

**Estudio fenomenológico con coloides para promover valores científicos en estudiantes de
educación básica primaria**

Diana Paola Ruiz Diaz

Directores:

Sandra Sandoval Osorio

José Francisco Malagón Sánchez

Línea de investigación

Enseñanza de las ciencias desde una perspectiva fenomenológica

Grupo de investigación:

Grupo de estudios histórico-críticos y enseñanza de las ciencias

**Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Maestría en Docencia de la Química
Bogotá, D.C. 2023**

Contenido

1. Introducción.....	5
2. Contexto problemático	8
2.1 Descripción del problema.....	8
2.2 Metodología	12
2.2.1 Fase 1: Revisión documental	12
2.2.2 Fase 2: Construcción de actividades experimentales.....	13
2.2.3 Fase 3: Reflexión práctica pedagógica	14
2.3 Objetivos	15
2.3.1 Objetivo General.....	15
2.3.2 Objetivos específicos	15
2.4 Antecedentes	16
3. Análisis general para la caracterización de los sistemas dispersos	20
3.1 ¿Qué son los sistemas dispersos?.....	21
3.2 Fenómenos de estudio para la caracterización del sistema coloidal	25
3.2.1 Dispersión de la luz.....	26
3.2.2 Velocidad de difusión	27
3.2.3 Separación del medio continuo y la fase dispersa	29
3.3 Análisis general experimental, retomando los planteamientos de Wolfgang Ostwald.	31
3.3.1 Fenómeno de dispersión de la luz.....	33

3.3.2	Separación de medio continuo y fase dispersa	35
4.	Valores del quehacer de las ciencias	38
4.1	Enseñanza de las ciencias en educación primaria	38
4.2	Valores de quehacer de la ciencia y su aporte en la formación científica.....	40
4.3	Diseño de actividades de aula para estudiantes de educación básica primaria	44
4.4	Reflexión del trabajo experimental con estudiantes.....	52
5.	Conclusiones.....	65
6.	Referencias	67
7.	Anexos	71

Tablas

Tabla 1. Ruiz, D (2023). Sustancias de estudio	32
Tabla 2. Ruiz D (2023) Fenómeno de dispersión de la luz.....	33
Tabla 3. Ruiz, D (2023) Membrana del huevo	35
Tabla 4. Ruiz, D (2023). Diálisis	36
Tabla 5 Actividades experimentales	46
Tabla 6. Ruiz, D (2023). Criterios de clasificación de sustancias	60

Ilustraciones

Ilustración 1. López, F. (2022). Diagrama de la relación de disolución. Química II	22
Ilustración 2 Piñeros, R (2016). Glóbulos grasos de Leche de vaca. Laboratorio de Alimentos .	24
Ilustración 3. Ostwald (1915). Tyndall phenomena. Handbook of Collid-Chemistry.....	27
Ilustración 4. Ostwald (1915). Diffusion speed. Handbook of Collid-Chemistry	28
Ilustración 5. Amorós et. Al (2013). Diálisis. Filtración y ultrafiltración	30
Ilustración 6 Ruiz, D (2023). Descripción de sustancias por estudiantes de grado quinto.....	54
Ilustración 7. Ruiz, D (2023). Descripción de sustancias por estudiantes de grado quinto.....	55
Ilustración 8. Ruiz, D (2023). Análisis experimentación con temperatura por estudiantes de grado quinto	55
Ilustración 9. Ruiz, D (2023). Representación fenómeno de dispersión de la luz por estudiantes de grado quinto	57
Ilustración 10. Ruiz, D (2023). Representación fenómeno de velocidad de difusión por estudiantes de grado quinto.....	58
Ilustración 11. Ruiz, D (2023). Determinación de coloides por estudiantes de grado quinto	62

1. Introducción

Desde los lineamientos curriculares en ciencias naturales y educación ambiental que propone el Ministerio de Educación Nacional se establece que los estudiantes de grados cuarto, quinto y sexto, deben desarrollar una capacidad investigativa que les permita explicar el mundo ante determinadas circunstancias, lo que implica el uso de algunas teorías, aunque se aborden de manera muy sencilla, como fundamento de esto, dentro de los derechos básicos de aprendizaje¹ que se proponen para grado quinto la comprensión de propiedades fisicoquímicas de sustancias y sistemas dispersos tales como viscosidad, solubilidad, punto de fusión y ebullición y técnicas de separación de mezclas (Min Educación, 1998).

Atendiendo a lo anterior desde mi ejercicio docente he evidenciado que dentro del aula el estudio de las sustancias se trabaja desde la comprensión de solución y suspensión, sin abordar lo que hace referencia a los coloidales, aun cuando estos son de uso común y generan gran interés para los niños, ya que su comportamiento no está asociado a lo que comúnmente enseñamos en la clase de ciencias.

De este modo, dentro del desarrollo de este trabajo se realizó una investigación documental con la cual se lograron identificar los estudios desarrollados para la comprensión del comportamiento de los coloides y los procesos experimentales llevados a cabo para la caracterización de estos con respecto a otros sistemas. Lo cual nos llevó a destacar tres fenómenos que serán fundamento de este trabajo entre los que se encuentran: dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases. Que a partir del ejercicio experimental propio fueron analizados y evaluados de acuerdo a la revisión bibliográfica hecha con anterioridad para lograr una

¹ Los DBA se refiere a los aprendizajes esenciales que debe lograr el estudiante en cada grado de escolaridad

compresión de los comportamientos asociados a cada sistema disperso (soluciones, coloides y suspensiones).

Luego de haber realizado esta revisión bibliográfica y análisis se procedió a realizar una implementación con estudiantes de grado quinto donde a partir de la experimentación identificaron comportamientos distintivos que les permitieron caracterizar los coloides de las soluciones y suspensiones, lo que implica una interacción o manipulación de las condiciones de las sustancias, medición de temperatura, percepción de luz, color y a su vez se buscará promover valores del quehacer científico tales como la observación reflexionada, construcción colectiva de conocimiento y proposición de explicaciones.

Esto en vista de que enseñar ciencias en primaria tiene como finalidad desarrollar en los niños y niñas el entendimiento del mundo en el que viven, partiendo de su curiosidad, que se traduce probablemente en una atención hacia cierto objetos o situaciones, el planteamiento de preguntas sobre el uso, la forma u otras características que han requerido una observación inicial sobre algún evento, esto a partir de una orientación pedagógica que lo lleva a razonar sobre fenómenos de su contexto y dar una explicación de estos. Cuando el estudiante confronta sus ideas con experiencias nuevas de aprendizaje, logra modificarlas al punto que le permite explicar y comprender con mayor claridad lo que ocurre a su alrededor (González, 2007). Los estudiantes son curiosos frente al estudio de diferentes tipos de sustancias que se encuentran inmersas en su contexto tales como la gelatina, miel, leche, etc. Y a su vez reconocen que algunas de ellas tienen un comportamiento que no se asocia a las clasificaciones que normalmente se establecen. teniendo en cuenta esta premisa surge el interés en esta investigación de acercar a los estudiantes a una experiencia consciente, crítica y reflexiva que les permita analizar y relacionar lo que están

percibiendo a través de sus sentidos, como la vista y el tacto frente al comportamiento propio de los coloides.

En este documento se presentan tres partes: en un principio el análisis del comportamiento de los sistemas dispersos desde los estudios de Wolfgang Ostwald (1915), haciendo énfasis en los fenómenos que distinguen lo coloidal de las soluciones, a la luz de esos análisis se proponen experimentos realizados por la autora que llevan a hacer una propuesta de aula la cual se implementa con estudiantes de grado quinto de una institución educativa de Bogotá. Finalmente se realiza una sistematización y profundización sobre lo que implica la enseñanza en la educación básica primaria, identificando experiencias que muestran el papel de los valores del quehacer de las ciencias en la educación científica.

2. Contexto problemático

2.1 Descripción del problema

Desde mi ejercicio como docente de ciencias naturales en educación básica primaria, he evidenciado que los estudiantes diariamente tienen contacto con sustancias como Leches, mieles, gelatinas, entre otros; Sin embargo, en el aula de clase se hace énfasis en el estudio de las soluciones y suspensiones, pero donde ubicamos las sustancias mencionadas anteriormente. Siendo así, en este trabajo me propongo atender el interés que suscita tanto para el docente como para el estudiante y la cercanía que tenemos a sustancias conocidas para delimitar y profundizar en aspectos importantes del estudio de los coloides.

Aun cuando todavía no se caracterizaban los coloides, estos han sido objeto de estudio incluso desde la edad media, donde los alquimistas los usaban en la medicina, a su vez científicos como Joseph Macquer (1776), Robert Brown (1827), Francesco Selmi (1845), Michael Faraday (1839), John Tyndall (1860), Thomas Graham (1862), Wolfgang Ostwald (1927) estudiaron los soles, movimiento browniano, propiedades eléctricas, efectos de la luz y difusión respectivamente.

A lo largo de la historia la noción de sistema disperso surgió cuando estos científicos estudiaron y observaron sustancias que no se encontraban continuas, de esta manera los coloides y las suspensiones fueron el punto de partida del concepto de dispersión (Moreno, 2021). A medida que avanzaban sus estudios, se logró evidenciar que estos comportamientos diferentes se daban en diversos campos, como biológicos, productos químicos y materiales industriales; así la comprensión de los sistemas dispersos se dio en la medida que se desarrollaban técnicas y teorías científicas que permitían analizarlos.

Estas investigaciones han llevado a la identificación y caracterización de los sistemas dispersos; al incidir luz, donde se pueden distinguir diferentes maneras de su propagación. También, el estudio de las diferentes velocidades de difusión, o lo que ocurre en ellos al ponerlos ante membrana semipermeable. Fenómenos que a partir de un proceso de observación riguroso pueden ser distintivos para caracterizar los sistemas dispersos. Por lo cual, estos son los tres comportamientos que privilegiamos en nuestro estudio donde hemos venido retomando los planteamientos de Ostwald (1915) con respecto al análisis elemental de los coloides: donde se destaca el fenómeno Tyndall (diferenciación óptica), la difusión y diálisis (diferenciación mecánica).

Con el fenómeno Tyndall es posible analizar las sustancias en relación con la manera en que la luz se propaga a través de ellas, fenómeno que permitiría comprender que la dispersión que ocurre en el medio continuo de un coloide difiere de la dispersión que ocurre en una solución. En ese orden de ideas cabe mencionar que aquellos sistemas en donde se evidencia interferencia en la trayectoria del haz de luz corresponden a soluciones, en contraste con los coloides donde la dispersión que ocurre en el medio provoca mayor dispersión de la luz incidente (Ostwald, 1915).

Adicionalmente, los experimentos de difusión permiten analizar la variación de la velocidad y del movimiento a través de los diferentes sistemas, brindando información sobre cómo la naturaleza de estos afecta su comportamiento. por su parte, la diálisis es un proceso de filtración que permite la separación de la fase dispersa del medio dispersante para lo cual es fundamental analizar la disgregación que ocurre en cada sistema (Amoros, et. Al. 2013).

Los sistemas dispersos están formados por dos componentes: uno que se distribuye homogéneamente en el otro. Conocidos como medio dispersante y fase dispersa. Así cuando estos

componentes interactúan forman soluciones, coloides o suspensiones (Moreno, 2021). Atendiendo a esto surge el interés de entrar a analizar las interacciones que ocurren entre las fases de cada sistema y como esto se asocia a su comportamiento.

Analizar el comportamiento de los coloides ha sido una tarea bastante compleja, sin embargo, las experiencias realizadas por Ostwald (1915) y otros científicos mencionados anteriormente han permitido dar cuenta de esto. Ahora bien, la experimentación es un puente donde a partir de la observación, interpretación y análisis se puede explicar el comportamiento de diferentes sustancias.

Atendiendo a lo anterior, mediante esta investigación se pretende abordar de manera experimental y teórica el fenómeno Tyndall, difusión y diálisis de sustancias para observar, interpretar y analizar el comportamiento de los coloides. En donde comprender la interacción que ocurre entre las fases del sistema conforman el esquema teórico de estudio.

¿Cómo asociarlo a la enseñanza de las ciencias?

A raíz de las constantes transformaciones a las cuales se enfrenta la educación en el siglo XXI, Esta y propiamente el quehacer docente tiene el propósito de formar personas con capacidad de comprender y dar explicaciones a situaciones problemas en un contexto (MEN, 1998). De este modo la educación en ciencias naturales debe brindar a los estudiantes la posibilidad de vivir los procesos propios de la investigación.

Cabe señalar que en los niveles de básica primaria la curiosidad y la observación se resaltan como elementos claves del aprendizaje. retomando los argumentos de Garcia y Moreno (2019) “se puede decir que la experimentación es indispensable en la enseñanza de las Ciencias Naturales,

por cuanto vincula la observación y el experimento para constituir explicaciones sobre un sistema de hechos visibilizados en un fenómeno natural” (p.152).

En la escuela en los niveles de cuarto, quinto y sexto, incluso anteriores se expone al estudiante el tema de propiedades de las sustancias, pero ¿cómo hacer que este sea inteligible para él? En concordancia con lo anterior, el reconocimiento histórico y epistemológico, además de la observación detallada del comportamiento de los sistemas dispersos ante situaciones experimentales, se convierten en aspectos claves para construir explicaciones a partir de la experiencia.

En mi papel como docente de ciencias naturales en básica primaria, está claro que hay espacios y recursos valiosos que permiten la exploración y profundización de sistemas coloidales, especialmente teniendo en cuenta la familiaridad que tenemos con sustancias como mieles, gelatinas y otros productos. Así que profundizar en el estudio de fenómenos como la dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases, pueden resultar didácticamente enriquecedores e importantes para fomentar la curiosidad y espíritu investigativo en los estudiantes desde un ejercicio de observación reflexionada, construcción colectiva y proporción de explicaciones que permita vivenciar valores del quehacer de las ciencias la escuela.

2.2 Metodología

Dentro de esta investigación de carácter cualitativo se busca profundizar en el estudio de la interacción de las propiedades que conforman los sistemas coloidales, incluida la dispersión de la luz (fenómeno Tyndall), velocidad de difusión y la separación de fases (diálisis), enmarcado en el propósito de promover valores del que hacer de las ciencias en los actores del contexto educativo. Estos aspectos son importantes en la formación en ciencias y tiene amplias aplicaciones en diversos campos. Además, la educación en ciencias naturales en la etapa de básica primaria es fundamental en el desarrollo de habilidades científicas y fomento de la curiosidad, de esta manera el contexto de este estudio busca explorar y presentar recursos pedagógicos útiles para la enseñanza de conceptos relacionados con las ciencias.

Esta investigación se plantea a partir del desarrollo de tres fases: La primera de ellas haciendo referencia a la revisión documental del tema seleccionado, La segunda construcción de actividades experimentales que den cuenta de dicha investigación y la tercera, teniendo en cuenta el progreso de las dos fases anteriores se procederá a un análisis de las implicaciones en mi forma de pensar y proceder como docente de ciencias naturales de educación básica primaria.

2.2.1 Fase 1: Revisión documental

La investigación cualitativa, busca comprender fenómenos a partir de la recolección y análisis de datos no numéricos, se caracteriza por su naturaleza descriptiva, utilizando instrumentos como observaciones participativas, entrevistas, análisis de bibliografía, entre otros, Sampieri (2010)

Una técnica de investigación cualitativa es la revisión documental, en la cual se recolecta y selecciona información de textos, artículos resultados de una investigación, memorias de

eventos, etc. con el fin de relacionar datos procedentes de distintas fuentes para posteriormente proponer una visión sistemática de la situación de estudio, lo que permite delimitar el problema de estudio, consolidar autores para la elaboración del sustento teórico, visualizar preguntas y objetivos de investigación (Reyes y Carmona, 2020).

Con base en lo anterior en esta investigación se realizó una revisión documental sobre la caracterización y comportamiento de los coloides tomando como referencia los textos de autores tales como Ostwald (1927), Graham (1831) y Moreno (2021) los cuales a partir del comportamiento y análisis de los coloides establecen técnicas para la determinación de estos en contraste con las soluciones y suspensiones, en concordancia con dicho análisis se plantea dentro de esta investigación el estudio del fenómeno Tyndall, difusión y diálisis de los coloides y se establece una caracterización con respecto a la interacción de los componentes que conforman cada uno, para lo cual se hace revisión de artículos que permitan una interpretación de esto, para luego llevarlo al desarrollo experimental que corresponde a la siguiente fase.

2.2.2 Fase 2: Construcción de actividades experimentales

García y Moreno (2020) citando a García (2009) mencionan que “construir de la experiencia es llenar de sentido una actividad en la que la práctica es un medio de constante reflexión sobre el fenómeno abordado” (p. 151), de este modo la experimentación se establece como una estrategia que permite estudiar fenómenos en concordancia con los intereses de quien los investiga, permitiendo, rigurosidad y validez en la comprobación de hipótesis, así por ejemplo los científicos han dado respuesta a diferentes fenómenos a partir de la experimentación (García y Moreno, 2020)

En concordancia con lo anterior y la revisión documental realizada se propone la experimentación del efecto Tyndall, difusión y diálisis para el análisis del comportamiento de los coloides tomando como esquema teórico la interacción de la fase dispersa y el medio dispersante.

2.2.3 Fase 3: Reflexión práctica pedagógica

El valor del quehacer de la ciencia se convierte en eje fundamental de esta investigación, así la formación del espíritu científico, mediado por la curiosidad y el querer constante de entender las relaciones que suceden en el contexto, se nutren pilares esenciales, entre ellos: la observación que constituye la base de la investigación científica, mediante una observación reflexionada, minuciosa y sistemática, es posible identificar patrones en los comportamientos, que sirven como punto de partida para comprender los fenómenos. A su vez el trabajo colectivo, el intercambio de ideas y la revisión de pares son componentes esenciales para validar y mejorar la calidad de la investigación, este conjunto de elementos forja un camino hacia un conocimiento científico más sólido.

Toda esta investigación documental y desarrollo de actividades experimentales, mediante el reconocimiento de la historia y epistemología conlleva a la elaboración y aplicación de un trabajo práctico con estudiantes de grado quinto de primaria que permite no sólo vivir los valores del quehacer de la ciencia en el aula sino también repensar el ejercicio docente a nivel investigativo.

Así este enfoque integral, conformado por la revisión documental, experimentación y formación docente, además de enriquecer la comprensión de la química asociada a los coloides, también contribuye a reflexionar y mejorar las prácticas de enseñanza-aprendizaje en el aula,

beneficiando a estudiantes y docentes, fortaleciendo en ellos el compromiso con la formación en ciencias.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

Formular un estudio fenomenológico del comportamiento de los coloides para promover valores del quehacer de la ciencia con estudiantes de educación básica primaria.

2.3.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión documental de los métodos que permiten diferenciar los coloides de soluciones y suspensiones, para tener criterios de trabajo en el diseño de actividades de profundización y trabajos de aula.
- Diseñar y realizar actividades experimentales que permitan caracterizar los sistemas coloidales en relación con los fenómenos de esparcimiento de la luz, velocidad de difusión y separación de fases, que estén dirigidas a la promoción valores del quehacer de la ciencia en estudiantes de educación primaria.
- Reflexionar sobre la práctica pedagógica centrada en el estudio de fenómenos como medio para enriquecer la formación científica.

2.4 Antecedentes

Un primer trabajo corresponde a Bernal et. al (2013), el cual se titula “*caracterización preliminar del sistema coloidal divulgado por los textos especializados y convergencia de las presentaciones establecidas por los profesores de formación*” tiene como objetivo realizar un contraste entre el concepto coloidal presentado en los libros de texto especializado y los modelos y/o representaciones realizadas por estudiantes de VIII semestre de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, este trabajo de investigación se desarrolla bajo el enfoque cualitativo y método transaccional descriptivo, en el cual se hace una selección de cuatro libros de textos especializados de la teoría de coloides, utilizando la técnica de muestra por conveniencia.

Este estudio se enmarca en el análisis de aspectos tales como elementos históricos y aplicación tecnológica recurriendo a la construcción gráfica y diagramas, matemático que tiene que ver con la consistencia de expresiones matemáticas, simbólico que se expresa en los modos verbales y matemáticos, y en el uso de metáforas y analogías de los libros de texto y la representación que los docentes en formación realizan de estos; donde de manera general se puede afirmar que hay pocos niveles de congruencia entre los conceptos desarrollados por los docentes en formación y lo expresado en los libros de texto especializados, estableciendo que los profesores tendrían una mejor comprensión de cada uno de los modos mencionados anteriormente si la teoría se trabaja desde una perspectiva histórico-epistemológica.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que propone una mirada histórico-epistemológica de la química coloidal, postura que sustenta la experimentación que se pretende realizar para la determinación de coloides desde el efecto Tyndall y los mecanismos de difusión y diálisis.

Un segundo trabajo usado como referencia fue el de Pinzón (2020) se denomina: *“Caracterización de los sistemas dispersos desde una perspectiva fenomenológica”* mediante una propuesta de aula basada en la actividad experimental se propone la enseñanza del fenómeno de mezclas, centrado principalmente en los coloides, donde se hace una revisión de los textos históricos originales, como material de estudio pensado para el aula.

Esta investigación se presenta como una propuesta de aula a estudiantes de la maestría en docencia de las ciencias naturales, especialización en docencia de las ciencias para nivel básico, profesores del grupo de investigación de estudios histórico.-críticos y enseñanza de las ciencias y estudiantes del programa de física de la Universidad Pedagógica Nacional; tiene una organización de experiencias a partir de actividades secuenciales referentes al fenómeno de solubilidad y tipos de mezclas, el cual se desarrolla en ocho fases: 1) observación de distintos tipos de mezclas, 2) comportamiento de las mezclas ante calor, 3) comportamiento de las mezclas ante luz, 4) mezclas homogéneas y particularización de los coloides, 5) comportamiento de mezclas homogéneas ante electricidad, 6, 7 y 8) determinar características de las disoluciones y coloides para dar cuenta de la noción de partículas.

Este trabajo investigativo se relaciona con la propuesta de Pinzón (2020) debido a que realiza un análisis histórico de los coloides que a su vez conlleva al desarrollo de diversos experimentos, los cuales permiten realizar una distinción de los coloides con respecto a las suspensiones y soluciones.

En tercera medida un artículo de investigación hecho Palacio et. Al (2015) lleva por título *“modelo físico-matemático para la estimación del tamaño de partículas en suspensiones coloidales de baja dilución”*, dicha investigación busca un factor común para la estimación

promedio del tamaño partículas en suspensiones coloidales, las cuales según palabras del autor determinan el grado de difusividad y viscosidad de la sustancia, de ahí que a partir de técnicas basadas en el esparcimiento de la luz se estime el tamaño de estas.

De este modo se establecen tres dominios basados en la longitud de onda de la luz; dominio Rayleigh, dominio Mie y esparcimiento geométrico

En la presente investigación se busca entender el efecto de la desviación de la luz en las sustancias, siendo así el trabajo realizado por Palacio et. Al (2015) brinda un gran aporte en el entendimiento del comportamiento de la luz con relación a las propiedades de las sustancias.

A continuación, cabe destacar el trabajo realizado por Arteta et. al (2005) el cual lleva por nombre *“la clase de ciencias y formación en valores”* en este se presentan los resultados de un estudio realizado desde el pensamiento de los profesores que imparten clases de ciencias experimentales. Donde se resaltan los valores que promueven en y desde la enseñanza de las ciencias, y se destacan dos categorías valores universales (sociales y personales) y valores desde la enseñanza de las ciencias derivados del quehacer científico.

Este trabajo aporta de manera valiosa a esta investigación ya que permite comprender la concepción que tienen los docentes sobre valores científicos, replantear y generar nuestra postura desde estos, desde el enfoque que se plantea en este trabajo.

Por último, un artículo realizado por García y Flores (1999) propone una reflexión sobre la aplicación de actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias en educación básica, donde se establece que estas permiten al estudiante acercarse al conocimiento científico, de tal manera que sea aplicable en contexto y lo lleve a una comprensión más clara del mundo poniendo

en conflicto sus ideas previas de carácter cotidiano, con ideas nuevas mediadas por el saber científico. Esta comprensión se asocia en gran medida con esta investigación, ya que a partir del desarrollo de actividades de aula con carácter experimental se busca que el estudiante tenga una comprensión de fenómenos presentes en su cotidianidad y de los cuales no tiene una explicación científica clara.

De los antecedentes estudiados tenemos elementos para avanzar en el análisis teórico de los sistemas coloidales desde la comprensión de los fenómenos que permite su caracterización con respecto a otros sistemas, y la reflexión sobre el ejercicio experimental en el aula, que colocados en el contexto de la enseñanza de las ciencias en educación básica primaria nos ayudarán a construir ambientes propicios para la observación detallada, sistemática o educada.

Estos textos, que han sido establecidos como antecedentes asociados al problema de investigación planteado, me motivan a cuestionarme y explorar más a fondo las características distintivas de cada sistema disperso ya sean, soluciones, coloides o suspensiones, y como estas particularidades influyen en su respuesta a diversos fenómenos. En consecuencia, la investigación documental que se llevó a cabo se centró en el estudio de las interacciones entre las fases presentes en cada uno de esos sistemas.

3. Análisis general para la caracterización de los sistemas dispersos

Los sistemas dispersos (coloides, soluciones y suspensiones) han sido estudiados en diferentes momentos de la historia, con lo que se ha logrado una evolución en la comprensión de su comportamiento. Dichos sistemas que implican la dispersión de partículas sólidas o líquidas en un medio líquido o gaseoso fueron de gran interés en muchas culturas y periodos históricos.

La comprensión de estos ha sufrido cambios significativos desde las prácticas empíricas de la antigüedad y los avances científicos del siglo XX, en donde se hacía uso de mezclas para la preparación de alimentos, medicinas y cosméticos, incluso en los rituales religiosos y de belleza, los egipcios incorporaban coloides a sus ungüentos y lociones. Lo que evidencia un interés temprano por su estudio (Gilibert, 2013)

Durante la alquimia medieval, los alquimistas utilizaban mezclas de sustancias en sus experimentos, sin embargo su enfoque estaba dirigido hacia un sentido místico y filosófico, por ejemplo se hacía uso del oro potable con el objetivo de descubrir la piedra filosofal (Iñigo, 2010), sin embargo sus experimentos fueron base para la comprensión de las dispersiones químicas, de esta manera cuando la alquimia evolucionó a la ciencia moderna arrojó visiones significativas para la interpretación de estas.

Más adelante, durante el siglo XIX se produjo un cambio significativo en la comprensión de los sistemas dispersos. El químico británico Thomas Graham, fue el responsable de lo que hoy se conoce como ley de Graham (1861), la cual explica cómo algunos gases se difunden en otros. Dentro de sus experimentos se destaca el uso de gases como hidrogeno y dióxido de azufre, en donde demostró que el gas más ligero (hidrógeno) se difundían más rápido que el más pesado (Dióxido de azufre); aunque la ley de Graham se aplica principalmente a la difusión de gases, su

trabajo influyó en la comprensión de los procesos relacionados con la difusión en los sistemas coloidales al observar que las partículas coloides eran menos móviles en un medio dispersante. A su vez Ostwald (1915) avanzó en sus estudios sobre el comportamiento de las soluciones y los coloides en donde observó que la difusión de los solutos en una solución era mucho más rápida que la difusión de los coloides, lo que da una comprensión más profunda de estos.

Finalmente, el trabajo realizado por Richard Zsigmondy (1926), premio Nobel por su estudio sobre los coloides, desarrolló técnicas de microscopía, que le permitieron observar y hacer mediciones de las partículas coloidales.

Estos referentes, dan cuenta de cómo el estudio histórico de los sistemas dispersos, refleja la evolución de la química desde las prácticas empíricas hasta los avances científicos del siglo XX y la relevancia de estos para su comprensión.

3.1 ¿Qué son los sistemas dispersos?

Si una sustancia se encuentra finamente distribuida dentro de otra, se dice que existe una dispersión de fases o también, sistema disperso. A la fase que contiene la sustancia finamente separada se llama medio dispersante, mientras que la sustancia dividida se llama fase dispersa o componente disperso. Por fase nos referimos a la forma en la que se observa una sustancia cuando está constituida uniformemente y que además tiene las mismas propiedades físicas y químicas (Hopp, 2022). Así los sistemas dispersos se clasifican en soluciones, coloides y suspensiones.

El concepto de solución ha sido objeto de investigación a lo largo del tiempo. Cuando hablamos de solución nos referimos a la interacción de dos o más sustancias a nivel molecular,

iónico o atómico, situación que no ocurre en los coloides, ni en las suspensiones. Estas interacciones han sido entendidas y expresadas a través de ejemplos a lo largo de la historia.

Un ejemplo es la solución de azúcar en agua, donde las moléculas de azúcar están dispersas en moléculas de agua. Este fenómeno es la manifestación de interacciones entre diferentes sustancias a nivel molecular. De manera similar, las moléculas de cloruro de sodio en soluciones acuosas se disocian en iones de cloro y sodio cuando se disuelven en agua. Esta disociación es un ejemplo de interacción iónica en una solución.

Para comprender este fenómeno es fundamental entrar a analizar las fases que constituyen la solución. Una solución tiene dos componentes principales: soluto y solvente (il. 1). Un soluto es una sustancia que se disuelve en un medio, mientras que el disolvente es el medio en el que se produce la disolución (Sánchez, s.f.). La relación en las concentraciones de un soluto y el solvente es importante de analizar y se llama solubilidad.

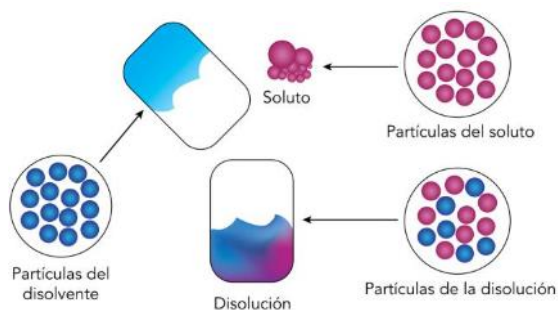


Ilustración 1. López, F. (2022). Diagrama de la relación de disolución. Química II

Antonie Lavoisier (1789), aportó de manera significativa a la comprensión de lo que hoy se conoce como solución, particularmente mediante su trabajo asociado a la ley de la conservación de la masa, sentando la base de conceptos que utilizamos en química, incluyendo el término de “solución” para describir la interacción entre el soluto y el solvente. Cuando se forma una solución

química la masa de los solutos disueltos y el solvente antes de la disolución debe ser igual a la masa total de la solución después de la disolución.

Cuando se forma una solución, el soluto se dispersa en el solvente de manera uniforme; en una escala macroscópica la solución puede parecer un medio continuo, debido a que la distribución a simple vista se ve uniforme.

El concepto de solución ha evolucionado significativamente en la historia de la química, y su estudio ha incluido la identificación de componentes básicos como solutos y solvente, así como la observación de interacciones a nivel molecular, iónico y atómico (López, 2022).

Por otra parte, también es importante comprender la importancia de los sistemas coloidales en nuestra cotidianidad y en la química. Frecuentemente estamos en contacto con diferentes tipos de sustancias, desde alimentos como la leche y la mantequilla, hasta productos de cuidado personal como el champú y la crema dientes. También se pueden encontrar ejemplos de estructuras biológicas como la sangre, el colágeno y el fosfato de calcio (presente en los huesos). Todas estas sustancias pueden parecer soluciones, pero que al estudiarlas muestran un comportamiento significativamente distinto. A pesar de esto su investigación en muchas ocasiones se considera irrelevante en el entorno educativo.

Sin embargo, en el contexto de esta investigación ahondaremos más a fondo el estudio de estos sistemas. Los coloides no están formados por elementos o compuestos puros, son más bien una combinación de varios de estos, es decir los aglomerados que se constituyen la fase dispersa de pueden estar formados por combinaciones de moléculas; por ejemplo, en la sangre la fase dispersa está formada por estructuras proteicas, que son combinaciones de aminoácidos. Estos sistemas pueden existir en estado sólido, gaseoso o líquido, siendo este último el más común y

estudiado a lo largo de la historia. Wolfgang Ostwald (1915) desempeñó un papel importante en el estudio de los coloides. En 1915, contribuyó al conocimiento de sistemas dispersos demostrando que los coloides están compuestos por partículas microscópicas que se pueden encontrar en los tres estados de la materia. Están conformado por dos fases: llamadas fase dispersa y medio dispersante; en el caso de estos sistemas, las partículas dispersas son mucho más grandes con relación a los solutos de una solución situación que impide que se disuelvan en el medio y en cambio sí se dispersen (López, 2022). Esto quiere decir que, aunque a simple vista se vean uniformes, en una escala microscópica los coloides son discontinuos, por ejemplo, la fase dispersa de la leche (il. 2) está compuesta por grasas que generan una turbidez en su apariencia, en el caso de la gelatina la fase dispersa está formada por largas cadenas de proteínas de colágeno que forman una estructura tridimensional que retiene el agua en su interior. Por lo tanto, la fase dispersa de la gelatina está formada por proteínas de colágeno, mientras que el medio de dispersión está formado principalmente por agua.

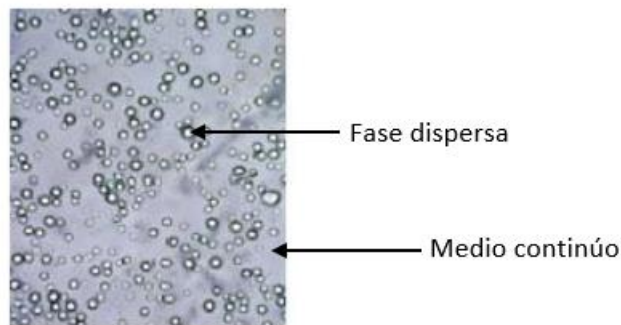


Ilustración 2 Piñeros, R (2016). Glóbulos grasos de Leche de vaca. Laboratorio de Alimentos

Así, la estabilidad de los coloides se da a partir de la repulsión electrostática, un principio importante explorado por Hermann von Helmholtz a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, tomando como muestra, coloides metálicos, observó que cuando aglomerados coloidales se encuentran dispersas en un líquido, como el agua, se forman una capa alrededor de ellos que acumula iones cargados, lo que da lugar a la formación de una doble capa eléctrica alrededor de

estos aglomerados. Esta doble capa precisamente evita la sedimentación del sistema. (Ahualli, 2008)

Finalmente, las suspensiones representan un tipo de sistema constituido por dos fases separadas. Es decir, una sustancia insoluble llamada fase dispersa, se disocia (proceso físico de separación) en un líquido que corresponde al medio de dispersión. Las partículas en la fase dispersa son lo suficientemente grandes como para ser visibles y sedimentarse con el tiempo, fenómeno que se puede evidenciar en variedad de situaciones. (Sánchez, s.f)

Este concepto de suspensión surge de la necesidad de explicar y comprender sustancias en las que su fase dispersa se sedimenta. En el ejemplo más común de este sistema encontramos la dispersión de arena y agua, en donde se evidencia la separación de ambas fases luego de un estado de reposo. A nivel macroscópico, las suspensiones son consideradas medios discontinuos ya que a simple vista se pueden reconocer sus componentes, fenómeno opuesto a lo que ocurre con los coloides y las soluciones.

Dentro del marco de esta investigación analizaremos tres fenómenos de estudio (dispersión de la luz, velocidad de difusión y diálisis) los cuales han permitido caracterizar los sistemas mencionados anteriormente.

3.2 Fenómenos de estudio para la caracterización del sistema coloidal

Desde el esquema de esta investigación se hace necesario pensar en métodos experimentales que permitan la comprensión de las fases que conforman cada sistema de manera macroscópica para caracterizar soluciones, coloides y suspensiones. Atendiendo a esto, Ostwald

(1915) plantea un análisis general y elemental de coloides, para lo cual se emplea el estudio de los fenómenos de dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases.

3.2.1 Dispersión de la luz

Este fenómeno se estudia a partir del efecto Tyndall, el cual lleva el nombre del físico británico John Tyndall, quien lo estudió.

Permite demostrar la turbidez presente en las sustancias con relación al esparcimiento de la luz. Este término hace referencia a la desviación que presenta un rayo de luz al momento en que incide sobre sustancias que tienen un tamaño menor, similar o mayor al de la longitud de onda incidente.

Asumiendo lo anteriormente mencionado, Tyndall (1873) demostró que las partículas de fase dispersa presentes en los sistemas coloidales tienen un tamaño similar al de la longitud de onda de la luz incidente por lo cual se logra observar la trayectoria del haz de luz a través del sistema, a diferencia de las soluciones las cuales no causan una dispersión visible, es decir, aunque la luz pasa a través de ellas no es visible su trayectoria, este comportamiento se da a partir de unas propiedades microscópicas de los sistemas, de manera macroscópica es posible evidenciar este fenómeno, por lo cual es un criterio que nos permite comprender que hay comportamientos que difieren en la interacción de las fase dispersa y medio continuo de cada sistema y por lo tanto se convierte un criterio de clasificación.

En este orden de ideas, Ostwald (1915) desarrolló el experimento del fenómeno Tyndall (il. 3) haciendo uso de una fuente luz concentrada con un condensador, un diafragma y un recipiente con paredes paralelas en donde se pone la sustancia a estudiar.

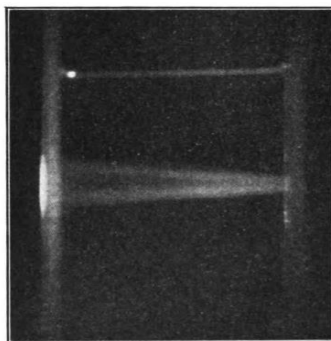


Ilustración 3. Ostwald (1915). Tyndall phenomena. Handbook of Colloid-Chemistry

Logró observar que las soluciones, es decir aquellas sustancias en donde las partículas de la fase dispersa son considerablemente menores que la longitud de onda de la luz se ve una interrupción de ésta, mientras que en los coloides es visible el esparcimiento de la luz que ocurre a través de la sustancia.

Este experimento muestra como la ciencia en siglo XX avanzó a través de la observación y la experimentación rigurosa. Es interesante reconocer como el uso de herramientas de uso común como una fuente de luz concentrada, en una sustancia puede revelar distinciones fundamentales entre soluciones y coloides. Haciendo notar diferencias en estos sistemas que a simple vista parecen similares, de esta manera se logran desarrollar investigaciones que transforman nuestra percepción de la química y la física. Así, el estudio del fenómeno Tyndall nos acerca al esquema de abordar los detalles microscópicos para comprender fenómenos macroscópicos.

3.2.2 Velocidad de difusión

La velocidad de difusión es una propiedad física de los sistemas dispersos y demuestra la rapidez del movimiento de una sustancia de un punto a otro, esta puede estar dada por la naturaleza del medio, es decir, los sistemas cuya viscosidad es mayor reducen la velocidad de difusión debido a que se encuentra una mayor resistencia al moverse a través de este, como es el caso de los sistemas coloidales. (Verdel, 2014)

Esta viscosidad en un sistema puede estar dada por las fuerzas de atracción entre las fases de este. Las fuerzas de atracción tienen tendencia de atraer las partículas entre sí formando aglomerados, lo que genera dificultad para moverse en un líquido, provocando mayor resistencia al flujo y, por lo tanto, mayor viscosidad.

Thomas Graham (1861) estudió a profundidad los coloides, de hecho, fue él quien les dio su nombre; realizó diferentes investigaciones en relación con la difusión de gases y líquidos en diferentes medios, formulando la ley de difusión de Graham la cual describe la relación entre la velocidad de difusión y la composición de las sustancias coloidales.

En concordancia con lo anterior Ostwald (1915) desarrolla un experimento (il. 4) en el cual toma dos tubos con agar congelada y moderadamente concentrada, seguidamente vierte sobre cada uno de ellos dos sustancias, Congo rojo (coloide) y una solución de safranina (solución), al dejar reposar estas muestras logra observar que las sustancias coloidales no se difunden o se difunden en extrema lentitud en comparación con una solución.

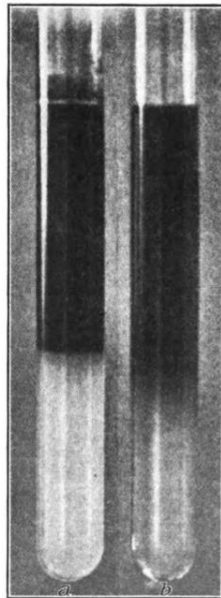


Ilustración 4. Ostwald (1915). Diffusion speed. Handbook of colloid-Chemistry

Así se logra evidenciar que la velocidad de difusión y la viscosidad del medio tienen una relación inversa, es decir, a mayor viscosidad, menor velocidad de difusión; de esta manera las sustancias que interactúan con un sistema coloidal deben superar la resistencia que genera el medio viscoso a medida que se desplazan, lo que ralentiza su movimiento.

Demostrar esa relación inversa entre la velocidad de difusión y la viscosidad del medio en las sustancias coloidales, es un ejemplo claro de cómo la ciencia logra exponer principios fundamentales en la naturaleza de comportamiento que generalmente pasan inadvertidos. Esta observación que demuestra como las sustancias coloidales se difunden significativamente más lento que las soluciones verdaderas, demuestra otro elemento clave en el estudio de los sistemas dispersos.

3.2.3 Separación del medio continuo y la fase dispersa

La diálisis (il. 5) es un modo de filtración, que permite la separación de las fases de un sistema, haciendo uso de membranas semipermeables que retienen sustancias de mayor tamaño, y permitiendo que moléculas pequeñas como los solutos de una solución se difundan a través de ellas. (Amorós et. Al, 2013)

La fase dispersa en los coloides se compone de partículas suspendidas en el líquido que son más grandes que las moléculas de la fase dispersante, pero a su vez son más pequeñas en comparación con la fase dispersa de una suspensión.

En los mismos estudios de difusión Thomas Graham (1861) analizó como pasaban las sustancias a través de membranas semipermeables y acuñó el término diálisis.

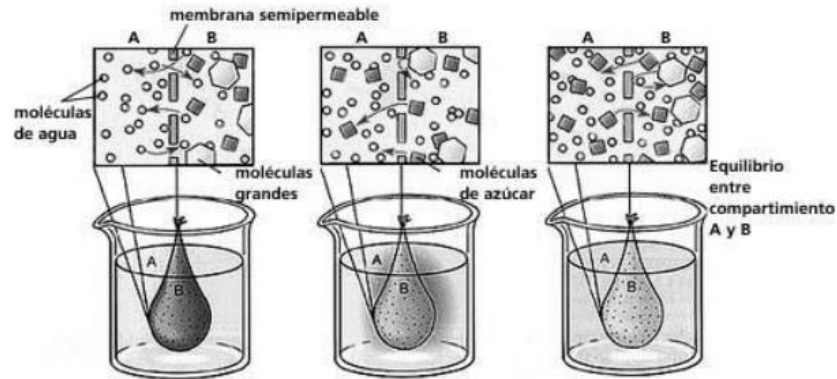


Ilustración 5. Amorós et. Al (2013). Diálisis. Filtración y ultrafiltración

Ostwald (1915) propuso el uso de un saco de difusión y un matraz Erlenmeyer para la siguiente experimentación, en el matraz vertió una solución, y el coloide fue colocado dentro un saco de difusión y tapado con un corcho luego de unos minutos se observó un proceso de filtración del matraz Erlenmeyer a la bolsa de difusión.

Con esta experiencia ocurrieron dos fenómenos importantes de analizar, la solución dispuesta en el Erlenmeyer se filtra a través del saco de difusión, lo que genera una leve hinchazón en este, cabe recordar que las fases del sistema al interactuar de manera iónica, atómica o molecular se disuelven en el medio por lo cual su tamaño es inferior a los poros del saco de difusión; mientras que en el caso de los coloides lo que ocurre es una segregación de las fases que componen el sistema, de esta manera se genera un bloqueo de la fase dispersa impidiendo que esta salga al medio exterior del saco.

La observación e interpretación de dos fenómenos diferentes en función de la naturaleza de las sustancias, debido a su carácter, iónico, atómico o molecular en el caso de las soluciones, o coloidal, resalta la complejidad que surge de la interacción entre las fases que componen un sistema.

Finalmente, el trabajo desarrollado por Ostwald (1915), muestra como los valores fundamentales del quehacer científico tales como: la observación, experimentación y construcción conceptual, han permitido comprender y explicar el comportamiento de los sistemas dispersos, este enfoque no solo es relevante para el estudio de los coloides sino de la ciencia en general. La experimentación y la observación reflexionada, han sido base fundamental de los avances científicos en la historia.

Estos procesos están estrechamente relacionados con la curiosidad que trae consigo cada sujeto y con la cual busca entender situaciones que ocurren a su alrededor. Esta curiosidad trasciende a exploraciones cuidadosas e investigaciones más profundas, enriqueciendo así la comprensión de las ciencias y su aplicación en variedad de contextos.

3.3 Análisis general experimental, retomando los planteamientos de Wolfgang Ostwald








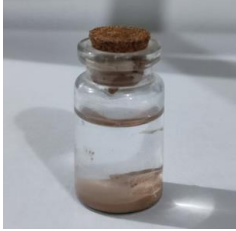

Dado el interés que suscita para la autora, a partir de la revisión documental hecha con antelación, se procede a realizar una construcción experimental retomando los planteamientos de Ostwald (1915) desde un proceso creativo y reflexivo del quehacer docente, el cual más adelante orientó la propuesta de aula que fue implementada con estudiantes.

En esta propuesta de aula se analizan tres fenómenos que fueron base del estudio, los cuales son: dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases, desde perspectiva de la interacción entre las fases que conforman cada sistema disperso, o cómo se asocian estas con su comportamiento. Para ello, se usaron nueve sustancias de uso común y de fácil acceso en las cuales el medio de dispersión es el agua y las fases dispersas: sal, azúcar, colorante, miel, gelatina, leche,

maicena, arcilla y arena respectivamente, entre las que se encuentran, soluciones, coloides y suspensiones.

En la siguiente tabla se muestra las sustancias empleadas

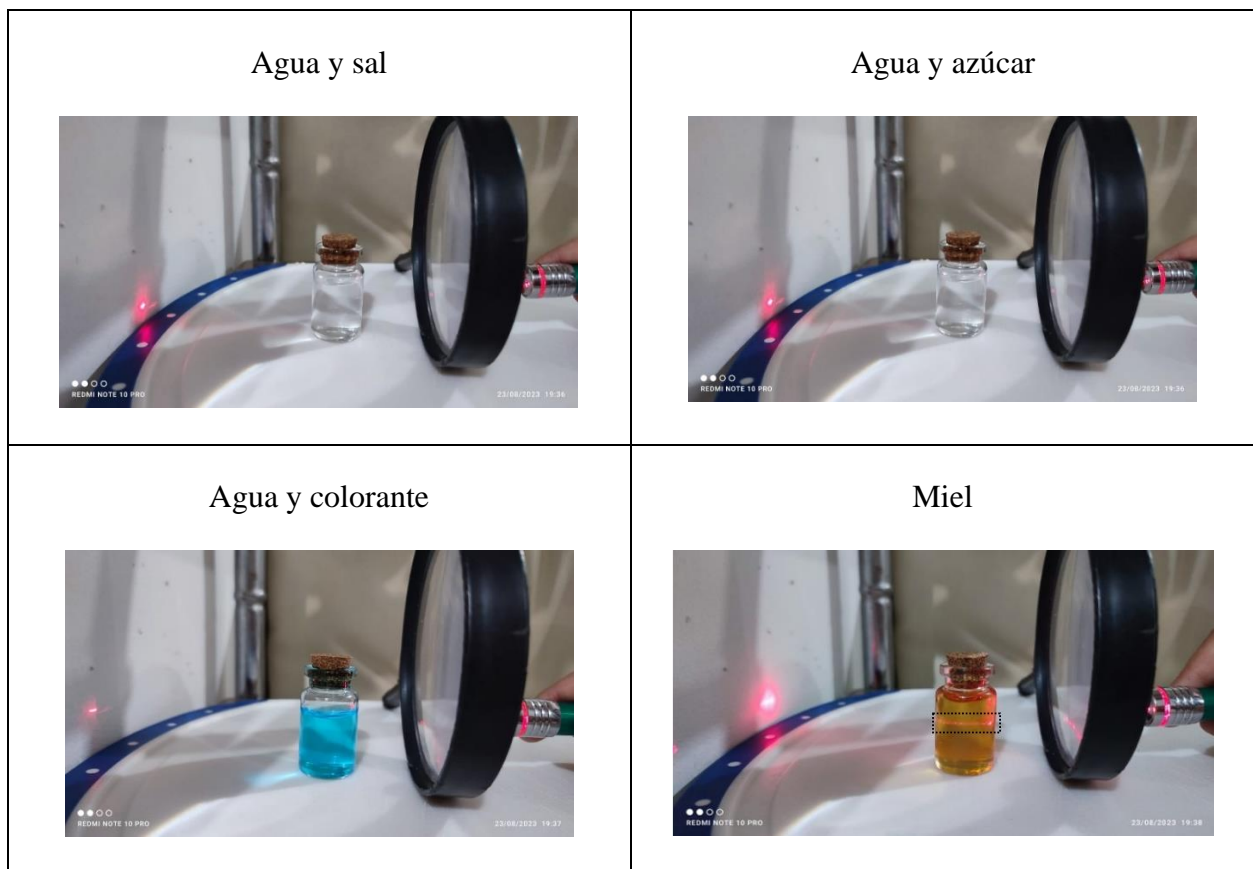
Tabla 1. Ruiz, D (2023). Sustancias de estudio

<p data-bbox="326 562 466 594">Agua y sal</p> 	<p data-bbox="716 562 899 594">Agua y azúcar</p> 	<p data-bbox="1114 562 1333 594">Agua y colorante</p> 
<p data-bbox="342 1041 449 1073">Gelatina</p> 	<p data-bbox="777 1041 837 1073">Miel</p> 	<p data-bbox="1183 1041 1263 1073">Leche</p> 
<p data-bbox="293 1566 498 1598">Maicena y agua</p> 	<p data-bbox="716 1566 899 1598">Arcilla y agua</p> 	<p data-bbox="1138 1566 1312 1598">Arena y agua</p> 

3.3.1 Fenómeno de dispersión de la luz

Tyndall (1873) investigó que, al hacer incidir un rayo de luz en un sistema coloidal, es posible visibilizar la trayectoria de la luz a través de las sustancias, debido a que la fase dispersa del líquido, que se encuentra distribuida en el medio produce la dispersión de la luz, a razón de que la longitud de onda de la luz láser tiene un tamaño similar al de la fase dispersa del coloide.

Tabla 2. Ruiz D (2023) Fenómeno de dispersión de la luz





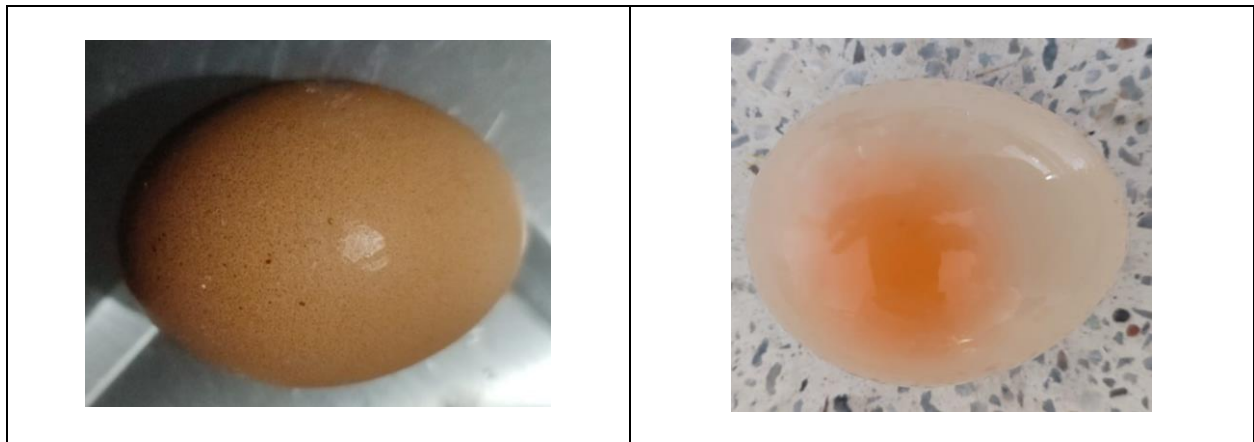
Al realizar la observación de la difusión de la luz en los tres sistemas se observa que en las soluciones (agua - sal, agua - azúcar y agua - colorante) no se logra ver hacia donde se dirige su trayectoria, solo hasta cuando esta choca en una superficie es posible evidenciar que viaja a través de las sustancias, demostrando que las partículas de la fase dispersa no tiene mayor interacción con ésta; sin embargo, en los coloides (gelatina, miel, leche) se ve con claridad como el haz de luz viaja a través de las sustancias y seguidamente choca en la pared, es decir que aunque las

sustancias en una primera observación parezcan continua hay factores que difieren en su comportamiento con respecto a las soluciones; Por último en las suspensiones (agua - arena y agua - arcilla,) se evidencia un esparcimiento de la luz, además que se bloquea su trayectoria.

3.3.2 Separación de medio dispersante y fase dispersa

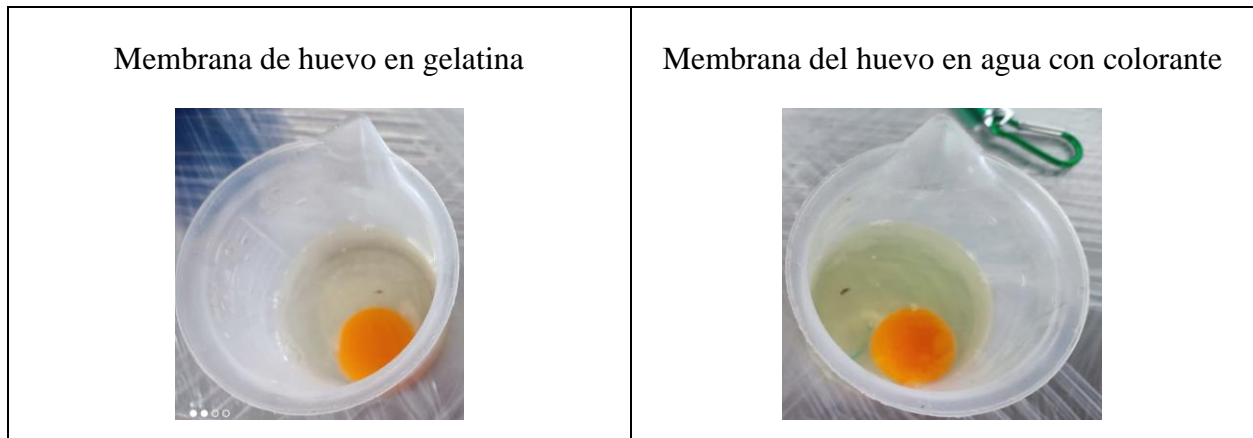
Para este experimento se utiliza la membrana testácea del huevo. Para ello, primero se debe eliminar el carbonato de calcio exterior de la cáscara haciéndola reaccionar con ácido acético en forma de vinagre. Esta reacción tarda aproximadamente 24 horas en eliminar completamente el carbonato. Después de esto, hay que lavarlo y la elasticidad de esta membrana se hará visible.

Tabla 3. Ruiz, D (2023) Membrana del huevo



Posteriormente se prepara una solución de agua - colorante vegetal y gelatina (coloide), se deja actuar durante 10 minutos y ocurre el siguiente fenómeno

Tabla 4. Ruiz, D (2023). Diálisis



La cáscara del huevo es porosa (característica fundamental de las membranas semipermeables) razón por la cual permite el intercambio de sustancias entre el interior del huevo y el medio circundante. En el ejercicio experimental se evidencia que la clara de huevo inmersa en una solución cambia de color más rápidamente que en un coloide, lo cual indica que la solución debido al modo en que ocurre su dispersión permite que las sustancias se difundan más fácilmente a través de la membrana del huevo.

Esto se puede explicar si consideramos que la fase dispersa del coloide está formada por aquellas partículas suspendidas en el medio, dichas partículas tienen un tamaño superior con relación a los poros que conforman la membrana del huevo, razón por la cual se bloquea la difusión del coloide a través de esta, en resumen, este trabajo experimental ilustra como la naturaleza de las membranas semipermeables y la sustancia pueden influir en la velocidad de difusión de sustancias a través de ellas.

Desarrollar estas actividades experimentales, me brindó la oportunidad de observar, estudiar y analizar el comportamiento de los coloides en contraste con las soluciones y suspensiones, ejercicio que me permitió evidenciar que estos sistemas tienen propiedades únicas,

como la turbidez, menor velocidad de difusión respecto a las soluciones y suspensiones, una dispersión de la luz que permite ver su trayectoria, además de sus características de filtración.

De este modo, en la educación básica primaria estudiar el fenómeno mediante la experimentación es una práctica fundamental que promueve el aprendizaje activo. Este ejercicio me permitió explorar los conceptos de forma práctica, lo que conllevó a aproximar a los niños y niñas hacia el mismo esquema. Claramente dice Jean (1989) que los educadores que tienen niños a su carga, tal vez mejores que otros sean capaces de analizar y penetrar en lo complejo. Así mediante el trabajo experimenta en el aula, además de que los alumnos reestructuren su comprensión ante ciertos fenómenos también se promueven valores de la actividad científica, tales como la observación y proposición explicaciones.

4. Valores del quehacer de las ciencias

4.1 Enseñanza de las ciencias en educación primaria

Brindar espacios en las instituciones escolares y en las clases de ciencias que permitan a los estudiantes hacer un reconocimiento de fenómenos de los cuales no tienen una explicación clara, puede lograr que ellos manifiesten interés por investigar cuestiones que les enriquece y promueve una autonomía para la construcción de conocimiento por sí solo (González, 2015).

El Ministerio de Educación Nacional (1998) establece dentro de sus lineamientos y estándares básicos de competencias en ciencias naturales que estudiantes y maestros a partir de la investigación se aproximen al estudio de las ciencias, reconociendo que el científico sea niño o adulto desarrolle su conocimiento a partir de la formulación de preguntas, predicciones e hipótesis que surgen inherentemente de la curiosidad y la observación reflexionada.

De esta manera contribuir a la formación científica favoreciendo la construcción conceptual ante diferentes fenómenos que se podrían, en un principio, vincular con la cotidianidad, es sin duda uno de los grandes retos de la enseñanza de las ciencias, atendiendo al hecho de que el fenómeno no existe en sí mismo, sino que aparece a razón de la conciencia de un sujeto y está dada precisamente por su historia y esquema mental lo que implica la construcción de un campo fenomenológico (Sandoval et al., 2018).

Así la enseñanza de las ciencias en estos niveles de escolaridad tiene un objetivo fundamental y es que los estudiantes incorporen dentro de su estructura cognitiva nuevas construcciones conceptuales, capacidades, actitudes y valores; reconociendo que estas son producto de las vivencias y las comprensiones teóricas propias. Por lo tanto, se esperaría que como

docentes de educación básica primaria la formación de una serie de experiencias detalladas y observaciones intencionadas sean ejes principales en la enseñanza en ciencias.

Como se ha mencionado anteriormente las ideas que trae consigo un niño surgen de su propia experiencia, de la realidad y el contexto en el que viven, y su significado está anclado precisamente a una relación con el mundo (Arcá, Guidoni y Mazzoli, 1990), es por esto que dentro del aula podemos encontrarnos frente a cientos de significados con relación a un solo concepto o estructura cognitiva específica, los cuales por medio de discusión se relacionan, construyen y reconstruyen; a lo que Árcá et al. (1990) llama colonización cognitiva.

“Por colonización cognitiva se puede entender un modo de conquista progresiva y gradual, asociada a recorridos exploratorios de todo tipo, pero también a retroceso continuo, a un volver a poner en cuestión aquello que se ha hecho para organizarlo de nuevo” (Árcá et al., 1990, p. 24).

Este planteamiento conlleva a una acción que puede emprender el profesor con el fin de brindar espacios donde se exploren la comprensión, comprobación de ideas, construcción de ideas alternativas, experiencias y un proceso de diálogo continuo.

George Jean citando a Bachelard (1983) menciona que particularmente en la escuela primaria los docentes caen en una pedagogía simplificadora, al confundir lo elemental con lo simplista. *“lo elemental es lo fundamental y no se reduce a su más simple expresión”* (p. 103). Cuando el estudiante adquiere un conocimiento carente de experiencia y basado únicamente en aprendizaje memorístico, cree que aquello que le enseña el maestro es una verdad absoluta y por lo tanto no se refutan, a su vez que se olvida rápidamente y es precisamente aquí donde se esperaría que como profesores repensemos nuestra postura frente a la enseñanza de las ciencias y formación

científica desde el cuestionarse, analizar y penetrar en lo complejo a lo que llamamos Enseñanza del descubrimiento.

Eleizalde et. al (2010) citando a Bruner (1966) menciona que el aprendizaje por descubrimiento es aquel donde el estudiante construye el conocimiento por sí mismo, sin embargo, esta construcción de conocimiento puede ser guiada y orientada por el profesor brindando al estudiante la oportunidad de manipular activamente los objetos hasta lograr interpretar de fenómenos que puede ocurrir en dicha manipulación.

4.2 Valores de quehacer de la ciencia y su aporte en la formación científica

Cuando hablamos de valores de la ciencia nos referimos a ese repensar de nuestro ejercicio frente a la enseñanza de las ciencias, reconociendo que esa “colonización cognitiva” que se ha mencionado, surge a partir de las vivencias o experiencias que intencionadamente construimos con los estudiantes, haciéndolos sentir seguros y curiosos frente a sus posibilidades de aprendizaje; razón por la cual desde la postura de esta investigación la enseñanza se piensa y centra en lo que implica “hacer ciencia” buscando vincular los procesos de enseñanza con la experiencia, a partir de un esquema reflexivo del quehacer de la ciencia que implica la observación detallada, la proposición de ideas y el intercambio constructivo de concepciones y saberes, lo que conlleva progresivamente a una formación del espíritu científico.

El espíritu científico precisamente hace referencia a una forma de pensar y de hacer ciencia que se caracteriza por la crítica a las creencias propias, la apertura a nuevas perspectivas y la creatividad en la exploración del mundo. Para dar mayor énfasis a esta concepción desarrollada por Bachelard (1938) se abordan algunos conceptos claves del espíritu científico:

- Ruptura epistemológica: el conocimiento científico no se construye de manera lineal, por el contrario, se produce mediante la ruptura de esquemas propios y cambios frente al pensamiento científico; los cuales surgen a partir de la comprensión propia del sujeto donde reconoce que aquello que conoce no le permite explicar el fenómeno que está observando.

- Racionalismo científico: La razón como fundamento de la formación científica. Bachelard (1938) sustenta que la ciencia se construye mediante una observación activa y crítica de la realidad, no únicamente a partir de un ejercicio pasivo, de esta manera la observación, experimentación y construcción teórica llevan consigo la producción de un proceso dialéctico, en cual la persona desafía constantemente sus supuestos y creencias concebidas en el contexto, de ahí que la experiencia permite poner en cuestión teorías y generar conocimientos nuevos.

Así, el espíritu científico precisa una actitud crítica, cuestionar nuestras percepciones y preconcepciones, lo que implica una apertura a la evidencia empírica, incluso cuando contradice nuestras creencias, de modo que la formación en ciencias implica un proceso dinámico y en constante evolución en el que los sujetos deben estar abiertos a la revisión de sus supuestos y teorías (Bachelard, 1938).

Lo dicho hasta aquí supone que el espíritu científico y los valores científicos están estrechamente relacionados, ya que ambos promueven una actitud crítica y rigurosa hacia la investigación científica, lo que implica un compromiso en su formación. Además, cabe mencionar que ambos aspectos se refuerzan mutuamente, ya que la práctica de los valores científicos puede fortalecer el espíritu científico y, a su vez, la adopción del espíritu científico puede promover la práctica de los valores científicos.

De ahí que para estudiar un fenómeno es fundamental que luego de un análisis y un estudio riguroso de este, el docente organice experiencias favorables que oriente a los estudiantes a realizar observaciones intencionadas, estrechamente relacionadas con la actividad experimental, Sandoval et al. (2018) precisamente menciona que el fenómeno no oculta nada, depende de la observación, y la construcción conceptual del sujeto, lograr su comprensión de este.

Lo anterior supone según Bachelard (1938) que el sujeto dentro de la formación científica logra pasar de una reflexión “observación primaria ” a una “observación reflexionada” en un proceso de formación riguroso desde los primeros años de edad; la primera se refiere precisamente a una observación superficial y poco crítica del fenómeno, donde el sujeto puede estar influenciado por prejuicios o ideas preconcebidas que aún no se cuestiona, la segunda implica una observación más rigurosa y analítica, que implica hacer seguimiento detallado para establecer una construcción del fenómeno, considerando todas las implicaciones y posibilidades que pueden surgir de allí, lo que involucra una comprensión más profunda de este.

Lo mencionado anteriormente nos lleva a pensar que la observación está estrechamente relacionada con el lenguaje, entendiendo este como el medio por el cual el sujeto logra representar su experiencia frente al fenómeno de estudio y la comprensión que genera del mismo a partir de la reconstrucción conceptual del mismo (Harlen 2018)

El lenguaje que surge a partir de palabras y/o representaciones puede construir conocimiento, entiendo que esto implica varios factores: el primero de ellos comprender que la ciencia es dinámica, segundo reconocer que este no es un hecho individual y por la tanto puede extenderse a otras personas, lo cual en consecuencia puede modificar su propia experiencia o la experiencia de otros frente a la comprensión de un fenómeno.

“Desde este punto de vista no existen ideas innatas sino ideas que se elaboran mediante la acción del sujeto sobre los objetos” (García, 2009, p. 19) y que dichas ideas están ancladas directamente al lenguaje. En este caso cabe entender que somos nosotros como sujetos sociales que a partir del dialogo concebimos una comprensión del mundo.

A medida que un grupo de estudiantes dialoga y comparte sus ideas las cuales están ancladas a su contexto y su propia percepción de la realidad, surgen oportunidades de proponer y explicar aquello que se está observando, dichas explicaciones se van fortaleciendo en todo el desarrollo experimental, de modo que proponer explicaciones es iterativo, ya que las ideas se discuten y reconstruyen, hasta la lograr una comprensión más clara del fenómeno.

Así la construcción colectiva, y de dialogo se centran en la colaboración y discusión de la observación, mientras que la proposición de explicaciones se centra en la formulación de hipótesis o teorías que sustenten la actividad experimental, estas dos etapas son cruciales en el ejercicio de hacer ciencia ya que llevan al sujeto precisamente a ese proceso de colonización cognitiva.

En resumen, la creación de nuevas comprensiones juega un papel fundamental en la formación científica. Estudiantes y profesores se ven impulsado a plantear explicaciones ante el fenómeno, como resultado de un proceso que implica, dialogo, interacción y observación reflexionada. Esta actividad va mucho más allá de la mera recopilación de información; impulsa a los sujetos partícipes del proceso educativo a cuestionarse, analizar y sintetizar información. Así no solo crea un entorno que mejora en el proceso educativo, sino que también refuerza en el profesor y el estudiante la capacidad de abordar retos científicos de manera más informada y creativa.

4.3 Diseño de actividades de aula para estudiantes de educación básica primaria

La construcción del conocimiento científico implica una formación cultural del sujeto, de tal modo que todo lo que el aprende es instrumento para la vida (Arca, Guidoni, Mazzoli, 1990) cuando se logra encontrarle sentido a esto, el conocimiento científico se convierte en un medio para comprender el mundo y las realidades que allí ocurren, fortaleciendo aspectos tales como la resolución de problemas y proposición de explicaciones, lo que conlleva a formar competencias de pensamiento complejo.

Jean (1989) citando a Bachelard menciona que la realidad misma que percibimos los sujetos es una máscara de la subjetividad y que precisamente la construcción del conocimiento científico nos lleva a destruir lentamente esa máscara, permitiendo comprender la complejidad de los fenómenos y realidades en las que nos encontramos inmersos. *“una explicación abstracta de los fenómenos que oculta una realidad percibida”* (Jean, 1989 p. 103)

Al adentrarnos en el estudio de las sustancias, es posible evidenciar esa máscara de la que nos habla Bachelard; cuando se incorporan los conceptos de sustancia y sistemas dentro del aula, particularmente en el grado quinto de educación básica primaria, se recae en la simplificación de los conceptos de solución y suspensión, sin embargo ¿Dónde queda el estudio de otras sustancias tales como los coloides y la comprensión de las particularidades de su comportamiento ante diferentes fenómenos?

Esto implicaría precisamente una enseñanza del descubrimiento en la cual se pone al niño frente a situaciones que le permitan comprender la complejidad de lo elemental, así los docentes que nos encontramos en estos niveles de escolaridad desde nuestra formación debemos ser capaces

de analizar y penetrar en lo complejo de tal modo que logremos direccionar al estudiante hacia la comprensión de lo que ocurre en su entorno.

Incorporando así en nuestro ejercicio con los estudiantes los valores de quehacer de las ciencias, como eje fundamental en la investigación, propiciando espacios donde se vivencien la curiosidad y la capacidad de hacer una observación rigurosa dentro de un ámbito de formulación de preguntas, proposición de explicaciones, haciendo uso del lenguaje para lograr comprensiones claras y profundas de lo que implica de la investigación en ciencia.

Dichos valores del quehacer científico se pretenden abordar dentro de esta investigación a partir de la creación e implementación de actividades de aula, que conllevan a la construcción del pensamiento científico. Atendiendo al principio que proponen Arcá, Guidoni y Mazzoli (1990) el cual menciona que el pensamiento científico avanza por partes sucesivas, peldaños y niveles, se proponen tres fases las cuales de manera sucesiva conllevan a niveles de complejidad superiores, de este modo la primera fase aborda el “descubrimiento de la sustancias”, donde se identifica la variabilidad de la fluidez y la temperatura de los coloides con respecto a otros sistemas, la segunda fase “reconozco su comportamiento”, atiende a la comprensión y delimitación de sistemas (coloides, soluciones y suspensiones) frente al estudio de diferentes fenómenos como la dispersión de la luz, la velocidad de difusión y separación de fases y por último “aplico lo aprendido”, implica la clasificación de coloides haciendo uso del estudio fenomenológico realizado con anterioridad.

En el siguiente esquema se observa más detalladamente cada una de las fases, atendiendo a su desarrollo e intencionalidad.

Tabla 5 Actividades experimentales

Fases	Desarrollo	Intencionalidad
Fase 1: Descubriendo sustancias		
<p>- Caracterización de la Fluidez</p>	<p>Los coloides, debido a sus propiedades, muestran diferencias en su fluidez y capacidad de deformación, lo que los hace tender a ser más viscosos</p> <p>En esta actividad práctica los estudiantes tendrán a su disposición diversas sustancias de muestra. Deberán explorarlas y observarlas para luego realizar una descripción detallada de cada una</p>	<p>Analizar y comprender el comportamiento de las sustancias seleccionadas ante dos variables específicas: el cambio de temperatura y la textura: al abordar estas dos variables se busca investigar como las modificaciones de temperatura afectan las propiedades físicas de las</p>
<p>- Temperatura</p>	<p>La temperatura puede influir en la viscosidad de los coloides. A medida que la temperatura aumenta, la viscosidad de algunos coloides disminuye. Este</p>	<p>sustancias, así como las texturas en términos de consistencia.</p>

	<p>aumento de temperatura proporciona la energía necesaria para superar las fuerzas de atracción entre las fases del sistema, permitiendo mayor fluidez.</p> <p>Sin embargo, en otros casos, la viscosidad puede aumentar con la temperatura debido a cambios en la estructura o desestabilización de la sustancia.</p> <p>Precisamente esta actividad experimental se lleva a cabo como una demostración para los estudiantes, donde se incrementará la temperatura de algunas sustancias, así observarán detenidamente los cambios que ocurren proporcionando explicaciones en cada caso</p>	
--	--	--

Fase 2: Reconozco su comportamiento

<p>- Fenómeno de dispersión de la luz</p>	<p>Al trabajar fenómeno Tyndall, se puede destacar la turbidez que presentan las sustancias cuando se incide un rayo de luz. Para llevar a cabo este experimento, los estudiantes harán incidir luz roja a través de diversas sustancias y llevarán a cabo una observación detallada del esparcimiento de la luz en cada caso. Posteriormente, representarán gráficamente estos resultados que reflejarán el comportamiento lumínico de las sustancias en estudio.</p>	<p>Establecer los patrones de comportamiento de las sustancias coloidales en relación con fenómenos fundamentales, como la dispersión de la luz, velocidad de difusión y la separación de fases. Al delimitar este comportamiento, se busca comprender a profundidad las características y propiedades de los coloides, en comparación con soluciones y suspensiones</p>
<p>- Velocidad de difusión</p>	<p>La difusión puede ser influenciada por la viscosidad y se refiere el movimiento y/o interacción</p>	

	<p>entre la fase dispersa el medio continuo de la sustancia.</p> <p>Continuando con las mismas sustancias utilizadas en el ejercicio anterior, los estudiantes agregarán una gota de tinta en cada de ellas y observará la velocidad a la que la gota se dispersa y como se expande a través de la sustancia.</p>	
<p>- Diálisis</p>	<p>La diálisis es un método de filtración que permite la separación de fases un sistema.</p> <p>En este experimento, los estudiantes colocarán dos huevos en un recipiente con vinagre, anticipando que la cáscara se disolverá en un lapso de 48 horas. Luego, podrán un huevo en un</p>	

	<p>recipiente con gelatina y otro en un recipiente con agua y colorante. Los estudiantes observarán y registrarán los cambios que ocurran en cada caso.</p>	
<p>Fase 3</p>		
<p>- ¿Qué pasaría sí?</p>	<p>Los estudiantes examinarán todas las sustancias y desarrollarán criterios de clasificación basados en los comportamientos estudiados anteriormente. Estos criterios se derivan de las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ¿Cuáles sustancias modifican su viscosidad al aumentar la temperatura? - ¿En cuáles sustancias se evidencia una 	<p>Establecer criterios de clasificación de acuerdo a los fenómenos de dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases. Al establecer estos criterios se busca categorizar de manera sistemática las sustancias en función de su respuesta a estos fenómenos, lo que permitirá una mejor organización y comprensión de las propiedades de los coloides</p>

	<p>dispersión de la luz más pronunciada?</p> <ul style="list-style-type: none">- ¿En qué sustancias la tinta fluye más lentamente?- ¿Qué sustancia no logra atravesar el filtro o se filtra en menor proporción?	
--	---	--

4.4 Reflexión del trabajo experimental con estudiantes

Para llegar al diseño y ejecución de las actividades experimentales con estudiantes de educación básica primaria se desarrolló una investigación rigurosa con respecto a los sistemas coloidales y sus características, dicho proceso investigativo llevó a comprender que para realizar una caracterización apropiada era necesario pensar no sólo en el comportamiento de estos sistemas, sino cómo estos diferían de las soluciones y las suspensiones, lo cual me permitió establecer como esquema teórico la interacción que ocurre entre la fase dispersa y el medio de dispersión de cada sistema y como esta se asocia a su comportamiento.

Seguidamente, se llevó a cabo un ejercicio experimental propio retomando los planteamientos de Ostwald (1915) en el cual se realizaron observaciones de los fenómenos asociados al esparcimiento de la luz, velocidad de difusión y separación de fases, donde se analizó el comportamiento de diferentes sustancias.

Lo que finalmente llevó al diseño de actividades de aula pensadas para estudiantes de básica primaria, como un ejercicio que les posibilita vivenciar experiencias asociadas al comportamiento de los sistemas coloidales y en donde se procuraron materiales y ambientes de estudio que privilegien la vivencia en los valores del quehacer de la ciencia.

Así el objetivo de la implementación no es evaluar o mostrar una evidencia del desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, sino a partir del estudio de los sistemas coloidales brindar una serie de actividades experimentales que permitan a los estudiantes vivenciar los valores del quehacer de la ciencia tales como la observación reflexionada, llevando a los estudiantes a comprender que el estudio de las ciencias va más allá de la recopilación de hechos e implica una exploración activa y un cuestionar constante de lo que está observando; construcción

colectiva, en donde los estudiantes trabajan juntos, para explorar, analizar, compartir observaciones, de tal modo que este proceso implica el intercambio de ideas, la comunicación y la discusión para comprender el fenómeno y finalmente la construcción de explicaciones, un proceso posterior en el que a partir de la información recopilada y discusión hecha en la construcción colectiva, generan hipótesis y/o interpretaciones que explican el fenómeno observado.

Las actividades de aula (Anexo 1) se implementaron con 118 estudiantes del grado quinto de primaria del Colegio Parroquial Bilingüe Santa Isabel de Hungría, los cuales se organizaron en grupos atiendo al valor científico de la construcción colectiva que se ha mencionado anteriormente; este ejercicio experimental fue orientado por la Docente Diana Ruiz quien lleva a cabo este trabajo investigativo; se desarrolló en tres fases, cada fase comprendió alrededor de 4 ULAS² académicas.

El objetivo de la primera fase fue estudiar diferentes sustancias (agua - sal, agua - azúcar, agua - colorante, miel, gelatina, leche, agua - maicena, agua - arcilla y agua - arena), ante dos variables; cambios de temperatura y textura, donde se pretendía realizar con los estudiantes un primer acercamiento con estas. En el desarrollo de estas actividades ellos palparon y observaron con lupa cada sustancia para luego hacer descripciones de estas.

George Jean citando a Bachelard (1893) menciona que como tendencia en la enseñanza en básica primaria se recae en una pedagogía simplificadora, en la cual se asume que al transmitir el “saber” de manera reducida el niño retiene en su memoria con facilidad, sin embargo esta manera de retener información no representa realmente el saber, así en la escuela se ha llegado al punto en donde a los estudiantes les cuesta pensar y dentro su práctica formativa se vuelven simplistas, de

² ULA: unidad de labor académica (45 minutos)

lo cual un gran reto en la educación sería poner al niño frente a situaciones que le permitan penetrar en la complejidad de lo elemental.

Dentro de esta primera actividad y en general en todo el ejercicio experimental, se ha buscado aproximar al niño en esa pedagogía de lo complejo, desde un ejercicio de observación reflexionada, hemos puesto a los estudiantes frente a sustancias que dentro de su contexto cotidiano son “conocidas”, como leche, sal, gelatina, entre otros. En un acto de observación como respuesta a un estímulo, el estudiante no entraría a cuestionarse o tan solo pensar las características de las sustancias; sin embargo, dentro de esta actividad se les solicito hacer descripciones de esas sustancias, brindando un espacio en cual pudieran hacer observaciones detalladas y cuestionamientos de cada una de ellas, haciendo uso de todos sus sentidos.

De este modo nos adentramos a lo que Jean (1983) menciona enseñanza del descubrimiento *“La inteligencia, la imaginación, no podría quedarse en la superficie perceptible de las cosas sin trabajar desde el interior: de modo material, por una parte, experimental y abstractamente”* (Jean, 1983, p. 110).

El siguiente trabajo muestra esta situación que se ha resaltado con anterioridad, en donde a los estudiantes se le dificulta realizar observaciones detalladas, por lo cual dentro de sus descripciones no evidencian diferencias entre unas sustancias y otras.

Substance	Description
Water with salt	- El color sigue siendo el mismo, se mezcla pero quedan granitos de azúcar al fondo del agua.
Water with sugar	- El color sigue siendo el mismo, se mezcla totalmente, el sabor es dulce.

Ilustración 6 Ruiz, D (2023). Descripción de sustancias por estudiantes de grado quinto

No obstante otros grupos de estudiantes, haciendo uso de sus sentidos y de los elementos que tenían a su disposición lograron hacer descripciones más detalladas, lo que es aún más

relevante, dentro la actividad experimental, se plantearon preguntas clave, incluso llegando a colocar las sustancias a diferentes concentraciones, de esta manera no solo observaron cambios en el comportamiento de estas, sino que además se cuestionaron porque ocurrían, preguntas que los llevaron a observaciones más profundas y a una exploración más actividad, para lograr una comprensión de los fenómenos que ocurrían.

Substance	Description
Water with salt	Este compuesto no oía a nada, nosotros pudimos sentir la sal, nosotros vimos que el agua era blanca.
Water with sugar	Nosotros vimos que el agua y el azúcar se mezclaban, el azúcar se veía alrededor del agua pero en este caso el azúcar se sentía más pulcitas.
Water with colorant	Cuando nosotros tocamos el agua con colorante se sintió como agua normal pero se veía como el color del colorante.

Substance	Description
Water with salt	Se sentía la mezcla pero si le echaban mucha sal se sentían las pepitas al fondo del vaso y se veía como un blanco/transparente y no oía a nada.
Water with sugar	Se sentía igual que la sal pero era un poquito más suave y tenía poquitos burbujas, era transparente con blanco, no oía a nada y cuando lo secalvamos era chover.
Water with colorant	Se sentía normal como meter los dedos en agua esa azul y mancharba las manas y no oía a nada y tampoco sabía a nada.

Ilustración 7. Ruiz, D (2023). Descripción de sustancias por estudiantes de grado quinto

Sin embargo, asumiendo que los estudiantes se estaban enfrentando a un ejercicio de observación detallada y que hay más variables las cuales se pueden estudiar, cuatro sustancias fueron estudiadas: agua, agua - sal, maicena y gelatina, desde los cambios de temperatura esperando que los estudiantes pudieran tomar otros datos relevantes en su observación.



Temperature	Water	Water with salt	cornflour	honey
100 °C 	Cuando calentamos el agua se evapora a los 6 minutos y 40 segundos.	Cuando la calentamos la sal se está para el fondo de la olla y parecen cristales.	Cuando congelamos la Maicena se volvió fresa como una piedra.	La miel cuando se derrite se vuelve más líquida.
In the ice 	el agua se congela a 0 grados y se vuelve muy frío.	Se congela pero la sal no oía que se congeló totalmente.	cuando se congela la maicena vuelve a su estado original.	Cuando esta frío vuelve a su estado original y se vuelve líquido.

Ilustración 8. Ruiz, D (2023). Análisis experimentación con temperatura por estudiantes de grado quinto

En relación con el análisis que se está desarrollando de esta primera fase del ejercicio experimental, este trabajo de descripción realizado por un grupo de estudiantes muestra como el trabajo con diferentes variables permitió que ellos pudieran encontrar otros criterios para hacer distinciones entre las sustancias. Cuando se realizaba el diálogo con los niños en medio de su trabajo experimental, dentro sus cuestionamientos se encontraban, por ejemplo, el cómo distinguir el agua del agua salada, o porque unas mieles eran más viscosas que otras, en lugar de brindar respuestas directas, se continuo el enfoque de aprendizaje por descubrimiento, animando a los estudiantes a explorar, observar y experimentar de manera autónoma para encontrar respuestas a sus preguntas.

Por su parte la observación se trata de una actividad mental que requiere mucho más allá del hecho de usar los sentidos, como estímulo para captar algo, implica el uso de estos para obtener información relevante (Harlen 2008).

En este punto cabe recordar los planteamientos de Bachelard (1983) haciendo la distinción en la observación reflexionada y la observación no reflexionada. La observación no reflexionada precisamente se refiere a la percepción superficial que se hace sobre un objeto o situación, donde no se profundizan las razones de lo que allí ocurre. Por otra parte, la observación reflexionada impulsa al investigador a cuestionar, profundizar e indagar los fenómenos considerando diferentes perspectivas. Lo que permite reconocerla como valor esencial en la formación científica del sujeto.

Así dentro de las actividades asociadas a los fenómenos de dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases, se les ha brindado a los estudiantes posibilidades de realizar ejercicios de observación como medio para la investigación de aquello que los rodea.

Es común que un niño o incluso un adulto aun no logren hacer distinciones de aspectos relevantes o irrelevantes dentro sus investigaciones, lo cual puede generar segregación de información valiosa, al limitar su espectro de observación, de lo anterior radica la importancia desde la educación en ciencias orientar y animar a los niños a realizar observaciones constantes con fines pedagógicos y reflexivos es decir “prestar atención a las características y no solo lo que salta a simple vista” (Harlen, 2008, p. 24).

La observación científica es un proceso activo y reflexivo, el cual requiere una actitud crítica y abierta por parte del observador, no es simplemente recopilar información sino una forma de construcción del conocimiento (Bachelard, 1938). Lo que nos lleva a entender que la observación desde la actividad científica debe tener un propósito, por ejemplo, cuando los niños establecen semejanzas y diferencias entre las sustancias, este proceso debe ser desarrollado con un propósito, de lo contrario él no encontraría razón a esta observación.

La razón de estas observaciones consistía en llevar a los estudiantes a comprender que dichas semejanzas y diferencias en el comportamiento de las sustancias se debía a la forma de interacción entre los componentes o fases que interaccionan en estas.

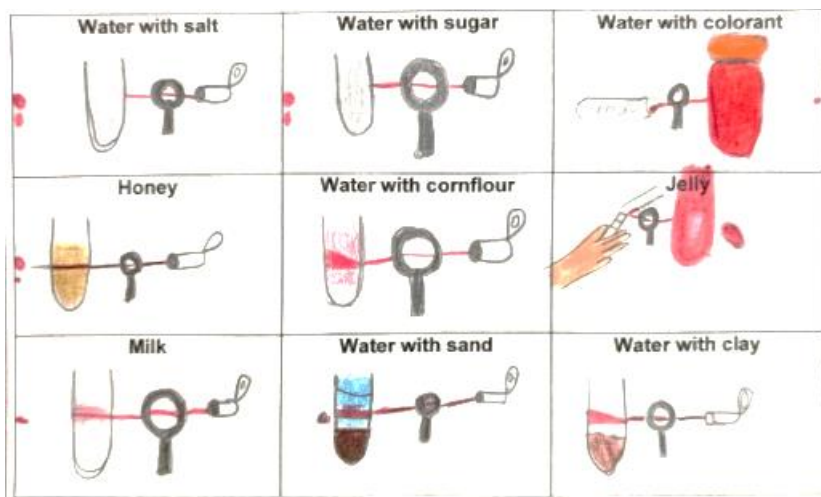


Ilustración 9. Ruiz, D (2023). Representación fenómeno de dispersión de la luz por estudiantes de grado quinto

Así se buscaba que los estudiantes en sus representaciones centraran la atención en una característica concreta: el esparcimiento de la luz, aunque era posible observar más cosas, es importante llevar a los niños centrar separadamente la atención en las diferentes características de tal modo que la observación sea dirigida hacia objetivo de la investigación. Dentro de esta representación se puede ver tres comportamientos distintivos en primer lugar aquellas sustancias en donde la luz traspasa, pero no ve la trayectoria a través de las sustancias, un segundo grupo aquellas sustancias en donde la luz traspasa y a su vez es evidente la trayectoria y por último un grupo de sustancia en donde la luz se espacia totalmente. De lo cual los estudiantes sin quizá tener una conciencia clara de su ejercicio establecen un primer criterio distintivo entre cada sistema disperso.

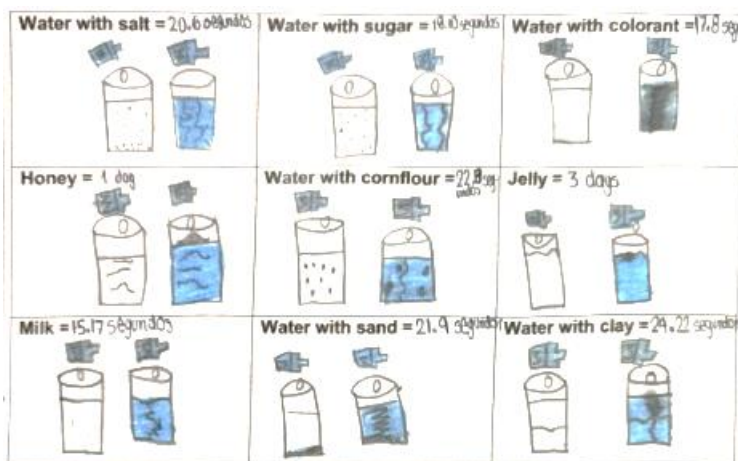


Ilustración 10. Ruiz, D (2023). Representación fenómeno de velocidad de difusión por estudiantes de grado quinto

En el experimento asociado con la velocidad de difusión los estudiantes observaron como una gota de tinta se difundía o se movía a diferentes velocidades en cada sustancias, en este ejercicio de comparación los estudiantes se adentran al análisis de viscosidad de las sustancias, reflexionando sobre como la resistencia del fluido afecta la velocidad de moviente; como elemento general y atendiendo al objetivo de esta investigación los estudiantes lograron encontrar un factor

común en su estudio en donde aquellas sustancias con mayor viscosidad se difundían con extrema lentitud, logrando así evidenciar un comportamiento característico de los coloides.

Definitivamente, la observación permite a los niños aprender mediante la experiencia directa, a la vez que les permite desarrollar habilidades esenciales del sujeto a razón de que construye nuevas comprensiones de lo que ocurre en su contexto; así, en este ejercicio de observación, los niños aprenden a notar detalles, identificar patrones de comportamiento y conexiones entre aquello que ven y que están aprendiendo, situaciones que los conducen a cuestionarse, los cuales son valores fundamentales en el que hacer de las ciencias.

De esta manera, el ejercicio experimental llevó a los estudiantes a establecer relaciones entre lo que observaban y los conceptos científicos asociados a los sistemas dispersos, impulsándolos a cuestionarse las razones detrás de los comportamientos observados. A lo largo de toda la actividad se manifestó su curiosidad y deseo de comprender los fenómenos que allí ocurrían.

Por último, dentro de todo este trabajo se buscó realizar un ejercicio de organización de la información de acuerdo a las actividades experimentales realizadas con anterioridad, así se lograron distinguir y caracterizar los diferentes comportamientos presentados en las sustancias con relación a los fenómenos de estudio (dispersión de la luz, velocidad de difusión y separación de fases) lo que permitió discriminar los sistemas coloidales de las soluciones y suspensiones

Tabla 6. Ruiz, D (2023). Criterios de clasificación de sustancias

Clasificación de sustancias de acuerdo a la viscosidad

1 Miel	2 Gelatina	3 agua con Maizena	4 agua con Arcilla	5 agua y arena
6 agua con sal	7 agua con azucar	8 agua con colorante	9 leche	10 Agua

1 Miel	2 Gelatina	3 Agua y Maizena	4 Agua y Arcilla	5 Agua y Arena
6 Agua y Azucar	7 Agua Sal	8 Leche	9 Agua y Colorante	10 Agua

Clasificación de sustancias de acuerdo al fenómeno de esparcimiento de la luz

Substances in which the light ray is most visible	Substances in which the light ray is less visible
Gelatina Miel Leche	Agua con colorante Agua con sal Agua con arena Agua con maizena Agua con arcilla Agua

Substances in which the light ray is most visible	Substances in which the light ray is less visible
Miel Gelatina Leche	agua con sal agua con Azucar agua con colorante agua con arena agua con arcilla agua

Clasificación de las sustancias de acuerdo al fenómeno de velocidad de difusión

1 Miel	2 Gelatina	3 Maizena	4 Leche	5 Agua con Sal
6 Agua con colorante	7 Agua con Azucar	8 Agua con Arena	9 Agua con Arcilla	10 Agua

1 gelatina	2 maizena	3 miel	4 arcilla	5 agua
6 arena	7 agua con azucar	8 agua con Sal	9 leche	10 Colorante

Estos trabajos realizados por los estudiantes nos permiten comprender como organizar la información del proceso experimental es una actividad importante en la formación científica, mediante este ejercicio ellos pueden comprender con mayor efectividad los fenómenos que están explorando, a la vez que identifican patrones y tendencia en la información recogida los que permite vislumbrar relaciones en las variables del trabajo. Al organizar sus observaciones los niños pueden comunicar sus resultados de manera más clara y efectiva, lo que mejora sus habilidades de expresión oral y escrita. Adicionalmente promueve el pensamiento crítico, a razón de que los niños deben analizar y reflexionar sobre lo que observaron, incluso encontrar errores y hacer conexiones con lo aprendieron previamente. Precisamente esto se pudo lograr en el trabajo realizado por los niños, haciendo el proceso de organización ellos mismos encontraban errores quizás en los datos que había tomado, a la vez que consiguieron establecer patrones que les permitieron evidenciar que el comportamiento de las sustancias coloidales ante los diferentes fenómenos era realmente distintivo en relación con las soluciones y suspensiones.

Encontrar criterios con los cuales proceder, estructurar el conocimiento y la experiencia para facilitar la comprensión, el aprendizaje y la toma de decisiones, es un gran reto, y claramente la educación va mucho más allá de transmitir información carente de sentido para el sujeto. Jean (1983) menciona que muchas veces el docente en su práctica lleva al estudiante a una creencia de que la ciencia es una verdad irrefutable, absoluta y terminada, situación que le hace pensar que aquello que ya está planteado no se puede reestructurar o cambiar, limitando así su espíritu científico.

Esencialmente el propósito de la educación en ciencias es ayudar al niño a encontrar estrategias de colonización cognitiva; es decir procesos de exploración, de poner en cuestión

aquello que ya está dentro de su estructura cognitiva, adaptar lo que ya se conoce a nuevas exigencias del contexto y espíritu de crecimiento continuo.

Esta fue la intención de la última fase de la actividad poner en cuestión cada uno de los experimentos realizados con anterioridad, reestructurar la información recogida de acuerdo a unos criterios de organización, adaptarlos a un nuevo contexto en donde debían discrimina algunas sustancias para lograr determinar cuáles de ellas era coloides.

La construcción colectiva fue un ejercicio fundamental dentro de todo el trabajo experimental. Cada estudiante trae consigo una realidad diferente, unos modos de pensar, hablar, hacer interpretar y analizar el contexto, y acorde a esto Jean (1983) menciona que la educación científica significa desarrollar modos de observar la realidad y relacionarse con realidad, lo que implica estar dispuesto a cuestionarse continuamente situaciones de la vida.

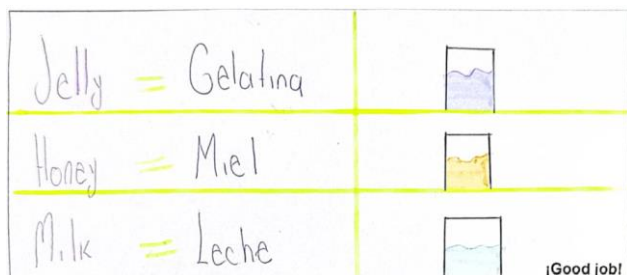


Ilustración 11. Ruiz, D (2023). Determinación de coloides por estudiantes de grado quinto

Atendiendo a este panorama desde la implementación de estas actividades, se pensó en lo significativo que sería para el aprendizaje de los estudiantes tener esos modos diferente de entender

la realidad, de esta manera cuando se realizaba cada ejercicio experimental se observaba como cada niño, asumiendo su postura realizaba aportes significativos a las observaciones y a la interpretación de las mismas. Por ejemplo en el primer trabajo de observación algunos pensaban el color, otros en sabor, o las texturas, con relación al fenómeno Tyndall algunos se percataban de como la luz transmitía a la pared, otros si el haz de la luz se observaba a través de la sustancias o se esparcía en esta, lo mismo sucedió en los ejercicios de difusión y diálisis algunos pesaban en el color, otros evidenciaron que en la membrana donde se había difundido de la gelatina se sentía una textura más gelatinosa, algunos se percataban que en el precipitado que se formaba en las suspensiones la gota de tinta tampoco se difundía, todo esto llevó a unas redes de construcción de conocimiento de discusión y dialogo, lo que realmente permitió desarrollar a esas descripciones escritas y graficas de sus observaciones.

“Demasiado a menudo el docente confunde saber y creencia. Piensa que el “saber” más simplificado es el que el niño retiene en la memoria con mayor facilidad. Pero retener en la memoria realmente no equivale a un saber” (Jean, 1983 p. 108)

El desarrollo de este trabajo me ha permitido comprender y darme cuenta que en la formación en ciencias en lugar de centrarse en el aprendizaje de los conceptos, se puede aprender explorando el fenómeno, asumiendo que este no existe en sí mismo sino razón de la conciencia del sujeto (la interacción con el objeto de estudio), lo que permite tener una interacción profunda con las cosas, así nuestra capacidad de adentrarnos en la complejidad de la naturaleza se puede mejorar mediante la experiencia y observación intencionada del fenómeno, de esta manera el trabajo realizado me ha permitido reconocer la diversidad de manifestaciones que tiene la naturaleza y como estas nos desafían a investigar las conexiones y aspectos fundamentales que dan origen a dichos fenómenos. Así la comprensión de los sistemas coloidales y la interpretación

de su comportamiento se convirtieron en un aspecto clave de la investigación, que luego me permitieron desarrollar y analizar ejercicios experimentales de manera más profunda; atendiendo a este sentir, Jean (1983) menciona que los educadores que tienen niños a su cargo tengan la capacidad, quizás mejor que otros, de analizar y penetrar en lo complejo.

Este trabajo personal de penetrar en lo complejo, no solo me ha permitido ampliar mi conocimiento en ciencias sino comprender también que estudiarlas a partir de fenómenos y aplicando los valores del quehacer científico nos conduce a una exploración y exposición continúa a interpretaciones novedosas.

5. Conclusiones

En esta investigación, se profundizó en los métodos utilizados para la caracterización y análisis general de los coloides, donde los resultados indican que los fenómenos de velocidad de difusión, dispersión de la luz y separación de fases son útiles para estudiar la caracterización de los coloides

Estos hallazgos son importantes porque aportan al análisis de los coloides en el campo de la enseñanza de las ciencias, particularmente en la comprensión de la interacción de las fases que conforman este sistema disperso.

Dentro de trabajo pedagógico desarrollado se destaca el ejercicio experimental que no solo posibilitó la comprensión del comportamiento de los coloides, sino también por medio de este se logró identificar las posibles actividades que se pueden desarrollar en básica primaria. Estas actividades permitieron explorar conceptos científicos y, al mismo tiempo, promover valores asociados al quehacer de las ciencias.

Así, el resultado de la investigación muestra que las actividades experimentales diseñadas y desarrolladas para esta población, propiciaron espacios donde se vivenciaron los valores científicos en las clases, privilegiando la observación intencionada, proposición de ideas y construcción de explicaciones; poniendo de manifiesto la importancia de fomentar estos valores para la formación científica de los niños y niñas, además se muestran los posibles aportes que este estudio podría hacer a investigaciones futuras. Esto incluye la exploración de nuevas técnicas para analizar coloides desde el aula de clase, así como el desarrollo de estrategias destinadas a mejorar la comprensión de estos sistemas en aplicaciones prácticas.

Por otra parte, en las reflexiones relacionadas con la enseñanza de las ciencias centrada en el estudio de fenómenos, es pertinente decir que esta es una forma efectiva de enriquecer la formación científica. Al focalizarse en el estudio de fenómenos relevantes en relación con los sistemas dispersos. Los docentes pueden crear oportunidades que permitan a los estudiantes desarrollar comprensiones profundas de los fenómenos científicos mediante a observación, experimentación y reflexión sobre situaciones en su contexto. De este modo, se logra una comprensión más significativa de los conceptos científicos en comparación con simplemente escucharlos o leerlos.

De este modo, la enseñanza de las ciencias en educación básica primaria no solo tiene el potencial de proporcionar a los estudiantes conocimientos científicos fundamentales, sino que también puede contribuir al desarrollo de interés y pasión la ciencia. Para esto es crucial que en estos niveles de educación se brinde espacios que permitan a los estudiantes explorar su entorno, comprender lo que sucede a su alrededor y participar activamente en su formación científica.

Finalmente, el estudio de las ciencias tal como se sustenta en esta investigación, se convierte en un argumento convincente para esta tesis de maestría, no solo como práctica pedagógica sino también para alentar a todos los participantes del proceso formativo a participar en la exploración científica.

6. Referencias

- Álvarez, R (2023). Química para escuelas pedagógicas. Editorial pueblo y educación
- Ahualli, S (2008). Propiedades electrocinéticas de suspensiones coloidales concentradas. [Tesis Doctoral, Universidad de Granada]. DIGIBUG
- Amoros, L., Amaya, E., Erico, M., Lambertucci, M., Miers, J., Mogro, E., Quispe, L., Recalt, M. y Tocho, E. (2013). Diálisis y ultrafiltración. Bioquímica I
- Arcá, M., Guidoni P., y Mazzoli. (1990). Enseñar ciencias, como empezar: reflexiones para una educación científica de base. Paidós educar.
- Arteta, J., Chona, G., Fonseca, G., Ibáñez, X., & Martínez, S. (2005). La clase de ciencias y la formación en valores: Estudio de casos sobre cómo los profesores propician valores desde sus acciones. Enseñanza de las Ciencias, 2005(Número Extra), VII Congreso.
- Bachelard, G. (1938). La formación del espíritu científico. Losada.
- Bernal Patiño, A., Laverde Perdomo, C., Parra Estrada, N. y Sanabria Rojas, A. (2013). Caracterización preliminar del sistema coloidal divulgado por los textos especializados y convergencia de las representaciones establecidas por los profesores en formación. Tecné, Episteme y Didaxis: TED, (33).
- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A., & Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la Biotecnología. Revista de Investigación, 71, 271-290. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.

- García Ruiz, M., & Calixto Flores, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en educación básica. *Perfiles Educativos*. núm. 84
- García, A. y Moreno, Y. (2020). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-grafía*, 13(24).
- García, E. (2009). *Historia de las ciencias en textos para la enseñanza*. Editorial Universidad del Valle
- Gilibert, P. (2015). Maquillaje en el antiguo Egipto. *BAEX: Boletín de Arqueología Experimental* 10 (2015): 95-102
- González, I. (2007). *La enseñanza de las ciencias naturales en educación primaria* [Tesis de licenciatura, Universidad Pedagógica de Nacional]. Repositorio institucional UPN. <http://200.23.113.51/pdf/24144.pdf>
- González, J., y González, F. (2015). Didáctica de las Ciencias para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(2), 381-382.
- Graham, T. (1861). *Liquid Diffusion applied to Analysis*
- Gutiérrez, C., Molina, D., & Cuello, A. (2016). Parámetros cuantitativos de los glóbulos grasos lácteos por microscopía convencional: potencial tratamiento de leche cruda bovina con rayos Ultravioleta en los puntos de producción primaria de la cadena láctea del Cesar. *Revista chilena de nutrición*, 43(3), 279-283.
- Harlen, W. (2008). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Ediciones Morata, S.L.
- Iñigo, L. (2010). *Breve historia de la alquimia*. Madrid: Editorial Nowtilus.
- Jean, G. (1989). *Bachelard, la infancia y la pedagogía*. Fondo de cultura económica.

López, F. (2022). Química II. Klik Soluciones Educativas, S.A. de C.V

MEN (1998). Lineamientos curriculares de ciencias naturales. Colombia. Ministerio de educación nacional

Moreno, R. (2021). ¿Qué sabemos de? Los coloides. Editorial CSIC

Ostwald, W. (1915). A handbook of colloid chemistry. Leipzig: Philadelphia P. Blankiston's son & co.

Ostwald, W. (1915). A handbook of colloid chemistry. Leipzig: Philadelphia P. Blankiston's son & co.

Palacio, J., Fulla., Y Rivera, E. (2015). Modelo Físico-Matemático para la Estimación del Tamaño de Partículas en Suspensiones Coloidales de Baja Dilución. Revista CINTEX, 20(1), 53-68.

Pinzón, V. A. (2020). Caracterización de los sistemas dispersos desde una perspectiva fenomenológica [Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio institucional UPN <http://hdl.handle.net/20.500.12209/12589>

Reyes, L., y Carmona Alvarado, F. (2020). La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. Universidad Simón Bolívar

Sanchez, S (s.f). Química 3. Repositorio Universidad Autónoma de Nuevo León

Sandoval, S., Malagón, J., Garzón, M., Ayala, M., & Tarazona, L. (2018). Una perspectiva fenomenológica para la enseñanza de las ciencias. Bogotá: CIUP.

Tyndall, J. (1873). Six lectures on light. Lóndres: Longmans, Green, And Co.

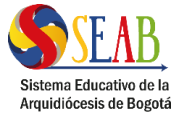
Verdel, R. (2014). Difusión de Fick e introducción a difusión en sistemas confinados.

Zsigmondy, R. (1926). Properties of colloids. Nobel Lecture.

7. Anexos



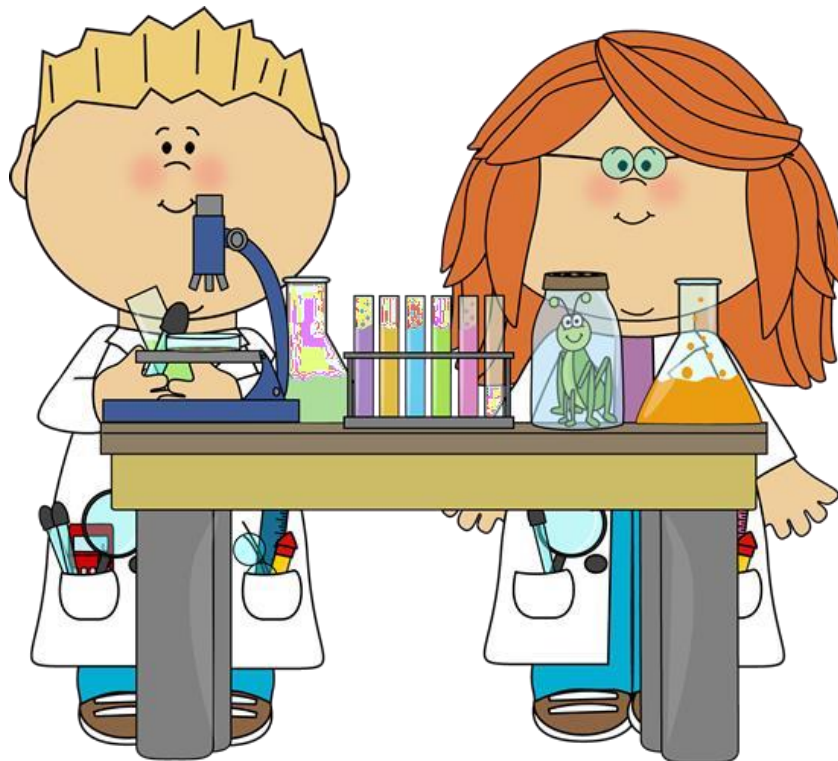
**Colegio Parroquial
Santa Isabel de Hungría**
VALORES HUMANOS - PRINCIPIOS CRISTIANOS



**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL**
Educadora de educadores

DOING SCIENCE




Experimental activities



Student name: _____

EXPERIMENTAL ACTIVITY – 5th grade

III TERM

GENERAL INFORMATION		
PRACTICE NAME: Discovering substances	Practice N° 1	Pages 1 of 4
SIGNATURE: Natural Science	Teacher: Diana Paola Ruiz	
Practice topic: Mixture and separating mixtures	Names:	
CONTENT		
OBJECTIVE: Study the behavior of different substances using two variables, temperature change and texture		
THEORETICAL FRAMEWORK:		
		
Solutions	Colloid	Suspension
Materials <ul style="list-style-type: none">• Test tubes• Thermometer• Rack• Dropper• 2 small spoon• Magnifying glass• Marker• Pencil	Substances <ul style="list-style-type: none">• Water• Salt• Sugar• Colorant• Honey• Cornflour• Jelly• Milk• Clay (arcilla)• Sand• Vinegar	

PROCEDURE AND RESULTS

PRACTICE 1 (TEXTURE)

Step by step

a) Mark the test tube from 1 to 10



Test tube 1: Add 10 ml for water and two pinches of salt

Test tube 2: Add 10 ml for water and two pinches of sugar

Test tube 3: Add 10 ml for water and two drops of colorant

Test tube 4: Add 10 ml for honey

Test tube 5: Add 10 ml for water and two pinches of cornflour

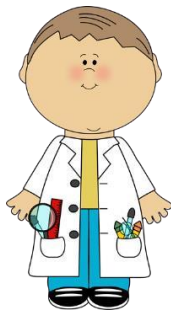
Test tube 6: Add 10 ml for jelly

Test tube 7: Add 10 ml for milk

Test tube 8: Add 10 ml for water and two pinches clay

Test tube 9: Add 10 ml for water and two pinches of sand

Test tube 10: Add 10 ml for water



Analysis

Touch, feel, observe using Magnifying glass, each substance and describe the substances (texture, color, state and other general observations).

Substance	Description
Water with salt	
Water with sugar	
Water with colorant	
Honey	

Water with cornflour	
Jelly	
Milk	
Water with clay	
Water with sand	

PRACTICE 2 (TEMPERATURE)


Step by step


- Heat the 1, 4, 5 and 10 substances up to 100 °C (Observe what happens with each substance)
- Now put the substance in a bowl with ice for ten minutes (Observe what happens with each substance)



Analysis

Describe what happens to each substance when the temperature is increased or decreased

Temperature	Water	Water with salt	cornflour	honey
100 °C 				

In the ice					
------------	---	--	--	--	--

CONCLUSIONS

What did you learn? (Write two sentences)

1. _____.

2. _____.

VOCABULARY

Cornflour: maicena

Add: agregar

Pinches: pizcas

Test tube: tubo de ensayo

Sand: arena

Heat up: calentar

Spoon: cuchara

Dropper: gotero

Clay: arcilla

Mix: mezclar

Magnifying glass: lupa

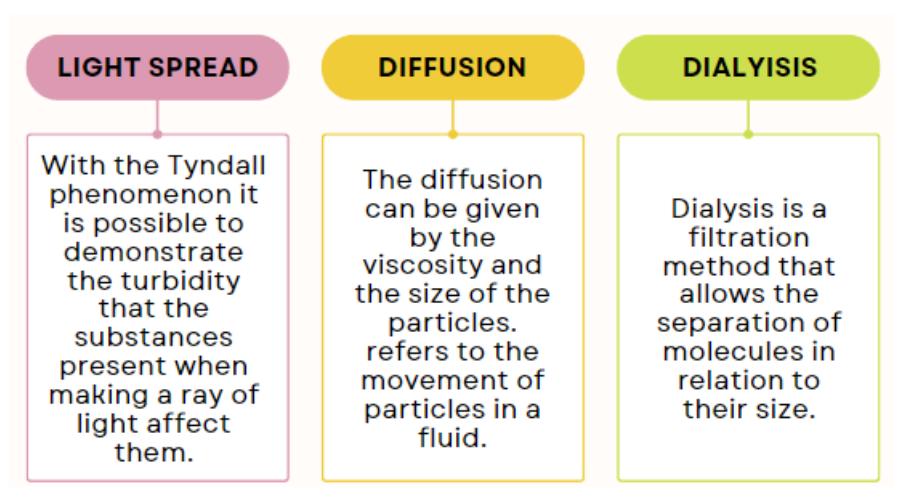
GENERAL INFORMATION

PRACTICE NAME: Discovering substances	Practice N° 2	Pages 1 of 4
SIGNATURE: Natural Science	Teacher: Diana Paola Ruiz	
Practice topic: Mixture and separating mixtures	Names:	

CONTENT

OBJECTIVE: Delimit the behavior of colloidal substances with phenomena such as light spread, particle movement and separation of molecules

THEORETICAL FRAMEWORK:



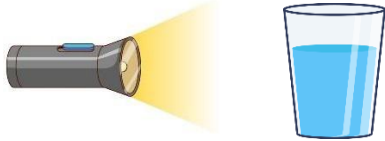
Materials <ul style="list-style-type: none">• 10 test tubes• Rack• Dropper• 2 small spoon• Magnifying glass• Chronometer• Torch• Laser• Marker• Pencil	Substances <ul style="list-style-type: none">• Water• Salt• Sugar• Colorant• Honey• Cornflour• Jelly• Milk• Clay (arcilla)• Sand• 2 eggs
--	---

PROCEDURE AND RESULTS

PRACTICE 1 (LIGHT SPREAD)

Step by step

- Use test tubes and ten substances from the previous class
- Shine a ray of white light through each substance (observe the light spread)



- Now shine a ray of red light through each substance (observe the light spread)



Analysis

Draw how the light spread on each substance

Water with salt	Water with sugar	Water with colorant
Honey	Water with cornflour	Jelly
Milk	Water with sand	Water with clay

PRACTICE 2 (MOVEMENT OF PARTICLES)

Step by step

- Use test tubes and ten substances from the previous experiment
- Add one drop of colorant on each glass (Observe how the colorant spread) and measure the time it takes to reach the bottom of the glass



Analysis

Draw the colorant spread and write the time that it took to reach the bottom

Water with salt =	Water with sugar =	Water with colorant =
Honey =	Water with cornflour =	Jelly =
Milk =	Water with sand =	Water with clay =

PRACTICE 3 (SEPARATION OF MOLECULES)

STEP BY STEP

- a) Put two eggs in a glass with vinegar for 24 hours, after this time the eggshell will dissolve



- b) Put an egg in a container with jelly
c) Wait a minute and take it out
d) Put an egg in a solution of water with colorant
e) Wait a minute and take it out
f) Puncture the eggs



Analysis

What did you observe when you puncture the eggs?

	Description	Picture
Egg in jelly		
Egg in solution of water with colorant		

CONCLUSIONS

What did you learn? (Write two sentences)

3. _____.

4. _____.

VOCABULARY

Cornflour: maicena

Test tube: tubo de ensayo

Spoon: cuchara

Mix: mezclar

Eggshell: cascara

Add: agregar

Sand: arena

Dropper: gotero

Magnifying glass: lupa

Take out: sacar

Pinches: pizcas

Heat up: calendar

Clay: arcilla

Spread: esparcir

Puncture: pinchar

GENERAL INFORMATION

PRACTICE NAME: Discovering substances	Practice N° 3	Pages 1 of 3
SIGNATURE: Natural Science	Teacher: Diana Paola Ruiz	
Practice topic: Mixture and separating mixtures	Names:	

CONTENT

OBJECTIVE: Classify substances according to the phenomena of light spread, movement of particles, and separation of molecules.

Materials <ul style="list-style-type: none">• 10 test tubes• Rack• Dropper• 2 small spoon• Magnifying glass• Chronometer• Torch• Laser• Marker• Pencil	Substances <ul style="list-style-type: none">• Water• Salt• Sugar• Colorant• Honey• Cornflour• Jelly• Milk• Clay (arcilla)• Sand• 2 eggs
--	---

PROCEDURE AND RESULTS

PRACTICE 3 (CLASSIFY THE SUBSTANCES)

Step by step

a) Look carefully at the substances we worked with above



Analysis

Classify the substances from most viscous to least viscous (Don't forget the temperature experiment)

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

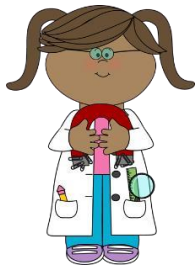
6	7	8	9	10
---	---	---	---	----



Analysis

Do you remember the experiment with light? Classify the substances into two groups

Substances in which the light ray is most visible	Substances in which the light ray is less visible



Analysis

In which substances does a drop of water colorant flow more slowly? Classify from slower to faster (Don't forget the times you took in the previous experiment)

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10



Analysis

What substance was not filtered or was filtered to a lesser extent (remember the experiment with the eggs)

Finally

In this table, draw the substances that meet the following criteria:

- more viscous substances
- substances where the colorant flowed slower
- substances where the light ray is most visible
- the substance that least filtered

¡Good job!

CONCLUSIONS

What did you learn? (Write two sentences)

5. _____.

6. _____.

VOCABULARY

More: más
Fast: rápido

Less: menos
lesser extent: menor medida

Slow: lento
Viscous: viscosa
Light ray: rayo de luz