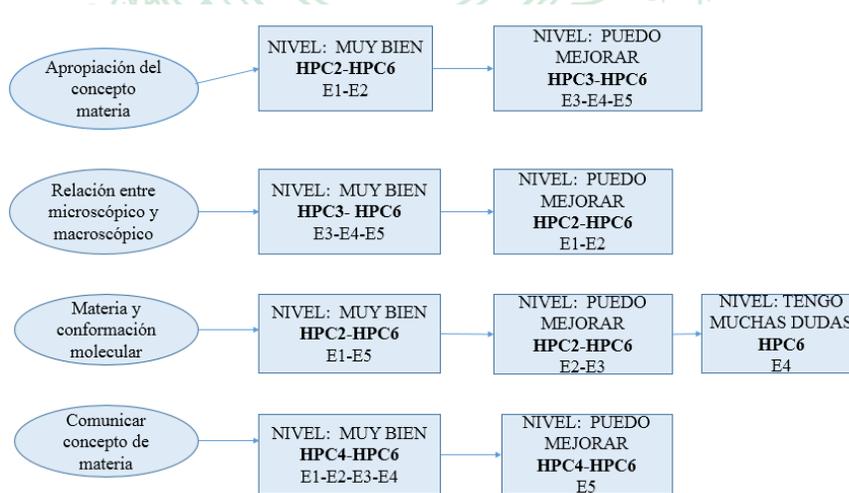


Figura 31. Red sistémica sobre el análisis de la rúbrica 3.

Para este momento de la etapa de aplicación de la UD, la mayoría de los estudiantes se ubican en los niveles más avanzados de los especificados en la rúbrica. Se evidencia el



## Facultad de Educación

desarrollo de **HPC6** principalmente por su capacidad de reflexionar sobre su propio proceso, reconociendo sus fortalezas y debilidades. Así mismo, las **HPC2**, **HPC3** y **HPC4**.

### *Elaboración de juegos de mesa por parte de los estudiantes teniendo en cuenta el concepto de materia.*

En esta actividad se les propuso hacer un ejercicio en donde plasmaran lo que habían aprendido durante la guía: “Nuestro maravilloso mundo: Un viaje desde la materia hasta el átomo”. En dicho ejercicio, lo que debían hacer los estudiantes era construir un juego de mesa, similar a “escalera”, “parqués”, “dominó”, “cartas”, “Monopolio”, etc. Se les dio la instrucción que el único límite para la realización de este juego sería su propia imaginación y su apoyo teórico estuviera basado en los conceptos aprendidos sobre materia.

### *Análisis*

En este punto, el docente orientador pretende que los estudiantes, con la elaboración de productos que varíen con los planteamientos excesivamente escolares, puedan reforzar el interés por la tarea, y adicionalmente, promover la concepción de nuevos problemas (Gil, y otros, 1999). De esta manera, se busca lograr un aprendizaje más activo, haciendo uso de la construcción de un nuevo logro a partir de sus propios conocimientos, lo cual constituye una alternativa a lo tradicionalmente usado en el aula de clase, este tipo de actividades le permite al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en otras situaciones similares a las planteadas durante el proceso de aprendizaje (Jorba & Sanmartí, 1994); promoviendo en ellos, la explicación, la motivación, el interés y las fuentes de aplicación de sus constructos propios, es por ello que se hace relevante la **HPC5**.

### *Apreciaciones generales sobre la cuarta etapa.*

Durante el transcurso de la aplicación de la cuarta etapa, los estudiantes evidenciaron más notablemente la HPC 5, siendo capaces de presentar resultados de razonamiento propio de manera reflexiva y coherente (Facione, 2007), puesto que al demostrar mayor expresividad en los conceptos de interés de forma que puedan elaborar preguntas que conlleven a un nivel de profundización e indagación, los conduce a aplicar sus nuevos conocimientos a situaciones o

**Facultad de Educación**

contextos distintos para hacer posible el afianzamiento de sus saberes (Gil, y otros, 1999), reconociendo cuales han sido sus progresos y sus cambios en este nivel de la UD, de forma que se les ofrece la oportunidad que propongan situaciones de aprendizaje que puedan salirse del contexto del aula de clase (Sanmartí, 1997), donde los estudiantes puedan elaborar productos que rompan los esquemas de las tareas habitualmente escolares, interesándose por el desarrollo de sus deberes desde sus conceptos de interés propiciando un nuevo punto de partida para la investigación y la concepción de nuevos problemas.

**Tabla 23**

*Categorías de la cuarta etapa*

| CATEGORIA A PRIORI | CATEGORIA EMERGENTE   |
|--------------------|---|
| Explicación (HP5)  | Conceptos de interés<br>Elaboración de productos (Didáctico - Lúdicos)<br>Elaboración de nuevas preguntas |

*Análisis.*

De acuerdo a lo que se pudo observar en las respuestas registradas por los estudiantes en el formulario KPSI final (Véase Anexo I) versus al inicial (Véase Anexo H), es que demostraron mayor evolución sobre los conocimientos adquiridos a través de la aplicación de la UD, dado que mejoraron la comprensión de los conceptos vistos y cumplieron con los objetivos de aprendizaje propuestos (Sanmartí, 10 ideas claves evaluar para aprender, 2008). Además, se puede apreciar la **HPC6**, porque los estudiantes tienen más autonomía y autocritica en o que han aprendido, además de como lo han usado en contexto durante su proceso de aprendizaje en el transcurso de la aplicación de la UD, se debe consolidar su autorregulación, su autodeterminación, y en definitiva, su gestión de conocimiento, si es que de verdad se quieren procesos de PC significativos que eviten la “muletas cognitivas” en ellos (Campanario & Moya, 1999).

Por otra parte, se puede apreciar en el formulario KPSI final en comparación con el inicial, consolida más las respuestas de los estudiantes en las casillas de marcación de “Puedo explicarlo a un compañero” y “Si lo sé” dándose a entender que manifiestan haber adquirido un aprendizaje

**Facultad de Educación**

frente a la situación previa a la aplicación de la UD, tal como se puede apreciar en el formulario KPSI inicial, donde las respuestas están más dispersas, ocupando mayor lugar de marcación donde se dice “No lo sé” y “No lo entiendo”. Pero además de lo anteriormente marcado, se pueden apreciar observaciones en el espacio que dice “Danos un ejemplo y como te gustaría aprenderlo”, donde los estudiantes expresan inquietudes como: E5: “me gustaría aprender en el laboratorio”. E3: “viendo como es su temperatura”. E1: “yendo al laboratorio”. E3: “comparando con otra cosa”. E5: “me gustaría ver los átomos por videos”. Solo mencionando algunas. Mientras que en el KSPI expresan que aparte de los escenarios de enseñanza donde tuvieron la oportunidad de interactuar e identificar el concepto de materia como son los laboratorios también manifiestan: E5 “sí, pero quisiera ir a un museo”, E1 “podríamos ir al planetario y ver cómo podemos ayudarla”.

Lo anterior implica que el uso de los centros de recursos que potencialmente puedan desarrollar motivación y actitud positiva para el aprendizaje de las ciencias naturales, como son el laboratorio escolar y visitas a centros de naturaleza (Vílches & Escobar, 2014), se deben tener más presente en el momento de diversificar las estrategias de enseñanza, además de expandir los recursos donde el estudiante pueda proyectar la aplicación de sus aprendizajes ya sean en contextos formales y no formales, orientados a la vida diaria, a la implicación socioambiental y a la formación ciudadana. Adicionalmente, promueve en los alumnos a la toma de decisiones, la resolución de problemas y el fomento del trabajo cooperativo (Jimenez-Tenorio & Oliva, 2016) de ahí que se considere la orientación CTSA compatible con la enseñanza por investigación en torno a problemas.

**Consolidado de la interpretación de resultados en cada una de las etapas.**

Cada una de las etapas se analizó detallando específicamente las actividades realizadas por los estudiantes, de ellas se recogió la información y se categorizó de acuerdo a las habilidades del PC (HPC), teniendo en cuenta los hallazgos y el marco teórico. Posteriormente, se hace una recolección de la HPC, para evidenciar cuáles serían las más destacables entre el conjunto de los estudiantes. La siguiente información sólo tiene una intencionalidad de constituir un soporte en la medición de frecuencias o patrones en las respuestas dadas por los participantes, es decir,

**Facultad de Educación**

interpretar la periodicidad de las mismas, no es para efectos estadísticos, ni análisis de tipo cuantitativo.

**Tabla 24**

*Unificación de HPC en conjunto, detectadas en el transcurso de la guía del estudiante*

| Etapas                                    | HPC (HPC) |          |           |           |           |          |
|---|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
|   | HPC1      | HPC2     | HPC3      | HPC4      | HPC5      | HPC6     |
| 1° (Exploración)                          | 3         | 3        | 3         | 5         | 1         | 3        |
| 2° (Introducción de nuevos conocimientos) | 0         | 2        | 5         | 1         | 1         | 1        |
| 3° (Estructuración del conocimiento)      | 7         | 0        | 5         | 3         | 7         | 2        |
| 4° (Aplicación)                           | 0         | 1        | 1         | 1         | 2         | 1        |
| <b>Totales</b>                            | <b>10</b> | <b>6</b> | <b>14</b> | <b>10</b> | <b>11</b> | <b>7</b> |

Según la información recolectada en la Tabla 32, se destacan en el orden de evidencia las **HPC3** (Evaluación), **HPC5** (Explicación), **HPC4** (Inferencia) y **HPC1** (Interpretación).

Pese a que la **HPC3** (Evaluación), es una habilidad más compleja con respecto a la HPC1 (Interpretación), esta se hace más frecuente por el hecho de que los estudiantes estuvieron conscientes de las actividades desarrolladas, contrastando constantemente sus alcances, ya fuera por medio de la retroalimentación que hicieron permanentemente con sus compañeros y con los docentes, además hicieron uso de herramientas metacognitivas como las rúbricas y la posibilidad de responder a las preguntas abiertas que se iban suscitando con más soltura y apropiación.

**Análisis de las preguntas estrella.**

Para realizar este análisis, se codificaron las habilidades del PC de la siguiente manera:

- ✓ Interpretación: 1
- ✓ Análisis: 2



**Facultad de Educación**

- ✓ Inferencia: 3
- ✓ Explicación: 4
- ✓ Evaluación: 5
- ✓ Autorregulación: 6

A continuación, se representan (Tabla 25), la relación entre las doce preguntas estrellas (código P y número de la pregunta, además, con la etapa del Ciclo de Aprendizaje a la que pertenecen) y cada estudiante. Luego, se codifica la respuesta del estudiante con el número de la habilidad de PC que le corresponda, así:

**Tabla 25**

*Consolidado de HPC detectadas en las respuestas de los estudiantes con las preguntas estrella*

| Preguntas | E1 | E2 | E3 | E4 | E5 |
|-----------|----|----|----|----|----|
| Estrella  |    |    |    |    |    |
| P1        | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| P2        | 4  | 3  | 3  | -  | 1  |
| P3        | 4  | 3  | 3  | -  | 3  |
| P4        | 2  | 2  | 3  | 1  | 1  |
| P5        | 1  | 2  | 2  | -  | -  |
| P6        | 3  | 2  | 2  | 1  | 1  |
| P7        | 3  | -  | 2  | 1  | 2  |
| P8        | 4  | 1  | 3  | 4  | 3  |
| P9        | 4  | 1  | 2  | -  | 1  |
| P10       | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  |
| P11       | 3  | 3  | 3  | 1  | 3  |
| P12       | 3  | 3  | 3  | 1  | 4  |

## Facultad de Educación

En la siguiente red sistémica, se utilizaron las categorías de las HPC, articuladas con cada una de las tres primeras etapas del Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, puesto que, a la cuarta etapa no se le asignaron preguntas estrella. A su vez, se establecieron las frecuencias para dichas habilidades presentadas, dándole el énfasis, no tanto a cada estudiante, sino a las HPC en sí.

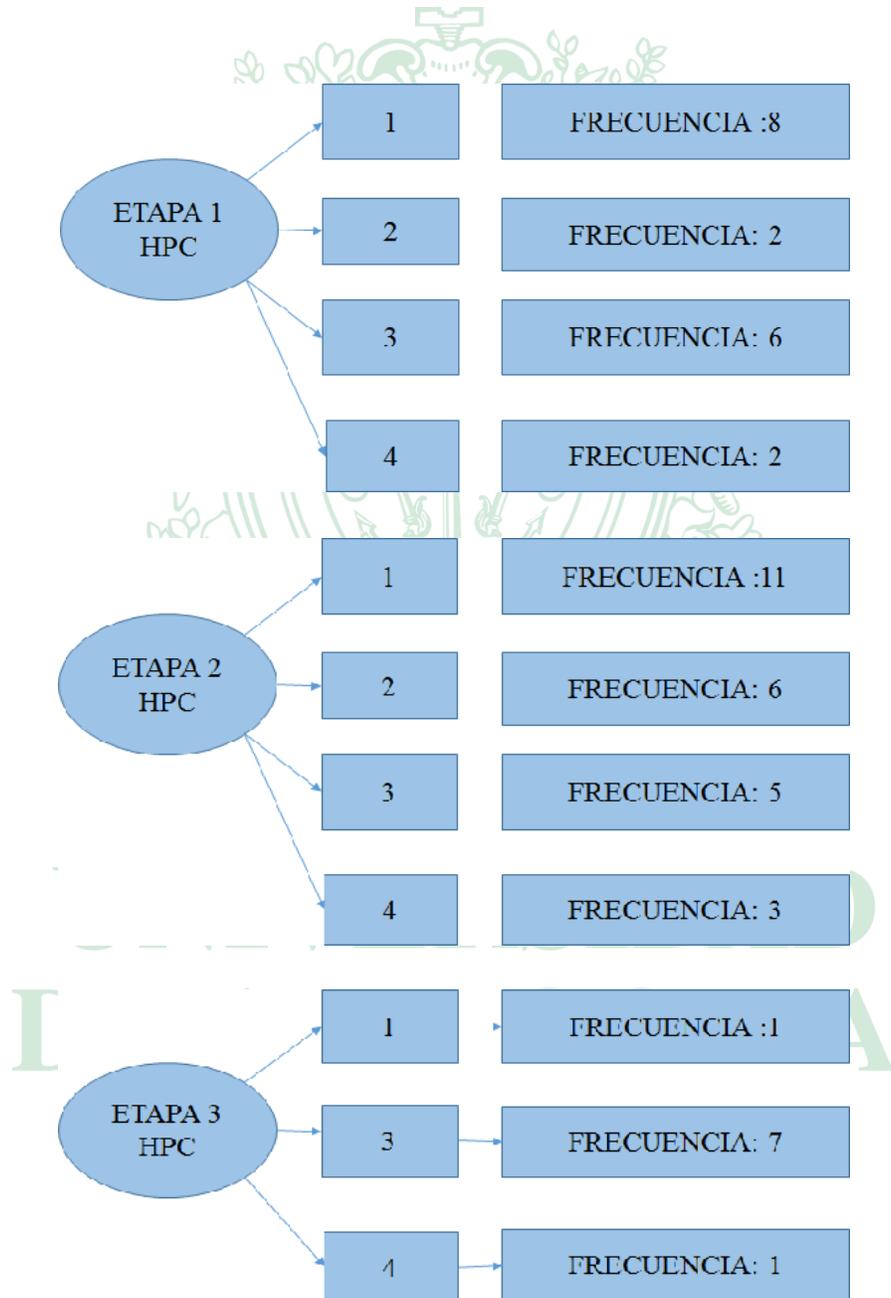


Figura 32. Red sistémica sobre la frecuencia de las HPC evidenciadas con las preguntas estrella.

**Facultad de Educación**

Lo observado en este análisis es que durante las dos primeras etapas se hacen evidentes en las respuestas de los estudiantes, las **HPC 1, 2, 3 y 4**. Luego, se generó una comparación entre ellas, se puede concluir que en la segunda etapa se evidencia un fortalecimiento en **HPC1 y 2**; en la **HPC3** la frecuencia es más alta en la etapa uno que en la etapa dos; esto sucede porque en esta última se incrementa la **HPC4** en un punto, lo cual apunta hacia el fortalecimiento de las HPC a medida que avanza la aplicación de la UD.

Para finalizar, en la tercera etapa, se denotan las **HPC 1,3 y 4**, presentándose respectivamente en **HPC 3 y 1**, y menos la **HPC4**. De ello puede inferirse que en ésta estructuración del conocimiento, los estudiantes han logrado una mejor construcción del proceso de aprendizaje, como consecuencia de la interacción que hasta el momento ha tenido con el maestro, los compañeros y el ajuste personal (Jorba & Sanmartí, 1994); así mismo sólo uno de ellos se ubica en la **HPC4**, debido a que los conocimientos construidos hasta ahora representan un mayor nivel de complejidad.

### **Conclusiones**

A continuación, se presentan las conclusiones resultado del proyecto de investigación que buscó evidenciar las HPC en un grupo de estudiantes de quinto de primaria cuando se implementa una UD diseñada con el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, desde el enfoque de aprendizaje por ID y sobre el concepto de materia. Se evidenciaron las HPC en los estudiantes durante el proceso de desarrollo de las cuatro etapas de la UD, es decir, se manifestaron simultáneamente se iban realizando las actividades propuestas.

Por ejemplo, en la primera etapa, luego de la salida exploratoria el estudiante E1 manifiesta “*son materia*”, “*Que todos tienen moléculas de átomos y tienen estados*”, evidenciando las habilidades **HPC2**, **HPC4** y **HPC5**, lo cual también implica una categoría emergente como es el acercamiento al concepto de materia. Lo anteriormente expresado fortalece el proceso de aprendizaje, puesto que ubica a los estudiantes en su propio contexto, generando un mayor interés y una actitud positiva hacia las ciencias naturales.

En la segunda visita al laboratorio, en este caso al de biología, las actividades de observación de la materia a nivel macro y microscópico, tenía el propósito de introducir al estudiante en nuevas experiencias, que, a partir de situaciones concretas, lo fueran llevando progresivamente hacia la construcción de conocimientos más abstractos o complejos. El trabajo realizado bajo el enfoque constructivista de aprendizaje colaborativo promueve la valoración de los diferentes ritmos, que pertenece tanto al Ciclo de Aprendizaje como a la ID, promoviendo la construcción de conocimiento tanto a los estudiantes que tienen dificultades como a los que no. En estos últimos se evidencia la **HPC5**, debido a que ellos apoyan a otros estudiantes, explicándoles, lo que requiere concretar sus propios razonamientos y expresarlos de manera lógica, escogiendo las palabras más adecuadas y se refuerza la idea de que se es capaz de explicar algo cuando está bien aprendido (Sanmartí, 1997). A su vez, la comunicación, también es considerada un instrumento mediador en la didáctica de las ciencias naturales puesto que permite avanzar en el conocimiento contrastando diferentes puntos de vista y razonamientos. Por ejemplo el E1 y E5 expresaron “*¿Cómo se llaman las partículas más pequeñas de la materia?*”, “*¿Con el microscopio se pueden ver los átomos?*”, lo que origina una intervención del docente para orientar a los estudiantes sobre la organización interna, generando en ellos discusiones que

**Facultad de Educación**

los llevan a la **HPC4** que *“lo observado no pueden ser átomos, porque se requiere un lente mucho más potente”*.

En la etapa inicial del proyecto, los estudiantes traían saberes previos como consecuencia de sus años anteriores de escolaridad, de sus propias experiencias, vivencias personales y además de las interacciones socioculturales, lo que posibilitó al docente un punto de partida para orientar sus prácticas de enseñanza para favorecer las HPC más notables propias en cada estudiante y al estudiante lo motiva, llevándolo a tener una actitud positiva que favorece su aprendizaje de manera más significativa. Debido a que en la medida que se fueron ejecutando las etapas, se presentaron actividades que los orientaban a identificar nuevos puntos de vista, a establecer relaciones entre conocimientos anteriores y nuevos de diferente orden y estructura, (Sanmartí, 1997). También se guiaba al estudiante en la formulación de preguntas, concibiendo y juzgando definiciones, distinguiendo los diferentes elementos de una argumentación, de un problema, de una situación o de una tarea, identificando y aclarando los problemas importantes para resolverlos de la mejor forma posible para sí mismos (López, 2012).

Continuando con la demostración del comportamiento de las HPC durante las etapas de la UD, se retoma la tercera (estructuración del conocimiento) y más específicamente en la actividad de comparación de los modelos atómicos para evidenciar la **HPC1** de la siguiente manera: “(...) los estudiantes E1, E2, E4 y E5 comprendieron y expresaron significado en un determinado modelo atómico”, expresando *“las cosas vivas e inertes, tenían algo en común, muy pequeño llamado átomo”*.

Las rúbricas, como herramienta metacognitiva, sirvieron para la evaluación del estudiante mediante niveles progresivos, donde se establecieron criterios que los mismos estudiantes autocalificaron a medida que desarrollaron las actividades (Díaz-Barriga, 2006), permitiendo hacer un seguimiento autoconsciente de las capacidades cognitivas alcanzadas, o sea, se autorregularan, y realizaron un juicio inferencial sobre los resultados obtenidos (Facione, 2007), valorando la necesidad de avanzar más en su proceso de aprendizaje mediante el desarrollo de las actividades propuestas.

Durante el desarrollo de la UD se les proporcionaron a los estudiantes tres rúbricas en momentos diferentes, (no precisamente en cada una de las etapas de las UD), de las cuales se

**Facultad de Educación**

destacaron unas características relevantes que se exponen a continuación: en la rúbrica 1 sobre la “familiaridad del concepto de materia”, marcaron que “ya reconocían todas las imágenes mostradas en la guía como conformadas por materia” (E1,E3,E4,E5); en la rúbrica 2, en cuanto al “reconocimiento de las propiedades generales de la materia”, los cinco estudiantes manifestaron que, aunque las reconocían, aún tenían confusiones, por lo tanto, podían mejorar más; mientras que en la rúbrica 3, todos estudiantes etiquetaron que “ya tienen apropiación y capacidad de comunicación del concepto de materia”. Con lo anterior se puede concluir que los estudiantes, tuvieron la capacidad autocrítica y nivel de apropiación como para expresar cual sería el criterio que los enmarcaba de la mejor forma, posibilitándoles reflexionar en sus fortalezas y debilidades, haciéndose evidente en este aspecto, la autorregulación, en otras palabras, la **HPC6**. Y, para terminar, es pertinente resaltar lo que ellos mismos opinaron en la entrevista final (Véase Anexo F) por el uso de una herramienta que les brindara la oportunidad de autocalificarse y ser más críticos en su nivel de progresión del aprendizaje de la siguiente forma: “*valorar nuestras respuestas y nuestros conocimientos*” (E3, Líneas 115-116), “*Sí, porque ayuda a evaluarnos lo que estamos trabajando*” (E5, línea: 122).

Es de resaltar que a medida que los estudiantes avanzaban en el desarrollo de la UD, adquirirían mayor autonomía en sus actividades, y mejoraban sus interacciones como equipo de trabajo, se puede resaltar en la etapa cuando en la sala de sistemas de la biblioteca, a cada estudiante se le indicó la ruta para llegar a la aplicación flash con el objetivo de formar átomos, leyendo las instrucciones del juego iniciaron la actividad, especialmente E1, E2 y E5 lo hicieron demostrando mayor seguridad y autonomía; E3 y E4, tenían un ritmo de trabajo más lento, y solicitaban la guía del maestro para contextualizarlos y direccionarlos de la mejor manera. Cabe destacar, sin embargo, que los estudiantes progresivamente demostraron mayor tendencia a la acción y participación (López, 2012) , E1, E2 y E5 fueron los primeros en concluir y por su propia iniciativa se acercaron a los otros compañeros para cooperar y se evidenció la **HPC3**, porque le presentaron a sus compañeros su propio razonamiento para orientarlos en el proceso (Véase Anexo M, Bitácora del maestro p.7).

Se iban evidenciando las HPC más en unos estudiantes que otros, expresando mayor grado de confianza en el desarrollo y participación de los trabajos, más apropiación de los conceptos

**Facultad de Educación**

vistos y como relacionarlos de manera coherente entre las diferentes actividades, demostrando disciplina para trabajar en temas más complejos, reflexión en la selección (López, 2012) y aplicación de criterios, persistencia ante las dificultades previstas. No se trata de decir que los demás estudiantes no posean HPC, puesto que desde la primera etapa se manifiestan en cada estudiante en diferente forma y frecuencia, dado que tenerlas no hace a alguien un buen pensador crítico, puesto que hace falta que encuentre motivos para aprovecharlas en el momento más apropiado (López, 2012).

Después de hacer el análisis de los resultados arrojados por los estudiantes a la hora de implementar la UD, las HPC más evidentes se menciona la **HPC3** (Evaluación), especialmente en la segunda y tercera etapa de la UD (Introducción de conceptos y Estructuración del conocimiento), donde el estudiante fue más allá de la observación; también comparó y relacionó los conocimientos adquiridos en la primera etapa (Exploración) con lo que se iba presentando secuencialmente. Por ejemplo, en la actividad de la clasificación de la sustancia "jugo", se buscó que evaluaran las sustancias presentadas, haciéndose evidente la **HPC3**, puesto que los estudiantes valoraron las representaciones con sus propios criterios, haciendo una relación directa de sus juicios, ya fueran reales o supuestos para llegar a una conclusión razonable (Facione, 2007).

Además, la construcción del conocimiento, por la aplicación de metodologías constructivistas dadas desde la estructura de la UD, favoreció la participación activa de los estudiantes a partir de la interacción con el material didáctico, con los compañeros y con el docente (Sanmartí, 1997), valorando la credibilidad de los enunciados que se le presentaron con su experiencia y creencia personal.

Las prácticas de laboratorio desarrolladas contribuyeron a la motivación de los estudiantes y a su participación activa en las actividades de la guía didáctica, permitieron entre ellos espacios de discusión, formulación de ideas, formación de actitudes de trabajo en equipo que son propias de la ID y del Ciclo de Aprendizaje propuesto, así como necesarias para el desarrollo del PC contextualizado a la vida cotidiana.

Por otra parte, también cabe señalar que el diseño de una UD bajo el Ciclo de Aprendizaje de Jorba & Sanmartí, en el que cada una de las etapas tenía un objetivo didáctico específico y

### **Facultad de Educación**

que fue compartido con los estudiantes, favoreció su participación y motivación puesto que era claro hacia dónde los dirigían cada uno de los momentos, así mismo fomentó la **HPC6**, debido a que los estudiantes estaban en capacidad de valorar su nivel de logro, reflexionando en sus fortalezas y en sus debilidades.

Durante la planeación y construcción de las actividades en la UD, por cada una de sus etapas, se establecieron propósitos específicos a alcanzar, proyectando las HPC que se podían evidenciar en cada una de ellas (Véase Anexo A, Tabla 2). Luego de la intervención, se hizo un rastreo de las HPC que se lograron evidenciar (Ver Tabla 24) y se obtuvieron las siguientes apreciaciones:

Al finalizar la implementación, las HPC detectadas, superaron las proyectadas en la planeación, esto se debe principalmente a que durante el desarrollo se van suscitando situaciones que varían según los intereses, motivaciones y empoderamiento por parte de los estudiantes en las actividades que van desarrollando. Además, se presenta una estrategia de enseñanza basada en el Ciclo de Aprendizaje de Jorba y Sanmartí, donde lo que se pretendía era evidenciar las HPC en los estudiantes en cada una de las etapas a medida que van desarrollando las actividades propuestas, orientadas por el docente, cuyo principal propósito era que el estudiante aprendiera de manera consciente sin sentirse presionado por la nota sumativa, ni por la limitante del tiempo de producción, valiéndose de una guía que le pudiera servir como fuente informativa y de ser posible, apoyarse en el trabajo colaborativo con los demás compañeros.

También se puede decir que las HPC evidenciadas fueron mayores que las proyectadas, puesto que se hizo una construcción del aprendizaje a partir de las concepciones previas de los estudiantes, generando mayor autonomía y capacidad crítica a la hora de abordar las actividades, suscitando diversas HPC en una misma actividad entre los diferentes estudiantes, además, el desarrollo de las preguntas estrella también generó un interesante constructo que no se tenía previsto, puesto que estas preguntas tenían la intención de ser motivadoras a medida que se avanzaba durante el desarrollo, también aportaron evidencias de HPC entre los estudiantes.

Hacer uso de unidades didácticas con modelo de ID para la enseñanza en general posibilita a los estudiantes a trascender el ámbito escolar, no solo para profundizar en la búsqueda de la información, sino también en la generación de preguntas (indagación) tanto por el maestro como

### **Facultad de Educación**

por los estudiantes, este proceso de retroalimentación se convierte en un ambiente más dinámico y motivacional para el mismo estudiante, por lo que siente que sus contribuciones son valoradas obteniéndose como estímulo que la forma como son dadas las respuestas pueden llegar a afectar la autoestima y la participación del estudiante (López, 2012). Es por ello que se deben generar óptimos ambientes de aula, con dinámicas diversas y donde el estudiante cobre mayor protagonismo, donde los docentes posibiliten a los estudiantes desarrollar estrategias de indagación y solución a los problemas de forma audaz, en un clima de seguridad que permita perfeccionar el PC.

Por otro lado, las preguntas abiertas no requieren una respuesta precisa o definitiva y pueden servir invitar a la reflexión, puesto que este tipo de preguntas estimulan la exploración de conceptos (tal como como se pudo apreciar en el desarrollo de las preguntas estrellas o las preguntas de construcción propia) e ideas que facilitan los procesos de PC y creativo, lo cual es un desafío para la producción de conocimientos por parte de los estudiantes.

### **Recomendaciones**

En la primera etapa del Ciclo de Aprendizaje, la Exploración, se hace un rastreo de las concepciones alternativas de los estudiantes, de sus experiencias personales, hábitos y actitudes, estrategias espontáneas de razonamiento; es por esto que las actividades experimentales en el laboratorio de química, sería más oportuno proponerlas en la segunda etapa del Ciclo de Aprendizaje, introducción de conceptos, donde lo que se busca es favorecer la identificación de nuevos puntos de vista, nuevas formas de resolver problemas buscando que el estudiante interprete las situaciones y modele de nuevas formas los fenómenos que se le presenten.

La propuesta de la enseñanza constructivista contempla una participación efectiva de los estudiantes en la construcción de los conocimientos y no la simple reconstrucción subjetiva de los conocimientos proporcionados por el profesor o los textos. Puesto que los estudiantes de primaria no poseen un constructo de conocimientos muy profundo sobre el concepto de materia, sino que han sido abordados en la escuela desde una serie de actividades pre-científicas que no llevan propiamente a la transformación de saberes científicos, puede resultar más apropiado aplicar el modelo de ID en un grado de escolaridad superior (Gil, 1993), donde se puedan

**Facultad de Educación**

plantear situaciones problemáticas que generen interés que se hayan originado a partir de una idea motivadora, lo cual favorece una actitud más positiva, permitiendo una aproximación a las relaciones CTSA; sin embargo, eso no quiere decir que no se pueda desarrollar ID con estudiantes de primaria, solo que se deben tener en cuenta aspectos relevantes dada su tendencia a desconcentrarse del trabajo y por lo tanto a dispersar el propósito de la unidad didáctica, es por ello que sería recomendable tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Hacer un rastreo de los intereses de los estudiantes y su afinidad con el objeto de estudio en cuestión e indagar con los estudiantes sobre la forma como le interesaría abordar las actividades y los escenarios del trabajo a desarrollar, puesto que sería un insumo a tener en cuenta a la hora de diseñar la UD (Formulario KPSI).
- Seleccionar aquellos estudiantes que manifiesten más interés y conformar grupos pequeños que se puedan orientar con mayor facilidad y presenten menor dispersión de su atención.
- Diseñar una guía didáctica a partir de la UD con diversidad de actividades en múltiples escenarios que fomenten la curiosidad, la formulación de preguntas y búsqueda de soluciones por parte de los estudiantes (ID).
- Incentivar a la realización de miniproyectos con estos estudiantes y que a su vez se transformen en replicadores de la información como agentes motivadores para otros estudiantes (aprendizaje colaborativo).

Las actividades que se buscan desarrollar bajo el modelo de ID en la implementación de la UD conllevan tiempo, por ello sería pertinente planear el desarrollo de las mismas, de tal modo que se encuentre un equilibrio entre la temática central y las necesidades previstas en la profundización (Campanario & Moya, 1999), sin que ello se convierta en un sacrificio por parte de los contenidos establecidos por los estándares básicos de competencias, de manera que se conecten nuevas situaciones de los temas previstos con los subsecuentes, para que se puedan generar diversas aplicaciones, y a la vez nuevos conocimientos.

Dado que la construcción del conocimiento, que se busca tanto en la ID como en la UD, requiere períodos de tiempo largos, en los que se van acumulando informaciones, que deben llevarse a otros contextos y ser socializadas para fortalecer el aprendizaje de los estudiantes

**Facultad de Educación**

desde el punto de vista de los participantes, o sea, otros estudiantes o comunidad distinta al profesorado que los orientaron en el desarrollo de las actividades de síntesis o la elaboración de nuevos productos, incluso de ser posible, llevarlos a otros escenarios como ferias científicas o comunidades de aprendizaje entre pares, donde precisamente lo que se busca es que el estudiante se plantee nuevas cuestiones sobre la temática estudiada, que utilice distintos lenguajes para explicitar sus representaciones, etc., ya que el modelo elaborado sólo es provisional que irá evolucionando y enriqueciéndose a medida que se aplique a nuevas situaciones didácticas (Sanmartí, 1997).

Se podría abordar con mayor profundidad la orientación CTSA desde el trabajo en cada una de las etapas teniendo un mayor tiempo para el desarrollo de sus actividades, dado que este se puede transversalizar con problemas de corte investigativo desde una perspectiva de aprendizaje de las ciencias en contexto, orientados a la vida diaria, a la implicación socioambiental y a la formación ciudadana (Jiménez, 2010); temas tan recurrentes abordados en las aulas de clase y en proyectos académicos, los cuales cobran relevancia cuando son llevados a escenarios diferentes del entorno académico.



**Bibliografía**

- Abril, A., Ariza, M., Quesada, A., & García, F. (2014). Creencias del profesorado en ejercicio y en formación sobre el aprendizaje por investigación. *Eureka*, 22-33.
- Andreis, A. M. (2013). La constitución del profesor: el escribir. *Investigación en la escuela*(81), 79 - 90.
- Arellano, M., Jara, R., Merino, C., Quintanilla, M., & Cuellar, L. (2008). Estudio comparativo de dos instrumentos de evaluación diagnóstica aplicados a profesores de Química en formación: un estudio piloto. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(1), 22.
- Arias, N., & Flórez, R. (2011). Aporte de la obra de Piaget a la comprensión de problemas educativos: su posible explicación del aprendizaje. *Revista Colombiana de Educación*, 5.
- Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Como enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 179-192.
- Cardona, J. D. (2012). *Concepciones sobre educación ambiental y desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales en formación*. tesis de doctorado, Universidad de Huelva, Huelva.
- Causado, R., Santos, B., & Caldron, I. (2015). Desarrollo de pensamiento crítico en el area de ciencias naturales en una escuela de secundaria. *Revista Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín*, 17-42.
- Chevallard, Y. (1980). La trasposición didáctica: de las matemáticas eruditas a las matemáticas enseñadas, mimeografiado.
- Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: algo más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de innovación educativa*, 34-39.
- Contreras, S., Cruz, M., & González, A. (2013). ¿Qué saben y piensan enseñar los futuros profesores de primaria sobre el contenido de la materia? Un estudio de la amplitud, diversidad y organización conceptual. *Formación Universitaria*, 13-20.



**Facultad de Educación**

- Díaz, L. P., & Montenegro, M. R. (2010). Las Prácticas Profesionales y el desarrollo del pensamiento crítico., (pág. 14).
- Díaz-Barriga, F. (2006). *Enseñanza situada: Vinculo entre la escuela y la vida*. Mexico D.F.: McGraw-Hill/Interamericana editores, S.A.de C.V.
- Driver, R., Guesnek, E., & Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Morata.
- EcuRed. (21 de Agosto de 2018). *EcuRed, conocimiento con todos y para todos*. . Obtenido de Sexulas celuales.: [https://www.ecured.cu/C%C3%A9lulas\\_sexuales](https://www.ecured.cu/C%C3%A9lulas_sexuales)
- Elliott, J. (2000). *La investigación-acción en educación*. México: Morata.
- Elliott, J. (2005). Primera parte: La investigación-acción. Su proyección práctica. En J. Elliott, *La investigación-acción en educación* (Quinta año 2005 ed., pág. 34). Madrid: Ediciones Morata, S. L.
- Ennis, R. H. (2011). *The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities*. Recuperado el 2018, de ILLINOIS College of Education: [http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking\\_51711\\_000.pdf](http://faculty.education.illinois.edu/rhennis/documents/TheNatureofCriticalThinking_51711_000.pdf)
- Facione, P. A. (2007). Pensamiento crítico: ¿Qué es y por qué es importante? *The California Academic Press*, 1-22.
- Fernández, L. (2006). ¿Cómo analizar datos cualitativos? *Butlletí LaRecerca*, 13.
- Flores, R. I. (2010). El pensamiento crítico como una competencia transversal para la calidad de la educación. *Artículo presentado en el congreso Iberoamericano de educación METAS 2012*. Buenos Aires, Argentina.
- Fraker, D. M. (1995). *Improving high school students' critical thinking skills*. St. Charles, IL: Saint Xavier University.



**Facultad de Educación**

- Franco, A. J. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 231-252.
- Fumagalli, L. (1997). La enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor.
- Fundación Carlos Slim. (2015). *Unidad 1. Comprendiendo el estudio PISA. Lección 2: Resultados y retos para Colombia. Guías de preparación docente para pruebas PISA.* Fundación Carlos Slim.
- Galán Martín, P., & Martín Del Pozo, R. (s.f.). Aplicación de criterios básicos de clasificación de la materia por alumnos de Primaria. *XXV ENCUENTRO DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES*. Madrid.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 197-212.
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigacion en la Escuela*, 17-32.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, J., . . . Pessoa De Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 311-320.
- Gonzalez, E. A. (2007). Ética y bioética como patrimonio de la humanidad. *XIX coloquio Nacional sobre la Enseñanza de la Filosofía* (págs. 1-9). Puerto de Veracruz: UNAM.
- Halpern, D. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains. 4(53), 449-455.

**Facultad de Educación**

- Hanrahan, M., Cooper, T., & Russell, A. (2004). La ciencia al alcance de todos: investigación-acción de las dificultades del proceso de lecto-escritura en una clase de ciencias de octavo grado. *Revista 18 acrob*, 81.
- Harlen, W. (2013). Inquiry-Based Learning in Sciences and Mathematics. *Review os Science, Mathematics and ICT Education*, 9-33.
- Hernández, S., Fernández, R., & Baptista, C. (2004). *Metodología de la Investigación*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- ICFES. (2007). *Fundamentacion conceptual Area de Ciencias Naturales* . Bogota.
- Jessup, C., & Margie, N. (s.f.). Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. *Red Académica*.
- Jiménez, M. d. (2010). *10 ideas clave: Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Santiago de Chile: Grao.
- Jimenez, M. d., Brusi, D., Cid, R., Fernández, L., Gallástegui, J., Márquez, C., . . . Solsona, N. (2011). *Cuaderno de indagacion en el aula y competencia científica*. España: Secretaria general Tecnica, Ministerio de Educacion.
- Jimenez-Tenorio, N., & Oliva, J. M. (2016). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza Y Divulgacion de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
- Jorba, J., & Sanmartí, N. (1994). Un dispositivo pedagógico que incorpora la regulacion continua de los aprendizajes. En J. Jorba, & N. Sanmartí, *Enseñar, aprender y evaluar: Un proceso de regulación continúa, Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas* (págs. 33-41). Barcelona: Casa del Libro.
- Lipman, M. (1997). *Pensamiento complejo y educacion*. Madrid: Ediciones de la Torre.

**Facultad de Educación**

López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Universidad Autónoma del Estado de Morelos*, 41-60.

Marcuse, H. (1993). *El hombre unidimensional*. Barcelona: Planeta De Agostini.

Marín, G. G. (2012). La escritura de tesis de posgrado en el área de investigación. *Revista de educación educativa*, 15, 69-86.

Marín, N. (2011). Evaluación de propuestas de cambios conceptuales hechas desde la Psicología Cognitiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 255-268.

Martínez, J. G. (2008). Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso. *Avances en medición*, 6, 129-134.

Martínez, J., Domènech, J. L., Menargues, A., & Romo, G. (2012). La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Áreas temáticas emergentes en la educación química [enseñanza experimental de la química]*, 23(1), 112-126.

Mateu, M. (2005). *Enseñar y aprender Ciencias Naturales en la escuela*. Recuperado el 17 de Febrero de 2018, de tintafresca: [www.tintafresca.com.ar](http://www.tintafresca.com.ar)

Mazzitelli, C. A., & Aparicio, M. T. (2009). Las actitudes de los alumnos hacia las Ciencias Naturales, en el marco de las representaciones sociales, y su influencia en el aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 193-215.

MEN. (1994). *Ley General de Educación*. Bogotá.

MEN. (2002). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Sociales*. Bogotá.

Montoya, J. I. (Abril de 2007). Acercamiento al desarrollo del pensamiento crítico, un reto para la educación actual. *Revista virtual Universidad Católica del Norte*, 1-16.

**Facultad de Educación**

- Mora, A. (2005). La Investigación Dirigida. *VII Congreso Nacional de Ciencias, Exploraciones fuera y dentro del aula* (págs. 1-12). Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: INBioparque.
- Moya, A., Chaves, E., & Castillo, K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 115-132.
- Muñoz, A. C., & Beltrán, J. (2001). *Psicología online. Formacion, autoayuda y consejo Online*. Obtenido de Psicología online. Formacion, autoayuda y consejo Online: <http://www.psicologia-online.com/ciopa2001/actividades/54/>
- OCDE. (s.f.).
- Paul, R., & Elder, L. (2005). *estandares de competencia para el pensamiento critico*. Obtenido de estandares de competencia para el pensamiento critico: [www.criticalthinking.org](http://www.criticalthinking.org)
- Peley, C. E. (2006). La práctica pedagógica y el desarrollo de estrategias instruccionales desde el enfoque constructivista. *Revista de ciencias sociales*, 12(3), 581-587.
- Pérez Huelva, L., & Jiménez Pérez, R. (2014). Dificultades del aprendizaje del concepto de materia en educación Primaria y su relación con el modelo del profesor. Un estudio de caso. Huelva, España.
- Pérez, L., & Jiménez, R. (2013). Dificultades del aprendizaje del concepto de materia en Educación Primaria y su relación con el modelo de profesor. Un estudio de caso. *Dpto. de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Universidad de Huelva.*, 1023-1031.
- Prieto, T., España, E., & Martín, C. (2012). Algunas Cuestiones relevantes en la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 71-77.
- Restrepo, B. (2006). La investigación-acción pedagógica, variante de la investigación-acción educativa que se viene validando en Colombia. *Lanzamineto del simposio internacional*



**Facultad de Educación**

*Investigacion-Accion y Educacion en contextos de pobreza* (págs. 92-101). Bogotá D.C.: Universidad de la Salle.

Reyes, J. A., Mellizo, N. A., & Ortega, A. (2013). Pensamiento critico y rendimiento academico en contextos educativos rural y urbano. *Articulo (maestria en educacion, desde la diversidad)*.

Rosário, P., Pereira, A., Högemann, J., Nunes, A. R., Figueiredo, M., Nuñez, J. C., . . . Gaeta, M. L. (2014). Autorregulacion del aprendizaje: una revision sistematica en revistas de la base SciELO. *Universitas Psychologica, 13*(2), 781-798.

Saiz, C. (2002). Enseñar o aprender a pensar. *Escritos de psicologia, 53-72*.

Saldarriaga, O. (2006). Pedagogía, conocimiento y experiencia: notas arqueológicas sobre una subalternización. *Nómadas, 98-108*.

Sanmartí, N. (1997). Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones. *Enseñanzas de las ciencias, 1-35*.

Sanmartí, N. (2002). Aprendizajes más solicitados en Ciencias Naturales y las formas de expresarlos. En N. Sanmartí, *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria* (págs. 242-256).

Sanmartí, N. (2008). *10 ideas claves evaluar para aprender*. Barcelona: GRAÓ, de IRIF, S.L.

Solbes, J., & Torres, N. (2013). Concepciones y dificultades del profesorado sobre el pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias. *IX congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias, 3389-3393*.

Solbes, J., & Torres, N. (2014). Aspectos convergentes del pensamiento critico y las cuestiones sociocientíficas. *enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias, 54-61*.

Solbes, J., & Torres, N. (2016). Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico. *Enseñanza de las ciencias, 43-65*.

**Facultad de Educación**

- Soto, C. A. (1999). Aspectos del concepto de aprendizaje de las ciencias y el papel de la metacognición. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 99-113.
- Tamayo, Ó. E. (2014). Pensamiento crítico-dominio específico en la didáctica de las ciencias. *Teceé, episteme y didaxis: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología*, 25-45.
- Tenreiro-Vieira, C., & Marques, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452-466.
- UNESCO. (Agosto de 2008). "la educación inclusiva: el camino hacia el futuro". 48(2), 32.
- Vásquez, E., Becerra, A., & Ibáñez, S. X. (2014). La investigación dirigida como estrategia para el desarrollo de competencias científicas. *Revista científica*, 1(18).
- Vázquez, B., Jiménez-Pérez, R., & Mellado, V. (2007). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración reflexión y práctica. La hipótesis de la complejidad. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 4(3), 372-393.
- Vera, M. d. (2009). Aprendizaje Cooperativo. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 1-11.
- Vílches, J. E., & Escobar, T. (2014). Uso de laboratorio, huerto escolar y visitas a centros de naturaleza en Primaria: Percepción de los futuros maestros durante sus prácticas docentes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 222-241.
- Zúñiga, A., Leiton, R., & Naranjo, J. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 145-159.