



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**EXPERIMENTANDO CON AGUA.
LA INVESTIGACION COMO ESTRATEGIA
PEDAGOGICA EN DOCENTES DE BASICA PRIMARIA**

SERGIO GIOVANNY GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
BOGOTÁ D.C.
2014

**EXPERIMENTANDO CON AGUA.
LA INVESTIGACION COMO ESTRATEGIA PEDAGOGICA
EN DOCENTES DE BASICA PRIMARIA**

SERGIO GIOVANNY GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ

TRABAJO FINAL PRESENTADA(O) COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL TÍTULO DE

**MAGISTER EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES**

DIRECTOR

M. SC. MARTHA OROZCO DE AMÉZQUITA.

Docente Departamento de Biología

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXACTAS Y
NATURALES

BOGOTÁ D.C.

2014

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente.

A mi mama, Lucia Hernández, quien siempre me apoyo.

A mi tía María Helena Hernández y mi madrina Liliana, quienes siempre confiaron y
creyeron en mí.

En verdad, muchas pero muchas gracias a todas.

AGRADECIMIENTOS

- A mi directora de grado M. Sc. Martha Orozco de Amézquita, por sus consejos y enseñanzas
- A la Profesora Mary Ruth García Conde por ser un ejemplo a seguir
- A Sandra y a Jenny por su amistad incondicional
- A los profesores del colegio Gustavo Uribe Ramírez por su paciencia y apoyo

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad crear y motivar un colectivo de docentes para reflexionar sobre cómo mejorar las prácticas pedagógicas en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. Da a conocer desarrollos epistemológicos, disciplinares y didácticos orientados a la planeación y aplicación de tres talleres en los que participaron, 20 maestros de básica primaria de la institución educativa departamental Gustavo Uribe Ramírez, ubicada en el municipio de Granada Cundinamarca. Enfatiza en la importancia del conocimiento disciplinar y propone la planeación curricular utilizando como hilo conductor el agua y sus relaciones con las ciencias naturales. Argumenta sobre el valor de la pregunta y de las actividades experimentales y lúdicas en el aula. Además presenta e incentiva la reflexión sobre la investigación como estrategia pedagógica (IEP).

PALABRAS CLAVE:

Agua, enseñanza de las ciencias, investigación como estrategia pedagógica

ABSTRACT:

This work, aims to create and motivate a collective of teachers to reflect about how to improve pedagogic practices in the teaching and learning of science. Expound, epistemological, disciplinary and educational developments oriented to the planning and implementation of three workshops with the participation of 20 teachers of elementary school from departmental school Gustavo Uribe Ramirez, located in the municipality of Granada Cundinamarca. It emphasizes on the importance of disciplinary knowledge and proposes the curriculum planning, using the water as a conducting thread and its relation with the natural sciences. The present study, argues about the value of the questions, the experimental and ludic activities in the classroom. Further presents and fosters the reflection on the investigation as pedagogical strategy (IEP).

KEYWORDS:

Water, science education, investigation like a pedagogical strategy

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN.....	V
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	4
OBJETIVO GENERAL:	4
OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	4
1 ASPECTOS CONCEPTUALES Y EPISTEMOLÓGICOS DEL AGUA	5
1.1 EL AGUA COMO EJE ESTRUCTURANTE.....	5
1.2 ¿CÓMO EL AGUA LLEGÓ A SER H ₂ O?	6
1.2.1 INFLUENCIAS DE LA GRECIA CLÁSICA.....	6
1.2.2 EL AGUA DE ELEMENTO A COMPUESTO	8
1.3 AGUA Y ASTRONOMÍA.....	9
1.4 AGUA Y CLIMA.....	11
1.5 CICLO HIDROLÓGICO Y GEOLOGÍA.....	13
1.6 AGUA Y FÍSICA	14
1.6.1 EL AGUA Y LOS ESTADOS DE LA MATERIA	14
1.6.2 ¿POR QUÉ FLOTA EL HIELO?	16
1.6.3 EL AGUA Y SU CAPACIDAD PARA ALMACENAR CALOR.....	17
1.6.4 COHESIÓN Y ADHESIÓN	17
1.6.5 ¿YA ESTÁ TODO DICHO SOBRE EL AGUA?.....	17
1.7 AGUA Y BIOLOGÍA.....	18
1.7.1 ¿POR QUÉ EL AGUA ES IMPORTANTE PARA LA VIDA?	18
1.7.2 AGUA Y FOTOSÍNTESIS	19
1.7.3 LA IMPORTANCIA DEL AGUA EN LAS PLANTAS	19
1.7.4 COMO INGRESA EL AGUA EN LAS PLANTAS	20
2 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL USO DE LA INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA (IEP).....	21
2.1 ¿QUÉ ES LA CIENCIA?.....	21
2.2 VISIONES DE CIENCIA Y PROCESOS DE ENSEÑANZA	22

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

2.2.1	ENFOQUES ACTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS	23
2.2.2	¿CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES?.....	23
2.3	LOS ESTÁNDARES EN CIENCIAS NATURALES DE BÁSICA PRIMARIA Y EL USO DEL AGUA EN SU ENSEÑANZA.....	25
2.3.1	¿QUÉ SON LOS ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS?.....	25
2.3.2	ESTÁNDARES EN CIENCIAS NATURALES Y SU RELACIÓN CON TEMÁTICAS REFERENTES AL AGUA	26
2.4	TRABAJOS PRÁCTICOS Y EL USO EN EL AULA DE LA CIENCIA RECREATIVA.	27
2.4.1	LA MOTIVACIÓN PUNTO DE PARTIDA DEL APRENDIZAJE .	27
2.4.2	LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN EL AULA.....	28
2.4.3	EL USO DE CIENCIA RECREATIVA COMO PUNTO DE INICIO	28
2.4.4	INTEGRAR LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS Y LA CIENCIA RECREATIVA COMO INSUMOS EN EL DESARROLLO DE INVESTIGACIONES ESTUDIANTILES	29
2.5	LA INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA.....	30
2.5.1	LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL PAPEL DEL MAESTRO DESDE UNA PERSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN	30
2.5.2	CARACTERÍSTICAS DE LA IEP.....	31
2.5.3	LA PREGUNTA COMO PUNTO DE PARTIDA DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA.....	32
2.5.4	DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	33
2.5.5	HABILIDADES Y APRENDIZAJES DESARROLLADOS CON EL USO DE LA IEP.....	33
3	CARACTERIZACIÓN DEL GRUPO DOCENTE PARTICIPANTE	35
3.1	GENERALIDADES DEL GRUPO DOCENTE PARTICIPANTE	35
3.2	FORTALEZAS Y ASPECTOS POR MEJORAR	36
4	DISEÑO, EJECUCIÓN Y RESULTADOS DE LOS TALLERES.....	38
4.1	CONFORMACIÓN DE LA RED DE APRENDIZAJE.....	38
4.2	RECONOCIMIENTO DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES CON RESPECTO A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES	39
4.2.1	FORTALEZAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.....	41

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

4.2.2	DEBILIDADES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES.....	41
4.3	TALLER 1. ¿QUÉ ES LA CIENCIA Y POR QUÉ ES IMPORTANTE LA EDUCACIÓN EN CIENCIAS?	42
4.3.1	OBJETIVOS.....	42
4.3.2	METODOLOGÍA	42
4.3.3	RESULTADOS.....	42
4.4	TALLER 2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y SU USO EN LA ENSEÑANZA	44
4.4.1	OBJETIVOS.....	44
4.4.2	METODOLOGÍA	44
4.4.3	RESULTADOS.....	45
4.5	TALLER 3. EXPERIMENTANDO CON AGUA.....	46
4.5.1	OBJETIVOS.....	46
4.5.2	METODOLOGÍA	46
4.5.3	RESULTADOS.....	46
4.6	LOGROS ALCANZADOS EN EL DESARROLLO DE LA RED DE APRENDIZAJE.....	51
5	CONCLUSIONES	53
6	BIBLIOGRAFIA	55

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se propuso con el fin de crear y consolidar un colectivo de maestros interesados en reflexionar sobre la enseñanza de las ciencias, en básica primaria. El lugar de trabajo fue la Institución Educativa Departamental "Gustavo Uribe Ramírez", ubicada en el municipio de Granada Cundinamarca, en la provincia del Sumapaz. La institución se caracteriza por ser la única de carácter oficial que presta el servicio en básica y media en el municipio, tiene una cobertura aproximada de 1200 niños, jóvenes y adolescentes, entre 5 y 19 años de los niveles de preescolar, primaria, básica secundaria y media.

La institución está conformada por diez escuelas rurales y la sede de Bachillerato, esta última ubicada en el casco urbano del municipio. La población que atiende en su mayoría es de origen rural. Cinco escuelas de primaria laboran por ciclos, con un profesor responsable de cada uno de ellos. En tres escuelas un docente se encarga de impartir todas las materias del plan de estudios, tan solo en dos instituciones rotan los docentes de acuerdo con sus áreas de especialización.

Actualmente, el colegio está rediseñando el PRAE, el cual tiene como objetivo integrar las escuelas y el colegio en un trabajo mancomunado en torno a la gestión y protección del recurso hídrico, de igual forma se está reestructurando el PEI, enfatizando en el carácter académico y en la necesidad de ajustar el plan de estudios en las diferentes áreas del conocimiento (IED Gustavo Uribe Ramírez, 2006; "PEI IED Gustavo Uribe Ramírez," 2011).

Para la realización de este trabajo se tuvo en cuenta que los procesos de enseñanza- aprendizaje que se desarrollan en ciencias tienen unos fines claros, tal como se señala en la Ley General de Educación de Colombia, por ejemplo, el aprender ciencias promueve: "- la participación en la vida económica, política y cultural de la Nación; la capacidad para adquirir y generar conocimientos; el acceso a los bienes y valores de la cultura; - el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica; - la conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del ambiente; - la formación para el trabajo y la capacidad para crear, investigar y adoptar tecnología" (Hernández, 2005, p. 3).

De acuerdo a estos supuestos, la educación en ciencias, puede ser entendida en dos corrientes como lo afirma Hernández (2005, p. 2), "enseñar contenidos científicos o formar en un enfoque de alfabetización científica que busque un ciudadano participativo, solidario, autónomo, reflexivo, crítico y capaz de

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

comprender y transformar su mundo", esta última corriente integra lo que se ha denominado el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS).

Por lo tanto, es fundamental conocer cómo se enseña ciencias naturales y a partir de allí promover estrategias didácticas que permitan integrar los contenidos y conceptos científicos al re-conocimiento del contexto, promoviendo en los estudiantes el desarrollo del pensamiento crítico. Es así como este trabajo se enfoca en la enseñanza de las ciencias naturales en básica primaria y se justifica al retomar las palabras de Hernández (2005, pp. 27–28):

[...] De lo que se trata, a nuestro parecer es de crear una relación intensa y productiva con el conocimiento. Esta relación se define, muy probablemente, en los primeros niveles escolares. En los primeros niveles de la escuela, la enseñanza de las ciencias debería trabajar sobre la curiosidad natural de los niños... En este sentido no han caducado las recomendaciones de los métodos naturales que exigían del maestro conocimiento y sensibilidad para descubrir y alimentar el interés de los niños en básica primaria, dado que es fundamental la educación elemental en ciencias, se trata de "aprender a ver", para crear la necesidad de afinar la mirada más tarde con lenguajes adecuados y procedimientos rigurosos.

Todo lo anteriormente mencionado evidencia que es importante enseñar ciencias, no solo su parte conceptual, sino también, abordar lo procedimental y axiológico. Una de las alternativas didácticas utilizadas para cualificar la enseñanza de las ciencias naturales es la "Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP)", la cual permite enlazar los intereses de los estudiantes, la cotidianidad y los contenidos científicos, mediante el uso de la pregunta y el enfoque investigativo. Para utilizar la IEP en el aula se propone trabajar con el agua y considerarla como un eje estructurante en el diseño curricular dado que, el estudio de las propiedades físico-químicas, los cambios de estado, el ciclo hidrológico, el clima, la contaminación, entre otros, son temas transversales en el currículo de ciencias naturales.

Así mismo, para mejorar la calidad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias se requiere que, entre otros, los maestros perfeccionen sus conocimientos disciplinares y pedagógicos, para ello deben disponer de espacios para analizar e investigar sobre su quehacer. Una estrategia que permite reconfigurar el rol del docente es la creación de colectivos que investiguen y reflexionen sobre el sentido de la escuela y de los saberes que en ella circulan; sobre las estrategias didácticas y los avances científicos; sobre los niños y su entorno; y sobre ellos mismos como grupo deliberante.

Por tanto, para realizar este trabajo final, se solicitó al rector de la Institución Educativa Departamental "Gustavo Uribe Ramírez" que estimulara a los docentes de básica primaria a participar en la conformación de un colectivo que se comprometiera a reflexionar sobre la enseñanza de las ciencias naturales bajo la orientación del autor del presente documento. El grupo de estudio participó en el análisis de los temas disciplinares y de las estrategias didácticas que formaban parte de los talleres y se comprometió a establecer los objetivos del área.

A los maestros se les explicó que el trabajo se realizaría de manera cooperativa, utilizando como elementos para la reflexión actividades tipo taller

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

orientadas a reconocer las estrategias que se emplean para la enseñanza de las ciencias. Se les propuso una reflexión sobre la experimentación en el aula y sobre las ventajas que tiene la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP). Por último se les invitó a recapacitar sobre el agua como eje estructurante para caracterizar y abordar temáticas de ciencias naturales.

A continuación se presentan los desarrollos conceptuales y los resultados alcanzados a lo largo de cuatro capítulos. En el primero se argumenta porqué el agua puede ser utilizada como un eje estructurante para integrar temáticas en la enseñanza de las ciencias naturales, así mismo se presenta un panorama histórico sobre el desarrollo del conocimiento en torno a esta molécula y finalmente se presenta la manera como el agua se relaciona con las diversas ciencias naturales.

El segundo capítulo presenta de manera general temas relacionados con la enseñanza de las ciencias naturales y sus diferentes enfoques didácticos, continua con reconocer el cómo se integran los estándares básicos en ciencias naturales y finaliza con el uso de la ciencia recreativa y el trabajo bajo el enfoque de la Investigación como Estrategia Pedagógica para cualificar procesos de enseñanza en ciencias naturales en básica primaria.

El tercer capítulo presenta una caracterización del grupo de docentes. El cuarto capítulo aborda el diseño y aplicación de los talleres, que son la base para la creación y consolidación de la red o grupo de estudio, presenta así mismo resultados y conclusiones del trabajo colectivo.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Iniciar la construcción de una red de aprendizaje con docentes de básica primaria enfocada al reconocimiento de la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP), empleando diseños experimentales en torno al agua.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Estudiar aspectos conceptuales y epistemológicos del agua
- Caracterizar la enseñanza de las ciencias enfocada al empleo de la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP).
- Caracterizar al grupo de docentes que participa en los talleres.
- Diseñar e implementar talleres de motivación para docentes orientados a la reflexión sobre la enseñanza de las ciencias y al uso del agua como eje estructurante.

1 ASPECTOS CONCEPTUALES Y EPISTEMOLÓGICOS DEL AGUA

1.1 EL AGUA COMO EJE ESTRUCTURANTE.

Una temática transversal en el currículo de ciencias naturales de básica primaria y educación media es el agua, su enseñanza puede abordarse desde diversas perspectivas, por ejemplo en las relaciones que establecen el ser humano y los organismos vivos con el agua y su ciclo; la importancia del acceso al agua potable; el cómo se realiza la captación del recurso hídrico; las formas de tratamiento y la disposición de residuos líquidos; el manejo adecuado del agua para fines recreativos; la producción de energía o; su uso en la industria y en la agricultura.

Así mismo, los estudios entorno a las características y propiedades del agua sirven para contextualizar diversas teorías e hipótesis de la astronomía, la geología, la física, la química y la biología. Por tal motivo el agua puede considerarse como un eje estructurante en la enseñanza de las ciencias naturales; en este sentido es importante retomar los planteamientos de Gagliardi (2008), quien propone el uso de conceptos estructurantes como una alternativa para organizar un currículo, ya que, trabajar con ellos introduce diferencias en las formas habituales de seleccionar contenidos escolares que se centran en el dato o fenómeno aislado, para dar lugar a propuestas didácticas globalizadoras e integradoras. La mejor forma de implementar esto sería usando problemas reales que conecten varios conceptos de las ciencias naturales; lo que promovería en los estudiantes una visión más crítica y compleja de las ciencias que los aleje del imaginario de que ellas son una colección de datos desconectados y apartados de la realidad (Guerrero, 1991).

Sin embargo, el agua es más que un concepto estructurante, al trabajar en torno a esta es posible integrar varias temáticas, que a su vez abordan diversos conceptos, por ejemplo: los cambios de estado de la materia, las propiedades físico-químicas, el clima, la contaminación hídrica, la nutrición, el ciclo hidrológico, además de las implicaciones socioeconómicas que surgen al pensar el agua como un recurso público o privado.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Como ya se mencionó este proyecto plantea invitar a los docentes de primaria de la Institución Educativa Departamental "Gustavo Uribe Ramírez" a reflexionar sobre el "agua" como un eje estructurante que permite integrar la enseñanza de las ciencias naturales. Para ir perfeccionando la propuesta quien la orienta debe conocer conceptos y aspectos epistemológicos ligados al agua, desde una mirada interdisciplinar, con el fin de orientar las discusiones que se generen en el colectivo y apoyar y dirigir los debates que se produzcan en los talleres.

Por lo anteriormente mencionado en el presente capítulo se retoma el agua desde diferentes enfoques y miradas, partiendo del desarrollo histórico de su conocimiento, para de esta manera establecer que en la ciencia no hay verdades absolutas e inamovibles, que ella es una construcción humana. Como lo señala Chávez (2002), citado por Correa, (2009b)

[...] el estudio de la manera como se han construido y como se siguen construyendo los conocimientos científicos puede aportar pistas fundamentales para, por un lado, transformar estos conocimientos en contenidos del proceso enseñanza-aprendizaje y, por otra parte, idear las mejores rutas para desarrollar este proceso (p. 3).

Posteriormente se realiza un acercamiento a las relaciones que existen entre el agua y la astronomía, apartado que explica la distribución y abundancia de esta molécula en el universo y el como fue posible su síntesis; seguidamente se abordan las relaciones entre el agua y el clima, contextualizando la importancia del ciclo hidrológico, la capacidad que tiene el agua como regulador térmico, como se forma una nube y sus diferentes clases; continuando con las relaciones entre el agua y la geología, en donde se explica la importancia de conocer el terreno y estructura de las rocas para comprender como se forman los acuíferos, posteriormente se plantea la importancia del agua para mantener y sostener la vida en nuestro planeta.

1.2 ¿CÓMO EL AGUA LLEGÓ A SER H₂O?

1.2.1 INFLUENCIAS DE LA GRECIA CLÁSICA

La manera como se concibe el agua y las explicaciones que han existido en torno a su naturaleza son parte esencial de nuestra historia como especie, diversas culturas basan sus mitos y creencias en torno a su conocimiento e importancia, sin embargo, son de especial relevancia las contribuciones del pensamiento Griego a la forma en cómo hoy en día entendemos el agua, dado que esta cultura marcó las bases para el desarrollo de la ciencia moderna.

A continuación se realiza una breve reseña de los aportes de la Grecia clásica, es importante resaltar que en esta época se consideró el agua como un elemento fundamental, aunque se desarrollaron las primeras propuestas de la visión atómica de la materia. Esta última propuesta no tuvo un gran auge, aunque sí marcó las bases para el posterior desarrollo de disciplinas científicas como la química.

Una de las primeras visiones sobre la naturaleza del agua fue propuesta por Tales de Mileto, filósofo griego del siglo VII a.C. Andrade (2009) explica que Tales de Mileto

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

[...] comenzó a preocuparse acerca de cuál sería la materia constitutiva a partir de la cual todo fue hecho. A esta materia primigenia la llamó el Arche y después de años de observación e indagaciones concluyó que el mundo estaba hecho por agua, dado que esta puede ser sólida, líquida y gaseosa. El agua corresponde al Arche que vivifica (p.6).

Tales de Mileto fundamentaba su afirmación en la observación de los diferentes estados del agua, concluyendo que esta sustancia permitía la trasmutación de los elementos (líquido, sólido y gaseoso); por otra parte, varios filósofos de la escuela Jónica, consideraron la existencia de otros elementos fundamentales en la naturaleza, por ejemplo Anaxímedes consideró al aire, Heráclito el fuego y posteriormente Empédocles retomó los anteriores planteamientos y propuso por primera vez la filosofía de los cuatro elementos, incluyéndola tierra como el cuarto elemento fundamental (Guerrero, 1991).

Así, las explicaciones sobre el agua se centraron en considerarla como un elemento fundamental en la naturaleza; otros hechos relevantes en la historia del conocimiento del agua, fueron las primeras propuestas sobre la teoría atómica de la materia, en este sentido se destacan los aportes de Anaxágoras quien explicó que la materia está compuesta por un número infinito de “semillas”, concepto retomado y reforzado por Empédocles afirmando que dichas semillas poseen los cuatro elementos, finalmente Leucipo y Demócrito quienes vivieron entre los siglos IV y III a. C. son los primeros en explicar la materia como un conjunto de partículas indivisibles denominadas átomos que existían en un vacío y estaban en constante movimiento (Ball, 2010).

También se consideran importantes los aportes de los Pitagóricos, al proponer que las partículas microscópicas que formaban los cuatro elementos tenían formas geométricas regulares, idea retomada por Platón, quien representa al agua con átomos de Icosaedros (Ball, 2010).

Sin embargo, la teoría atomista en esta época no tuvo gran repercusión. Posteriormente, Aristóteles fue quien planteó las ideas dominantes en torno al pensamiento filosófico en que se fundamenta el desarrollo de la cultura occidental. El retomó y aceptó el esquema de los cuatro elementos de Empédocles, además planteó los cuatro principios aristotélicos, rechazando la noción de vacío propuesta por Demócrito (Andrade, 2009, p. 19). La visión atomista solamente se revive en el siglo XVII.

Es importante resaltar, que no solo las reflexiones en torno a la naturaleza y composición del agua son relevantes en esta época, también son los usos y adelantos tecnológicos que se desarrollaron. Desde esta perspectiva se destacan filósofos muy importantes como Arquímedes quien contribuyó al desarrollo de la hidrostática y la majestuosidad con la que se realizó la distribución del agua en Roma, en palabras de Guerrero (1991, p. 58).

[...] en el mundo antiguo posiblemente haya sido Roma el pueblo que desplegó la más impresionante actividad en ingeniería hidráulica. Grandes acueductos surcaron los valles del mundo romano: a la capital del Imperio más de seiscientos kilómetros de acueductos llevaban el agua pues el Tíber estaba sumamente contaminado.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

1.2.2 EL AGUA DE ELEMENTO A COMPUESTO

Posteriormente, a mediados del siglo XVI, las explicaciones del mundo natural basadas en el principio de los cuatro elementos no fueron suficientes para dar cuenta de múltiples fenómenos en los que participa el agua. En esta época se destacan los alquimistas y sus contribuciones al desarrollo de métodos experimentales, por ejemplo buscaron una sustancia que pudiera disolver a todas las demás, y la más cercana que encontraron fue el agua, aunque con propiedades que no se podían explicar, entre ellas el porqué era extremadamente corrosiva, pero a la vez, inocua en el cuerpo humano (Guerrero, 1991, p. 24). Uno de los alquimistas más reconocidos fue Paracelso, quien aportó la idea de los elementos primarios, (sal, azufre, mercurio) a las explicaciones basadas en los cuatro elementos y en los principios Aristotélicos.

La importancia de la alquimia radica en que originó las bases que permiten reconfigurar la forma como se entiende la materia. Después de la segunda mitad del siglo XVII se comienza el reemplazo de las ideas previas y se construyen los fundamentos de la química moderna, una de las obras más influyentes de la época, fue la de Boyle.

Boyle desarrolló diversas experiencias prácticas, la más importante fue mezclar limaduras de hierro con ácido, experimento que daba origen a un gas que denominó “aire impuro”, este gas era el hidrogeno y tenía cualidades inflamables. Seguramente en los experimentos de Boyle se realizó por primera vez la síntesis del agua, aunque él nunca se dio por enterado de esto (Ball, 2010, p. 129).

Posteriormente, aparece la teoría del Flogisto propuesta para explicar los cambios que ocurren en los metales al calentarse, dicha teoría explicaba que el Flogisto era una sustancia que se liberaba al aire, actualmente sabemos, que el Flogisto era la “ausencia de oxígeno”; sin embargo en esta época considerar o no el aire con presencia de flogisto, permitía explicar muchas reacciones, sobre todo las ocurridas en los metales, aunque errónea, dicha teoría dio los fundamentos para unificar varios pensamientos y experiencias prácticas en torno a la naciente química.

En el desarrollo de la historia del conocimiento del agua, falta por descubrir el oxígeno gaseoso. Este logro fue alcanzado por Priestley en 1774, quien lo denominó como aire “deflogisticado”. Priestley descubrió que este gas provocaba mayor combustión, en sus posteriores estudios en 1775, se dio cuenta que este gas mantenía la respiración de un ratón.

Por esta misma época, el francés Antonie Laurent Lavoisier, comenzó a rechazar varias ideas clásicas que predominaban en la ciencia, por ejemplo, rechazó la idea de poder convertir el agua en tierra, si esta llega a ser sometida a un calentamiento prolongado; por otra parte Lavoisier realizó las mismas experiencias prácticas que Priestley, pero reinterpretó los datos y reemplazó la teoría del flogisto, afirmando que los fenómenos observados eran explicados por la presencia de un gas que para la época era conocido como “aire común” el cual fue renombrado más adelante como Oxígeno, este nombre debe su existencia a la

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

propiedad de este gas para formar ácidos, así “el aire común” fue nombrado oxígeno que significa “formador de ácidos”.

Varios fueron los desarrollos experimentales que permitieron dar paso a los descubrimiento del oxígeno y del hidrógeno como elementos y reconocer que su síntesis en una proporción de dos a uno da origen al agua.

[...] hacia 1775 los químicos habían aislado los dos componentes elementales del agua, el oxígeno y el hidrógeno; sin embargo todavía estaba por determinarse si esos dos elementos eran puros y no “aires impuros” (Ball, 2010, p. 177).

Para esta época las pruebas de la síntesis del agua no eran consideradas claras, dado que se podían refutar argumentando que podían ocurrir procesos de condensación del agua, tal como ocurría en vidrios a bajas temperaturas. Por fin, en 1781 se sintetiza el agua, al unir lo que en esa época se conocía como aire inflamable y aire común, posteriormente se buscó mejorar dicho experimento utilizando oxígeno o como también se denominaba en esta época, aire “puro” o aire deflogisticado. Se descubrió que siempre la proporción de este gas reaccionaba con el doble de aire inflamable “hidrógeno”.

Al científico inglés Henry Cavendish (1731 – 1810) se le atribuye el descubrimiento de que el agua no es un elemento simple, sino complejo y susceptible de descomponerse en oxígeno e hidrógeno. Pocos años más tarde el químico francés Gay-Lussac (1778 – 1850) confirmó la teoría de Cavendish, al lograr obtener agua a partir de la mezcla de dos volúmenes de hidrógeno con uno de oxígeno (Franco, n.d.).

Finalmente para identificar la naturaleza del agua, no como un elemento si no como un compuesto, Lavoisier aporta la idea que ella se puede sintetizar e igualmente se puede separar en los gases que la generan. A finales de 1783 demostró sus afirmaciones, por métodos experimentales diversos y nombró al aire inflamable como Hydrogene que significa el formador de agua.

Poco tiempo después, la comprensión del agua como un compuesto formado por hidrógeno y oxígeno, fue enriquecida por los aportes de John Dalton. A principios del siglo XIX Dalton presentó las bases para entender la estructura atómica del agua, proponiendo un modelo gráfico de la teoría atómica. El concibió a los átomos como esferas con diferentes tamaños, además llegó a calcular muchos de los pesos atómicos, posteriormente en 1814 Jons Jakob Berzelius determinó el peso del oxígeno como 16 y fue él quien aportó la forma de representar a los elementos de acuerdo con una o dos letras de sus iniciales, así el agua se convirtió en la ya famosa H₂O

1.3 AGUA Y ASTRONOMÍA

¿Como se formó el agua? y ¿qué tan común es este compuesto en el universo?, estas preguntas son el punto de partida para reconocer cual es la relación entre el agua y la astronomía.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Para encontrar una posible respuesta a la primera cuestión, es necesario remontarnos a los orígenes de la Vía Láctea. Hace más de diez mil millones de años su composición consistía casi enteramente de una mezcla de hidrógeno y helio. Por lo tanto, la actual concentración de los otros elementos se originó a partir de esta materia prima durante un largo tiempo, tal es el caso del oxígeno, elemento más pesado que el hidrogeno y que seguramente fue sintetizado en eventos tipo supernova (Higuera, 2002). Así la presencia del hidrogeno, elemento muy común en el universo, y la posterior construcción o síntesis de oxígeno en los "hornos estelares" proporcionan los elementos necesarios para la construcción de la molécula de agua. Actualmente los estudios de astronomía al observar el medio interestelar reconocen la presencia de polvo en el cual se identifica agua en forma sólida (Higuera, 2002, p. 22).

Con relación a la segunda pregunta, en un principio se pensaría que el agua por su importancia para la vida es un elemento raro en el cosmos. Sin embargo, los científicos planetarios y los astrónomos saben que el agua está presente en todo el universo (Ball, 2010, p. 114), entonces la pregunta sería: ¿existe agua líquida en otras partes de nuestro universo?. Encontrar agua líquida en el sistema solar es muy poco probable, el único lugar que la mantiene en forma abundante es el planeta tierra y su presencia le da ese color azul peculiar, característica que no comparte con ningún otro planeta o satélite. En nuestro sistema solar predominan los paisajes congelados, otros envueltos en vapor, otros con rastros de antiguos cauces de agua, y tal vez unos pocos con agua líquida.

Si realizamos un recorrido por nuestros vecinos estelares, ayudados por los datos obtenidos con las sondas espaciales, las observaciones con diversos telescopios y los registros realizados con instrumentos como el espectrofotómetro, es posible reconocer que existe agua en la atmósfera de otros planetas.

Por ejemplo, nuestro vecino más próximo, la Luna, tiene agua en estado sólido, la nave espacial Clementine enviada a la luna en el año 1994 mostró evidencia de una capa de hielo del tamaño de un pequeño lago de unos ocho metros de profundidad, posteriormente se calculó que en la Luna existen alrededor de seis mil millones de toneladas de agua en forma sólida (Ball, 2010, p. 115).

Si continuamos nuestro viaje a Marte y gracias a los datos proporcionados por la nave espacial Mariner 9 en 1972, se demostró la existencia de valles fluviales, en otras palabras, formaciones geológicas producto de la acción del agua, de acuerdo a estos indicios de agua líquida. A finales de la década de los 90 se buscó evidencias de vida y de agua líquida en Marte, desafortunadamente no se encontraron rastros, pero si se logró demostrar que el agua líquida que dio origen a las formaciones geológicas no provenía de grandes lluvias si no de la fusión de hielo; esto permite inferir que Marte debió tener una atmósfera más densa para permitir la presencia de agua en estado líquido.

Otro de nuestros vecinos, es Venus, planeta que al ser visto por medio de un telescopio da la impresión de ser un lugar extremadamente húmedo, con cielos densos y nubes pesadas, sin embargo se ha demostrado que mantiene temperaturas de 500°C por lo tanto es un planeta extremadamente seco, las nubes no están compuestas de agua si no de ácido sulfúrico (Ball, 2010, p. 132),

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

posiblemente hace mucho tiempo Venus pudo haber tenido océanos de agua líquida, pero se evaporaron por las condiciones de la atmósfera y las altas temperaturas presentes, parte de esa agua forma el ácido sulfúrico de sus nubes y otra parte sufrió hidrólisis por la luz solar dejando hidrógeno y oxígeno, aunque actualmente existen evidencias de pequeñas cantidades de vapor de agua en la atmósfera de Venus (Ball, 2010, p. 135).

Si seguimos a sectores más apartados del sistema solar, encontramos que Júpiter tiene tres lunas con gran cantidad de agua sólida orbitando a su alrededor, estos satélites son Europa, Ganímedes y Calisto, el estudio de su composición ha dado varios indicios que en Europa es muy probable que exista agua líquida bajo una superficie de hielo sólido (Ball, 2010, p. 136). A medida que nos alejamos de la tierra es bastante común encontrar en las regiones exteriores al sistema solar cuerpos cubiertos de hielo, esta gran presencia de agua sólida en el sistema solar se debe a que esta molécula posee las temperaturas de fusión y condensación más elevadas de todas las pequeñas moléculas más comunes.

Más sorprendente aun, es el descubrimiento que el sol mantiene vapor de agua en su atmósfera, aunque la cantidad es mínima, es claro que el agua también se puede encontrar en diversas estrellas, por ejemplo *"...el agua parece ser la segunda molécula más abundante detrás del hidrógeno molecular en las estrellas enanas marrones, que son estrellas muy débiles y con bajas temperaturas..."* (Ball, 2010, p. 144).

1.4 AGUA Y CLIMA

En este apartado se presenta un panorama general de cómo el agua contribuye a calentar y enfriar el planeta, además de ser un vehículo para almacenar y transportar calor.

La Tierra es especial para mantener agua líquida en su interior, y esto se debe en gran parte a su atmósfera y al clima que mantiene. El clima en la tierra depende del balance de calor que ésta presenta. Nuestro planeta gana y pierde calor constantemente afectando su temperatura. En este proceso el agua es protagonista, por ejemplo, el vapor de agua contribuye a capturar calor. En la atmósfera, las nubes y el hielo reflejan la luz solar contribuyendo al enfriamiento. Así mismo, las corrientes marinas distribuyen el calor capturado por el agua a diferentes zonas, también el balance calórico, depende de la formación de nubes y las precipitaciones generadas.

La presencia de la atmósfera en la tierra permite que se retenga gran cantidad de calor, dado que ésta atrapa la longitud de onda infrarroja. El vapor de agua es uno de los gases responsables de esta función, es importante resaltar que si no existiera nuestra atmósfera, la temperatura media de la tierra descendería cerca de 35 °C (Ball, 2010, p. 94).

A mayor temperatura hay mayor evaporación en los océanos, y por ende aumenta la humedad del aire, lo que origina mayor absorción de calor en la atmósfera y promueve la evaporación de agua, generándose una retroalimentación

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

positiva, que si no se regula llevaría a aumentar la temperatura de la tierra paulatinamente.

Sin embargo, el agua no solo contribuye a capturar calor, también su presencia puede llegar a enfriar nuestro planeta, las nubes y las capas de hielo aumentan el albedo planetario, lo que significa un mayor reflejo de la luz solar disminuyendo la cantidad de calor entrante, provocando enfriamiento, pero un cielo nublado retiene más calor en la superficie que un cielo despejado, así en la atmosfera baja, las nubes ayudan a calentar la superficie y a mayor altitud reflejan los rayos solares provocando enfriamiento(Ball, 2010, p. 97).

Otro aspecto importante, donde el agua ayuda a configurar el clima, está en el transporte de calor a diferentes puntos del planeta. El agua tiene una alta capacidad calórica, esto significa que retiene calor, para poder calentarse necesita una gran cantidad de energía y se enfría lentamente. Al irradiar el sol en la zona tropical el agua retiene calor, generándose así corrientes, dada las diferencias de temperatura, lo que permite redistribuir el calor por todo el planeta, *"...el calor que transporta el agua hacia los polos en dos días equivale a la cantidad de calor producido al quemar el carbón extraído de la minas del planeta durante un año..."*. (Ball, 2010, p. 191).

Los cambios de temperatura del agua, cambian la densidad de la misma, porque se modifica la cantidad de sal disuelta, lo que va a generar corrientes diferenciadas que distribuyen no solo calor sino nutrientes, generando un continuo movimiento de agua que distribuye el calor del trópico a los polos, este tipo de circulación se denomina circulación termohalina y es muy importante en el clima, su no presencia ha llevado a la tierra a pasar por épocas de glaciaciones (Ball, 2010, p. 60).

Por último, las dinámicas de evaporación, la temperatura del aire y la presencia o no de núcleos de condensación determinan la formación de nubes, una nube se forma cuando el vapor de agua de una masa de aire se condensa en diminutas partículas de agua o hielo; el aire húmedo sube, se enfría y sobresatura con vapor de agua, el aire caliente suele tener más humedad que el aire frío, pero para que se condense el aire tiene que tener pequeñas partículas conocidas como núcleo de condensación, que pueden ser pequeñas partículas de polvo o granos de sal marina cristalizada, de esta forma al condensarse el vapor de agua se forman pequeñas gotas que aumentan de tamaño hasta que sean lo suficientemente grandes para que se precipiten por gravedad y se produzca la lluvia, por ejemplo, las gotas de tamaño promedio de un milímetro de diámetro se transforman en aguaceros. Esta dinámica de evaporación, transpiración, condensación y precipitación moviliza gran parte del agua en el planeta, el agua fluye constantemente y su motor es el ciclo hidrológico, en donde la generación de precipitaciones es un aspecto crucial en la configuración del clima.

En términos generales existen tres tipos de nubes. La primera denominada cúmulos, se forman a bajas alturas, cuando el aire húmedo se calienta y asciende, volviéndose menos denso y más volátil que el aire frío encima de este, generando "motas de algodón", los cúmulos tienen una temperatura superior a los 0°C, están formados por pequeñas gotas líquidas, por lo tanto se les conoce como nubes

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

calientes o nubes de buen tiempo. Sin embargo, también existen los cumulonimbos o nubes de tormenta,

Otro tipos de nubes llamados estratos, tienen un aspecto de capas contiguas, se forman cuando una capa ascendente de aire caliente, no atraviesa la capa de aire más estable situada encima, por lo tanto se expande, estas nubes son cálidas y completamente líquidas, sin embargo se pueden encontrar cúmulos y estratos a mayor altitud, originados por corrientes cálidas que no se generan a nivel del suelo, se llaman alto cúmulos y alto estratos, son nubes mixtas, su temperatura es baja y contienen algunas partículas de hielo, al igual pueden mantener temperaturas entre 0 °C - 39 °C. Por último, está el tipo de nubes llamados Cirros, que mantienen temperaturas por debajo de los -39 °C, están compuestas por solamente hielo, son de color oscuro rodeadas de un círculo de luz (Ball, 2010, p. 90 y p. 92).

1.5 CICLO HIDROLÓGICO Y GEOLOGÍA

Como ya hemos visto anteriormente, las singularidades del planeta tierra le permiten albergar agua en estado gaseoso, líquido y sólido, por lo tanto, es posible encontrarla en la atmósfera, en la superficie terrestre formando ríos, lagos y mares, en el subsuelo y en el manto freático (Rodríguez, 2002, p. 27), es importante destacar que el motor que moviliza el agua lo largo del todo el planeta es el ciclo hidrológico, el cual es cerrado y se repite indefinidamente. Así el agua es transportada y movilizadada por procesos de evaporación, transpiración, circulación atmosférica, condensación, precipitación, flujo superficial y subterráneo, almacenándose en su recorrido y cambiando de estado según sean las condiciones de temperatura y presión.

Para entender el ciclo y saber la cantidad de agua disponible en algún momento determinado, son importantes los estudios de hidrología que determinan geográficamente la cuenca hidrográfica como el espacio donde se capta el agua lluvia y generan caudales. Dependiendo de la naturaleza del suelo, el agua puede llegar a infiltrarse, generando depósitos de aguas subterráneas, dicha agua almacenada va a ser la fuente de formación de manantiales o alimentara lagos y ríos (Rodríguez, 2002, p. 27).

Para calcular la cantidad de agua disponible en una región determinada es necesario conocer la ecuación del ciclo hidrológico, que en términos generales dice que la precipitación que hay en una zona es igual a la evapotranspiración más la infiltración, más la escorrentía total. Esta ecuación es general y describe el balance hídrico mas no tiene en cuenta la velocidad del recorrido y el retorno de la gota de agua. El agua constituye una fuerza fundamental en la configuración geológica, por ejemplo los ríos distribuyen los sedimentos en cantidades de hasta dieciséis mil millones de toneladas al año (Ball, 2010, p. 67).

El agua subterránea (Rodríguez, 2002, p. 36), se almacena en dos zonas, la primera denominada zona de aireación, mantiene agua y aire, encontrándose en el espacio que separa la superficie del nivel freático, el agua presente en esta zona es importante por su capacidad y potencial de capilaridad, dado que no fluye. La

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

segunda, denominada zona de saturación, se caracteriza por que todos los poros del suelo están en capacidad de ser ocupados por agua bajo presión hidrostática, se conoce generalmente como agua subterránea y dependiendo del tipo de roca presente, puede formar, 1) Acuíferos compuestos por rocas permeables que generan zonas intercomunicadas en donde el agua puede moverse con facilidad. 2) acuíferos confinados, formados por capas confinantes y rocas impermeables que pueden contener gran cantidad de agua y no permiten el flujo de la misma y 3) acuíferos no confinados formados por rocas impermeables que no contienen ni transmiten agua (Rodríguez, 2002, p. 34).

Pueden existir acuíferos libres donde el nivel del agua se encuentra en contacto con la atmósfera, acuíferos confinados donde el nivel de agua se encuentra bajo presión en medio de rocas impermeables y acuíferos semiconfinados que se encuentran saturados completamente de agua y limitados por una roca semipermeable, todos estos dependen de las zonas de recarga que son áreas de alta infiltración de donde se abastecen de agua.

A parte de los acuíferos en donde se confina el agua en el subsuelo, está la presencia de manantiales, que básicamente son un flujo concentrado de agua subterránea que brota del subsuelo en forma de corriente, pueden ser perennes, intermitentes o esporádicos de acuerdo a su descarga; las rocas consolidadas o compactas generalmente dan lugar a manantiales bien definidos y localizados, se forman por fracturas o zonas de amplias fisuras generadas por la acción química y física del agua, por ejemplo en rocas solubles como la calizas generan grandes túneles que llevan ríos subterráneos (Rodríguez, 2002, p. 39).

1.6 AGUA Y FÍSICA

[...] el viaje desde el agua como uno de los cuatro elementos a la molécula de H₂O es sólo el prelude a su misterio. Es un viaje que no sólo tiene que ver con el agua en sí, sino con todo nuestro concepto del mundo material... porque el agua ha sido una guía para llegar a la física moderna, que nos enseña la composición de la materia (Ball, 2010, p. 150).

La anterior cita, muestra la importancia que ha tenido el estudio del agua, en el desarrollo de la física moderna, a partir de ella hemos podido entender la composición de la materia y su transformación; por ejemplo hoy sabemos que el agua es única, tiene propiedades que la hacen un compuesto excepcional, es dúctil, móvil, transparente e insípida, sin embargo, de todos los líquidos conocidos, el agua es probablemente la más estudiada y la menos comprendida (Ball, 2010, p. 189).

1.6.1 EL AGUA Y LOS ESTADOS DE LA MATERIA

La relación entre la física y el conocimiento del agua, da las bases para entender la composición y características de la materia; recordemos que en nuestro planeta podemos encontrar el agua en tres estados: el sólido representado en las nubes y glaciales por el hielo o nieve, el estado gaseoso representado en

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

nuestra atmosfera por el vapor de agua y finalmente el estado líquido representado en la lluvia, ríos, lagos y mares.

Cada uno de estos estados tiene unas peculiaridades físicas, por ejemplo en el estado líquido es una estructura intermedia entre el orden del sólido y el total desorden del gas. En el estado sólido: reina el orden y las moléculas de agua se agrupan en estructuras bien definidas, normalmente hexagonales, y existe una limitada agitación molecular que disminuye con la temperatura. El estado gaseoso, es una fase en donde las moléculas están muy distantes unas de otras, prácticamente son ajenas a las interacciones moleculares y no existe orden; esta fase, sin embargo, comienza a adquirir propiedades nuevas cuando disminuyen la temperatura o aumenta la presión, lo que resulta en una contracción, haciendo que unas moléculas "sientan" la influencia de otras (Guerrero, 1991, p. 22), por ejemplo en determinadas condiciones, cuando tanto la temperatura como la presión son bajas y la densidad del vapor es alta, se da lugar a la formación de copos de nieve (Guerrero, 1991, p. 37).

Pero no importa como encontremos el agua, siempre estará formada por las mismas moléculas y es la física, la ciencia que nos explica cómo interactúan y explica el porqué de sus cambios. Así los cambios de sólido a líquido o de líquido a gaseoso, dependen de las condiciones de temperatura y presión existentes, estas condiciones determinan las transiciones de fase; los puntos de referencia para las transiciones de fase en el agua son las temperaturas a las cuales se congela o hierve, 0 °C y 100 °C respectivamente, pero estas temperaturas tienen que ser determinadas al nivel del mar y a una presión de una atmosfera.

Sin embargo, alcanzar la temperatura de ebullición no es suficiente para generar un cambio de líquido a gaseoso, esto también depende de la capacidad de absorción de calor que tienen las moléculas de agua, puesto que el cambio de fase ocurre a una misma temperatura, a este calor absorbido por las partículas en estado gaseoso se le llama calor latente, se denomina así porque no significa un incremento en la temperatura, dicho calor se libera nuevamente si el gas se condensa.

Los estudios de física que buscan entender el cómo cambia el agua a través de sus tres estados, permitieron la construcción del diagrama de fases, es importante resaltar que según este diagrama, el agua en estado sólido y gaseoso parte de temperaturas y presión iguales a cero, aspecto que no ocurre con el agua en estado líquido, también existe un punto de temperatura y presión donde podemos encontrar los tres estados (sólido, líquido y gaseoso) conocido como punto crítico (Ball, 2010, p. 196). Actualmente, una de las áreas de estudio de la física moderna tiene que ver con las transiciones de fase y los puntos críticos.

Uno de los estados más diversos del agua es el sólido. Contrario a lo que se puede pensar comúnmente en el agua se ha descubierto que existe más de un estado sólido, en la primera mitad del siglo XXI el británico Percival Bridgman y el alemán Jorge Tamman realizaron experimentos para demostrar que el hielo es una compleja estructura que tiene formas estables y metaestables que pueden cambiar de unas a otras (Guerrero, 1991, p. 19), esto quiere decir que dependiendo de las condiciones la moléculas se reagrupan de forma diversa para formar un cristal,

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

existen diversos tipos de agrupación, en total son 12, en la tierra es común el hielo tipo 1:

[...] cuando el agua se congela en nuestras neveras, en las charcas invernales y en el océano del antártico, en los copos de nieve o en las ramas heladas, forman un cristal en donde cada molécula de agua está unida por puentes de hidrógeno a otras cuatro, esta red de moléculas entrelazadas tiene muchos espacios vacíos, lo que otorga al hielo una densidad menor que la del agua en estado líquido (Ball, 2010, p. 225).

Es importante destacar que la simetría del agua congelada es igual a la de un hexágono, por ejemplo los copos de nieve que se forman en la atmósfera superior cuando el vapor de agua se congela sobre alguna partícula "semilla" que puede ser una partícula de polvo, estos cristales comienzan a crecer formando un copo de nieve, si los observáramos con una lupa nos daríamos cuenta que todos son hexágonos pero con formas diferentes.

La estructura atómica del hielo puede variar por cambios de presión y a temperaturas bajas, reordenando las moléculas y dando lugar a nuevas formas de hielo, por ejemplo en 1900 Tammann descubrió que el hielo 1, bajo presión se reordena en diferentes formas estructurales, el comprimió el hielo a 3500 atmósferas dando paso a dos formas nuevas de hielo, el hielo 2 y el hielo 3. Posteriormente, Percy Bridgman físico de la universidad de Harvard trabajó con altas presiones e identificó 5 formas de hielo, una de ellas el hielo 6 podría mantenerse en estado sólido a temperaturas de 80°C conocido como "hielo caliente", pero debe estar bajo presiones cercanas a 6500 atmósferas, los trabajos de investigación continuaron y en 1998 se reportó el hielo 10, y poco después el hielo 12 (Ball, 2010, p. 226).

Lo importante de estos estudios es que han demostrado que bajo condiciones adecuadas de presión y temperatura puede existir hielo a 100 °C o también agua sobre enfriada que no se congela a temperaturas de -38 °C.

Continuando con los estados del agua, el líquido es el más complejo de entender, dado que el movimiento de sus partículas es caótico, pero existen fuerzas de atracción entre las moléculas que aunque débiles permiten generar una estructura; Van der Waals, afirmó que las fuerzas de atracción y repulsión distinguen un líquido de un gas, fuerzas que se bautizaron en honor a su descubridor y hoy en día se conocen como fuerzas de Van der Waals (Ball, 2010, p. 202). Sin embargo esto no explica muchas de las propiedades anómalas del agua, siendo una de sus principales características la propiedad de formar puentes de hidrógeno, aspecto que define y caracteriza en gran parte la química del agua.

1.6.2 ¿POR QUÉ FLOTA EL HIELO?

Dentro de las características más relevantes del agua, está la peculiaridad que en estado sólido es menos densa y que permite que el hielo flote. A pesar de ser un fenómeno tan común y que lo observamos a diario, para llegar a comprenderlo es necesario pensar en la estructura atómica de la materia. En el estado sólido todas las moléculas están organizadas de manera regular y ordenada, en el estado líquido en cambio, las moléculas se mueven con relativa libertad, lo que lleva a pensar que la cantidad de átomos por espacio en un sólido es mayor que los que

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

podrían existir en la materia en estado líquido y efectivamente esto ocurre en la mayoría de sustancias, en donde el cambio de líquido a sólido lleva a aumentar la densidad en un 10% (Ball, 2010, p. 188). En el agua a cuatro grados centígrados, muy cerca del punto de congelación, la densidad alcanza su máximo valor. Esto no se observa en ningún otro líquido común, ni tampoco en los sólidos comunes solo sucede en sustancias de estructura elástica semejantes al hule. El agua, a medida que se congela se expande y disminuye su densidad, lo que permite que se forme hielo en la superficie de los lagos y lo más importante que flote.

1.6.3 EL AGUA Y SU CAPACIDAD PARA ALMACENAR CALOR

Una segunda propiedad física del agua, es su capacidad calórica, propiedad estudiada por primera vez por José Black, científico británico del siglo XVIII, quien fue el primero que se detuvo con gran cuidado a meditar acerca de esta importante propiedad; la llamó "calor latente" (Guerrero, 1991, p. 18).

Se necesita más calor para elevar la temperatura del agua que para calentar la misma cantidad de la mayoría de las sustancias restantes, a esto se le conoce como capacidad calórica, lo que permite que el agua almacene y transporte gran cantidad de calor, por ejemplo, si un kilómetro cúbico de agua en un océano fluye de una región caliente a otra muy distante que está 20 grados centígrados más fría, la transferencia de calor es de diez billones (10 con trece ceros) de kilocalorías que es equivalente al calor generado por la combustión de 2 millones de toneladas de carbón (Guerrero, 1991, p. 18).

1.6.4 COHESIÓN Y ADHESIÓN

Las últimas propiedades físicas a la que nos referiremos son la cohesión que por definición es la unión de moléculas de la misma sustancia y la adhesión que es la unión de moléculas de sustancias distintas, la combinación entre la cohesión y la adhesión permite que el agua ascienda por espacios muy pequeños, pase por pequeños tubos, atraviese pequeños espacios en el suelo, es así que por ejemplo puede llegar a las plantas y ascender a través de ellas.

La tensión superficial es una consecuencia de la cohesión o la atracción mutua, de las moléculas. El único líquido con mayor tensión superficial que el agua es el mercurio, a diferencia del agua no se une con otras moléculas en cambio el agua, por su naturaleza polar sí; ejemplos del efecto de la tensión superficial es el que insectos puedan caminar sobre el agua o pequeños metales puedan flotar (Curtis & Barnes, 2004, p. 49).

1.6.5 ¿YA ESTÁ TODO DICHO SOBRE EL AGUA?

La siguiente cita textual del libro de divulgación científica titulado "Agua" resume lo que significa actualmente este compuesto para nosotros:

El agua es una sustancia completamente fuera de lo común: es líquida en condiciones normales, cuando "debería" ser gaseosa, y su forma sólida flota sobre su forma líquida, cuando "debería" ser al revés; su forma líquida semeja más un sólido que un líquido

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

ordinario. Cuando se congela se forma el hielo, o mejor dicho, alguno de los hielos, pues hay nueve distintos (hoy en día ya son 12) (Guerrero, 1991, p. 6).

Actualmente se continúa con el desarrollo del conocimiento del agua y sus propiedades, tan solo en 1933 dos grandes investigadores de los líquidos, Juan Bernal y Roberto Fowler publicaron un interesante y hoy clásico artículo proponiendo el primer modelo plausible del agua líquida (Guerrero, 1991, p. 12), posteriormente las investigaciones llevaron a entender los puntos críticos del agua y el descubrimiento de nuevas formas de hielo.

Hoy por hoy para entender la estructura del agua se realizan simulaciones por computador, la primera fue realizada en 1953, modelando la interacción de 254 moléculas, hoy en día se pueden hacer simulaciones con millones de moléculas. En conclusión el conocimiento del agua todavía es un camino por recorrer, al que le queda mucho por descubrir y explicar.

1.7 AGUA Y BIOLOGÍA

“...El agua, dentro de sus particularidades, parece haber sido pensada como el líquido de la vida: disuelve los nutrientes que necesitan los seres vivos (mejor que cualquier otro líquido), regula la temperatura tanto del medio ambiente como del interior de los organismos, favorece el crecimiento y da cuerpo a las estructuras vivas: la turgencia de las plantas se debe a su contenido de agua. Es el elemento más común y, sin embargo no siempre se encuentra en el sitio requerido y con la pureza adecuada...” (Guerrero, 1991, p. 25)

1.7.1 ¿POR QUÉ EL AGUA ES IMPORTANTE PARA LA VIDA?

En este apartado se aborda la importancia del agua para la biología, recordemos que la vida en este planeta comenzó en el agua y actualmente, donde quiera que encontremos agua líquida, la vida también se encuentra presente (Curtis & Barnes, 2004, p. 47), el agua actúa como solvente, dispersante y lubricante, además es insumo y producto de las reacciones bioquímicas (Guerrero, 1991, p. 56).

Pensemos por ejemplo en la importancia del agua como solvente, este compuesto tiene la capacidad para disolver la mayoría de sólidos, líquidos y gases. Si el agua no fuera así no podría sustentar la vida, pues gracias a esta propiedad conduce los nutrientes en los seres vivos y elimina sus desechos; además, lleva el oxígeno a los seres acuáticos (Guerrero, 1991, p. 51).

También es importante recordar que el agua es el compuesto más abundante en los organismos vivos, pues constituye entre el 50% y el 95% del peso de cualquier sistema vivo (Curtis & Barnes, 2004, p. 47), aproximadamente el 50% del contenido de agua se encuentra en las células, 35% en materia no acuosa, 5% en el plasma y el 10% restante distribuido en el cuerpo. El agua ingresa a los organismos a través de la ingestión o también puede ser generada como subproducto del metabolismo en reacciones químicas. Su pérdida se da por procesos de excreción, transpiración y pérdida de vapor por la respiración, lo cual

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

da lugar al ciclo hidrológico propio de los organismos y este, a su vez, se acopla al ciclo hidrológico de la naturaleza (Guerrero, 1991, p. 56).

1.7.2 AGUA Y FOTOSÍNTESIS

En la fotosíntesis, proceso vital para la vida, el agua es fundamental, además recordemos que este proceso cambia radicalmente la composición química de la atmósfera terrestre porque el oxígeno existente actualmente, en forma gaseosa proviene, en su mayoría, de la fotodisociación del agua, es decir, del rompimiento de moléculas de agua debido a la acción de los rayos del Sol y a la transformación de la energía lumínica en energía química (Guerrero, 1991, p. 29). Actualmente se sabe que los organismos autótrofos completan el proceso de la fotosíntesis, sintetizando moléculas orgánicas a partir del bióxido de carbono. Los estudios que se han realizado con isótopos trazadores han demostrado que el oxígeno liberado durante la fotosíntesis puede nuevamente reconvertirse en agua.

1.7.3 LA IMPORTANCIA DEL AGUA EN LAS PLANTAS

Las células vegetales contienen hasta un 90% de agua y tan solo unas pocas logran sobrevivir con un 40% de agua en su citoplasma. Una reducción al 10% es fatal para las células. El agua es vital para la absorción y el transporte de minerales: Además regula la planta y promueve y participa en la fotosíntesis de la misma.

Por lo tanto el obtener agua por parte de la planta es un proceso vital, la raíz es el órgano encargado de dicha función, está compuesta por pelos radicales que crecen y aumentan el área superficial para poder absorber más agua, aunque no toda el agua que está en el suelo está disponible para las plantas.

En términos generales existen tres diferentes tipos de agua en el suelo, que varían según su disponibilidad para la planta por ejemplo:

- Agua gravitacional: la cual satura el suelo después de una lluvia intensa y finalmente drena hasta llegar al nivel freático siendo la más importante para la recarga de acuíferos.
- Agua capilar: es el agua que permanece en los poros después que el agua gravitacional ha drenado a los horizontes inferiores del suelo, esta agua es la que permanece disponible para las plantas
- Agua higroscópica: cuando el agua capilar es absorbida por las plantas, queda un tipo de agua adherida fuertemente a las partículas del suelo, este tipo de agua es conocida como higroscópica y en general no está disponible para las plantas.

El agua en las plantas se puede encontrar como un constituyente fijado firmemente al protoplasma, almacenada en las vacuolas, y en el espacio intersticial, su presencia es fundamental para mantener la turgencia de las células, determinar la realización de la fotosíntesis y permitir que la planta obtenga o distribuya moléculas sencillas disueltas, además facilita el transporte de nutrientes (García, 2011, p. 67).

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

1.7.4 COMO INGRESA EL AGUA EN LAS PLANTAS

Las plantas gracias al transporte activo generan una alta concentración de minerales en el cilindro vascular, de esta forma la absorción del agua se realiza de forma directa por un proceso denominado osmosis. Por lo tanto, el agua presente en el suelo baja en minerales tienen una alta concentración de agua libre que ingresa al cilindro vascular donde existe una alta concentración de minerales y por lo tanto una baja concentración de agua libre.

El agua debe permanecer con un equilibrio hídrico positivo es decir el agua absorbida por la planta debe ser superior al agua transpirada por la misma, esta necesidad promueve diversas adaptaciones según el ambiente en donde se desarrolle.

2 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL USO DE LA INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA (IEP)

En este capítulo se presentan las concepciones y definiciones sobre la ciencia a lo largo de su historia, aspecto fundamental en la didáctica, dado que el desarrollo histórico y epistemológico de la misma repercute directamente en los enfoques de enseñanza que existen y persisten actualmente; posteriormente se realiza una síntesis de las propuestas actuales de enseñanza, enfocándose principalmente en la pedagogías basadas en la investigación.

En una segunda parte del capítulo se aborda el concepto de competencia y se presenta como es posible organizar los estándares en ciencias naturales utilizando como eje integrador el agua, posteriormente se discute la importancia de utilizar actividades prácticas en el aula de clase para generar motivación en los estudiantes y como punto de partida para desarrollar procesos de investigación dirigida.

Finalmente se presentan algunas generalidades sobre el uso de la investigación como estrategia pedagógica (IEP), metodología utilizada por el programa Ondas de Colciencias, apartado que expresa la importancia del desarrollo de preguntas por parte de los estudiantes, la construcción conjunta de problemas de investigación, la definición de rutas metodológicas y la socialización de saberes y conocimientos alcanzados.

2.1 ¿QUÉ ES LA CIENCIA?

A pesar de la relevancia que tiene la ciencia en el mundo actual, para muchas personas la ciencia permanece lejana y algo difusa, relacionándose únicamente con grandes descubrimientos o nombres de prestigiosos personajes, llegando a desconocerse qué es y cuál es su papel en nuestra sociedad.

Hernández (2005) plantea que las ciencias son actualmente sistemas de conocimientos útiles para la vida, argumenta que el ciudadano de hoy requiere una formación básica en ciencias si aspira a comprender su entorno y a participar en las decisiones sociales. Además la escuela debe enfrentar la difícil tarea de su

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

enseñanza, buscando así la formación de un ciudadano participativo, solidario, autónomo, reflexivo, crítico y capaz de comprender y transformar su mundo.

Para comprender que significa ciencia, es necesario retomar las conclusiones dadas por los estudios de filosofía, historia y sociología, los cuales evidencian la existencia de diferentes concepciones heredadas a lo largo de la historia. A continuación se presenta una síntesis de estas concepciones obtenida de García Palacios et al., (2001).

- **El empirismo clásico:** concibe la ciencia como una empresa autónoma, objetiva y neutral basada en el desarrollo del método científico el cual consiste en un algoritmo o método inductivo para el descubrimiento de leyes o fenómenos.

- **El método hipotético-deductivo:** contrario a lo planteado en el empirismo clásico, afirma que seguir un algoritmo no asegura el desarrollo científico, en cambio sí depende de múltiples causas como el azar, la inspiración, el contexto socioeconómico entre otras, reformulando el método científico como un método hipotético-deductivo, en esta concepción la experiencia, la observación y el desarrollo de hipótesis juegan un papel importante.

- **El positivismo lógico:** identifica la ciencia como la suma de razonamiento deductivo e inferencia inductiva, que logra crear un conjunto de teorías verdaderas o aproximadamente verdaderas, entendiendo teoría como un conjunto de enunciados. A pesar de la diversidad de disciplinas científicas, se considera desde el positivismo lógico que la ciencia es un gran sistema axiomático cuyos conceptos y postulados básicos son los de la física matemática; además la ciencia avanza de forma lineal y acumulativa y se constituye como paradigma del progreso humano.

- **El rechazo al positivismo lógico:** en los años sesenta se generó una serie de rechazos a la visión heredada de la ciencia basada en la concepción positivista, varios autores como T. Kuhn, P. Feyerabend, N. R. Hanson, S. Toulmin o W. Quine resaltaron varios problemas frente a esta concepción de ciencia. Por ejemplo la carga teórica de la observación, aceptar que toda observación tiene una carga teórica pone en peligro la idea acumulativa de desarrollo científico. Autores como Kuhn resaltan la importancia de la dimensión social y el proceso histórico de la ciencia, se promueve los desarrollos interdisciplinarios lo que modifica la visión clásica de especialidades académicas, todo lo anterior promueve heterogeneidad en contraposición al tradicional proyecto reduccionista del positivismo lógico.

2.2 VISIONES DE CIENCIA Y PROCESOS DE ENSEÑANZA

Para los docentes de ciencias naturales, es fundamental conocer qué implicaciones tienen las concepciones de ciencia que poseemos con respecto a nuestra práctica educativa, dado que dichas concepciones pueden llegar a transformarse en visiones deformadas, es común observar que en la escuela la ciencia se presenta como empirista, atórica, rígida, apromática, ahistórica,

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

exclusivamente analítica, acumulativa y lineal, individualista, elitista, descontextualizada y socialmente neutra(García Palacios et al., 2001).

Contrario a estas visones expuestas, que reduce la ciencia a aspectos mecánicos, lineales y elitistas, es importante destacar que la ciencia es un actividad trascendental en diversas esferas de nuestra cotidianidad como es la formulación de políticas públicas, en donde se tratan aspectos tan importantes para una comunidad como son la salud, la economía y el ambiente. Por lo tanto es importante educar en ciencias a los ciudadanos para que ellos sean capaces de aplicar adecuadamente el conocimiento, afrontar y resolver problemas además de llegar a soluciones e implementarlas(García Palacios et al., 2001;Martín Gordillo et al., 2009).

2.2.1 ENFOQUES ACTUALES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

En términos generales, la forma como se enseña ciencias tiene que ver con las distintas aproximaciones y enfoques epistemológicos que existen sobre esta. A continuación se retoma a Hernández (2005) quien plantea la existencia de tres grandes enfoques en torno a cómo se concibe y por ende se enseña la ciencia.

a) Ciencias como conjuntos de enunciados sistemáticos y metodológicamente validados sobre la naturaleza o la sociedad (énfasis en los contenidos científicos). Se trabaja con base en textos y saberes abstractos incuestionables, priman los ejercicios de lápiz y papel, pone énfasis en el contenido y el lenguaje científico, estimula casi exclusivamente la memoria. Como aspectos positivos de esta imagen de ciencia en la enseñanza, está el desarrollo de la capacidad para hacer uso correcto del lenguaje y de la argumentación, al igual que plantear y resolver problemas en lenguaje científico.

b) Ciencia como estrategia ideal en la producción de conocimientos (énfasis en el “método científico”). Se basa en la creencia que aprender ciencia es aprender a trabajar como se trabaja en la ciencia, se basa en el desarrollo del método científico, desafortunadamente su uso tiende a homogenizar la forma de trabajar y aprender ciencia, sin embargo su empleo en la enseñanza facilita que el estudiante pueda reconocer fenómenos, proponer explicaciones, predecir comportamientos, emplear diseños experimentales e interpretar datos.

c) Ciencias como prácticas distintas de comunidades académicas (reconocimiento de las diferencias). Esta imagen de ciencia permite reconocer la diversidad que existe dentro de la ciencias, por un lado las empiro-analíticas o ciencias naturales y por otra parte las histórico-hermenéuticas o ciencias sociales y humanas, permite reconocer diferentes formas de aproximación a los fenómenos, reconocer y elegir diversos métodos para hacer ciencia y el desarrollo de la capacidad para expresar puntos de vista.

2.2.2 ¿CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS NATURALES?

Teniendo en cuenta la importancia que tienen la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales en una sociedad como la nuestra, además de la existencia de diversos enfoques y concepciones acerca de la naturaleza de la ciencia o las

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

ciencias, quedan abiertas varias preguntas, como son: ¿como desarrollar un proceso efectivo de enseñanza- aprendizaje en ciencias naturales?, ¿Qué aspectos de la ciencia se deben destacar en la escuela y en el aula de clase para promover su aprendizaje?

Para abordar las anteriores cuestiones, se retomaron los planteamientos de Campanario y Moya (1999) quienes argumentan que las dificultades más comunes a la hora de enseñar ciencias tienen que ver con la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal, la influencia de conocimientos previos y las preconcepciones del estudiante.

Además afirman que a pesar de los avances en la didáctica de las ciencias naturales, en muchas escuelas prevalece el modelo tradicional de enseñanza por transmisión, que se fundamenta en suposiciones inadecuadas como son a) enseñar es fácil y no requiere una especial preparación, b) el proceso de enseñanza aprendizaje se reduce a la transmisión y recepción de conocimientos ya elaborados y c) el fracaso de los alumnos es por sus propias deficiencias y falta de capacidad.

Frente al enfoque tradicional, que ha sido reiteradamente rechazado y criticado, se han propuesto diversos enfoques de enseñanza como son:

- **Aprendizaje por descubrimiento:** basado en las propuestas de Piaget, busca desarrollar el contacto directo con la realidad, sin embargo puede recaer en un empirismo excesivo sin fundamentación teórica.

- **Enseñanza basada en el uso de problemas:** busca el desarrollo del aprendizaje significativo al organizar unidades didácticas que desarrollen diversos tipos de problemas, la propuesta fomenta el desarrollo de la autorregulación en los estudiantes aunque exige mayor esfuerzo por parte del docente para seleccionar y secuenciar acertadamente los problemas.

- **Cambio Conceptual:** se considera como punto de partida de las ideas constructivistas en educación, propuesta inspirada en los planteamientos de Kuhn sobre la existencia de paradigmas en la ciencia, enfatiza en reconocer las ideas previas de los estudiantes y modificarlas; el desarrollo de este tipo de propuestas facilita el desarrollo de la metacognición.

- **Investigación dirigida:** integra un cambio metodológico en la forma de enseñar ciencia basado en el uso del método científico, para ello busca reconocer situaciones o problemas de interés para el estudiante, diseñando propuestas investigativas, este tipo de propuestas fomenta el trabajo en equipo pero tiende a sacrificar profundidad en los contenidos.

- **Desarrollo de habilidades metacognitivas:** busca que los estudiantes aprendan a aprender, promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento, lectura y esquematización, una de las estrategias es el uso de mapas conceptuales

- **Diseño de unidades didácticas:** se enfoca en el diseño previo de las clases por parte del profesor, haciendo explícita la elección de tema, la organización de contenidos, la secuenciación de los mismos y finalmente la evaluación

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Finalmente es importante resaltar que existen diversas alternativas didácticas que se plantean para superar la memorización simplista de conceptos, sin embargo su aplicación requiere más tiempo y compromiso por parte del docente quien cambia su rol de protagonista, poseedor de la verdad incuestionable al de facilitador, por otra parte en los cambios de enseñanza tradicional a otras alternativas es muy probable que se deba sacrificar contenido teórico para tener el tiempo necesario para promover el desarrollo de habilidades y aprendizajes significativos.

2.3 LOS ESTÁNDARES EN CIENCIAS NATURALES DE BÁSICA PRIMARIA Y EL USO DEL AGUA EN SU ENSEÑANZA

[...] Apropiarse del conocimiento es adquirir un poder que configura, una capacidad que abre un mundo posible cambiando la mirada. Educar es incidir en el desarrollo de las competencias que permiten actuar, pero también de las que permiten crear y aprender. Siempre aprendemos a aprender, sólo que a veces aprendemos una manera de aprender que es repetir y temer (Hernández 2005 p.19).

Al educar en ciencias hay que tener claro cuál es la finalidad de lo que pretendemos lograr, dado que no es lo mismo enseñar ciencias para formar científicos que para formar ciudadanos; la educación básica y secundaria tienen como principal objetivo, fomentar la enseñanza de las ciencias como herramienta para comprender el mundo y desenvolverse en él (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 96), al igual la Ley 115, que reglamenta la educación en Colombia expresa claramente que ella es la vía para promover y lograr en los estudiantes la participación en la vida económica, política y cultural, el camino para poder adquirir y generar conocimientos, además la educación brinda el acceso a los bienes y valores de la cultura, permite el desarrollo de capacidad crítica, reflexiva y analítica, promueve la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, permite formarse para el trabajo y facilita las condiciones para crear, investigar y adaptar la tecnología.

La pregunta recae en el cómo lograr los objetivos anteriormente planteados; actualmente se promueve el desarrollo de competencias como un eje central en la educación (Chona Duarte et al., 2006). El Ministerio de Educación Nacional planteó en el 2002 los estándares de competencias como punto de referencia para que los docentes, sin importar la población o ubicación geográfica, reconocieran lo que deben saber y ser capaces de hacer los estudiantes en los diferentes niveles educativos.

2.3.1 ¿QUÉ SON LOS ESTÁNDARES BÁSICOS DE COMPETENCIAS?

Los estándares básicos de competencias en ciencias sociales y ciencias naturales, son una guía para el diseño didáctico y curricular; dicho documento, plantea como premisas el formar gente de ciencia desde el comienzo, utilizando la

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

pregunta, promoviendo la curiosidad y el análisis en los estudiantes; también reconocen la importancia de los contenidos temáticos, en donde es necesario trabajar y desarrollar conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y disposiciones específicas; por último recalcan la importancia que tiene la escuela como espacio que permite generar motivación y fomentar el espíritu investigativo (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

Para el diseño de estos estándares, existen varios puntos de referencia como son:

- **la concepción de ciencia:** hace énfasis en que no se pretende desarrollar una enseñanza de las ciencias basada en la acumulación de datos. En cambio se busca que esta permita conocer el mundo y promueva la construcción de significados.
- **Protagonismo en el quehacer científico:** existe una visión equivocada de quien hace ciencia, se dice que es un ser extraordinario, solitario y extraño. En cambio se propone que la ciencia es una práctica social que promueve el trabajo colaborativo.

En este sentido la enseñanza de la ciencia desde los estándares básicos de competencias tiene varias metas como son:

- Favorecer el desarrollo del pensamiento científico, en otras palabras el pensar analítica y críticamente
- Favorecer la capacidad de seguir aprendiendo, para ello la enseñanza de las ciencias ofrece herramientas conceptuales y metodológicas
- Capacidad de valorar críticamente los avances y el desarrollo científicos
- Aportar a la formación de hombres y mujeres miembros activos de una sociedad.

Por lo tanto, es necesario cambiar muchos aspectos de la enseñanza-aprendizaje. Una meta actual es generar aprendizajes significativos, entendiéndolos como la capacidad de aplicar un conocimiento aprendido en un contexto a otro diferente (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 109), de esta forma las clases de ciencias naturales deberían tener en cuenta los niveles de complejidad de cada tema; también deberían abordar la ciencia desde una mirada interdisciplinaria, integrando la matemática y el lenguaje, igualmente buscar la participación activa del estudiante, cambiando su rol pasivo a uno más propositivo y haciéndolo más participe en el desarrollo de trabajos colaborativos; por último, promover una evaluación más formativa que permita identificar fortalezas y que no señale únicamente debilidades.

2.3.2 ESTÁNDARES EN CIENCIAS NATURALES Y SU RELACIÓN CON TEMÁTICAS REFERENTES AL AGUA

En las tablas 1 y 2 del anexo se presentan y organizan los estándares que directa o indirectamente pueden emplearse en un proceso educativo que utilice el agua como eje estructurante, es importante aclarar que en la parte superior de la tabla se presenta la competencia a desarrollar en el ciclo educativo, además cada

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

estándar está dividido en tres columnas, por lo que es necesario combinarlas a la hora de realizar la planeación.

2.4 TRABAJOS PRÁCTICOS Y EL USO EN EL AULA DE LA CIENCIA RECREATIVA.

Paralelo a la planeación en donde los estándares básicos de competencias sirven como una guía para determinar qué debe saber, saber hacer y las actitudes que se deben promover en los estudiantes, existe otra gran preocupación y está referida al desarrollo de trabajos prácticos y a la búsqueda de motivación de los estudiantes hacia la clase de ciencias naturales.

Así al reflexionar sobre el ¿cómo mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en las clases de ciencias naturales de básica primaria?, es importante reconocer que los enfoques tradicionalistas y netamente conceptuales que se suelen impartir en clase, difícilmente permiten la motivación y el desarrollo de habilidades. Por lo tanto, se plantea el uso de trabajos prácticos (juegos lúdicos y experimentos) desde un enfoque de ciencia recreativa para motivar a los estudiantes y como punto de partida para generar procesos de investigación estudiantil.

2.4.1 LA MOTIVACIÓN PUNTO DE PARTIDA DEL APRENDIZAJE

Una de las principales dificultades para llevar con éxito procesos educativos es la motivación, este aspecto afecta la dimensión afectiva del aprendizaje, más aun, se relaciona directamente con problemas de aprendizaje, dado que el estudiante para su adecuado desarrollo, debe satisfacer en primera instancia necesidades correspondientes a las relaciones afectivas, la autoestima y el desarrollo de la personalidad, entre otras, antes de conseguir progresos en el ámbito cognitivo (Matos, Martínez, Bueno, Díez & Domínguez, 1999).

Por otra parte, la motivación es un factor importante en la praxis cotidiana del proceso de enseñanza aprendizaje (García, 2011), dado que se percibe como una especie de filtro que condiciona cualquier posible aprendizaje y que, indirectamente, también afecta la actuación del profesorado al contagiarse de las mismas actitudes que éste observa en sus estudiantes, según (Pozo y Gómez-Crespo, 1997 citados por Matos et al., 1999) la motivación no es solo un requisito previo al aprendizaje sino una de las primeras consecuencias de la enseñanza.

Sin embargo, hoy en día es común escuchar y observar que la desmotivación es una actitud constante en las aulas de clase, ello unido a prácticas tradicionales escasamente motivadoras, muy desligadas del componente experimental de la ciencia, suele conducir a climas de aula desconcertantes para el profesor y a problemas más o menos graves de “disciplina” (Matos et al., 1999).

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

2.4.2 LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN EL AULA

De acuerdo con Caamaño (2003) los trabajos prácticos como el desarrollo de experimentos o actividades lúdicas son relevantes en el aula de clase porque:

Desarrollan un conocimiento vivencial, relacionan variables, permiten interpretar fenómenos, facilitan la comprensión de conceptos, permiten reconocer la forma de trabajo en la investigación científica y promueven el trabajo en equipo.

Es importante reconocer que el uso de trabajos prácticos puede presentarse como una alternativa válida en el desarrollo de la clase de ciencias, aspecto que ha sido objeto de diversas investigaciones en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, por ejemplo Karplus, 1969; Karplus et al., 1977 y Hewitt, 2004 citados por García (2011), afirman que las actividades exploratorias por parte de los alumnos ocupan el primer lugar en el ciclo de aprendizaje.

Para realizar actividades prácticas en el aula de clase se deben tener, por lo menos, unos objetivos claros y una intencionalidad en el aprendizaje; de lo contrario no se genera motivación y aprendizaje, dado que muchas veces estas experiencias se reducen a seguir un conjunto de instrucciones en donde el estudiante no identifica un problema a resolver (Caamaño 2003), por lo tanto, es necesario utilizar, en lo posible, actividades que sean divertidas, curiosas, relacionadas con fenómenos cotidianos, que ofrezcan resultados inesperados y se realicen con materiales fáciles de conseguir (García, 2011).

De acuerdo a estas características para desarrollar trabajos prácticos, es posible utilizar en el aula diversas estrategias como son el uso de experiencias que permitan reconocer fenómenos; aplicar experimentos ilustrativos para relacionar variables y demostrar conceptos; realizar ejercicios prácticos para desarrollar destrezas o también investigaciones estudiantiles en torno a problemas teóricos y/o cotidianos (Caamaño, 2003).

2.4.3 EL USO DE CIENCIA RECREATIVA COMO PUNTO DE INICIO

La ciencia recreativa emplea actividades prácticas, lúdicas y recreativas que integran conceptos científicos en el ámbito escolar y especialmente en el extraescolar, por ejemplo el museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional de Colombia o el museo interactivo de Ciencia y Tecnología Maloka, son algunos ejemplos del uso de la ciencia para capturar la atención y estimular el interés.

El uso de esta estrategia debidamente contextualizada puede desempeñar una función válida en el aula de clases, pero ha de tenerse en cuenta que según García (2011) la realización de actividades científicas, prácticas y gratificantes tiene un alto poder motivador en la enseñanza, pero que, quienes las ponen en práctica también han de conocer (aunque sea básicamente) los conceptos, teorías y técnicas subyacentes (García, 2011).

La introducción de la ciencia recreativa en la práctica pedagógica cotidiana estimula el deseo de los alumnos por conocer (Averbuj, 1986 citado por

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

García,2011) y su uso puede llegar a ser muy variado, por ejemplo, en sesiones breves para generar sorpresa y motivación o también puede ser utilizada como inicio de un proceso que lleve a tomar datos y efectuar hipótesis para llegar a conclusiones conjuntas.

Sin embargo, la ciencia recreativa también tiene algunas críticas, dado que muchas veces lleva a los estudiantes a generar una imagen de la ciencia propia de épocas pasadas, carente de contenido innovador (Jiménez & De Manuel, 2009), además en algunas ocasiones el uso de actividades prácticas es percibida por parte de los estudiantes como una distracción y no se les considera como un componente indispensable para lograr la comprensión de un tema, lo que permite reconocer que la percepción de los estudiantes puede diferir de la intención del profesor (García, 2011).

2.4.4 INTEGRAR LAS EXPERIENCIAS PRÁCTICAS Y LA CIENCIA RECREATIVA COMO INSUMOS EN EL DESARROLLO DE INVESTIGACIONES ESTUDIANTILES

La intencionalidad del presente trabajo es tratar de integrar el uso de actividades prácticas, desarrolladas desde un enfoque de ciencia recreativa para promover el desarrollo de investigaciones estudiantiles. Según (Caamaño, 2003) se entiende una investigación como una actividad encaminada a contestar una pregunta teórica o resolver un problema práctico mediante el diseño y realización de un experimento y la evaluación de un resultado.

Para lograr este proceso con los estudiantes es necesario el desarrollo de habilidades científicas, en relación a este aspecto existen dos perspectivas de trabajo, la primera alude a una visión atomista en el desarrollo de habilidades para la ciencia, afirma que es preciso primero desarrollar habilidades practicas antes de abordar un trabajo de investigación, la segunda visión es la holística, en esta perspectiva es posible desarrollar dichas habilidades científicas mientras se desarrollan procesos de investigación con los estudiantes (Caamaño, 2003).

Es claro que utilizar actividades prácticas en el aula como insumo o parte de una investigación es complejo, por eso es necesario plantear una serie de cuestiones previas. Antes de realizar un actividad practica en el aula se deben construir guiones para sustituir las instrucciones típicas de prácticas cerradas, se debe planear cuantas sesiones son necesarias para llevar a cabo la investigación, hay que tener clara la pregunta que guiará el proceso con los estudiantes, saber cuál es la ayuda necesaria para guiar a los estudiantes y reconocer cuales son los grados de dificultad (Caamaño, 2003). Aunque este trabajo en un principio puede parecer engorroso es de resaltar que el uso de estas actividades debidamente contextualizadas se convierte en una oportunidad de aprendizaje para los estudiantes participantes, retomando las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

2.5 LA INVESTIGACIÓN COMO ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

El uso y conceptualización de la IEP (Investigación como Estrategia Pedagógica) nace y se consolida con el programa Ondas de Colciencias, desde el año 2001, esta iniciativa buscaba fomentar la ciencia y la tecnología a través del desarrollo de investigaciones escolares en niñas, niños y jóvenes colombianos.

Los principales antecedentes para su desarrollo eran los aportes realizados por el programa Cucli-Cucli de Colciencias, los clubes de ciencia y tecnología liderados por la Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia, las experiencias de museos interactivos como Maloka y el museo de la Ciencia y el Juego de la Universidad Nacional. (Manjarres & Mejía, 2011a, p. 25). Todas estas experiencias mostraron que los maestros no desarrollaban actividades de investigación con sus estudiantes y que existía una evidente falta de articulación entre la escuela y otras instituciones que permitiera y facilitara a los estudiantes, conocer, familiarizarse, usar y apropiarse de temas relacionados con la ciencia y la tecnología.

En concordancia Colciencias plantea el desarrollo del programa Ondas, el cual centra su estrategia pedagógica en la investigación y reconoce la capacidad y potencialidad en los niños para construir conocimiento y saberes contextualizados que les permitan aprender, desarrollar habilidades y resolver problemas, por ende el sujeto central de la IEP son los estudiantes.

La estrategia reconoce en los grupos estudiantiles capacidad para explorar, observar, y preguntar sobre sus entornos, necesidades y problemáticas, a partir de allí, convertir estas formas iniciales de interrogación en procesos organizados de indagación (Manjarres & Mejía, 2011a, p. 27).

Otro punto relevante en la IEP, es la concepción central que se tiene sobre investigación, en este sentido el programa Ondas, entiende la investigación como:

[...] una actividad propia del ser humano, posible de desarrollar en todas las áreas de conocimiento y con niños y niñas muy pequeñas. También es entendida como un proceso de desciframiento de la condición humana a partir de la experiencia de vida de esta población en los contextos escolares, familiares y comunitarios (Manjarres & Mejía, 2011a, p. 27)

2.5.1 LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y EL PAPEL DEL MAESTRO DESDE UNA PERSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN

Es claro que el papel del docente es fundamental en cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje, sin embargo su rol varía de acuerdo con la metodología e idea de educación que asuma en su práctica, por ejemplo si se plantea como estrategia de enseñanza un proceso concertado de investigación con los estudiantes, el docente tiene como principal objetivo promover el planteamiento de preguntas, incentivar la curiosidad, proporcionar la información y ayudar a plantear una ruta metodológica para alcanzar los objetivos propuestos.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Este cambio en el rol del docente tiene como principales objetivos clarificar temas y posiciones, identificar contradicciones, explorar falsas concepciones, aportar documentos y ayudar a definir métodos y formas de sistematizar, por lo tanto ayuda a que el estudiante asuma un rol activo en su educación y pueda relacionar el saber que tiene, con el conocimiento alcanzado en la escuela y el contexto donde se desarrolla, por ejemplo (Freire, 2002, p. 40) expresa que:

[...] es imposible que enseñemos contenidos sin saber cómo piensan los alumnos en su contexto real, en su vida cotidiana, sin saber lo que ellos saben independientemente de la escuela, para ayudarlos a saber mejor lo que ya saben y por otro lado para enseñarles a partir de ahí, lo que aún no saben.

Es así que el docente pasa de ser una especie de operario de la educación, que solo está para reproducir libros de texto a ser un docente investigador, que reconoce en su práctica y contexto educativo la oportunidad de construir conocimiento didáctico y pedagógico.

2.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA IEP

En esta metodología de trabajo escolar es necesario asumir la ciencia desde una mirada multicausal, reconocer que existen diversas formas de aproximarnos a la realidad, que todas las metodologías son válidas y presentan una visión de la realidad a trabajar, así de acuerdo al desarrollo epistemológico y metodológico que ha tenido la ciencia a lo largo de su historia, es posible abordar los problemas de investigación desde diversos paradigmas como son el empiro-analítico, el hermenéutico, el crítico-social, el constructivista. Estos paradigmas pueden ser asumidos desde diversos enfoques metodológicos como son el cuantitativo, el cualitativo y el participativo.

En términos generales el uso de la IEP en la escuela se basa en generar la pregunta, apropiar el problema, reconocer la metodología y procedimientos a seguir y finalmente promover dialogo de saberes y la apropiación de nuevo conocimiento por parte de los estudiantes, la siguiente cita textual resume cual sería la finalidad del uso de la IEP

[...] La investigación en Ondas parte de la necesidad de conectar los interrogantes de los niños y jóvenes con las necesidades sociales y para ello se requiere adecuar estrategias pedagógicas que den cuenta de la formación de un nuevo sujeto, más crítico, reflexivo e innovador. El diálogo que se establece entre las indagaciones de los estudiantes, la formación del sujeto crítico y las necesidades históricas y sociales, crea un nuevo tipo de conocimiento, adquirido a través de nuevas concepciones de ciencia y de diversos tipos de investigación (Manjarres & Mejía, 2011b, p. 123)

La IEP necesita trabajar con objetos de estudio que surjan del interés, responder a las necesidades y los problemas de los contextos, trabajar por el desarrollo de una cultura de ciencia y tecnología y propiciar la toma de decisiones además de conocer y comprender la realidad en la que se desenvuelven los estudiantes.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

2.5.3 LA PREGUNTA COMO PUNTO DE PARTIDA DE LA ESTRATEGIA METODOLÓGICA.

Las preguntas que a diario nos hacemos nacen del sentido común, de la curiosidad y del asombro, y estas cuestiones son el punto de partida de la IEP. Por lo tanto, es necesario reconocer como un proceso fundamental el lograr incentivar el desarrollo de preguntas, seleccionarlas y afinarlas para que sean el insumo de procesos de investigación, así la pregunta no queda en respuestas atadas al sentido común o a una simple descripción.

Existen diversos tipos de preguntas, por ejemplo las que buscan conocer las causas, las que pretenden describir una situación o las que tienen como finalidad descubrir regularidades, así el ¿Qué? el ¿Cómo? y el ¿Por qué?, deben ser la base en el planteamiento de interrogantes que tomen como referencia el contexto de los estudiantes. A continuación se presenta la tabla No 1 que clasifica los tipos de preguntas y su finalidad (Hulley, Feigal, & Martin, 1997)

Finalidad de preguntas	Tipos de preguntas
Relación con la vida cotidiana	¿Cómo se da en?, ¿Cómo se manifiesta desde?, ¿de qué manera afecta?
Relación causa-efecto	¿Por qué?, ¿Cuál es la causa de?, ¿Cómo se explica qué?,
Búsqueda de evidencias	¿Cómo paso esto?, ¿en qué momento se caracteriza?, ¿Cómo se puede saber?
Desarrollo de descripciones	¿Por qué se caracteriza? ¿Qué paso?
Desarrollo de enunciados	¿Cuáles son los componentes de?
Desarrollo de experimentación	¿Qué pasaría si se cambia esto?, ¿Cómo se afecta?

Tabla 1 Clasificación de tipos de preguntas

Es importante que las preguntas sean claras en su construcción y enunciación, dado que muchas veces su abordaje termina solamente en simples descripciones llenas de anécdotas, posterior a ello es necesario pensar un método para poder abordarlas, es importante resaltar que lo importante no es únicamente poder dar la respuesta, *“uno de los errores más comunes al trabajar con la pregunta es creer que su clave es la respuesta”* (Manjarres & Mejía, 2011c, p. 76).

En términos generales una pregunta se diseña para diversas finalidades, como son el describir, explicar, generalizar, comprobar, predecir, gestionar o conocer una opinión, para el docente es primordial reconocer la finalidad de cada pregunta y orientar al grupo para que seleccione la más completa dado que no toda pregunta promueve procesos investigativos.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

El desarrollo de preguntas de investigación requiere un trabajo previo y continuo de observación y reflexión lo que conlleva un continuo proceso de desaprendizaje, reaprendizaje y coaprendizaje, lo que significa que al principio las preguntas dadas por los grupos de estudiantes pueden ser vagas e imprecisas, por esto es necesario que ellos mismos las evalúen, por ejemplo una pregunta que se conteste con un sí o con un no, no permite el desarrollo de procesos investigativos, por otra parte la pregunta debe ser específica, en lo posible debe buscar cambiar o transformar algo, debe ser contextualizada a situaciones problema y su respuesta debe aportar conocimiento nuevo.

2.5.4 DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN AL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Posterior al planteamiento y escogencia de una pregunta, el siguiente paso es formular el problema de investigación, para ello se debe describir la problemática, identificar quien se beneficia o afecta y cuáles son los aportes que se han dado anteriormente que permiten resolver la pregunta.

[...] Cuando los niños (as) y jóvenes que acompaña amplíen su conocimiento de la problemática de investigación, la manera cómo se manifiesta en la comunidad, su importancia y al grupo humano o ecológico que beneficia, se puede decir que tienen planteado su problema de investigación (Manjarres & Mejía, 2011c, p. 87).

Una vez se ha definido la problemática se generan nuevas preguntas que permiten diseñar la ruta metodológica. Para poder resolverla, es importante que el problema de investigación no sea muy amplio porque es imposible abordarlo. Si en cambio es muy específico pierde interés. Debe ser factible de observar y medir, que no esté resuelto y que por ende pierda novedad. Así mismo se debe contar con los recursos necesarios para su desarrollo.

Orientar la praxis educativa bajo enfoques como la IEP, lleva al docente a modificar su papel tradicional en el aula, por ejemplo debe enfocarse en desarrollar el asombro, la curiosidad, el planteamiento de preguntas, la experimentación y el registro de resultados.

[...] Es claro que la forma tradicional de enseñar y aprender ciencias refiere mucho a una aproximación indagatoria. Involucrar a los alumnos en la elaboración de preguntas que generen conocimiento, en vez de obligarlos a aprender conceptos presentados por el profesor, crea un ambiente de aprendizaje más significativo y eficaz. Como consecuencia de este cambio de paradigma, el papel del profesor se transforma radicalmente (Manjarres & Mejía, 2011c, p. 90)

2.5.5 HABILIDADES Y APRENDIZAJES DESARROLLADOS CON EL USO DE LA IEP

De acuerdo a las sistematizaciones y reflexiones que se han realizado dentro del programa Ondas, se puede afirmar que el uso de esta metodología en el aula de clase facilita el desarrollo y adquisición de diversas habilidades y aprendizajes (Manjarres & Mejía, 2011b, p. 137); a continuación se presenta una breve síntesis:

- **Habilidades sociales:** representadas en el trabajo en equipo, la solidaridad, la cooperación y el manejo de conflictos

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

- **Habilidades cognitivas:** permiten el desarrollo del pensamiento lógico inductivo y deductivo, además de promover la resolución de problemas.
- **Habilidades comunicativas:** el estudiante potencia el desarrollo de la oralidad, la escritura, la argumentación y las habilidades en Tics
- **Habilidades Científicas:** estas se representan en la capacidad que adquieren para formular preguntas, observar, escuchar, registrar, argumentar y generar conclusiones
- **Desarrollo de un sentido crítico-social:** este último punto permite que el estudiante contextualice y utilice los conocimientos alcanzados para poder resolver o mejorar aspectos de su cotidianidad, adquiriendo un sentido crítico.

Las habilidades se desarrollan durante el proceso en conjunto y se potencian y permiten diversos aprendizajes como son:

Aprendizaje situado: se cuestiona el aprendizaje centrado en lo cognitivo, afirma que el aprendizaje es más social que individual, por ende el contexto es fundamental para que el estudiante desarrolle pertenencia e identidad.

Aprendizaje colaborativo: retoma las premisas pedagógicas de lo sociocultural, cada miembro es responsable de las dinámicas de su aprendizaje, aquí es más importante el proceso desarrollado que la tarea, el trabajo es un acuerdo y negociación realizada por el grupo.

Aprendizaje problematizado: utiliza conflictos cognitivos, sociales, valorativos y culturales para propiciar dinámicas de aprendizaje en donde se integran los contenidos y temas a trabajar.

Aprendizaje por indagación: enfatiza en el planteamiento del problema, en la búsqueda del método para abordarlo, en reconocer y valorar las preguntas que guían el trabajo.

Negociación cultural y diálogo de saberes: se basa en las corrientes de educación popular en donde se afirma que todos los humanos saben y conocen mediados por el medio, por lo tanto se reconoce y valora la diversidad, la divergencia y se promueven consensos.

3 CARACTERIZACIÓN DEL GRUPO DOCENTE PARTICIPANTE

Esta propuesta está dirigida a preparar el material necesario e iniciar la conformación de un grupo de estudio e investigación con 20 docentes de básica primaria. Seis de la escuela Andrés Bello y 6 de la escuela Antonio Nariño, ubicadas en la zona urbana del municipio y en la vereda San Raimundo respectivamente. Ambas zonas presentan las poblaciones más numerosas del municipio. Allí los docentes se encargan de impartir todas las materias por grado y/o cambian según las especialidades. También participó un docente de la escuela La Playita, dos de la escuela Gonzalo Jiménez de Quesada, uno de la General Santander, uno de la Rafael Pombo, uno de Santa Helena y dos de Santa Lucía, en estas escuelas se atiende en modalidad de multiciclo.

Para caracterizar este grupo se aplicó una encuesta que buscaba reconocer el área de preparación profesional, el escalafón docente, los años de experiencia, el lugar de residencia y los intereses profesionales¹.

3.1 GENERALIDADES DEL GRUPO DOCENTE PARTICIPANTE

Según los resultados de la encuesta aplicada, el 50% de los docentes del colectivo poseen un posgrado a nivel de especialización, en áreas como telemática, informática, pedagogía recreativa, lúdica y educación ambiental.

Un aspecto importante para destacar sobre el área de preparación profesional es que ninguno de los docentes posee un pregrado en ciencias naturales. Existen profesores normalistas, licenciados en pedagogía recreativa, administración educativa, educación física y en educación básica con énfasis en

¹ El siguiente Link pertenece al formulario diseñado online.

<https://docs.google.com/a/unal.edu.co/spreadsheet/ccc?key=0AroZ71Vp7bLjdGltVGZpWGIJZiNIUVhja2dxU2FMN2c&usp=sharing>

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

matemáticas, artística y lenguaje. Tan solo un docente es profesional no licenciado siendo ingeniero de sistemas.

Con respecto al escalafón docente, el 45% de los profesores que laboran en primaria pertenece al escalafón 2277, que es el antiguo escalafón. La mayoría de ellos reúne los requisitos para pensionarse y han logrado el nivel salarial más alto. Por otra parte, en el nuevo escalafón el 1278 se encuentra el 55% restante, tan solo el 28% ha logrado subir de nivel salarial ubicándose en un categoría 1b o 2b según el título que posean.

Para reconocer el grado de motivación de los docentes se indagó sobre sus intereses profesionales. En este aspecto los profesores más antiguos expresaron sus deseos de continuar trabajando, tal como lo han hecho hasta ahora. En cambio los profesores pertenecientes al nuevo escalafón docente expresaron su deseo de mejorar profesionalmente, actualizarse y realizar especialización o maestría según el nivel educativo alcanzado. En general los profesores manifestaron tener un alto grado de motivación y deseo de darle continuidad a los diversos proyectos en los que están participando.

Un punto importante en la conformación de la red de aprendizaje con los profesores de básica primaria, era reconocer y compartir la experiencia lograda por cada uno con respecto a la enseñanza de las ciencias. Los profesores participantes, en este sentido, expresaron tener una amplia experiencia. Según la encuesta los años de experiencia profesional van de 3 a 37 años, el promedio total del grupo participante es de 18 años. Lo más relevante de estos resultados es reconocer que tan solo el 30% de los docentes lleva ejerciendo su profesión por un tiempo menor a 10 años en contraste a un 50% que tiene una experiencia en su labor docente igual o superior a 20 años.

Por último se indagó sobre el lugar de residencia de los docentes. Un 30% vive en el municipio de Granada, un 25% tiene que trasladarse desde Fusagasugá y un 25% viene de Bogotá, el 20% restante viaja de Soacha, Sibaté y Arbeláez

3.2 FORTALEZAS Y ASPECTOS POR MEJORAR

Según los resultados de la encuesta de caracterización como fortalezas se pueden contar:

- La experiencia docente: aspecto muy significativo porque en la construcción y consolidación de la red de aprendizaje, se abre un espacio de diálogo que permite compartir con los compañeros experiencias e ideas, enriqueciendo las sesiones de deliberación.
- La actitud frente a la participación y a la continuidad en el trabajo de propuestas y proyectos es un punto bastante complejo en los procesos de formación permanente del profesorado, ya que es común ver que al colegio llegan capacitaciones aisladas sobre diversos temas y en los que se les pide a los docentes participar. Por ende es común que ellos trabajen en diversos proyectos. A pesar de esta carga laboral, la idea de participar en una nueva propuesta, con los

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

maestros de la misma institución, escuchar al compañero, validar experiencias, aprender de ellas y reconocer estrategias prácticas que se puedan llevar al aula para cualificar procesos de enseñanza-aprendizaje, fue muy bien recibida.

- **En general todos los docentes reconocen la necesidad de prepararse para mejorar sus prácticas pedagógicas. A pesar de su amplia experiencia, manifiestan no estar preparados conceptualmente en muchos temas de ciencia y desconocer formas de cómo llevar la experimentación al aula de clases.**

Así mismo, se evidencia que existen diversos aspectos en los que se requiere mejorar, entre ellos se encuentran:

- La formación profesional de los docentes en áreas relacionadas con las ciencias naturales

- La ubicación geográfica de la residencia de los docentes ya que la mayoría de ellos tiene que trasladarse a otros municipios, factor que incide en el tiempo que pueden dedicarle al trabajo y a la planeación con el grupo.

- La existencia de dos escalafones docentes que conlleva a tener un grupo segmentado con intereses diferentes y bien marcados. Unos pensando en su pensión y otros preocupados por la evaluación anual y la necesidad de ascender para mejorar sus ingresos.

4 DISEÑO, EJECUCIÓN Y RESULTADOS DE LOS TALLERES

El presente capítulo expone de forma general el cómo se originó y consolidó el colectivo de docentes, también da a conocer el diseño de los talleres aplicados, los resultados y análisis de cada uno. El desarrollo metodológico del proyecto se presenta en la Ilustración No 2.

4.1 CONFORMACIÓN DE LA RED DE APRENDIZAJE

A mediados del 2013, se presentó la propuesta de conformar un grupo con los docentes de básica primaria que permitiera trabajar en torno a la enseñanza de las ciencias, proceso que fue apoyado por las directivas del colegio como parte de las políticas de formación permanente de la institución. Inicialmente se citaron 12 profesores quienes eran los encargados de impartir clase en los grados tercero, cuarto y quinto, a este grupo se le presentó el proyecto y se dejó clara su intencionalidad² sin embargo, más tarde la invitación a participar se extendió a ocho profesores más.

En esta primera reunión emergieron diversas preocupaciones, la más importante se refería a la gran cantidad de proyectos a los cuales los docentes tenían que atender. Además los docentes expresaron que muchos de estos proyectos eran descontextualizados y aportaban poco a cualificar los procesos de enseñanza dentro del aula de clase. Manifestaron que la actual propuesta, dado que no era liderada por una agente externo a la institución, sino coordinada por un compañero, daba



Ilustración 1 Presentación del proyecto a los docentes de básica primaria de la institución educativa Gustavo Uribe Ramírez

² Material de apoyo utilizado en la presentación del proyecto <http://www.slideshare.net/sergioghernandez/presentacion-de-proyecto-de-grado-a-docentes-30097596>

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

una nueva perspectiva de trabajo, en donde el conocimiento del contexto educativo era una de las mayores fortalezas.

4.2 RECONOCIMIENTO DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES CON RESPECTO A LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

Como punto de referencia se tomaron dos estudios realizados con docentes de primaria en dos municipios de Cundinamarca. El primero fue realizado por Ruiz Medina, Martínez & Parga (2009), quienes identificaron las creencias en torno a ciencia y tecnología en profesores de primaria de una zona rural. El segundo trabajo fue realizado por Martínez y Reyes (2006) quienes estudiaron las relaciones CTS en el contexto rural. Al ser estos dos contextos muy parecidos a la realidad del colegio Gustavo Uribe Ramírez sus resultados sirven como guía para identificar algunas tendencias en la enseñanza de las ciencias y para preparar y diseñar los talleres.

Estas investigaciones indicaban que la mayoría de docentes de zonas rurales que enseñan en básica primaria tienen metodologías de corte empírico-inductivo, muchos de ellos realizan pedagogías descontextualizadas y poco pensadas para las necesidades locales, consideran la ciencia como agente deshumanizador y exclusivo de ciertos contextos sociales.

Además, evidenciaron que en los escenarios rurales los saberes que deben aprender los niños y las niñas están jerarquizados, por ejemplo la mayor cantidad de tiempo se dedica a la enseñanza de la escritura, la lectura y las matemáticas, conservando la idea convencional de que los conocimientos deben ir independientes unos de otros y que aprender ciencias no está directamente articulado con el desarrollo de habilidades de lectura y escritura. Además los docentes no consideran relevante la formación didáctica y pedagógica; saber la materia que se va a enseñar es suficiente para asumir el rol de docente de ciencias. Por lo tanto aplican metodologías de clase basadas en el texto guía y secuencias de actividades como dictado, copia, dibujo y solución de talleres de apareamiento. El uso de este tipo de metodologías no da paso a que el niño pregunte, no se suscitan reflexiones amplias que involucren indagación, confrontación de saberes y experiencias.

Por último, estas investigaciones señalan que el estatus profesional del profesor y el quehacer educativo han perdido credibilidad social, algunas de las razones involucran las falencias en la formación inicial, la falta de formación continua, la escasa participación en actividades de investigación, la ausencia de condiciones profesionales favorables y apropiadas para el ejercicio docente y una mediana participación de profesores y directivas escolares en asuntos de la comunidad. Lo anterior origina en un docente carente de autonomía y estatus profesional.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

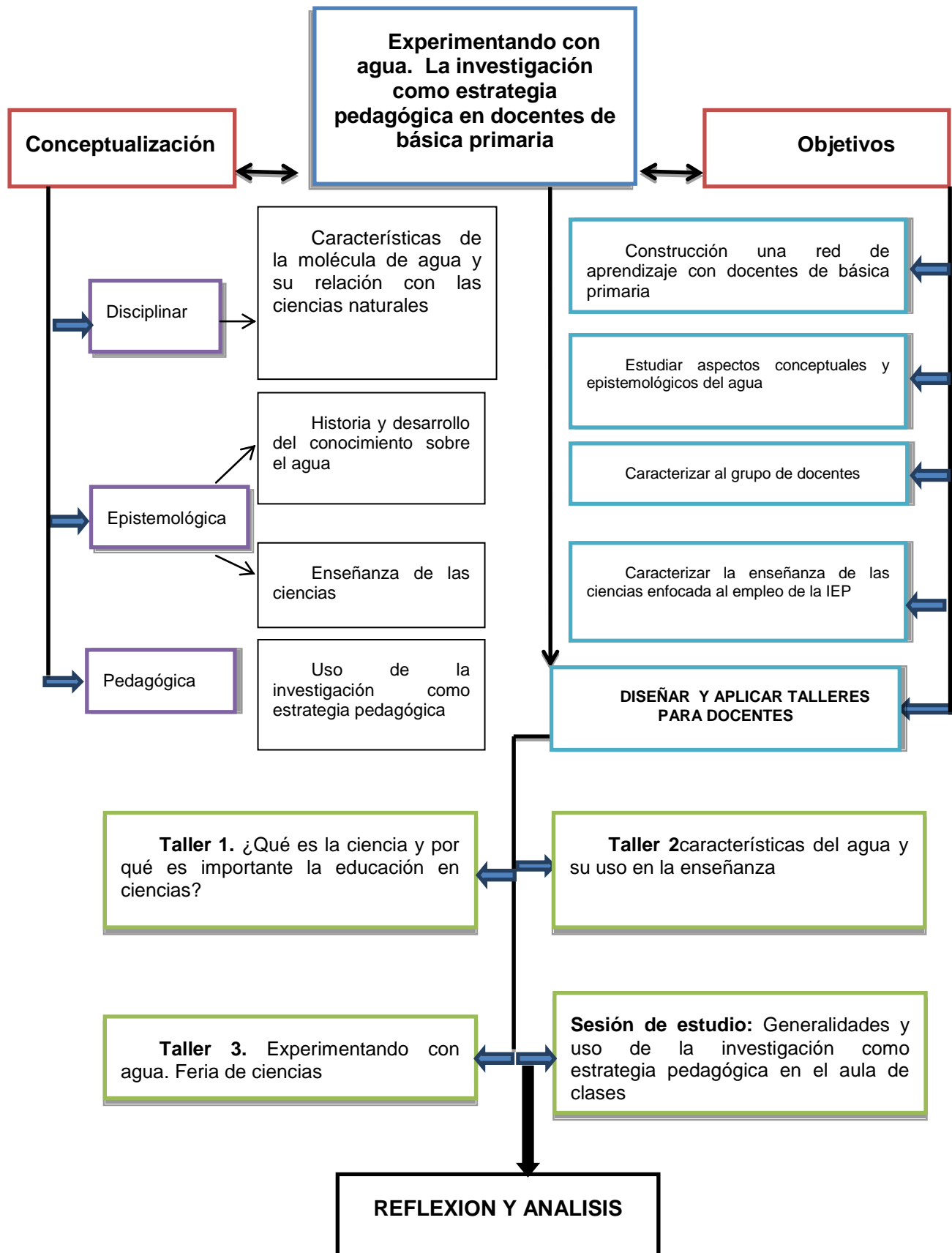


Ilustración 2 Diseño metodológico y desarrollo del proyecto

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Según estos antecedentes, como parte de la caracterización inicial, se le solicitó a los docentes expresar cuales eran las fortalezas y debilidades que poseía la institución a la hora de enseñar ciencias naturales.

4.2.1 FORTALEZAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

De acuerdo con los docentes las fortalezas que presenta la enseñanza de las ciencias naturales en la institución se pueden resumir así:

- Se destacan las posibilidades que ofrece el medio natural para fomentar la observación, el análisis y la experimentación.
- Es una fortaleza que en el colegio existan profesores interesados en innovar y participar activamente en el desarrollo de diversos proyectos, tal es el caso de la participación en el proyecto Ondas, en el Plan lector y en el programa Todos a aprender, además las directivas acompañan y apoyan estos procesos.
- El colegio permite el uso de diversos recursos informáticos aunque la conectividad a internet es casi nula, también ha equipado una biblioteca para ofrecer más y mejores textos a la comunidad.
- La última ventaja expuesta por los docentes se refiere a la actitud de los niños, quienes siempre están dispuestos a observar, colaborar, preguntar y por lo tanto facilitan el desarrollo de nuevas propuestas educativas.

4.2.2 DEBILIDADES EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

- Los docentes expresan que la principal falencia en el desarrollo de sus clases de ciencias, es la falta de laboratorios y materiales para experimentar, por lo que la enseñanza es muy conceptual.
- Otra dificultad se refiere al plan de estudios que actualmente están siguiendo, dado que es muy extenso y confuso, siendo necesario reorganizarlo y priorizar algunas temáticas, además los docentes tienen que reforzar algunos aspectos conceptuales para poder abordar y guiar su enseñanza.
- También se referencia la necesidad de generar espacios definidos para la socialización y la construcción de una verdadera comunidad de aprendizaje en la que se puedan compartir experiencias significativas y metodologías. Por lo tanto es importante promover reuniones periódicamente y programar estos espacios desde el inicio del calendario escolar.
- Los docentes expresan que existe poco conocimiento práctico de cómo realizar actividades lúdicas y experimentos, además hay falta de capacitación en cómo construir y llevar a cabo procesos investigativos

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

- "...Porque se favorece el desarrollo de habilidades cognitivas, motrices, creativas, imaginación, solidaridad, cooperación y valores que facilitan el desempeño en su entorno social y ambiental..."
- "...Porque a partir de la ciencia se logran cuestionamientos a cerca del porqué de las cosas..."
- "...Para hacer más llamativa la formación y avanzar simultáneamente..."
- "...Porque a los niños y niñas se les debe formar en su aspecto crítico y analítico..."

Dichas respuestas permiten reconocer que los docentes consideran la enseñanza de las ciencias una actividad productiva en el desarrollo de habilidades, además de ser un conocimiento útil para el estudiante.

4.4 TALLER 2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y SU USO EN LA ENSEÑANZA⁴

4.4.1 OBJETIVOS

- Reconocer las propiedades y características generales de la molécula de agua
- Caracterizar como se integran las temáticas relacionadas con el agua al currículo de ciencias naturales de básica primaria

4.4.2 METODOLOGÍA

- 1) Ideas previas y creación de una "telaraña de ideas".
- 2) Presentación teórica sobre el agua y sus propiedades.
- 3) Actividad lúdica "la danza del agua".
- 4) Identificación de los estándares en ciencias naturales y la planeación del currículo.
- 5) Análisis y reflexión sobre ¿como podemos utilizar esta información en la clase de ciencias naturales? ¿qué ejemplos o preguntas podemos presentar?



Ilustración 5 Desarrollo actividad "telaraña de ideas". Reconocimiento de ideas previas en torno al agua

⁴ Material de apoyo para la realización del segundo taller <http://www.slideshare.net/sergioghernandez/2-taller-caracteristicas-del-agua-30098261>

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

4.4.3 RESULTADOS

4.4.3.1 Ideas previas

Esta primera actividad permitió identificar el conocimiento disciplinar que tienen los docentes en torno al agua. Al finalizar el ejercicio se observó que existían bases teóricas para explicar el ciclo del agua, la fórmula molecular del agua y los aspectos socioeconómicos sobre la importancia del acceso al agua. Sin embargo, desconocían propiedades como tensión superficial, cohesión, adhesión, punto de fusión y ebullición, pH, carácter bipolar de la molécula, la existencia de puentes de hidrógeno, el concepto de cuenca hidrográfica y las relaciones que se podían establecer con la astronomía. Por lo tanto se propuso a los docentes que posterior a la sesión se realizará la lectura del primer capítulo del presente documento, esta actividad permitió afianzar y resolver algunas dudas.

4.4.3.2 Actividad lúdica "La danza del agua"



Ilustración 6. Desarrollo de actividad "la danza del agua"

Como el objetivo central de este taller era brindar herramientas conceptuales para comprender las diversas propiedades del agua, se diseñó y aplicó una actividad lúdica utilizando bolas de icopor y diferentes ritmos musicales para representar la estructura molecular del agua, su carácter bipolar, la importancia de la formación de puentes de hidrógeno y el cómo cambia la energía cinética de las moléculas cuando existen cambios de

estado en la materia.

Dicha actividad fue muy productiva y permitió dar a conocer formas lúdicas y muy explicativas para que puedan ser emuladas en el aula de clase.

4.4.3.3 Uso de los estándares en ciencias y el diseño de clases

En esta última parte del taller se promovió el trabajo en grupo. Tenía la finalidad de reconocer y utilizar los



Ilustración 7 Planeación y diseño de clases en torno al agua

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

entandares en ciencias naturales en el diseño de clases⁵. Lo más significativo fue la forma cómo se integraron diferentes temáticas en torno al agua, ejemplo de esto fueron las propuestas de medición de sólidos y líquidos, actividad que implicaba el desarrollo de habilidades experimentales. También se presentaron propuestas para identificar problemas como la lluvia ácida y su relación con el ciclo hidrológico o actividades que permitían reconocer el entorno inmediato y la importancia del acceso y distribución del agua potable. Sin embargo, al analizar la secuencia didáctica planteada se mantiene una tendencia de desarrollo de clase netamente teórica, no se propone el uso de actividades experimentales, en cambio es común ver los diseños de clases que se inician con una lectura alusiva al tema, la observación de un video, un trabajo extraescolar, lo cual no cambia la forma tradicional que se ha venido utilizando para enseñar ciencias naturales en la institución.

4.5 TALLER 3. EXPERIMENTANDO CON AGUA⁶

4.5.1 OBJETIVOS

- Identificar el uso de la ciencia recreativa en el aula como un recurso para promover la investigación estudiantil
- Proponer experiencias y actividades en torno al agua y relacionarlas con los contenidos del plan de estudios

4.5.2 METODOLOGÍA

- 1) Presentación teórica sobre la ciencia recreativa y la motivación en la educación
- 2) Presentación de 30 actividades prácticas en torno al agua en un feria de ciencias organizada por estudiantes pertenecientes al proyecto Ondas de la institución
- 3) Socialización de opiniones y aprendizajes

4.5.3 RESULTADOS

A continuación se presentan las 30 actividades (experimentos y juegos lúdicos) que fueron desarrolladas con los docentes participantes. En la tabla No 2 se encuentra el nombre de la actividad, su referencia bibliográfica y una propuesta de posibles conceptos que se pueden abordar a partir de ella.

⁵ Ver documento de anexo sobre estándares y agua

⁶ Material de apoyo para la realización del tercer taller
<http://www.slideshare.net/sergioghernandez/3-taller-experimentando-con-agua-30098358>

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Tabla 2 ACTIVIDADES EXPERIMENTALES Y LUDICAS PARA LA ENSEÑANZA DEL AGUA

N o	Nombre de la actividad o experimento	Posibles temáticas y uso en el aula
1	Características invisibles del agua. (Manjarres & Mejía, 2011d, p. 103)	Actividad que permite abordar la importancia del agua potable y las diferencias organolépticas. Esta actividad puede ser utilizada para desarrollar habilidades de comparación y registro.
2	La Fuente hídrica que compartimos. (Manjarres & Mejía, 2011, p. 103)	Juego lúdico que se puede utilizar para abordar el problema de consumo responsable y los procesos de contaminación en la cuenca hidrográfica. Se puede utilizar en el aula para desarrollar un foro donde se potencie la argumentación de los estudiantes.
3	La selva atrapa el agua de las nubes. (Manjarres & Mejía, 2011, p. 72)	Desarrolla un modelo que permite representar la forma física de una selva y comprender como se retiene y regula el agua y por ende la importancia de la cobertura vegetal en el acceso y protección del agua.
4	La materia orgánica retiene agua. (Manjarres & Mejía, 2011, p. 70)	Experimento que permite abordar la idea de regulación y oferta hídrica en los ecosistemas, además permite realizar ejercicios de comparación y predicción en torno a la disponibilidad del recurso hídrico.
5	Las plantas protegen el agua. (Manjarres & Mejía, 2011, p. 74)	Experimento que puede utilizarse para que los estudiantes generen explicaciones del porqué en zonas boscosas el recurso hídrico es más abundante.
6	Los tipos de contaminación del agua. (Manjarres & Mejía, 2011, p. 106)	Demostración que permite comprender por qué el agua es considerada como el solvente universal, además de generar explicaciones de ¿por qué y cómo se contamina?
7	Ecosistemas controlados http://clubiodiverso.blogspot.com/2010/06/4-sesion-construccion-de-un-ecosistema.html	Construcción de un ecosistema a escala que permite apreciar la interdependencia de la atmosfera, el suelo y la formas de vida para movilizar el ciclo del agua.
8	Agua móvil. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 36)	Experimento que permite evidenciar como se generan procesos de

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

		convección y además explica porqué se generan las corrientes.
9	Pescando hielo. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 39)	Experimento que busca reconocer los cambios de estado que sufre el agua, además sirve como motivación para explicar la estructura atómica del agua.
10	Gotas misteriosas y lluvia en una taza (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 40)	Experimento que evidencia el proceso de condensación y puede servir como punto de partida para abordar explicaciones del porqué llueve y del ciclo del agua.
11	Formando nubes http://www.madrimasd.org/experimentawiki/feria/Nubes_en_una_botella	Demostración orientada a reconocer la importancia de los núcleos de condensación para que se pueda llegar a formar una nube.
12	El vaso que no se quema http://www.mediavida.com/foro/videos/experimento-vaso-papel-q-no-quema-343632	Demostración que evidencia el alto calor específico que posee el agua, además permite abordar explicaciones del porqué el agua es un regulador climático.
13	Destilador solar (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 41)	Experimento que permite reconocer los cambios de estado del agua, además comprender el cómo se pueden separar diversas mezclas homogéneas.
14	Ducha portátil. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 44)	Demostración que evidencia el efecto y la importancia de la presión atmosférica en el flujo del agua
15	Sifón. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 44)	Demostración que permite evidenciar cómo funciona las redes de alcantarillado de muchos municipios y la influencia de la gravedad y la presión atmosférica
16	Misterioso tapón. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 45)	Demostración que evidencia el efecto y la importancia de la presión atmosférica en el flujo del agua.
17	Insectos que flotan. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 61)	Experimentos que permite reconocer la tensión superficial y los efectos del jabón en la formación de los puentes de hidrogeno en el agua.
18	Canela que huye y aros de hilo (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 62)	
19	Del negro absoluto al plateado absoluto. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 66)	Experimento que permite observar los efectos de la capilaridad del agua y de las propiedades fisicoquímicas de esta molécula.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

20	Estrellas de palillos. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 65)	Permite identificar las propiedades de cohesión y adhesión del agua, además se puede relacionar con los usos tecnológicos que tenía este proceso en la antigüedad.
21	Gota a gota (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 69)	Permite identificar las propiedades de cohesión y adhesión del agua.
22	Flotador. (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 71)	Experimento que permite identificar el principio de Arquímedes.
23	Balsa de plastilina (Acueducto de Bogotá, 2007, p. 73)	Experiencia que permite reconocer algunos principios de flotabilidad y su relación con el principio de Arquímedes.
24	Permeabilidad de rocas y suelos.(Rodríguez, 2002, p. 40)	Experiencia práctica para demostrar la diferencia de suelos y su influencia en el nivel freático y la formación de acuíferos.
25	Sonda para medir nivel de agua subterránea. (Rodríguez, 2002, p. 41)	Construcción de instrumento que permite reconocer como se identifica la existencia de agua subterránea.
26	Pluviómetro.(Rodríguez, 2002, p. 44)	Construcción de instrumento para medir la cantidad de precipitación en un área determinada.
27	Construcción de un filtro de agua	Construcción de un filtro a escala que permite evidenciar uno de los procesos más importantes de la potabilización del agua.
28	Construcción de un reloj de agua (Rodríguez, 2002, p. 46)	Construcción de un instrumento que mide el tiempo, basándose del caudal de agua que se desaloja.
29	Nudos de Agua. (Rodríguez, 2002, p. 50)	Experiencia práctica que permite evidenciar la cohesión y adhesión del agua.
30	Limpia el barro (Rodríguez Valbuena, 210AD, p. 53)	Experiencia práctica que utiliza las propiedades de capilaridad, cohesión y adhesión para separar el agua del barro.



Ilustración 8 Estudiantes del grupo Quercus preparando montajes experimentales

4.5.3.1 Preparación y desarrollo de la feria de ciencias

Para sustentar y dar a conocer las características de cada actividad práctica, se preparó y desarrolló una feria de ciencias en torno al agua, en esta actividad participaron

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

estudiantes de bachillerato pertenecientes al proyecto Quercus, grupo de investigación estudiantil que ha venido trabajando en el programa Ondas de Colciencias y es dirigido por el autor del presente proyecto; para cada actividad se dejaban claros los conceptos con los que se relacionaba, además se planteaba una pregunta problema y se construía un guion de exposición.

4.5.3.2 *Presentación de experiencia del uso de la investigación como estrategia pedagógica (IEP)*

Según los talleres desarrollados con los docentes, una de sus mayores preocupaciones era como llevar al aula de clases propuestas de enseñanza utilizando diseños experimentales y procesos de investigación con sus estudiantes, por lo tanto los estudiantes pertenecientes al grupo Quercus socializaron sus experiencias y trayectoria en este tipo de trabajos.



Ilustración 9. Presentación de experiencia de trabajo por parte del grupo Quercus



Ilustración 10 Desarrollo de la feria de ciencias



Ilustración 11. Socialización de aprendizajes y reflexiones generados en la feria de ciencias

4.5.3.3 *Desarrollo de la feria de ciencias*

Finalmente los docentes conocieron 30 experiencias didácticas y/o experimentales que se relacionaban con el agua y su uso en la enseñanza de las ciencias naturales. Cada experiencia fue expuesta por un estudiante, quien explicaba a los docentes los conceptos relacionados y el cómo se desarrollaba.

Una vez los docentes participaron activamente en la feria de ciencias, se reunieron por grupos para discutir, según su opinión, cuáles eran las experiencias más significativas y útiles para ser llevadas al aula de clases, qué conceptos o temáticas podrían ayudar a explicar y cuáles fueron los aprendizajes alcanzados

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria



Ilustración 12. Grupo de docentes de primaria participantes e integrantes del grupo Quercus

4.5.3.4 Análisis y reflexiones

Los docentes expresaron la necesidad de comprender los conceptos relacionándolos con las temáticas que impartían de manera habitual en sus clases, al igual expresaban la importancia de realizar la experimentación como punto de partida para el desarrollo de la motivación. Pero también reconocieron la necesidad del trabajo previo a la hora de planear y desarrollar un experimento con sus estudiantes, dado que toda actividad práctica

debe tener una intencionalidad clara, unas preguntas problema definidas y un proceso metodológico establecido, porque de lo contrario termina convirtiéndose en un quehacer mecánico y sin sentido.

Por último al indagar sobre cuáles fueron los principales aprendizajes que dejó este taller, los docentes expresaron aspectos como:

- *“...Aprendí que es gratificante para los estudiantes que valoremos su esfuerzo, que nos integremos con ellos, que los escuchemos, hay retroalimentación bidireccional, en un ejercicio de intercambio de roles...”*
- *“...Me gusto formar parte activa del taller, reconocer nuevas y creativas formas de involucrar a los niños y niñas como actores dinámicos y comprometidos con su propio aprendizajes...”*

4.6 LOGROS ALCANZADOS EN EL DESARROLLO DE LA RED DE APRENDIZAJE

Retomando la finalidad del presente proyecto, la cualera crear e iniciar la consolidación de un colectivo de docentes que reflexionara sobre su quehacer pedagógico y didáctico, además de presentar nuevas herramientas para enriquecer las clases de ciencias naturales, se puede afirmar que se logró dicho objetivo. Muestra de ello son los siguientes apartados de los documentos de reflexión que se construyeron:

Fundamentación conceptual y didáctica: uno de los puntos más débiles que poseen los docentes participantes en el presente proyecto es el conocimiento disciplinar en torno a las temáticas de ciencias naturales, también el uso de

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

didácticas específicas para la enseñanza de las ciencias naturales. Con respecto a este punto ellos expresan que:

- *".. se aprende nuevas cosas sobre el agua, uno enseña únicamente lo que ve en libro, los talleres han sido muy enriquecedores, ayuda a cambiar la mentalidad a conocer como se puede ser más vivencial y no hablar y hablar, es importante que se genere más reflexión..."*
- *"...mejora la didáctica, ha aportado elementos didácticos muy buenos ya que enriquecen para mejorar en el momento de realizar las actividades. Con los educandos fueron reuniones que permitieron aprender el tema de forma práctica seguir capacitándome para mejorar la calidad en las clases..."*
- *"...que se necesita mucho trabajo previo de observación y conceptos..."*
- *"...aprendí como convertir la clase de ciencias en algo más práctico que teórico..."*

Desarrollo de la experimentación en el aula de clases: al principio del proyecto los docentes expresaron la importancia que tiene la experimentación en el desarrollo de las ciencias naturales, sin embargo también comentaban la incapacidad de realizar experimentos en el aula por falta de espacio, materiales y/o conocimiento de experiencias prácticas, aludiendo al anterior punto al finalizar el proyecto, los docentes decían:

- *"...se ha generado motivación, se han aclarado dudas, permite recibir nuevos conocimientos, permite interacción, busca generar nuevos espacios, se puede implementar en el aula de clases..."*
- *"...Se pueden realizar experimentos que no impliquen costos, con recursos del medio, los experimentos son sencillos y de fácil comprensión para niños de primaria..."*
- *"...Aprendimos que hay cosas tan sencillas para trabajar con nuestros estudiantes y practicas sin necesidad de un laboratorio..."*
- *"...Con material reciclable se pueden realizar varios experimentos sin mayor inversión..."*

Reconocimiento del docente como un promotor de la investigación: el que hacer docente puede tomarse desde dos perspectivas, la primera como una labor mecánica que se limita a seguir lo expuesto en el libro de texto o en cambio un docente reflexivo y protagonista de su quehacer educativo, promoviendo la investigación en el aula, con respecto a este punto los docentes expresaban que las actividades desarrolladas generaron o permitieron:

- *"...tomar conciencia al enseñar ciencias naturales y aprender a llevar procesos investigativos..."*
- *"las sesiones han sido muy positivas y enriquecedoras...motivadoras para generar reflexión y compromiso frente a nuestro que hacer pedagógico... buen punto de partida para iniciar un proyecto de investigación"*
- *"...como se puede generar participación de los estudiantes en cuanto a la investigación y trabajo en equipo..."*

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

5 CONCLUSIONES

- La planeación de los diferentes capítulos permitió profundizar y ampliar el conocimiento disciplinar y didáctico sobre el agua, también contribuyó a reconocer la importancia de la planeación didáctica y la forma como se interrelaciona el agua con las diferentes ciencias naturales, esto permitió el diseño de talleres, que al llevarlos a la práctica con el colectivo de docentes, facilitó el identificar fortalezas y debilidades existentes en la enseñanza de las ciencias naturales.
- El desarrollo del proyecto, permitió consolidar un grupo de 20 docentes interesados en mejorar la enseñanza de las ciencias en los grados de básica primaria. Ellos consideran necesario enfocarse en la construcción colectiva del plan de estudios del área de ciencias, a partir de la implementación de diseños experimentales y actividades lúdicas, esto con el fin de promover el desarrollo de habilidades y actitudes de tipo científico en los estudiantes, así como, generar y consolidar espacios que posibiliten el diálogo y la interacción para compartir experiencias alrededor de los procesos realizados.
- Si bien, solo fue posible reconocer de forma general las características del uso en el aula de la investigación como estrategia pedagógica, los avances logrados permitieron que los docentes comprendieran la importancia de la pregunta en la enseñanza de las ciencias, así como la necesidad de abordar conceptos estructurantes.
- El trabajo con el agua permitió reconocer diversas perspectivas que junto al uso de actividades experimentales, facilitaron la organización de contenidos y contribuyeron al establecimiento de relaciones entre los conceptos. Así, los aspectos tenidos en cuenta en este trabajo final servirán para que en el próximo año escolar el colectivo de docentes pueda plantear la generación de proyectos en el programa Ondas de Colciencias, en donde se utiliza y pone en práctica la IEP como metodología de enseñanza.
- Una forma muy efectiva para evitar el exceso de contenidos en la planeación curricular es utilizar ejes conceptuales a partir de conceptos

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

estructurantes, ellos permiten integrar los diferentes contenidos en temáticas que favorecen la interpretación y la creación de una red de significados tanto de los conceptos abordados frente a los fenómenos que acontecen en la cotidianidad, junto a esto, la implementación de actividades prácticas se proyecta como una excelente metodología para generar motivación y desarrollar habilidades científicas básicas e investigativas, además de pensamiento reflexivo y crítico.

- Sin embargo el uso de la experimentación y de actividades prácticas ligadas a conceptos estructurantes puede verse afectado por el cambio de rol que sufre el docente, en donde pasa de ser el centro de la clase a un facilitador y acompañante, además la necesidad de preparar y conocer a fondo la temática, su didáctica y procesos de evaluación, son aspectos que tienden a ser desgastantes para el grupo de docentes en general y puede ocurrir que a pesar de conocer metodologías más propicias y efectivas se mantenga la enseñanza tradicional como punto de confort de muchos de ellos.
- Una de las dificultades de los docentes durante el desarrollo del proyecto, fue la baja apropiación de conceptos disciplinares propios de las ciencias. Por tanto el proceso de enseñanza se limita a aplicar la secuencia de temáticas y actividades presentadas en los libros de texto, sin que se contribuya a la interrelación entre los conceptos. Convirtiendo la dinámica de clase en un espacio teórico y descontextualizado, por esto es necesario fortalecer el conocimiento y comprensión de fenómenos propios de las ciencias, mediante la reflexión en espacios por parte que permitan compartir el cómo abordar temáticas comunes en la escuela y cómo desarrollar procesos de enseñanza-aprendizaje transversales, que integren los diferentes conceptos a trabajar de forma contextualizada, tal como se presentó en el trabajo desarrollado utilizando el agua como eje estructuran

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

6 BIBLIOGRAFIA

Acueducto de Bogotá. (2007). *Pedagogía del Agua. Caja de Herramientas*. Bogotá D.C: Interpretemos E.U.

Andrade, E. (2009). *La ontogenia del pensamiento evolutivo. Hacia una interpretación semiótica de la naturaleza*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ball, P. (2010). *H2O Una Biografía del agua* (1st ed.). México D.F: Fondo de cultura económica.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en ciencias. In *Enseñar Ciencias* (pp. 95 – 118). Barcelona España: Graó.

Cárdenas, F. & Sarmiento, F. (2000). *Desarrollo y evaluación de competencias en ciencias*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Chona Duarte, G., Arteta, J., Martínez, S., Córdoba, X., Pedraza, M. & Fonseca, G. (2006). ¿Qué competencias científicas promovemos en el aula? *Tecné, Episteme y Didaxis*, 20, 62 – 79.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

- Correa, A. (2009). ¿Cómo hacer del aprendizaje de la biología un asunto relevante para los estudiantes? *Bio-grafia: Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza*, 2(3).
- Curtis, H. & Barnes, S. (2004). *Biología* (6a Edición.). Editorial Panamericana.
- Escobedo, H. (2001). *Desarrollo de competencias básicas para pensar científicamente. Una propuesta didáctica para ciencias naturales*. Bogotá: Colciencias.
- Franco, F. (n.d.). Acueductos y Alcantarillados. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional Sede Manizales. Retrieved from <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4080004/html/descripcion.html>
- Freire, P. (2002). *Cartas a quien pretende enseñar*. Bogotá: Siglo XXI editores.
- García, M. (2011). *El suelo un componente del ecosistema*. Practica de laboratorio.
- García, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias* 8, 8, 370 – 392.
- García Palacios, E., GonzalesGarbarte, J. C., López Cerezo, J. A., Luján, J. L., Martín Gordillo, M., Osorio, C. & Valdés, C. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: Una aproximación conceptual*. Madrid, España: Organización de Estados Iberoamericanos.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

- Guerrero, M. (1991). *El agua* (primera edición.). México D.F: Fondo de cultura económica.
- Hernández, C. A. (2005). ¿Qué son las “competencias científicas?”? (pp. 1–30). Presented at the Foro Educativo Nacional. Retrieved from <http://www.grupofederici.unal.edu.co/documentos/HernandezCompCientificas.pdf>
- Higuera, M. (2002). El Universo, Un Laboratorio. In *El agua como eje temático de las ciencias naturales* (pp. 13–25). Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.
- Hulley, S., Feigal, D. & Martin, M. (1997). *Concepción de la pregunta a investigar. Diseño de la investigación clínica*. Barcelona España: Ediciones Doyma.
- IED Gustavo Uribe Ramírez. (2006). Proyecto Ambiental Escolar: “Con...Ciencia Ecológica enfocada a la productividad.” Municipio de Granada, Cundinamarca.
- Jiménez, M., & De Manuel, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de La Ciencias*, 27(2), 257–272.
- Manjarrez, M. Elena&Mejía, M. R. (2011a). El lugar de maestras y maestros Ondas. In *Caja de herramientas para maestros y maestras Ondas*. Bogotá: Fundación Social FES.
- Manjarrez, M. Elena&Mejía, M. R. (2011b). La investigación como estrategia pedagógica. In *Caja de herramientas para maestros y maestras Ondas*. Bogotá: Fundación Social FES.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

- Manjarrez, M. Elena & Mejía, M. R. (2011c). La pregunta como punto de partida y estrategia metodológica. In *Caja de herramientas para maestros y maestras Ondas*. Bogotá: Fundación Social FES.
- Manjarrez, M. Elena & Mejía, M. R. (2011d). *Los navegantes de las fuentes hídricas... Ondas línea ambiental*. Bogotá D.C: Departamento administrativo de ciencia, tecnología e innovación. Colciencias.
- Martín Gordillo, M., Tedesco, J. C., López Cerezo, J. A., Acevedo Díaz, J. A., Echeverría, J. & Osorio, C. (2009). *Educación, ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid, España: Organización de estados Iberoamericanos.
- Martínez, E. & Reyes, S. (2006). *Estado de desarrollo de las relaciones CTS en el colegio departamental Tapias, municipio Chipaque*. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Matos, J. M., Martínez, M., Bueno, E., Diez, M., & Domínguez, J. (1999). Ciencia recreativa y aprendizaje escolar. Proyecto de Investigación Educativa. Consejería de Educación y Ciencia de la Junta de Andalucía. Retrieved from http://www.juntadeandalucia.es/averroes/html/adjuntos/2008/03/04/0007/adjuntos/ciencia_recreo.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá D.C: Ministerio de Educación Nacional de Colombia.
- PEI IED Gustavo Uribe Ramírez. (2011).

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Rodríguez, C. (2002). Recursos Hídricos del planeta tierra. In *El agua como eje temático de las ciencias naturales* (pp. 27–57). Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias.

Rodríguez Valbuena, D. (210AD). Territorio y territorialidad Nueva categoría de análisis y desarrollo didáctico de la Geografía. *Uni-Pluri-Diversidad. Versión Digital*, 3(2). Retrieved from <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/unip/issue/current>

Ruiz Medina, D. M., Martínez, L. F. & Parga, D. (2009). Creencias de los profesores de preescolar y primaria sobre ciencia, tecnología y sociedad, en el contexto de una institución rural. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 25, 41–61.

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

ANEXOS

Tabla 3 Estándares de competencias en ciencias naturales para los grados primero, segundo y tercero

COMPETENCIAS DE PRIMERO A TERCERO		
<ul style="list-style-type: none"> • Me identifico como un ser vivo que comparte algunas características con otros seres vivos y que se relaciona con ellos en un entorno en el que todos nos desarrollamos • Reconozco en el entorno fenómenos físicos que me afectan y desarrollo habilidades para aproximarme a ellos • Valoro la utilidad de algunos objetos y técnicas desarrollados por el ser humano y reconozco que somos agentes de cambio en el entorno y en la sociedad. 		
Me aproximo al conocimiento como científico-a natural	Manejo conocimientos propios de las ciencias naturales	Desarrollo compromisos personales y sociales
Formulo preguntas sobre objetos, organismos y fenómenos de mi entorno y exploro posibles respuestas.	Identifico y describo la flora, la fauna, el agua y el suelo de mi entorno.(entorno vivo)	Reconozco la importancia de Animales, plantas, agua y suelo de mi entorno y propongo estrategias para cuidarlos.
Diseño y realizo experiencias para poner a prueba mis conjeturas.	•Propongo y verifico diversas formas de medir sólidos y líquidos. (entorno físico)	
Registro mis observaciones en forma organizada y rigurosa (sin alteraciones), Utilizando dibujos, palabras y números.	Identifico diferentes estados físicos de la materia (el agua, por ejemplo) y verifico causas para cambios de estado. (entorno físico)	
Selecciono la información apropiada para dar respuesta a mis preguntas.	•Asocio el clima con la forma de vida de diferentes comunidades. (ciencia, tecnología y sociedad)	
Comunico de diferentes maneras el proceso de indagación y los resultados obtenidos.	identifico necesidades de cuidado de micuerpo y el de otras personas.(ciencia, tecnología y sociedad)	

Experimentando con agua. La investigación como estrategia pedagógica en docentes de básica primaria

Tabla 4 Estándares de competencias en ciencias naturales para los grados cuarto y quinto

Competencias de Cuarto a quinto:		
<ul style="list-style-type: none"> • Identifico estructuras de los seres vivos que les permiten desarrollarse en un entorno y que puedo utilizar como criterios de clasificación. • Me ubico en el universo y en la Tierra e identifico características de la materia, fenómenos físicos y manifestaciones de la energía • Identifico transformaciones en mi entorno a partir de la aplicación de algunos principios físicos, químicos y biológicos que permiten el desarrollo de tecnologías. 		
ME APROXIMO AL CONOCIMIENTO COMO CIENTÍFICO-A NATURAL	MANEJO CONOCIMIENTOS PROPIOS DE LAS CIENCIAS NATURALES	DESARROLLO COMPROMISOS PERSONALES Y SOCIALES
Formulo preguntas a partir de una observación o experiencia y escojo algunas de ellas para buscar posibles respuestas.	Analizo el ecosistema que me rodea y lo comparo con otros. (entorno vivo)	Propongo alternativas para cuidar mi entorno y evitar peligros que lo amenazan.
Registro mis observaciones, datos y resultados de manera organizada y rigurosa (sin alteraciones), en forma escrita y utilizando esquemas, gráficos y tablas	Describo y verifico el efecto de la transferencia de energía térmica en los cambios de estado de algunas sustancias. (entorno físico)	
Busco información en diversas fuentes (libros, Internet, experiencias y experimentos propios y de otros...) y doy el crédito correspondiente.	Describo las características físicas de la Tierra y su atmósfera.(entorno físico)	
Selecciono la información que me permite responder a mis preguntas y determino si es suficiente.	Establezco relaciones entre objetos que tienen masas iguales y volúmenes diferentes o viceversa y su posibilidad de flotar.	
Comunico, oralmente y por escrito, el proceso de indagación y los resultados que obtengo.	Establezco relaciones entre objetos que tienen masas iguales y volúmenes diferentes o viceversa y su posibilidad de flotar.	
	Establezco relaciones entre el efecto invernadero, la lluvia ácida y el debilitamiento de la capa de ozono con la contaminación atmosférica.	