# Aprendizaje Basado en Proyectos con mediación tecnológica como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto mezcla

**Jose Alexander Estrada Villa**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2022

# Aprendizaje Basado en Proyectos con mediación tecnológica como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto mezcla

**Jose Alexander Estrada Villa**

Tesis final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

Christian Fernney Giraldo Macías

(Ph.D en Educación)

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia

2022

## Agradecimientos

Quiero agradecer a mi esposa Nora y mis hijos Alicia y Agustín por el apoyo incondicional en la realización de la maestría y especialmente en el desarrollo de este trabajo, por su acompañamiento en los momentos más nublados y borrascosos, por ser la luz cuando estaba a oscuras, porque me extendieron sus manos y me levantaron con palabras de aliento y amor para no desfallecer frente a las dificultades y seguir adelante con este objetivo de formación profesional y personal.

A mi asesor y amigo PhD. Christian Fernney Giraldo Macías por su tiempo, disposición, claridad y excelentes orientaciones en el desarrollo de esta propuesta aún en momentos de tribulación, las cuales han contribuido significativamente en el mejoramiento de mis prácticas de aula.

A la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín y sus profesores de maestría, quienes aportaron sus conocimientos, enseñanzas e importantes reflexiones del quehacer docente en la transformación de mis prácticas de aula con miras al mejoramiento de la calidad educativa del país.

A la Escuela Normal Superior de Envigado, docentes, directivos docentes y estudiantes del grado 10-2, quienes apoyaron el desarrollo de esta propuesta y mostraron disposición y agrado para realizarla.

A mis compañeros colegas y estimados amigos Maritza, Giovanny y Luis, por la infaltable disposición, ayuda y reflexiones en el momento de estudiar, por sus valiosos aportes y por su amistad creada al fragor de la academia.

## Resumen

En esta propuesta investigativa se presenta el diseño e implementación de un proyecto con mediación tecnológica como una alternativa para analizar de qué manera se puede favorecer el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes de grado décimo de una institución educativa pública de la ciudad de Envigado alrededor del concepto mezcla. La implementación de la propuesta didáctica que tuvo como principal propósito atender algunos de los principios de la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico de Moreira (TASC), mediante la introducción de actividades en un proyecto diseñado a la luz de la propuesta del Buck Institute for Education (BIE), se desarrolló durante el tiempo de alternancia escolar. Este trabajo tiene un enfoque cualitativo, con método de estudio de caso. Los principales resultados están asociados con algunas dificultades de los estudiantes para realizar preguntas de tipo asociativas y predictivas, además, perciben y representan las mezclas desde perspectivas fenomenológicas, macroscópicas y pocas veces microscópicas. Se describen, además, algunas de las reflexiones de los estudiantes en relación con su percepción sobre el trabajo colaborativo y la relevancia del proyecto para su formación académica.

*Palabras claves*: Aprendizaje Basado en Proyectos, Aprendizaje Significativo, Tecnologías de la información y la comunicación.

## Abstract

**Project based learning with technological mediation as a pedagogical strategy for teaching the mixture concept**

In this research proposal, the design and implementation of a project with technological mediation is presented as an alternative to analyze how the meaningful critical learning of tenth grade students of a public educational institution in Envigado can be favored, around the concept of mix. The implementation of the didactic proposal that had the main purpose of addressing some of the principles of Moreira's Theory of Critical Meaningful Learning (TCML), through the introduction of activities in a project designed in the light of the proposal of the Buck Institute for Education (BIE), was developed during the time of school alternation. This work has a qualitative approach, with a case study method. The main results are associated with some difficulties for students to ask associative and predictive questions, in addition, they perceive and represent the mixtures from phenomenological, macroscopic and rarely microscopic perspectives. In addition, some of the students' reflections regarding their perception of collaborative work and the relevance of the project for their academic training are described.


*Keywords*: Project-Based Learning, Significant Learning, Information and Communication Technologies.

# Contenido

***1. Introducción*** **10**

***2. Diseño Teórico*** **13**

2.1 Planteamiento del Problema ..... 13

*2.1.1 Formulación de la pregunta* ..... 18

2.2 Justificación ..... 19

2.3 Objetivos ..... 23

*2.3.1 Objetivo General* ..... 23

**3. Marco Referencial** **24**

3.1 Antecedentes ..... 24

*3.1.1 Descripción de los Hallazgos por Núcleo Temático* ..... 31

3.2 Marco Teórico ..... 37

*3.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)* ..... 38

*3.2.2 Simuladores/Laboratorios Virtuales/Realidad Aumentada en la Enseñanza de la Química* 43

*3.2.3 El Concepto Mezcla y los Conocimientos Previos de los Estudiantes* ..... 48

*3.2.4 Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico en el marco de esta investigación* .... 51

3.3 Marco conceptual ..... 54

3.4 Marco Legal ..... 58

3.5 Marco Espacial ..... 59

**4. Diseño Metodológico 62**

4.1 Enfoque ..... 62

4.2 Método ..... 63

4.3 Instrumentos de Recolección de Análisis de la Información ..... 64

4.4 Contexto y Participantes ..... 65

4.5 Impacto Esperado ..... 66

4.6 Consideraciones Éticas ..... 66

4.7 Metodología de enseñanza ..... 67

4.8 Descripción de las Fases ..... 72

**5. Resultados y Análisis 82**

5.1 Estrategia de Análisis ..... 82

5.2 Resultados y análisis de la información ..... 85

*5.2.1 Conocimientos Conceptuales sobre Mezclas (Categoría M)* ..... 85

*5.2.2 Trabajo Colaborativo (Categoría TC)* ..... 94

*5.2.3 Problemáticas Ambientales relacionadas con las Mezclas de Sustancias.* ..... 98

*5.2.4 Valoración del Proyecto (Categoría VP)* ..... 100

*5.2.5 Aprendizaje Significativo Crítico* ..... 106

**6. Conclusiones y Recomendaciones 124**

6.1 Conclusiones ..... 124

6.2 Recomendaciones ..... 126

**7. Referencias Bibliográficas** **128**

**8. Anexos** **141**

# Lista de figuras

***Figura 1***. *Estándares para el ABPy* ..... *41*
***Figura 2.*** *Esquema general de las fases del proyecto.* ..... *71*
***Figura 3.*** *Captura de pantalla del entorno de trabajo en el laboratorio virtual cloudlabs donde se describe la técnica de filtración.* ..... *77*
***Figura 4***. *Resultados del instrumento de indagación de conocimientos previos sobre el concepto mezcla* ..... *86*
***Figura 5.*** *Resultados de la clasificación de una serie de mezclas y sustancias puras.* ..... *90*
***Figura 6.*** *Resultados de la selección de la técnica para solucionar la problemática del caso 1.* *91*
***Figura 7.*** *Resultados de la selección de la técnica para solucionar la problemática del caso 2.* *92*
***Figura 8.*** *Resultados del análisis de los reportes de cada técnica realizada por los equipos de estudiantes en la plataforma cloudlabs.* ..... *94*
***Figura 9.*** *Relaciones entre roles y habilidades identificadas entre los estudiantes.* ..... *95*
***Figura 10.*** *Principales problemáticas ambientales identificadas.* ..... *98*
***Figura 11.*** *Resultados valoración del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* ..... *101*
***Figura 12.*** *Resultados de valoración en la habilidad para formular preguntas.* ..... *107*
***Figura 13.*** *Resultados de la categorización de preguntas según criterios jerarquizados.* ..... *111*
***Figura 14.*** *Resultados de la representación que realizaron los estudiantes de una mezcla de hierro, agua y sal después de agitar.* ..... *118*
***Figura 15.*** *Representaciones que tienen varios grupos de estudiantes sobre el concepto de mezcla* ..... *119*
***Figura 16***. *Representaciones mediadas por realidad aumentada como posibles soluciones a las problemáticas ambientales identificadas en el desarrollo del proyecto.* ..... *122*

# Lista de tablas

***Tabla 1.*** *Criterios de búsqueda.* ..... *25*
***Tabla 2.*** *Matriz de resultados referentes nacionales e internacionales.* ..... *26*
***Tabla 3.*** *Resultados de la búsqueda de unidades de análisis por núcleos temáticos.* ..... *28*
***Tabla 4.*** *Preguntas orientadoras para el diseño de proyectos* ..... *42*
***Tabla 5***. *Ideas previas relacionadas con el concepto mezcla y las implicaciones para aprender otros conceptos en química.* ..... *49*
***Tabla 6.*** *Principios facilitadores del Aprendizaje Significativo Crítico (tomado de las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico (pp.33-45)* ..... *52*
***Tabla 7.*** *Marco legal* ..... *58*
***Tabla 8.*** *Características esenciales para el diseño del proyecto Más allá del concepto mezcla Experiencia mezclAR* ..... *68*
***Tabla 9.*** *Generalidades del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* ..... *69*
***Tabla 10.*** *Tabla de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.* ..... *72*
***Tabla 11.*** *Sistema de categorías y subcategorías y sus respectivas definiciones.* ..... *83*
***Tabla 12.*** *Sistema de categorías y subcategorías en relación con los principios de la TASC definidos para este estudio* ..... *84*
***Tabla 13.*** *Acuerdos grupales para un óptimo desarrollo del proyecto.* ..... *97*
***Tabla 14.*** *Criterios de valoración del proyecto y aspectos positivos.* ..... *102*
***Tabla 15.*** *Criterios de valoración del proyecto y oportunidades de mejora.* ..... *104*
***Tabla 16.*** *Escala cualitativa de valoración para la capacidad para formular preguntas.* ..... *106*
***Tabla 17.*** *Ejemplos de preguntas clasificadas en nivel bajo* ..... *107*
***Tabla 18.*** *Ejemplos de preguntas clasificadas en nivel medio* ..... *108*
***Tabla 19.*** *Ejemplos de preguntas clasificadas en nivel alto* ..... *109*
***Tabla 20.*** *Criterios jerarquizados con respecto a la clasificación de preguntas.* ..... *110*
***Tabla 21.*** *Ejemplos de preguntas tipo explicativas* ..... *112*
***Tabla 22.*** *Ejemplos de preguntas tipo asociativas* ..... *113*
***Tabla 23.*** *Ejemplos de preguntas tipo predictivas* ..... *114*
***Tabla 24.*** *Relación entre métodos físicos de separación de mezclas, errores comunes y las formas de solucionarlos* ..... *115*

# Lista de Anexos

***Anexo A.*** *Instrumento de indagación de conocimientos previos sobre el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas.* ..... *141*
***Anexo B.*** *Conformación de equipos y asignación de roles* ..... *147*
***Anexo C.*** *Diario del proyecto* ..... *149*
***Anexo D***. *Rúbrica de valoración del desempeño individual* ..... *153*
***Anexo E.*** *Fichas para la asignación de los laboratorios virtuales cloudlabs* ..... *158*
***Anexo F***. *Lista de chequeo de prácticas de laboratorios virtuales cloudlabs* ..... *159*
***Anexo G.*** *Rúbrica de evaluación del producto final* ..... *161*
***Anexo H.*** *Rúbrica de evaluación del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* ..... *162*
***Anexo I.*** *Cuestionario final para identificar la evolución de los estudiantes en la comprensión del concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas* ..... *166*
***Anexo J.*** *Presentación en Genially del lanzamiento del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* ..... *173*
***Anexo K.*** *Presentación en Genially de ecosistemas de interés biológico para la conservación de la biodiversidad en el municipio de Envigado y Colombia.* ..... *174*
***Anexo L.*** *Consentimiento informado para el uso de datos, utilización y difusión de imágenes, videos y testimonio de menores* ..... *175*
***Anexo M.*** *Carta aval de la Escuela Normal Superior de Envigado en donde se realizará el trabajo final de maestría* ..... *177*
***Anexo N.*** *Carta de autorización para el ingreso a la Escuela Normal Superior de Envigado del experto en realidad aumentada* ..... *178*
***Anexo O.*** *Evidencias fotográficas de las actividades y momentos desarrollados en el proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* ..... *179*
***Anexo P.*** *Plataforma moodle IENSE virtual.* ..... *185*
***Anexo Q.*** *Enlace del planeador del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR:* ..... *186*

# 1. Introducción

Las tecnologías de la información y la comunicación han tenido un gran impacto en la educación puesto que se convirtieron en recursos y herramientas que dinamizan la enseñanza de distintas áreas del conocimiento, sin embargo, por sí solas, no favorecen el aprendizaje, es por eso que se hace necesario integrar sus bondades con propuestas metodológicas de enseñanza activa en el aula que pongan al estudiante como protagonista de su formación como lo es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), puesto que representa una estrategia pedagógica que podría favorecer el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes en las temáticas de estudio.

En el caso particular de esta investigación, se propone abordar la enseñanza del concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas bajo la perspectiva del Aprendizaje Basado en Proyectos con mediación tecnológica como una apuesta metodológica en la cual se favorece el trabajo colaborativo, el aprendizaje significativo crítico y el desarrollo de las habilidades del siglo XXI en los estudiantes de grado 10-2 de la Escuela Normal Superior de Envigado. En consecuencia, comprender estos conceptos y los procesos experimentales relacionados con la temática de estudio, a partir de esta propuesta de enseñanza, podría constituirse en una posibilidad para brindar herramientas a los estudiantes para que identifiquen y expliquen fenómenos y problemáticas de su entorno, y a su vez, estas le permitan actuar y tomar decisiones en la forma como se podrían resolver.

Para cumplir con el propósito de este estudio, este documento se organiza de la siguiente manera: primero, se presenta el diseño teórico que incluye el planteamiento del problema, la formulación de la pregunta, justificación y objetivos.

Segundo, se procede a la presentación del marco referencial, en el cual se presenta la descripción de los hallazgos de la revisión de la literatura por núcleos temáticos, luego se desarrolla el marco teórico que incluye el Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia pedagógica de enseñanza, los simuladores de laboratorios virtuales sobre métodos de separación de mezclas, y la realidad aumentada, estos tres componentes asociados a la mediación tecnológica; posteriormente se aborda el concepto mezcla y los conocimientos previos de los estudiantes, después se plantean los principios del aprendizaje significativo crítico que se consideran como sustento teórico para el desarrollo de las actividades del proyecto y luego se desarrollan los marcos conceptual, legal y espacial en los cuales se enmarca este estudio.

Tercero, se plantea el diseño metodológico, que en esta propuesta de investigación se aborda desde un enfoque cualitativo interpretativo (Moreira, 2002); además se toma como método el estudio de caso, en el cual se indagan las particularidades y complejidades de un caso en particular (Stake, 1998). Posteriormente, se diseña e implementa la metodología de enseñanza denominada *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* y se describen cada una de las fases del proyecto aplicado.

Cuarto, se exponen los resultados según la estrategia propuesta para el análisis en categorías y subcategorías a saber: conocimientos conceptuales sobre el concepto mezcla y algunas técnicas de separación; trabajo colaborativo, habilidades de los estudiantes para asumir un rol, acuerdos grupales, problemáticas ambientales identificadas por los estudiantes y que están relacionadas con las mezclas de sustancias, valoración del proyecto con aspectos positivos y oportunidades de mejora, aprendizaje significativo crítico en la formulación de preguntas, errores comunes y formas de solución y por último percepción/representación sobre las mezclas.

Quinto se presentan las conclusiones y recomendaciones que se derivan del trabajo investigativo realizado; sexto, se presentan las referencias bibliográficas y por último los anexos que se consideraron para el desarrollo del proyecto.

# 2. Diseño Teórico

## 2.1 Planteamiento del Problema

Actualmente, en el contexto de la pandemia derivada del Covid-19, las experiencias educativas se han modificado y han generado tensiones en las formas como el docente debe asumir el reto que supone enfrentarse a una educación remota de emergencia. En este sentido, los diseños metodológicos y las prácticas docentes se han tenido que adaptar y transformar, en procura de lograr que los estudiantes continúen interesados en su proceso formativo y que en consecuencia se logren alcanzar las competencias que se proponen a nivel curricular.

En este sentido, el informe Covid-19 de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura UNESCO (2020), afirman que la pandemia provocó el cierre masivo de instituciones educativas, lo cual afectó las actividades presenciales de más de 190 países a nivel mundial. Asimismo, datos de la UNESCO, mencionan que, para mediados de mayo de 2020, más de 1.200 millones de estudiantes de todos los niveles de enseñanza, en todo el mundo, dejaron de tener clases presenciales en la escuela. De ellos, más de 160 millones eran estudiantes de América Latina y el Caribe.

Específicamente en el contexto colombiano, la situación no es ajena a estos datos, la pandemia obligó al sistema educativo a abandonar la modalidad de clases presenciales de aproximadamente nueve millones de estudiantes entre colegios oficiales y privados (MEN, 2020); debido a esta situación de aislamiento, las prácticas educativas se vieron obligadas a migrar hacia plataformas audiovisuales e interactivas, y los procesos de enseñanza y aprendizaje cambiaron a

una modalidad remota utilizando diversas herramientas y estrategias digitales propias del desarrollo tecnológico del siglo XXI.

Atendiendo a lo anterior, uno de los principales retos a los cuales se enfrentan los docentes, parece estar relacionado con la urgente necesidad de transformar sus prácticas pedagógicas y direccionarlas hacia nuevos escenarios, los cuales deberían ser más participativos y potenciar habilidades asociadas al pensamiento crítico y la autonomía.

De manera particular, en la Escuela Normal Superior de Envigado, seleccionada como contexto de investigación, se han identificado en el marco de lo mencionado anteriormente un conjunto de problemáticas entre las cuales se destacan:

a. **La pandemia y las dificultades para realizar trabajo desde lo remoto:** particularmente, se agudizó la problemática de la infraestructura digital, la cual no resultaba apropiada y suficiente, además, no se podía garantizar la conectividad. Durante el aislamiento, surgieron dificultades para adaptarse al trabajo remoto, por lo tanto, se dificultó prestar el servicio educativo a la comunidad bajo la modalidad de clases sincrónicas. Lo tecnológico pasó de ser un apoyo, a convertirse en un reto y una oportunidad de aprendizaje para toda la comunidad educativa.
b. **El desconocimiento por parte de los docentes sobre metodologías activas y sobre el uso de herramientas tecnológicas:** los métodos tradicionales de enseñanza y particularmente, en relación con la enseñanza de las ciencias naturales arraigados en los docentes, no fueron favorables para la exploración de otras metodologías activas apoyadas por la mediación tecnológica. Es por esto que se presentaron diversas dificultades asociadas al escaso conocimiento sobre

tendencias metodológicas que pudiesen apoyar el trabajo desde lo remoto como el e-learning, STEAM, Aprendizaje Basado en Proyectos, problemas y/o retos, entre otros.

c. **Particularmente en el área de ciencias naturales,** debido a la falta de una infraestructura digital propia para el desarrollo de las prácticas experimentales en la virtualidad, la enseñanza de las ciencias naturales se limitó a seguir los textos, guías de contenido, imágenes y videos, sin dar pie a la posibilidad de explorar plataformas interactivas, simuladores, laboratorios virtuales, en el marco del uso de metodologías activas que favorecieran el trabajo autónomo de los estudiantes.

d. **Los bajos resultados académicos en las pruebas internas institucionales y en las pruebas estandarizadas Saber 11:** los resultados de las pruebas 2020 y 2021 muestran una tendencia a la baja, evidenciando dificultades en el proceso de formación de los estudiantes y oportunidades de mejora en relación con el desarrollo de las competencias científicas a evaluar.

Tomando como punto de referencia lo enunciado anteriormente, se considera necesario que las actividades académicas en ciencias naturales se transformen hacia escenarios de participación en los cuales los estudiantes asuman un rol protagónico y se motiven y apropien del lenguaje científico, y que esto posibilite mejoras en relación con la explicación de fenómenos, el uso comprensivo del conocimiento científico y en los procesos de indagación que se generan en el marco del desarrollo de actividades experimentales, para que de esta forma se permita al estudiante resolver problemáticas propias del entorno y comprender fenómenos de la naturaleza.

Ahora bien, en relación con la enseñanza de las ciencias, uno de los factores que ha influido en el hecho de que esta no resulte interesante para los estudiantes ha sido el planteamiento que aún mantiene su enseñanza (Benítez y García, 2011). Esta situación en particular se refiere al planteamiento metodológico que en muchas ocasiones parece dejar de lado el uso de metodologías activas que favorezcan el desarrollo de habilidades del siglo XXI como el uso de herramientas digitales, la gestión de la información, la creatividad y el pensamiento crítico.

Adicionalmente, en el contexto de esta investigación, las prácticas experimentales y la comprensión de algunos fenómenos científicos, se convirtieron en obstáculos para docentes y estudiantes quienes parecían no encontrar alternativas para abordarlas desde el trabajo remoto.

De forma muy particular, esta investigación se interesa por el concepto mezcla, el cual según diversos autores (Pozo et al.,1991; Valdéz et al., 1998; Ruge, 2017) suele ser complejo debido a la tendencia de los estudiantes en visualizar el fenómeno como un asunto macroscópico, dejando de lado representaciones micro y submicroscópicas necesarias para la comprensión holística del fenómeno y su relación con otros conceptos científicos.

Además, los estudiantes en relación con el concepto mezcla, presentan algunas concepciones alternativas que no permiten que su comprensión sea adecuada, entre ellas, se destacan las siguientes:

a. Valdéz et al. (1998) postula que la mayoría de los estudiantes tiene confusión en el manejo de los conceptos de disoluciones, mezclas homogéneas y heterogéneas; afirma que estas ideas están fuertemente ligadas a lo fenomenológico.
b. Furió y Domínguez, (2001; 2007) afirman que los estudiantes de los últimos grados de secundaria presentan dificultades para conceptualizar, de forma adecuada y coherente, las sustancias puras a nivel macroscópico y microscópico, atribuyendo un significado dual. De

esta forma, los estudiantes pueden utilizarlo para designar tanto a las sustancias puras como a las mezclas (Driver et al., 1999; Azcona et al., 2004). Por consiguiente, Briggs y Holding, (1986) han detectado dificultades para diferenciar sustancia pura de mezcla, particularmente cuando ésta es homogénea y, más concretamente, para diferenciar compuesto y mezcla, pues consideran que ambos están formados por más de una sustancia.

c. Ruge (2017) plantea que, para identificar los modelos usados en la representación de las mezclas homogéneas y heterogéneas, se podría generalizar el uso de varios tipos de representaciones centradas en lo macroscópico, cuando se muestran las características visibles de las mezclas, a nivel microscópico, se hace uso del modelo corpuscular o daltoniano, tratando de evidenciar la homogeneidad, distribución y fases de las mezclas, y finalmente a nivel submicroscópico se muestra que existe una correlación entre los procesos macroscópicos y microscópicos.

d. Por otro lado, Ben-Zvi et al. (1986); Briggs y Holding, (1986), exponen que a nivel microscópico los estudiantes suelen atribuir a las sustancias puras un significado más restringido, relacionado con las sustancias simples constituidas por un solo tipo de átomos. Simultáneamente, tienen una concepción de compuesto como una mezcla aleatoria de átomos, en coherencia con la asociación macroscópica compuesto/mezcla señalada anteriormente. En cualquier caso, a pesar de la insistencia de la escuela en el uso del método atómico/molecular de la materia, los estudiantes no suelen recurrir de forma espontánea al nivel microscópico para caracterizar los distintos sistemas materiales (Hierrezuelo y Montero, 1989).

En este sentido, Furió-Mas, (2007) afirma que la falta de comprensión de este concepto podría generar dificultades para la comprensión de otros conceptos como cambio químico, además,

existe una correlación entre los procesos macroscópicos y microscópicos, representando que ocurre con los componentes o materiales que conforman una mezcla, haciendo uso de modelos moleculares o espaciales, combinando teóricamente los postulados de las teorías cinético molecular, teoría del enlace químico y teoría atómica.

Así mismo, Pozo et al. (1991) describen dificultades asociadas al concepto mezcla, específicamente para la comprensión de los conceptos de disoluciones, soluto, solvente, concentración de soluciones y dilución.

Otro aspecto para tener en cuenta, y que resulta un factor importante en la actualidad, es que la escuela ha creado un escenario en el que algunos maestros estamos enseñando de modo descontextualizado (Cols y Basabe, 2007) esto acrecienta aún más la problemática en los procesos de enseñanza y aprendizaje y por lo tanto, los estudiantes desconocen el lenguaje propio de las ciencias naturales, el entorno que los rodea y los fenómenos naturales que posibilitan la vida, alejándose cada vez más de esa responsabilidad social de cuidado y conservación de los recursos naturales.

### *2.1.1 Formulación de la pregunta*

Por las razones expuestas anteriormente, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la implementación de un proyecto con mediación tecnológica favorece el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes del grado décimo de la Escuela Normal Superior de Envigado sobre el concepto mezcla?

## 2.2 Justificación

En el contexto colombiano, los estándares básicos de competencia propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2004) dentro del ámbito de la enseñanza de las ciencias, hacen énfasis en:

> la necesidad de formar ciudadanos y ciudadanas capaces de razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar al máximo su potencial creativo, lo que supone un desafío que nos plantea la responsabilidad de promover una educación crítica, ética, tolerante con la diversidad y comprometida con el medio ambiente; una educación que se constituya en puente para crear comunidades con lazos de solidaridad, sentido de pertenencia y responsabilidad frente a lo público y lo nacional. (p.6)

Con base en lo anterior y en contraposición a una enseñanza de corte tradicional, actualmente se vienen consolidando en el ámbito educativo las denominadas metodologías activas de enseñanza, las cuales pretenden devolver el protagonismo y favorecer la autonomía a los estudiantes; y por ende contribuir al desarrollo de sus competencias y habilidades.

Al respecto, una de las metodologías que se ha venido presentando como una alternativa para aportar en la solución de las problemáticas descritas en contextos educativos es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy), referente metodológico principal de esta investigación.

En ese sentido, se ha comprobado que los estudiantes en entornos mediados por proyectos muestran una mejor capacidad para la resolución de problemas (Finkelstein et al. 2010) y son clasificados como más comprometidos, más autosuficientes y con mayor capacidad atencional (Thomas, 2000; Walker y Leary, 2009).

Adicionalmente, esta metodología pretende estar en concordancia con las teorías de aprendizaje y los modelos educativos que posibiliten el cumplimiento de las metas que se

propongan en el aula de clase. Entre ellas, la Teoría del Aprendizaje Significativo (Ausubel, 1968) se presenta como un referente oportuno para atender los objetivos de este trabajo investigativo, específicamente, la propuesta de Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico (TASC) planteada por Moreira (2005), la cual podría permitir identificar evidencias de aprendizaje asociadas a la comprensión del concepto mezcla, tomando como referencia algunos de los principios propuestos en esta teoría.

De esta manera, Moreira (2000) advierte sobre la necesidad de que la información que adquiere un estudiante a través de diferentes estrategias de enseñanza interactúe de manera no arbitraría y no literal con información ya existente en su estructura cognitiva. Para que esto se presente de manera efectiva deberá mediar el docente entre la nueva información y el estudiante, debiendo ser potencialmente significativos los materiales didácticos para así favorecer el anclaje correcto de los nuevos conocimientos con los ya existentes.

Ahora bien, el diseño del proyecto que se aplicará en el marco de la enseñanza del concepto mezcla, y tomando como referencia las dificultades asociadas a la época de pandemia, contará con mediación tecnológica, justamente porque las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), ofrecen ventajas para una enseñanza individualizada y su versatilidad de aplicación en distintas situaciones de aprendizaje hacen que su uso se perfile como una alternativa a determinadas intervenciones pedagógicas (Pujol, 2003), como lo son las simulaciones, los laboratorios virtuales y la realidad aumentada.

Para Pujol (2003) su introducción en la escuela puede facilitar que los estudiantes trabajen más en pequeños grupos, que se prime el análisis y la aplicación por encima de la memorización, que se particularice la atención de las dificultades de aprendizaje y se diversifique el aprendizaje

en función de las necesidades de cada uno; así mismo, plantea que un aspecto muy importante de las TIC es la posibilidad de realizar simulaciones por ordenador o plataformas interactivas.

Es por esto que la integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje suponen un cambio metodológico, puesto que, al migrar hacia escenarios virtuales flexibles, se convierten en una herramienta que puede mejorar y fortalecer el desarrollo de las competencias científicas en los estudiantes.

En esta misma línea, la mediación tecnológica a través de simulaciones de actividades prácticas permite complementar las actividades de laboratorio (Baggio y Harvey, 2015), para estos autores, el potencial de las simulaciones radica en la posibilidad de realizar un número elevado de medidas en tiempos breves, de esta manera el estudiante ejercita sus habilidades para la resolución de situaciones problemáticas.

Por otra parte, los laboratorios virtuales representan una ventaja porque disminuyen en un 100% los costos y posibles riesgos de manipular los instrumentos de laboratorio, reactivos, muestras de material animal y vegetal, entre otros. Así mismo, hay una disminución significativa en el impacto del medio ambiente con los reactivos, muestras, materiales y residuos derivados de las prácticas de laboratorio (Pujol, 2003).

Es así como desde esta perspectiva, las simulaciones con los laboratorios virtuales se convierten en un recurso didáctico necesario que pueden mediar y transformar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales en tiempos actuales de presencialidad, alternancia y educación remota, puesto que representan nuevas tendencias de desarrollo de estrategias y metodologías educativas que innovan la práctica pedagógica, además, desde la perspectiva del ABPy, estas herramientas digitales contribuyen y pueden mediar el diseño del proyecto para alcanzar los propósitos de este trabajo.

Por otro lado, la realidad aumentada se ha posicionado como una alternativa novedosa para aplicar en todos los aspectos de la vida cotidiana. Para Merino et al. (2015) esta se entiende como una combinación de ambientes reales e información en formato digital que amplía la comprensión sobre la realidad que captan nuestros sentidos.

En el ámbito educativo, la realidad aumentada ha tenido un impacto significativo en el aprendizaje de las ciencias, como el desarrollo de la capacidad espacial Gutiérrez (como se citó en Merino et al., 2015), sacar beneficio de la relación que tienen los objetos del espacio que los rodea con los conceptos aprendidos, que adquieran destrezas para interpretar el conocimiento con experiencias y la experimentación en el mundo real (Fabri et al., 2008), y obtener resultados de forma efectiva y significativa en cuanto al logro del aprendizaje de los estudiantes (Buitrago-Pulido, 2015)

Según las evidencias mencionadas de los beneficios del uso de la tecnología de realidad aumentada en los procesos educativos, y junto a las ventajas del ABPy en el aula al mejorar la calidad del aprendizaje en los estudiantes ya que estos se involucran con nuevos problemas complejos, además, les enseña procesos y procedimientos como la planificación y comunicación (BIE, 2015), se propone implementar una estrategia pedagógica de aprendizaje basado en proyectos con mediación tecnológica como las simulaciones con laboratorios virtuales y la realidad aumentada, para la enseñanza del concepto mezcla en el grado décimo, puesto que permite abordar este concepto con mayor profundidad al relacionarlo con problemáticas ambientales en contexto como la contaminación de los ecosistemas del municipio de Envigado, de forma particular la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado, buscando posibles alternativas de solución a estos problemas.

## 2.3 Objetivos

### *2.3.1 Objetivo General*

Analizar de qué manera la implementación de un proyecto con mediación tecnológica favorece el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes del grado décimo de la Escuela Normal Superior de Envigado sobre el concepto mezcla.

#### 2.3.1.1 Objetivos Específicos.

Valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en un proyecto que involucra situaciones problema asociadas al concepto mezcla.

Detectar errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante un proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico.

Valorar la percepción de los estudiantes en relación con su participación en un proyecto con mediación tecnológica desde componentes asociados a la toma de decisiones y el trabajo colaborativo.

# 3. Marco Referencial

## 3.1 Antecedentes

En este apartado se presentan los resultados obtenidos al realizar una revisión de literatura, cuyo propósito fue rastrear información acerca de la mediación tecnológica en la enseñanza de la química, específicamente el uso de simulaciones, laboratorios virtuales y realidad aumentada, de igual manera, se revisaron algunas investigaciones relacionadas con los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre el concepto de mezcla. Además, se realizó una búsqueda frente a aspectos generales de la enseñanza de las ciencias; en este sentido, la información recopilada sirve como base teórica para la elaboración del planteamiento del problema, justificación y objetivos de esta propuesta de investigación denominada aprendizaje basado en proyectos con mediación tecnológica como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto mezcla.

Para la recolección de la información, se tuvieron en cuenta los planteamientos propuestos por Hoyos (2000), quien presenta de manera general un modelo para la realización de una investigación documental y hemos abordado el proceso general de búsqueda atendiendo a las fases que la autora propone: fase preparatoria, fase descriptiva, fase interpretativa por núcleo temático, fase de construcción teórica global, y fase de extensión y publicación, las cuales no han sido seguidas de forma estricta pero que han trazado la ruta para definir criterios de búsqueda y presentar los resultados de forma organizada por núcleo temático.

Es de resaltar que cada una de estas fases tiene sus objetivos y logros, actividades a realizar, tiempo para el desarrollo de actividades y el producto final. En este sentido, se presentan en la Tabla 1, los criterios considerados para esta búsqueda.

**Tabla 1.** *Criterios de búsqueda.*

| CRITERIOS | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Delimitación temática** | **Delimitación temporal** | **Contexto** | **Colectivo de análisis** | **Unidades de análisis** | **Núcleos temáticos** |
| Enseñanza de química.<br><br>Mediación tecnológica en la enseñanza de la química | Entre los años 2012 y 2021 | Ámbito Nacional e internacional | Revistas nacionales e internacionales | Artículos | Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza de las ciencias naturales. |
| | | | | | Simuladores<br>Laboratorios virtuales<br>Realidad aumentada en la enseñanza de la química |
| | | | | | Enseñanza y aprendizaje del concepto mezcla |

Con base en lo anterior, la autora sugiere definir “unidades de análisis”, entendidas como aquel material documental que será revisado y que, para este trabajo en particular, se basa en artículos de investigación. En este sentido, se tuvieron en cuenta las revistas de educación en ciencias naturales: Unipluriversidad, Tecne episteme y didaxis, Science Education, Revista Formación Universitaria, Revista EUREKA, Revista enseñanza de las ciencias, Revista electrónica de enseñanza de las ciencias, Revista de la facultad de ciencias exactas, físicas y naturales (Universidad Nacional de Córdoba), Revista de enseñanza de la física, Physics Education, Journal of research in science teaching, Journal of chemical education, Journal of biological education, International Journal of Sustainability in higher education, International journal of science education, International journal of environmental and science education, Eurasia journal of mathematics, science and technology education, Educational researcher, Educación y

educadores (Universidad de la Sabana), Educación Química, Chemistry education research and practice. El propósito principal fue identificar publicaciones relacionadas con los núcleos temáticos ya definidos. En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos

**Tabla 2.** *Matriz de resultados referentes nacionales e internacionales.*

| Nombre de la revista | Quartil 2017 | País de origen | ABPy | Simulaciones Laboratorios Virtuales | Realidad aumentada | Enseñanza y aprendizaje del concepto mezcla |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Unipluriversidad | - | Colombia | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Tecne Episteme y Didaxis | - | Colombia | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Science Education | Q1 | Estados Unidos | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Formación Universitaria | Q3 | Chile | 0 | 3 | 3 | 1 |
| Eureka | Q3 | España | 13 | 3 | 1 | 3 |
| Enseñanza de las ciencias | Q4 | España | 8 | 3 | 0 | 3 |
| Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | - | España | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Revista de la Facultad de Ciencias Físicas, Exactas y Naturales | - | Argentina | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Revista de Enseñanza de la Física | - | Argentina | 0 | 4 | 1 | 0 |
| Physics Education | Q3 | Inglaterra | 0 | 7 | 6 | 0 |
| Journal of Research in Science Teaching | Q1 | Estados Unidos | 0 | 3 | 1 | 0 |
| Journal of Chemical Education | Q2 | Estados Unidos | 0 | 4 | 3 | 0 |
| Journal of Biological Education | Q2 | Inglaterra | 2 | 3 | 2 | 0 |

| Nombre de la revista | Quartil 2017 | País de origen | ABPy | Simulaciones Laboratorios Virtuales | Realidad aumentada | Enseñanza y aprendizaje del concepto mezcla |
|---|---|---|---|---|---|---|
| International Journal of Sustainability in Higher Education | Q2 | Inglaterra | 0 | 2 | 1 | 0 |
| International Journal of Science Education | Q1 | Inglaterra | 0 | 0 | 1 | 0 |
| International Journal of Environment and Science Education | Q3 | Turquía | 0 | 1 | 0 | 0 |
| Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education | Q2 | Turquía | 1 | 2 | 3 | 0 |
| Educación y Educadores | - | Colombia | 1 | 0 | 1 | 0 |
| Educación Química | Q4 | México | 0 | 4 | 2 | 0 |
| Chemistry Education Research and Practice | Q1 | Grecia | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Interactive Technology and Smart Education | Q2 | Inglaterra | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 21 revistas consultadas | | | 27 artículos | 45 artículos | 28 artículos | 8 artículos |

Posterior a la identificación de las publicaciones, se realizó una lectura de títulos, resúmenes y palabras clave, excluyendo ciertos artículos que se alejan un poco de las pretensiones de esta propuesta de investigación. Luego se hizo una lectura completa de los artículos seleccionados, y nuevamente se depuran algunos que no están muy relacionados con los núcleos temáticos aprendizaje basado en proyectos (ABPy), simulaciones/laboratorios virtuales/realidad aumentada y mezclas. Finalmente, se realizó una segunda revisión y se hizo una lectura completa de los artículos elegidos con la finalidad de extraer datos importantes relacionados con los núcleos temáticos mencionados.

A continuación, se presenta la Tabla 3 con los resultados de esta selección de unidades de análisis por núcleo temático.

**Tabla 3.** *Resultados de la búsqueda de unidades de análisis por núcleos temáticos.*

| **Resultados de la búsqueda de unidades de análisis por núcleos temáticos** | | |
|---|---|---|
| **Núcleo temático** | **Unidad de análisis** | **Autores** |
| ABPy en la enseñanza de las ciencias naturales | Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales: propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular. | (Manso y Ezquerra, 2014) |
| | Enseñanza de la Electrostática por medio de la construcción de Prototipos de bajo costo y el Aprendizaje Basado en Proyectos | (Collazos et al., 2016) |
| | Evaluación de la estrategia “aprendizaje basado en proyectos” | (Rodríguez et al., 2010) |
| | El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos | (Domínguez et al., 2011) |
| | Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias | (Ausin et al., 2016) |
| | Greek students research the effects of fire on the soil system through Project-based Learning | (Kioupi y Arianoutsou, 2016) |
| | Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria | (Benjumeda y Romero, 2017) |
| | Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia para aprender sobre electricidad: estudio de caso en una escuela rural colombiana | (Giraldo et al., 2020) |

| Núcleo temático | Unidad de análisis | Autores |
|---|---|---|
| Simuladores/Laboratorios virtuales/Realidad aumentada en la enseñanza de la químca | Virtual laboratory vs. traditional laboratory: which is more effective for teaching electrochemistry? | (Hawkins y Phelps, 2013) |
| | El problema de los 9 frascos: un clásico de laboratorio alumnos de química básica, simulado en computadora | (Baggio y Harvey, 2015) |
| | Application of the Environmental Sensation Learning Vehicle Simulation Platform in Virtual Reality | (Hsu et al., 2016) |
| | Del laboratorio al aula virtual y simuladores | (Vega-Rodríguez, 2020) |
| | The Effectiveness of Using Augmented Reality Apps in Teaching the English Alphabet to Kindergarten Children: A Case Study in the State of Kuwait | (Safar et al., 2017) |
| | Students' development of socio-scientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment | (Chang et al., 2018) |
| | Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química | (Merino et al., 2015) |
| | Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas | (Buitrago-Pulido, 2015) |
| | Growth measurement of surface colonies of bacteria using augmented reality | (Wildan et al., 2019) |
| | Evaluating the Effect on User Perception and Performance of Static and Dynamic Contents Deployed in Augmented Reality based Learning Application | (Hincapié et al., 2016) |
| | Augmented reality, the future of contextual mobile learning | (Sungkur et al., 2016) |

| | | |
|---|---|---|
| | Integración de las TIC para la enseñanza de las Ciencias Morfológicas en el nivel universitario | (Fabro et al., 2020) |
| **Núcleo temático** | **Unidad de análisis** | **Autores** |
| Enseñanza y aprendizaje del concepto mezcla | La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria | (Sánchez et al., 1997) |
| | Mezclas en la vida cotidiana. Una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia, tecnología, sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. | (Paixão, 2004) |
| | Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico | (Furió-Más y Domínguez, 2007) |
| | Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. | (Martínez et. al., 2009). |
| | Los criterios de clasificación de la materia inerte en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia | (Martín del Pozo y Galán, 2012) |
| | Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. | (Furió-Más et al., 2012) |
| | Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. | (Dávila-Acedo, 2017) |
| | Validación de herramienta didáctica de aprendizaje para el diseño de una torre de destilación de mezclas binarias por método McCabe-Thiele | (Mendoza et al., 2020) |

### *3.1.1 Descripción de los Hallazgos por Núcleo Temático*

A continuación, se presentan algunos antecedentes asociados a los núcleos temáticos descritos previamente, los cuales se constituyen en un punto de referencia en relación con el estado de la cuestión en el ámbito educativo y permiten posteriormente construir el marco teórico.

#### 3.1.1.1 Núcleo temático 1. Aprendizaje Basado en Proyectos en la enseñanza de las ciencias naturales.

El ABPy ha tenido una gran acogida en diferentes áreas del conocimiento y, a nivel educativo, ha sido abordada en diferentes niveles educativos y bajo diferentes enfoques y contextos. A continuación, se presentan estudios que son importantes para este trabajo puesto que abordan asuntos metodológicos y conceptuales que representan antecedentes relevantes para estructurar la propuesta de enseñanza del concepto mezcla a partir de un proyecto denominado *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR.*

En el ámbito internacional, en España, se desarrollaron un par de proyectos denominados "*Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias*" (Ausin et al., 2016) y "*Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales, una propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular*" (Manso y Ezquerra, 2014). Ambos, relatan la importancia del ABPy como recurso didáctico para alcanzar los objetivos trazados y proponen una ruta metodológica que concluye con la elaboración de un producto.

De igual manera, en el año 2016 se publican en Grecia los resultados de un proyecto titulado '*Greek students research the effects of fire on the soil system through Project-based Learning*' (Kioupi y Arianoutsou, 2016), un ejercicio investigativo que describe la importancia del

contexto, el trabajo colaborativo y la sistematización de la información como elementos importantes al momento de diseñar y poner en práctica un proyecto.

Ahora bien, en Estados Unidos, el Buck Institute for Education (BIE) es tal vez una de las apuestas más importantes a nivel mundial para abordar el ABPy. Este instituto tiene como prioridad enseñar a los maestros a usar el aprendizaje basado en proyectos en todos los niveles educativos. Es una organización sin ánimo de lucro, con una misión específica consistente en "*crear, reunir y compartir prácticas y productos de instrucción de PBL (Project Based Learning) de alta calidad y proporcionar servicios altamente efectivos a maestros, escuelas y distritos*" (BIE, 2015)

Este referente en particular, es importante para esta investigación porque propone el diseño de proyectos a partir de lo que ellos denominan "estándares de oro" y que tienen como referencia ocho características esenciales que van desde la selección de contenidos y habilidades, hasta la elaboración de un producto para un público.

De forma particular en el contexto colombiano se han llevado a cabo experiencias que involucran el ABPy, por ejemplo: "*Enseñanza de la electrostática por medio de la construcción de prototipos de bajo costo y el Aprendizaje Basado en Proyectos*" (Collazos et al., 2016); "*Aprendizaje significativo por investigación: propuesta alternativa*" (Eraso-Checa et al., 2014) y "*Una experiencia de práctica pedagógica con docentes en formación en ciencias naturales apoyada en el aprendizaje basado en proyectos (ABPy)*" (Giraldo et al., 2020). Estas experiencias son relevantes puesto que representan propuestas pedagógicas basadas en el aprendizaje basado en proyectos y se proponen como alternativas de enseñanza de las ciencias, a su vez, aportan elementos de diseño teórico y metodológico para este tipo de proyectos.

Adicionalmente, se destacan programas que promueven y se acercan a esta metodología, específicamente en la ciudad de Medellín, entre ellos:

- *STEAMakers:* Es un programa que promueve el desarrollo de una comunidad educativa crítica y creativa al servicio de la transformación social en Colombia, por medio de procesos de transformación al interior de las instituciones educativas, enfocados en tres ejes centrales: el aprendizaje basado en proyectos, interdisciplinariedad de las áreas académicas y la conexión con el mundo real. Su objetivo es contribuir a la mejora de la calidad de la educación, al fortalecimiento de la ciencia, la tecnología y la innovación y al buen tránsito hacia la educación superior.
- *Generación N:* fue un proyecto de la Corporación Ruta N operado por el Parque Explora, que pretendió beneficiar a más de 1500 estudiantes de educación básica y media (grados 3° a 11°) en Colombia, quienes se formarán en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) por medio del trabajo directo con sus maestros. Esta es una iniciativa que busca respaldar a los docentes e instituciones educativas que buscan nuevas formas de acercar la escuela al mundo fuera de ella, incorporando la estrategia pedagógica ABPy.

Además de lo anterior, es importante mencionar que el ABPy suele encontrarse asociado con otras metodologías y tal y como lo indica Trikaliti (2004) el ABPy se considera un "método paraguas" porque abarca numerosas estrategias pedagógicas que apuntan a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, moldear actitudes y cultivar valores. Al respecto, la mediación tecnológica aparece como una apuesta para enriquecer el proyecto que se diseña.

#### 3.1.1.2 Núcleo temático 2. Simuladores/Laboratorios virtuales/Realidad aumentada en la enseñanza de la química.

Baggio y Harvey (2015) plantean que las simulaciones virtuales son un buen complemento para las prácticas de laboratorio, además, en algunas ocasiones, las simulaciones reemplazan las prácticas convencionales con cierta ventaja, esto es cuando se generan residuos que no se pueden descartar fácilmente o cuando no se dispone de materiales y reactivos suficientes.

En este sentido, la experimentación en el entorno de simulación visual puede reducir los factores externos y puede repetirse, por lo que es un mejor enfoque para realizar investigaciones a través de la tecnología de simulación visual (Hsu et al., 2016), lo cual abre las posibilidades para explorar nuevas metodologías para la enseñanza de la química u otras disciplinas.

Otro aspecto importante de este núcleo temático, y en el contexto de la pandemia, es que las simulaciones, los laboratorios virtuales y la realidad aumentada se convierten en una alternativa para abordar las clases a distancia. En este sentido, Vega-Rodríguez (2020) menciona la importancia de las plataformas virtuales como un medio de comunicación alternativo, así mismo, resalta la importancia de los simuladores virtuales en la comprensión de las temáticas a estudiar, por parte de los estudiantes y bajo la modalidad de educación remota.

Con respecto a la realidad aumentada, se referencian los siguientes estudios que representan una alternativa que aportan conclusiones e ideas importantes para estructurar la propuesta de enseñanza del concepto mezcla, además se perfilan como referentes metodológicos para integrar a las dinámicas de enseñanza en el aula por medio de esta tecnología interactiva.

En este sentido, autores como Safar et al. (2017) postulan que el uso de aplicaciones (apps) de realidad aumentada pueden convertirse en una herramienta efectiva de enseñanza y aprendizaje. Estos investigadores sugieren que existen diferencias estadísticamente significativas en los

resultados de las pruebas cuando se enseñan conceptos por métodos tradicionales y utilizando la realidad aumentada, evidenciando un mejor desempeño en los estudiantes cuando se utilizan estas metodologías.

Por otro lado, Hincapié et al. (2016), plantean que la realidad aumentada ha demostrado ofrecer varias ventajas en el contexto educativo como aumentar en los estudiantes el compromiso de aprendizaje y la comprensión de algunos temas, principalmente los relacionados con habilidades espaciales. A su vez, explican que los contenidos desplegados en una aplicación de realidad aumentada son de tipo, estáticos, es decir, texto; o dinámicos, es decir, animaciones; y esto influye en el aprendizaje, concluyen que ambos son efectivos, sin embargo, existe una diferencia en el rendimiento de aprendizaje de los estudiantes cuando utilizan contenidos dinámicos; además, la percepción de los estudiantes es que el aprendizaje de los conceptos es más fácil cuando utilizan contenidos dinámicos que cuando utilizan contenidos estáticos.

Los antecedentes anteriormente mencionados son importantes para este trabajo en particular porque presentan resultados de investigaciones que aportan elementos teóricos y metodológicos para enseñar y sus efectos en el aprendizaje de los estudiantes, además, se presentan metodologías activas que han sido consideradas como eficaces en la enseñanza de las ciencias y se sugieren propuestas innovadoras con mediación tecnológica que trascienden los paradigmas tradicionales de enseñanza a la vez que sitúan al estudiante como protagonista principal en la construcción de su propio conocimiento.

#### 3.1.1.3 Núcleo temático 3. Enseñanza y aprendizaje del concepto mezcla.

En este núcleo temático se revisaron algunos antecedentes sobre los conocimientos previos que predominan en los estudiantes al abordar los procesos de aprendizaje del concepto mezcla. A

continuación, se mencionan algunos estudios relevantes que abordan asuntos relacionados con las mezclas y sustancias.

Sánchez et al. (1997) indagaron sistemáticamente las concepciones que poseen los estudiantes sobre el concepto disolución como sistema material, como proceso y como interpretación particular. Valcárcel y Sánchez (1990) afirman que hay asuntos condicionantes relacionados con la estructura de la materia y confusiones conceptuales en el lenguaje cotidiano con los conceptos establecidos científicamente.

En un estudio más profundo Furió-Mas y Domínguez-Sale (2007) analizan las problemáticas de la ciencia a lo largo de la historia para la construcción de los conceptos macroscópicos de sustancia y compuesto químico. Expresan que los estudiantes presentan confusiones con los modelos macroscópicos y microscópicos de los conceptos mezcla y compuesto.

Adicionalmente, Martínez et al. (2009) indagan sobre los conocimientos que poseen los estudiantes de primaria y secundaria sobre distintos sistemas materiales, y en qué medida los textos escolares promueven su adecuada caracterización y diferenciación. Concluyen que hay poco conocimiento sobre el concepto mezcla.

Ahora bien, durante el año 2012 se llevaron a cabo un par de estudios en España; por un lado, en la ciudad de Madrid, Martín del Pozo y Galán (2012) describen y analizan los criterios que los estudiantes de primaria utilizan para clasificar la materia inerte y cómo emplean los criterios básicos de clasificación: sustancia pura/mezcla. Los resultados sugieren que los alumnos utilizan una diversidad de criterios basados en la percepción y en la utilidad, así como los criterios naturales/artificial y uno/varios componentes para aplicar los criterios básicos de clasificación de la materia inerte. Por otro lado, en la ciudad de Valencia, Furió-Mas et al. (2012) realizan un

estudio en el que exponen que una proporción significativa de estudiantes tiene dificultades para comprender el concepto de sustancia y relacionarlo con el modelo atómico.

Finalmente, en el ámbito local, Mendoza et al. (2020) realizaron un estudio en la Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco y en la Universidad de Cartagena, con el fin de validar un software como herramienta didáctica en la asignatura de operaciones unitarias para verificar el logro del aprendizaje significativo en estudiantes sobre la temática de diseño de torres de destilación de mezclas binarias. Los autores concluyen que la utilización del software en el proceso de enseñanza y aprendizaje mejora la adquisición de aprendizaje significativo en muchos más estudiantes y reduce tanto los tiempos de resolución como minimizar los errores en la solución de problemas relacionados con el diseño de torre de destilación.

## 3.2 Marco Teórico

Inicialmente se desarrolla el marco teórico con los núcleos temáticos sobre los cuales se sustenta esta propuesta investigativa. En un primer momento se hace referencia al Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) como estrategia pedagógica de enseñanza, sus potencialidades y las posibilidades que ofrece para conectar problemas reales con los intereses de los estudiantes, además de sus fases de estructuración aplicadas a esta propuesta de investigación; en un segundo momento se abordan aspectos conceptuales de los simuladores/laboratorios virtuales/realidad aumentada como tecnologías mediadoras en la enseñanza de las ciencias y en las que se apoya esta propuesta. Luego, en un tercer momento se presenta el núcleo temático sobre el concepto de mezcla desde los conocimientos previos que tienen los estudiantes y su relación con esta propuesta investigativa. Posteriormente se aborda la teoría del aprendizaje significativo crítico y algunos

principios que fundamentan las actividades a realizar y que sirve como referente para el análisis de la información. Finalmente se desarrollan los marcos conceptual, legal y espacial, que describen asuntos referenciales para la estructuración teórica de este estudio.

### *3.2.1 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy)*

Después de realizar una revisión del estado de la cuestión sobre ABPy en diferentes revistas de investigación en relación con la enseñanza de las ciencias, podemos concluir que el ABPy es considerado como una metodología que se centra en aspectos que conducen a los estudiantes a encontrar los conceptos fundamentales y principios de un tema práctico (Collazos et al., 2016, Kioupi y Arianoutsou, 2016); sin embargo, existen múltiples perspectivas alrededor de su definición, particularmente en esta investigación nos identificamos con la propuesta de Martí et al. (2010) quien lo asume como un modelo de aprendizaje donde los estudiantes trabajan de manera activa, planificando, implementando y evaluando proyectos que tienen aplicación en el mundo real, más allá del aula.

En la investigación de Ausín et al. (2016), se afirma que el Aprendizaje Basado en Proyectos se constituye en un enfoque educativo que posibilita que los estudiantes “aprendan a aprender” y trabajen de forma colaborativa para buscar soluciones a un problema cercano a su contexto o al mundo real.

Por tanto, podemos reconocer en el APBy una herramienta con alto potencial para el desarrollo de las competencias que más se van a demandar y potenciar en los sistemas educativos del Siglo XXI, como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la apropiación de las tecnologías digitales.

#### 3.2.1.1 Características del ABPy: Posibilidades y Limitaciones en el marco de esta Investigación.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPy) en el marco de esta investigación, se ha considerado como una alternativa para dinamizar el trabajo en el aula y favorecer el interés de los estudiantes hacia la ciencia y su aprendizaje. En este sentido y desde la perspectiva de Thomas (2000) interesa fomentar su autonomía y poner énfasis en respuestas a preguntas o elaboración de productos de interés, mediante la utilización de técnicas de investigación.

Algunas de las características del ABPy son descritas por Imaz (2015) quien resalta que los proyectos:

1. Presentan situaciones en las que el alumno aprende a resolver problemas no resueltos utilizando conocimiento relevante.
2. Se centran en explorar y trabajar un problema práctico con una solución desconocida.
3. Pueden demandar la aplicación de conocimientos interdisciplinarios. Así, en el desarrollo de un proyecto, el alumno puede apreciar la relación existente entre diferentes disciplinas.
4. Permiten la búsqueda de soluciones abiertas. Los estudiantes pueden ajustar el proyecto a sus propios intereses y habilidades

En relación con los estudiantes, estos tienen la oportunidad de asumir más responsabilidad e independencia de aprendizaje de una manera personalmente significativa (Ching y Hsu, 2013). Además, la retroalimentación de los compañeros tiene el potencial de facilitar los procesos de aprendizaje. Desde la perspectiva de los docentes, estos actúan como guías, acompañando los procesos de retroalimentación y evaluación formativa.

Además, en la educación basada en proyectos, los docentes diseñan escenarios participativos para el aprendizaje, dan acceso a la información, guían a los estudiantes para que manejen de manera apropiada sus responsabilidades, los animan a utilizar procesos de aprendizaje metacognitivos, respetan los esfuerzos grupales e individuales, verifican el progreso, diagnostican problemas, dan retroalimentación y evalúan los resultados generales (Rodríguez-Sandoval et al., 2010).

#### 3.2.1.2 El Buck Institute for Education (BIE): Referente Metodológico para el Diseño de Proyectos.

El referente principal de esta investigación, se enmarca en la propuesta del Buck Institute for Education (de ahora en adelante BIE), una organización de investigación y desarrollo que ha desarrollado estrategias para hacer llegar a las escuelas a nivel mundial una ruta metodológica para el diseño de proyectos.

El BIE define el ABPy como un “método sistemático de enseñanza que involucra a los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos y habilidades, a través de un proceso extendido de indagación, estructurado alrededor de preguntas complejas y auténticas, y tareas y productos cuidadosamente diseñados” (Markham, 2003, p.14)

Uno de los principales logros del BIE es la creación de un modelo basado en lo que ellos denominaron “estándar de oro" (Figura 1) y que consta de ocho características esenciales, para ayudar a los maestros y escuela s a medir, calibrar y mejorar su práctica (BIE, 2015) y que ubica en el centro los conocimientos y habilidades.

**Figura 1**. *Estándares para el ABPy*

Fuente: Larmer, Mergendoller y Boss (2015)

Cada una de las características descritas en la propuesta del BIE brinda pautas para el diseño de un proyecto y en términos generales, los conocimientos y habilidades se refieren a los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que serán abordados en un proyecto y las habilidades que se deseen potenciar según los propósitos del mismo (creatividad, pensamiento crítico, colaboración, entre otras).

Generalmente un proyecto inicia con la formulación de una pregunta orientadora, reto o problema que marca la pauta para dar inicio a las actividades de investigación continua que permiten en primera instancia recolectar y analizar información que será útil para el diseño de un producto final (video, prototipo, revista…) que pasará por procesos de crítica y revisión, contará con la participación comprometida de los estudiantes (voz y voto) y estará conectado con problemas del mundo real, más allá de lo que ocurre en el aula de clase. En la tabla 4 se presentan

algunas preguntas orientadoras propuestas por Giraldo et al. (2020) para guiar el proceso de diseño con base en la propuesta del BIE.

**Tabla 4.** *Preguntas orientadoras para el diseño de proyectos*

| Investigación continua | Voz y voto del estudiante |
|---|---|
| ¿Qué fuentes de investigación serán consideradas?<br>¿Cómo sistematizar y usar la información?<br>¿Cómo vincular las TIC a las tareas del proyecto?<br>¿Qué lugares, expertos y materiales serán considerados en el proyecto? | ¿Cómo se van a organizar los grupos de trabajo?<br>¿Qué decisiones podrán tomar los estudiantes?<br>¿Cuáles serán los roles de los participantes? |

| Reflexión | Pregunta orientadora | Conexión con el mundo real |
|---|---|---|
| ¿Qué espacios o momentos se van a propiciar para la reflexión y toma de decisiones? | ¿Qué queremos investigar?<br>¿Qué reto queremos proponer?<br>¿Qué problema queremos solucionar? | ¿Qué personas deben implicarse en el proyecto?<br>¿Qué problemas del contexto se pretenden trabajar?<br>¿Qué lugares, expertos y materiales se podrían relacionar con los propósitos del proyecto? |

| Crítica y Revisión | Conocimientos y habilidades | Producto para un público |
|---|---|---|
| ¿Cuáles estrategias de evaluación se van a considerar?<br>¿Qué insumos se van a utilizar para realizar seguimiento? | ¿Qué conocimientos y habilidades se desean potenciar?<br>¿Qué contenidos se van a privilegiar durante el proyecto? | ¿Cuáles serán las estrategias de socialización?<br>¿Qué tipo de productos se podrían esperar? |

Fuente: Giraldo et al. (2020)

Por último, el BIE en su modelo de planificación, hace mención a los proyectos efectivos como aquellos que reconocen el impulso inherente de los estudiantes por aprender y los ubica en el centro del proceso formativo; además, destacan las preguntas orientadoras que conducen a los estudiantes hacia una exploración profunda de los problemas identificados en contexto, incluyen múltiples productos que posibilitarían la realimentación y favorecen oportunidades para la mejora continua.

En relación con la evaluación, esta se estructura desde lo formativo y se diseñan actividades basadas en el proceso, que generan altas expectativas, presentan desafíos y requiere el uso y el desarrollo de diversas habilidades, lo cual promueve la colaboración de diversas formas y genera oportunidades para consolidar estrategias de apoyo entre los estudiantes.

### *3.2.2 Simuladores/Laboratorios Virtuales/Realidad Aumentada en la Enseñanza de la Química*

En la era de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se hace necesario integrar los procesos educativos a los emergentes recursos y herramientas tecnológicas, sin embargo, esta mediación tecnológica presenta retos para recrear escenarios de enseñanza novedosos que se salgan de los paradigmas tradicionales de enseñanza y se aborden situaciones de aprendizaje que lleven a los estudiantes a ser parte activa de su formación, de esta manera construyen su conocimiento, y con criterio, seleccionan información relevante para enfrentar y resolver problemas de su entorno.

Para esta propuesta de investigación tendremos en cuenta la definición que en Colombia realiza el Ministerio de las Tecnologías de la Información y Comunicación (MinTIC) sobre las TIC, según el artículo 6, de la ley 1341 del año 2009, la cual postula que las tecnologías de la

información y la comunicación (TIC) son el conjunto de recursos, herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, redes y medios; que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información como voz, datos, texto e imágenes.

Bajo esta definición y relacionándola con la idea de la educación científica, Pujol (2003) plantea que un aspecto muy importante de las TIC es la posibilidad de realizar simulaciones por ordenador o plataformas interactivas. Mediante ellas, es posible interactuar con fenómenos difíciles de reproducir en el aula o en el laboratorio, simular experiencias que requieren un equipo complejo y costoso, o que afronten situaciones peligrosas. Permiten simular una situación real en la que es posible jugar con muchas variables, proporcionando a los estudiantes la oportunidad de poseer más elementos para discutir la solución adecuada al problema inicialmente planteado, a la vez que favorece que sean agentes activos de una situación compleja.

Otro aspecto importante sobre las TIC son los procesos educativos que ayudan a desarrollar la curiosidad, la observación y la experimentación (Safar et al., 2017), por lo que también representan una ventaja, puesto que los maestros expresan que potencializan dichos procesos, y a su vez, los estudiantes afirman que las TIC les ayuda a superar las dificultades de espacio y tiempo para acceder a la información (Fabro et al. 2020)

Es por esto que la integración de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje suponen un cambio metodológico frente a la enseñanza tradicional, ya que se convirtieron en herramientas mediadoras para abordar los contenidos temáticos de una forma novedosa. En este sentido, las simulaciones con los laboratorios virtuales y la realidad aumentada, son las herramientas TIC que se pretenden llevar al aula en esta investigación. A continuación, se desarrollan algunos aspectos teóricos relevantes sobre estas herramientas.

#### 3.2.2.1 Cloudlabs: laboratorios virtuales para la enseñanza de las técnicas de separación de mezclas.

Los simuladores de laboratorio cloudlabs presentan situaciones, procesos, métodos y equipos. El objetivo es desarrollar actividades de exploración, medición y análisis de fenómenos, permitiendo que los estudiantes relacionen eventos con sus consecuencias, comprendan el significado de los contenidos teóricos, analicen procesos y comportamientos de los fenómenos naturales, físicos y eventos en contextos reales, entendiendo el impacto y trascendencia de los mismos. Para el ingreso a la plataforma web de cloudlabs, cada equipo de estudiantes cuenta con un usuario y contraseña con el cual acceden al laboratorio virtual, en el que se encuentran los elementos e instrumentos necesarios para realizar montajes y desarrollar cuatro prácticas simulando métodos de separación de mezclas para resolver una problemática planteada para mezclas homogéneas o heterogéneas definidas en el laboratorio virtual cloudlabs. En cada una de las prácticas se dispone de una mesa de trabajo de laboratorio de química, que cuenta con una estantería donde se encuentran las soluciones, reactivos o muestras a separar por el método adecuado y de acuerdo a su naturaleza. Los elementos como balones redondos con desprendimiento lateral, volumétricos, mecheros, termómetros, piezas metálicas, pinzas y reactivos químicos, se podrán arrastrar desde su ubicación para armar el montaje adecuado que permita desarrollar la operación fisicoquímica en la separación de mezclas. Los resultados se registran en tablas que al final son mostradas en el informe de laboratorio generado en la plataforma web (https://my.cloudlabs.us/simuladores)

Algunos de los beneficios que se reportan del uso de las simulaciones, se destaca el de Hawkins y Phelps (2013) quienes referencian estudios en los cuales el uso de simulaciones por

computadora como suplementos a las prácticas tradicionales de laboratorio pueden ser útiles para aumentar los puntajes de las pruebas de lectura, mejorar las actitudes de los estudiantes, mejorar la preparación para el laboratorio práctico, y fortalecer el conocimiento conceptual (Yaron et al., 2003; Woodfield et al, 2004; Woodfield et al., 2005; Liu, 2006; Dalgarno et al., 2009)

Díaz (2005), menciona que el acercamiento al estudio de la química como científico e investigador, genera en el estudiante interés por observar posibles aplicaciones reales de sus conocimientos en determinados contextos, permite también un aprendizaje significativo debido a la interacción de sus ideas previas y las situaciones problema que debe enfrentar para solucionarlas, es por esto que para esta propuesta, se implementan los simuladores de separación de mezclas en la plataforma web cloudlabs

#### 3.2.2.2 Uso de la Realidad Aumentada en el marco de esta investigación.

La definición para realidad aumentada que se tendrá en cuenta en este trabajo es la planteada por Etmeezi (2010 como se citó en Safar, et al. 2017) quien la define como una tecnología informática basada en la integración de imágenes, escenas y clips del mundo real con el mundo virtual a través de gráficos tridimensionales por computadora, donde la computadora controla estos componentes.

Desde el aspecto funcional, Safar, et al., (2017) expone que cuando una persona utiliza esta tecnología para observar el mundo real que lo rodea, los objetos de ese entorno tienen información que se despliega de forma tridimensional y se integra con la imagen que ve esa persona. Shelton (2002 como se citó en Safar, et al. 2017) explica que la realidad aumentada funciona de dos maneras: mediante el uso de marcadores y mediante el uso de sensores de posicionamiento geográfico (GPS) y técnicas asociadas. Para el caso de esta propuesta se profundizará en el uso de marcadores programados bidimensionales, los cuales muestran contenido digital con etiquetas en

blanco y negro o en color. El marcador se puede imprimir y colocar frente a una cámara web para que la cámara pueda capturar e integrar las etiquetas, permitiéndole ver la integración tridimensional y ver la información relacionada. La identificación aparece en el marcador y luego aparece una forma tridimensional en la superficie. Una vez que el marcador se identifica con éxito, se procede a identificar el marcador en la ubicación espacial porque los objetos compactos se reflejan en la imagen para adaptarse al alcance y la dirección de la marca detectada, de acuerdo al dispositivo utilizado.

Desde el punto de vista de las ventajas de utilizar tecnología de realidad aumentada en la educación, se seleccionan los planteadas por Radu (2012) y Yuen, et al. (2011):

- Aumenta la comprensión del contenido científico en ciertas materias. El uso de la tecnología de realidad aumentada tiene un mayor impacto en el aprendizaje de los estudiantes en comparación con otras herramientas, como libros, vídeos o computadoras de escritorio.
- Mejora la cooperación entre los miembros del grupo y entre los estudiantes y sus profesores.
- Conduce a una retención más prolongada de la información, ya que el contenido adquirido mediante el uso de aplicaciones de realidad aumentada por parte del estudiante está más arraigado en la memoria en comparación con el aprendido a través de medios convencionales.
- Motiva a los estudiantes a explorar materiales educativos e información desde diferentes perspectivas.
- Estimula la creatividad del estudiante y expande su imaginación para ayudarlo a captar hechos y conceptos.

- Ayuda a los estudiantes para que aprendan a controlar su educación de acuerdo con su nivel de comprensión y su método de aprendizaje preferido.
- Crea un entorno de enseñanza y aprendizaje adecuado para múltiples métodos de enseñanza y aprendizaje, así como para diferentes edades.

Para el caso de esta propuesta, se pretende que los estudiantes presenten el producto del proyecto con realidad aumentada utilizando marcadores que permitan desplegar información multimedia relacionada con el concepto mezcla, la contaminación de los ecosistemas y los posibles métodos físicos de separación de mezclas adecuado para su descontaminación.

### *3.2.3 El Concepto Mezcla y los Conocimientos Previos de los Estudiantes*

Este núcleo temático es importante para esta investigación puesto que representa el eje conceptual sobre el cual se desarrolla la propuesta, en este sentido, tendremos en cuenta la definición que hace Chang (2011) sobre el concepto mezcla, la cual se refiere a una combinación de dos o más sustancias en las que estas conservan sus propiedades, las mezclas se pueden formar y luego separar por medios físicos en sus componentes puros sin cambiar la composición y propiedades de tales componentes; cuando la composición de la mezcla es uniforme, se conoce como mezcla homogénea, y cuando no es uniforme se conoce como mezcla heterogénea.

Con relación a la definición propuesta, y en el marco de este estudio, se hace necesario identificar cuáles son esos conocimientos previos que poseen los estudiantes en relación con este concepto, por lo que se presentan algunos estudios que aportan evidencias y elementos teóricos sobre sus concepciones alternativas, al igual que algunas implicaciones para aprender otros conceptos en química como se puede ver en la Tabla 5.

**Tabla 5**. *Ideas previas relacionadas con el concepto mezcla y las implicaciones para aprender otros conceptos en química.*

| Ideas previas relacionadas con el concepto mezcla | Implicaciones para aprender otros conceptos en química |
|---|---|
| La confusión del lenguaje cotidiano con la terminología científica influye cuando relacionan la concentración de una solución con la fase sólida de la mezcla heterogénea que resulta de no diluir todo el sólido que se añadió al disolvente (Valcárcel y Sánchez, 1990). | Aparecen problemas de conceptos como mezcla heterogénea-disolución saturada, disolución insaturada-disolución diluida y concentrada.<br>El reconocimiento por parte de los estudiantes de lo que es una disolución está condicionada por la naturaleza de los componentes, en el caso de líquido-líquido y gas-gas suele ser más común referirse al término mezcla. (Valcárcel y Sánchez, 1990). |
| La mayoría de los estudiantes no se ha apropiado de la definición operacional de sustancia química en el nivel macroscópico (material que tiene un conjunto de propiedades características e invariables) y asocian el significado de este término con el más genérico de material o producto que habitualmente utilizamos para nombrar las mezclas.<br><br>Tanto a escala macroscópica como microscópica, es lo mismo mezcla y compuesto, basándose en que ambas clases de sistemas materiales están formadas por más de una sustancia simple (que suelen identificar con el concepto de elemento) (Furió-Mas y Domínguez-Sale, 2007) | Se han detectado dificultades para diferenciar sustancia pura de mezcla, particularmente cuando ésta es homogénea y, más concretamente, para diferenciar compuesto y mezcla, pues consideran que ambos están formados por más de una sustancia (Briggs y Holding, 1986). |
| Los estudiantes poseen una concepción restringida de mezcla, muy centrada en lo perceptible, que excluye a productos que se encuentran naturalmente mezclados (Martínez et al.,2009). | Los estudiantes presentan dificultades asociadas al concepto mezcla, específicamente para la comprensión de las disoluciones, soluto, solvente, concentración de soluciones y dilución (Pozo et al., 1991). |

| **Ideas previas relacionadas con el concepto mezcla** | **Implicaciones para aprender otros conceptos en química** |
|---|---|
| Para identificar los modelos usados en la representación de las mezclas homogéneas y heterogéneas, se podría generalizar el uso de varios tipos de representaciones centradas en lo macroscópico, por ejemplo, cuando se muestran las características visibles de las mezclas, sus fases como diferenciador de lo homogéneo y heterogéneo.<br>A nivel microscópico, se hace uso del modelo corpuscular o daltoniano, tratando de evidenciar la homogeneidad, distribución y fases de las mezclas. Desde el punto de vista de lo submicroscópico, se muestra que existe una correlación entre los procesos macroscópicos y microscópicos, representando que ocurre con los componentes o materiales que conforman la mezcla, haciendo uso de modelos moleculares o espaciales, combinando teóricamente los postulados de las teorías cinético molecular, teoría del enlace químico y teoría atómica (Ruge, 2017). | El concepto mezcla se debe diferenciar de otros conceptos como elementos y compuestos ya que constituyen la base para la comprensión de las reacciones químicas (Kind, 2004). |
| La mayoría de los estudiantes tiene confusión en el manejo de los conceptos de disoluciones, mezclas homogéneas y heterogéneas; afirma que las ideas de los estudiantes están fuertemente ligadas a lo fenomenológico. Para ellos, la materia es continua y estática; sin embargo, identifican la presencia de partículas: moléculas que constituyen las disoluciones (Váldez et al.,1998). | La falta de comprensión de este concepto podría generar dificultades para la comprensión del cambio químico ya que existe una correlación entre procesos macroscópicos y microscópicos, representando lo que ocurre con los componentes que conforman la mezcla, en los cuales, los estudiantes hacen uso de modelos moleculares o espaciales, combinando teóricamente los postulados de las teorías cinético molecular, teoría del enlace químico y teoría atómica. (Furió-Mas, 2007) |
| Los estudiantes de los últimos grados de secundaria presentan dificultades para conceptualizar, de forma adecuada y coherente, las sustancias puras a nivel | A nivel microscópico, la mayoría de estudiantes no sabe definir sustancia como un material que tiene todas sus partículas (átomos o moléculas) iguales. Para esta mayoría, la sustancia solamente ha de tener un tipo de átomos, es decir asocian |

| | |
|---|---|
| macroscópico y microscópico, atribuyendo un significado dual (Furió y Domínguez, 2001; 2007). | sustancia a sustancia simple. (Furió-Mas y Domínguez-Sale, 2007). |
| | A nivel macroscópico es frecuente que el estudiante otorgue un significado ambiguo al término sustancia pura, confundiéndose con otros términos más generales como material o producto, o bien asociándolo a los productos naturales, de acuerdo con significados habituales del término "sustancia" en el lenguaje cotidiano (Lloréns, 1991; Pozo, et al., 1991). |
| Los estudiantes pueden utilizar el término sustancia para designar tanto a las sustancias puras como a las mezclas (Driver et al., 1999; Azcona et al., 2004). | Los estudiantes tienen dificultades para comprender el concepto de sustancia y relacionarlo con el modelo atómico (Furió-Mas et al., 2012). |

Por lo expuesto anteriormente, la importancia de la enseñanza del concepto mezcla a los estudiantes de primaria y secundaria radica en que es una temática trascendental que supone los fundamentos teóricos para la comprensión de otros conceptos y procesos claves en el estudio de la química y su relación con el contexto social, económico y ambiental en los cuales está inmerso el estudiante.

### *3.2.4 Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico en el marco de esta investigación*

La enseñanza de conceptos científicos también debería definirse en función de un referente teórico que permita clarificar los propósitos del diseño instruccional, que para esta investigación se orientan desde la formulación de un proyecto y que vayan de la mano con unos resultados esperados en términos de aprendizaje.

En este sentido, esta investigación tiene como base teórica la Teoría del Aprendizaje Significativo Crítico (Moreira, 2005), la cual según este autor permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella. Se trata de una perspectiva antropológica en relación a las actividades de su grupo social, que permite al individuo participar de tales actividades, pero, al mismo tiempo, reconocer cuándo la realidad se está alejando tanto que no puede ser captada por el grupo.

Ahora bien, esta propuesta surge como una posibilidad para comprender que el aprendizaje, además de ser significativo, puede estar enmarcado desde una visión crítica y justamente para comprender esta relación, Moreira propone un conjunto de principios que podrían favorecer este tipo de aprendizaje y que se describen en la Tabla 6.

**Tabla 6.** *Principios facilitadores del Aprendizaje Significativo Crítico (tomado de las Actas del III Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo, Aprendizaje Significativo Crítico (pp.33-45)*

| Principio | Cuestiones teóricas generales |
|---|---|
| Principio del conocimiento previo. Aprendemos a partir de lo que ya sabemos. | Para ser crítico de algún conocimiento, en primer lugar, el sujeto tiene que aprenderlo significativamente y, para eso, su conocimiento previo es, aisladamente, la variable más importante. Ausubel decía: “averígüese lo que el estudiante sabe y enséñese en consecuencia” |
| Principio de la interacción social y del cuestionamiento. Enseñar/aprender preguntas en lugar de respuestas. | Una enseñanza basada en respuestas transmitidas primero del profesor para el alumno en las aulas y, después, del alumno para el profesor en las evaluaciones, no es crítica y tiende a generar aprendizaje no crítico, en general mecánico. |
| Principio de la no centralización en el libro de texto. Del uso de documentos, artículos y otros materiales educativos. De la diversidad de materiales educativos. | No se trata, propiamente, de excluir el libro didáctico de la escuela, sino de considerarlo como uno más de entre otros varios materiales educativos. |

| Principio | Cuestiones teóricas generales |
|---|---|
| Principio del aprendiz como perceptor/representador. | La cuestión es que el aprendiz es un perceptor/representador, o sea, percibe el mundo y lo representa: todo lo que el alumno recibe, lo percibe. |
| Principio del conocimiento como lenguaje. | Aprender de forma crítica es percibir ese nuevo lenguaje como una nueva forma de percibir el mundo |
| Principio del aprendizaje por el error. | Buscar sistemáticamente el error es pensar críticamente, es aprender a aprender, es aprender críticamente rechazando certezas, encarando el error como algo natural y aprendiendo a través de su superación. |
| Principio de la conciencia semántica. | El significado está en las personas, no en las palabras. Es preciso también tener claro que la correspondencia entre palabras y referentes verificables es variable, o sea, hay niveles de abstracción variables. Algunas palabras son más abstractas o generales, otras son más concretas o específicas. Relacionado con esto está lo que podría llamarse *dirección del significado*: con palabras cada vez más abstractas o generales |
| Principio del desaprendizaje. | Desaprender se está usando aquí con el significado de no usar el conocimiento previo (subsumidor) que impide que el sujeto capte los significados compartidos relativos al nuevo conocimiento.<br><br>Aprender a desaprender, es aprender a distinguir entre lo relevante y lo irrelevante en el conocimiento previo y liberarse de lo irrelevante, o sea, desaprenderlo |
| Principio de incertidumbre del conocimiento. | El principio de la incertidumbre del conocimiento nos alerta sobre el hecho de que nuestra visión del mundo se construye a partir de las definiciones que creamos, de las preguntas que formulamos y de las metáforas que utilizamos. Naturalmente estos tres elementos están interrelacionados en el lenguaje humano. |
| Principio de la no utilización de la pizarra, de la participación activa del alumno, de la | El uso de diferentes perspectivas y planteamientos didácticos que impliquen la participación activa |

| | |
|---|---|
| diversidad de estrategias de enseñanza. | del estudiante y, de hecho, promuevan una enseñanza centrada en el alumno es fundamental para facilitar un aprendizaje significativo y crítico. |
| Principio del abandono de la narrativa. De dejar que el alumno hable. | Enseñanza centrada en el alumno, teniendo al profesor como mediador, es una enseñanza en la que el alumno habla más y el profesor habla menos. |

Parece claro desde la perspectiva anterior que todos los principios aparecen de diversas maneras durante el proceso de enseñanza y aprendizaje; sin embargo, para el análisis de la información y los propósitos de esta investigación se recurre de manera explícita a los principios del conocimiento previo, interacción social y del cuestionamiento, aprendiz como perceptor/representador y aprendizaje por error.

## 3.3 Marco conceptual

En la Conferencia Mundial sobre la ciencia para el siglo XXI realizada en Budapest en el año 1999, se declaraba que:

> Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender las necesidades, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos ((Declaración de Budapest, 1999).

Esta es una de las razones por las cuales actualmente es importante y apremiante la formación científica, puesto que cumple un papel trascendental y estratégico en el desarrollo integral de las personas y de los países.

Posteriormente, en el Foro Abierto de Ciencias de América Latina y el Caribe (CILAC) realizado en la ciudad de Montevideo en el año 2016, se pone de manifiesto la preocupación sobre

el aprendizaje de las ciencias en América Latina y el Caribe, pues refleja que no es el esperado y además de esto, es desfavorable. Los resultados de las pruebas PISA evidenciaron que los estudiantes de América Latina y del Caribe están por debajo de los estudiantes de Asia Oriental y de los países de la OCDE. Los países de América Latina se encuentran entre los de más bajo desempeño, y el estudiante promedio no alcanza la media esperada.

En este contexto, se hace necesario una transformación en la educación científica desde el cómo y qué enseñar en ciencias, y que, de esta manera, este tipo de educación sea capaz de promover en los estudiantes el deseo de aprender, cuestionarse de forma permanente, pensar y reflexionar. De aquí la importancia de visualizar un ambiente en el que la educación científica pueda garantizar aprendizajes de calidad a todos los estudiantes con el fin de asegurar la formación de futuras generaciones científicamente preparadas, despertar las ganas por el aprendizaje de las ciencias y orientar el interés de los estudiantes hacia vocaciones científicas.

Específicamente en el contexto colombiano, el Ministerio de Educación Nacional plantea los Estándares Básicos de competencias en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, como criterios claros y públicos que nos permiten conocer lo que deben aprender las niñas, niños y adolescentes, y establecen el punto de referencia sobre lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en las asignaturas y grados. Estos estándares pretenden que las nuevas generaciones de estudiantes aprendan lo que es pertinente para su vida y puedan utilizar este conocimiento en la solución de problemas nuevos en situaciones cotidianas y en el desarrollo de las sociedades.

Así mismo, los Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales y Educación Ambiental se entienden como un conjunto coherente de conocimientos y habilidades con potencial para organizar los procesos necesarios en el logro de nuevos aprendizajes, y, por lo tanto, permiten profundas transformaciones en el desarrollo de las personas.

De acuerdo a lo planteado anteriormente, la educación científica debe propender por el desarrollo de competencias científicas y habilidades que le permitan al estudiante enfrentarse a las exigencias de la sociedad contemporánea en la solución de diversas situaciones problema cotidianas, además, que este tipo de educación le pueda brindar elementos al estudiante para poder sobrellevar de la mejor manera las distintas posibilidades de solución.

Ahora bien, para esa educación científica existen múltiples alternativas para acercar el conocimiento a los estudiantes, en esta investigación el aporte se dirige hacia el ámbito de la enseñanza de la química y específicamente se resalta la investigación como una posibilidad para generar en los estudiantes interés por observar posibles aplicaciones reales de sus conocimientos en determinados contextos, permite también un aprendizaje significativo debido a la interacción de sus ideas previas y las situaciones problema que debe enfrentar para solucionarlas (Díaz, 2005) .

De manera específica el concepto mezcla y la enseñanza de los métodos de separación se consideran importantes en el sentido que permite establecer relaciones con otros conceptos como disoluciones, soluto, solvente, concentración de soluciones, dilución, sustancia, elementos, compuestos y reacciones químicas, temáticas claves en la comprensión de los fenómenos químicos en la enseñanza de las ciencias naturales.

Desde la perspectiva de la química, es importante el aprendizaje del concepto objeto de estudio, ya que los estudiantes reconocen las propiedades que definen ciertos procesos fisicoquímicos simples como la separación de diferentes mezclas homogéneas y heterogéneas por distintos métodos físicos como decantación, filtración, evaporación y destilación. Posteriormente, el estudiante estará en la capacidad de seleccionar técnicas e instrumentos para separar una mezcla dada, de acuerdo con las propiedades y características de sus componentes. También el estudiante

puede establecer relaciones entre conceptos fisicoquímicos simples propios de la separación de mezclas con distintos fenómenos naturales que observe en su cotidianidad.

En este sentido, la importancia de la enseñanza del tema mencionado radica en que los estudiantes desarrollen la habilidad para explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basándose en observaciones y conceptos propios de las mezclas homogéneas y heterogéneas, relacionándolos con conceptos como temperatura y presión; por lo tanto, comprenderán que algunas propiedades como la densidad, viscosidad, solubilidad y puntos de fusión y ebullición, tienen influencia en los procesos físicos de separación.

Así pues, la enseñanza del tema en cuestión permite al estudiante explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basándose en observaciones, patrones y conceptos propios del conocimiento científico (ICFES, 2019), de este modo le permite construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico.

Podemos evidenciar la importancia del aprendizaje del tema en cuestión por parte de los estudiantes, cuando relacionan este conocimiento con la aplicación de las técnicas físicas de separación de mezclas en diversas situaciones de su cotidianidad como la preparación de alimentos, la separación de sólidos, la separación de líquidos, la separación de sólidos y líquidos, además de proponer diversas alternativas de solución a ciertas situaciones problema de la vida cotidiana o del mundo exterior que requieran especial atención en estos tiempos de consumismo desmedido; por ejemplo, el gran impacto ambiental producto de la generación de residuos sólidos y la inminente contaminación de quebradas, ríos, mares y océanos; esta problemática requiere de soluciones ingeniosas e innovadoras para tratar de disminuir los residuos sólidos en el recurso

hídrico y plantear ideas de conservación de los demás recursos naturales. Es importante mencionar también que poniendo en práctica las distintas técnicas de separación de mezclas, podemos aprovechar responsablemente la extracción y obtención de distintos recursos naturales como la sal y el oro, y mejorar los procesos técnicos de obtención de sustancias químicas de interés para la humanidad como los alcoholes y ácidos orgánicos.

## 3.4 Marco Legal

La normatividad que se menciona a continuación en la Tabla 7 sustenta legalmente y orienta los procesos de educación científica, en particular de la enseñanza de las Ciencias Naturales, Química, en la cual está enmarcada esta propuesta:

**Tabla 7.** *Marco legal*

| INSTANCIA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico. Declaración de Budapest. UNESCO-ICSU (1999). | Declaración adoptada por la conferencia mundial sobre la ciencia en la que se abordan y reflexiona sobre cuatro aspectos fundamentales en la educación científica al servicio de la humanidad y son:<br>1. La ciencia al servicio del conocimiento; el conocimiento al servicio del progreso.<br>2. La ciencia al servicio de la paz.<br>3. La ciencia al servicio del desarrollo.<br>4. La ciencia en la sociedad y la ciencia para la sociedad. |
| Constitución Política de Colombia. Artículo 67 (1991). | "La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene función social; con ello se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura" |
| Ley General de Educación. Artículo 23 (1994). | Para el logro de los objetivos de la educación básica se establecen áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento y de la formación, entre estas Ciencias Naturales y Educación Ambiental, que necesariamente se tendrán que ofrecer de acuerdo con el currículo y el Proyecto Educativo Institucional. |

| INSTANCIA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| Decreto 1860 de 1994. Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley General de Educación en los aspectos pedagógicos y organizativos generales. Artículo 34. | "En el plan de estudios se incluirán las áreas del conocimiento definidas como obligatorias y fundamentales en los nueve grupos enumerados en el artículo 23 de la Ley 115 de 1994. Además, incluirá grupos de áreas o asignaturas que adicionalmente podrá seleccionar el establecimiento educativo para lograr los objetivos del proyecto educativo institucional, sin sobrepasar el veinte por ciento de las áreas establecidas en el plan de estudios" |
| Lineamientos Curriculares en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. (MEN, 1998). | Se proponen con el propósito de ofrecer orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular en el área, además de señalar horizontes deseables que se refieren a aspectos fundamentales y que permiten ampliar la comprensión del papel del área en la formación integral de las personas, revisar las tendencias actuales en la enseñanza y el aprendizaje y establecer su relación con los logros e indicadores de logros para los diferentes niveles de educación formal. |
| Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales (MEN, 2004) | Son criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer, en cada una de las áreas y niveles, también buscan que los estudiantes desarrollen las habilidades científicas y las actitudes requeridas para explorar fenómenos y para resolver problemas que exige el mundo contemporáneo para vivir en sociedad. |
| Derechos Básicos de Aprendizaje en Ciencias Naturales (MEN, 2016). | Se presentan como un conjunto coherente de conocimientos y habilidades a desarrollar en el área de Ciencias Naturales por grados, con potencial para organizar los procesos necesarios en el logro de nuevos aprendizajes, y que, por ende, permiten profundas transformaciones en el desarrollo de las personas. |

Fuente: elaboración propia

## 3.5 Marco Espacial

La Escuela Normal Superior de Envigado es de naturaleza oficial y de carácter mixto, fundada el 16 de abril de 1956, se encuentra ubicada en el barrio Los Naranjos del municipio de

Envigado. Presta el servicio educativo en preescolar, básica primaria, básica secundaria, media académica y formación complementaria. Ha sido por años y en la actualidad una de las mejores instituciones del municipio, reconocida por cumplir con altos estándares de calidad en la formación de sus estudiantes, al obtener un alto desempeño en el ISCE (Índice Sintético de Calidad Educativa) desde el 2015 hasta el 2019.

Actualmente la Escuela Normal Superior de Envigado no posee una planta física e infraestructura propia y adecuada para prestar el servicio educativo a la comunidad envigadeña, ya que fue demolida a finales del año 2017 y se encuentra en un proceso de construcción con recursos del municipio de Envigado, el Fondo de Financiamiento de la Infraestructura Educativa -FFIE- (del Ministerio de Educación Nacional) y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Por lo anterior, los 89 maestros que conforman la planta docente, y los 2.235 estudiantes matriculados en la actualidad, se encuentran distribuidos en 4 sedes de diferentes instituciones educativas del municipio: I.E Marceliano Vélez (sección preescolar, grados 4° y 5°), I.E Fernando González (sección primaria grados 1°, 2° y 3°), I.E Manuel Uribe Ángel (sección bachillerato, media, los modelos flexibles de aceleración y caminar a la secundaria y el programa de formación complementaria). El estrato socioeconómico de estos estudiantes oscila entre el 1 y el 3, y una minoría de la población pertenece al estrato 4. Los estratos socioeconómicos predominantes son el 2 y 3. De igual forma, se ha identificado que una gran mayoría de estudiantes de la institución vive en barrios de Envigado, pero también hay quienes viven en municipios cercanos como Itagüí, Sabaneta, Caldas, La Estrella y Medellín.

La Misión de la Escuela Normal Superior de Envigado es formar maestros cultos con altas competencias en los campos investigativo, pedagógico y científico. Maestros capaces de crear y recrearse con el conocimiento, de tal manera que, con solvencia intelectual y moral, puedan vivir

su vocación bajo los principios institucionales. En cuanto a la Visión, la Escuela Normal Superior de Envigado se proyecta como una institución educativa, polo de desarrollo y centro de investigación pedagógico al servicio de la comunidad educativa de la subregión Sur del Valle de Aburrá, a través de la formación de docentes cualificados, para protagonizar el cambio que la sociedad requiere. Finalmente, los principios orientadores del Proyecto Educativo Institucional (PEI) son la educabilidad, enseñabilidad, pedagogía y contexto; y las acciones para el mejoramiento del desarrollo institucional, están orientadas en los procesos de formación, extensión, investigación y evaluación. La propuesta curricular de la institución está organizada bajo el modelo de núcleos interdisciplinares integrando áreas del conocimiento. Por ejemplo, el Núcleo de Ciencia y Tecnología, en el cual está enmarcado esta propuesta, está conformado por las áreas de Ciencias Naturales, Matemáticas y Tecnología.

Bajo esta realidad, el desarrollo de las clases teóricas necesita de la experimentación y las clases prácticas mediadas por la tecnología como estrategia pedagógica integral, para que, de esta manera, los estudiantes se motiven y se apropien del lenguaje de las ciencias naturales en la explicación de fenómenos, el estudio experimental para resolver problemáticas propias del entorno y comprender los fenómenos de la naturaleza.

# 4. Diseño Metodológico

## 4.1 Enfoque

Esta propuesta de investigación se abordó desde un enfoque cualitativo interpretativo. Para Moreira (2002), el objetivo principal de este enfoque es interpretar los significados atribuidos por los sujetos a sus acciones en una realidad socialmente construida, a través de observación participativa, es decir, el investigador queda inmerso en el fenómeno de interés. En el caso concreto de esta propuesta, el maestro investigador, sumergido en la realidad del aula, debe interpretar los significados atribuidos por los estudiantes en el contexto educativo del proceso de enseñanza del concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas.

Por lo anterior, el maestro investigador debe obtener datos cualitativos en medio de esa participación activa, posteriormente estos datos son analizados profunda y reflexivamente. El investigador busca universales concretos alcanzados a través del estudio profundo de casos particulares y de la comparación de ese caso con otros estudiados también con gran profundidad (Moreira, 2002).

Además, desde la perspectiva de Pérez-Serrano (1994) este trabajo es descriptivo ya que es necesario presentar un informe detallado del fenómeno objeto de estudio, con el fin de no guiarse por hipótesis preestablecidas. También es interpretativo, al pretender realizar descripciones ricas y densas, con el propósito de identificar categorías conceptuales que permitan, en nuestro caso, atender a los objetivos definidos previamente.

## 4.2 Método

El método de investigación seleccionado es el estudio de caso. En el cual, se indaga las particularidades y complejidades de un caso en particular, el caso puede estar delimitado por una persona, un grupo o una institución para llegar a su actividad en determinada circunstancia (Stake, 1998).

Por otra parte, Latorre, et al. (1996 como se citó en Brage, 2004) describe las ventajas de utilizar este método en el ambiente socioeducativo, resaltando su gran utilidad para el profesorado que participa en la investigación puesto que favorece el trabajo colaborativo y la incorporación de distintas ópticas profesionales a través del trabajo interdisciplinar; además, contribuye al desarrollo profesional. Además, permite la toma de decisiones, al implicarse y desenmascarar prejuicios o preconcepciones, etc.

Hay que mencionar, además, según la clasificación propuesta por Pérez-Serrano (1994), donde se agrupa en tres tipologías los estudios de caso aplicados a la educación según la naturaleza del informe final en descriptivos, interpretativos y/o evaluativos. Esta investigación se considera de tipo descriptiva e interpretativa, así:

- **Estudio de casos descriptivos:** Presenta un informe detallado del caso eminentemente descriptivo, sin fundamentación teórica ni hipótesis previas. Aporta información básica generalmente sobre programas y prácticas innovadoras.
- **Estudio de casos interpretativos:** Aporta descripciones densas y ricas con el propósito de interpretar y teorizar sobre el caso. El modelo de análisis es inductivo para desarrollar categorías conceptuales que ilustran, ratifiquen o desafíen presupuestos teóricos difundidos antes de la obtención de la información.

Particularmente en lo referido a lo descriptivo desde la perspectiva de Pérez-Serrano (1994) se afirma que es necesario presentar un informe detallado del fenómeno objeto de estudio, con el objeto de no guiarse por hipótesis preestablecidas. Al mismo tiempo, en relación con lo interpretativo, se refiere a la importancia de realizar descripciones ricas y densas, con el propósito de identificar categorías conceptuales que permitan en nuestro caso atender a los objetivos de investigación definidos.

## 4.3 Instrumentos de Recolección de Análisis de la Información

**Observación:** Según Stake (1998) "los significados de los datos cualitativos o interpretativos son los que directamente reconoce el observador" (p. 60). En este sentido, la observación permite al investigador tener una mayor comprensión respecto al caso que se estudia. Para la recolección de la información resultado de las observaciones se hará uso del diario del proyecto (Anexo C), en donde los estudiantes dejarán consignados los asuntos más relevantes en relación con las dinámicas que se presenten en el aula de clase respecto del objeto de estudio de la presente investigación.

**Cuestionarios:** consisten en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Chasteauneuf, 2009 como se citó en Hernández, 2014), estas preguntas nos proporcionan información sobre las opiniones, intenciones, juicios, motivos, hábitos y expectativas de las personas que participan en él (Gil, 2011). Para el propósito de este estudio y obtener datos relevantes de los estudiantes acerca de las temáticas abordadas y percepciones sobre el proyecto, se diseñaron cuestionarios con preguntas abiertas ya que nos brindan información más amplia y son particularmente útiles cuando no se tiene información sobre las posibles respuestas de quienes responden o la que tenemos es insuficiente (Hernández, 2014). Los cuestionarios diseñados son el

instrumento de indagación de conocimientos previos sobre el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas (Anexo A), evaluación del proyecto (Anexo H), cuestionario final para identificar la evolución de los estudiantes en la comprensión del concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas (Anexo I)

## 4.4 Contexto y Participantes

Esta propuesta de investigación se desarrolla en la Escuela Normal Superior de Envigado, actualmente los estudiantes de sección de bachillerato, la media académica, y los modelos flexibles de aceleración y caminar a la secundaria se encuentran asistiendo en la jornada de la tarde a la institución educativa Manuel Uribe Ángel (MUA). Los participantes seleccionados para realizar la intervención investigativa pertenecen al grado 10-2, estudiantes que oscilan entre los 15 a 17 años de edad, con quienes se generaron actividades mediadas por la tecnología y espacios de negociación de significados lo que implica el aprendizaje de las palabras propias de las mezclas homogéneas, heterogéneas, propiciando la formulación de preguntas relevantes, apropiadas y sustantivas y la apropiación de significados en relación con los métodos físicos de separación de mezclas y sus posibles aplicaciones para la solución de problemáticas ambientales de su contexto. Los criterios para la selección de estos estudiantes fueron su regular desempeño académico evidenciado en química durante el primer periodo, además de la motivación, receptividad y el interés por el aprendizaje de esta asignatura en particular.

## 4.5 Impacto Esperado

El aprendizaje basado en proyectos con mediación tecnológica, como las simulaciones por medio de laboratorios virtuales y la experimentación en escenarios de realidad aumentada, pueden ser una estrategia interesante para potenciar habilidades científicas en los estudiantes y se espera que los jóvenes puedan seguir mejorando en la colaboración y el uso responsable de herramientas tecnológicas, puesto que representan tendencias educativas alternativas de desarrollo de estrategias didácticas y metodologías que innovan la práctica pedagógica en los procesos de educación científica del siglo XXI, además, propicia un aprendizaje significativo crítico, ya que las actividades planteadas permiten a los estudiantes desarrollar un lenguaje propio del objeto de estudio en la discusión de significados y la capacidad de cuestionarse sobre procedimientos y aspectos relacionados, así mismo, identificar errores en la toma de decisiones durante el planteamiento de posibles soluciones a problemáticas ambientales reales de su contexto asociados al concepto mezcla y algunas técnicas de separación.

## 4.6 Consideraciones Éticas

En el desarrollo de este proyecto se tendrán en cuenta los criterios éticos propuestos por Galeano (2004), los cuales están orientados a la protección de los derechos de los participantes y al mantenimiento de la confidencialidad de la información suministrada por los distintos agentes escolares. Estos criterios se resumen en los siguientes elementos:

**a. Selección equitativa de los sujetos**. Las personas para participar en el estudio serán seleccionados por razones relacionadas estrictamente con los interrogantes científicos.

**b. Proporción favorable del riesgo-beneficio.** Los investigadores se comprometen a minimizar los riesgos potenciales y maximizar los beneficios potenciales a los sujetos y a la sociedad. Los beneficios potenciales son proporcionales o exceden a los riesgos. Se trabajará con el principio de no-maleficencia y beneficencia.

**c. Condiciones de diálogo auténtico.** La investigación se asumirá como un espacio de participación en el que los agentes escolares podrán deliberar sobre sus asuntos comunes y no comunes en una interacción discursiva abierta sin ejercer ningún tipo de presión por la toma de posición alguna.

**d. Evaluación independiente.** Se acudirá a la evaluación independiente, es decir, a la revisión de la investigación por personas conocedoras apropiadas que no estén afiliadas al estudio y que tengan autoridad para aprobar, corregir o, dado el caso, suspender la investigación. Se asumirá también la evaluación independiente por responsabilidad social, toda vez que las personas-sujetos serán tratadas éticamente y no como medios u objetos.

## 4.7 Metodología de enseñanza

Para el diseño de la metodología de enseñanza se acudió a los “estándares de oro” propuestos por Larmer et al. (2015) los cuales definen según los autores, las características esenciales para el diseño de proyectos, estas características permitieron dar un orden a las actividades del proyecto el cual tuvo como título *Más allá del concepto mezcla: Experiencia mezclAR.*

Ahora bien, en la Tabla 8 se detallan las generalidades del proyecto tomando como referencia los estándares de oro

**Tabla 8.** *Características esenciales para el diseño del proyecto Más allá del concepto mezcla Experiencia mezclAR*

| Investigación continua | Voz y voto del estudiante |
|---|---|
| Durante el desarrollo del proyecto los estudiantes tuvieron acceso a diferentes fuentes de información web para indagar sobre problemáticas ambientales de su entorno relacionados con la contaminación de la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado, además, exploraron y diseñaron experiencias de realidad aumentada y experimentaron algunos métodos físicos de separación de mezclas con los simuladores de laboratorios virtuales Cloudlabs, lo que permitió el acercamiento e investigación constante en torno al concepto mezcla. | Conformación de equipos de trabajo por 5 estudiantes.<br>Asignación de roles y funciones en el interior del equipo según sus habilidades (roles: líder del proyecto, relator, responsable de los materiales y equipos, responsable de las comunicaciones y gestor del tiempo)<br>Planteamiento de acuerdos de convivencia y pautas de trabajo para un óptimo desarrollo del proyecto. |

| Reflexión | Pregunta orientadora | Conexión con el mundo real |
|---|---|---|
| Al finalizar cada semana se dará el espacio para que cada equipo de estudiantes realice un conversatorio mientras registran el diario del proyecto, en el que se describieron algunos sucesos que ocurrieron durante los momentos desarrollados que consideraron importantes y, a partir de los cuales se realizaron los procesos de reflexión. También hay un momento que propicia esa reflexión y es cuando los estudiantes responden a la pregunta de la semana propuesta. | ¿Cómo programar ambientes de realidad aumentada que propongan soluciones a problemáticas de contaminación de los ecosistemas del municipio de Envigado? | La propuesta didáctica se realiza con base en ecosistemas de interés biológico para Colombia y el municipio de Envigado como lo son la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado. |

| Crítica y Revisión | Conocimientos y habilidades | Producto para un público |
|---|---|---|
| En las sesiones de trabajo se otorgó un espacio para formular preguntas dentro del mismo equipo relacionadas con las actividades desarrolladas y los conceptos trabajados en cada una de ellas, además, también se otorgó un momento para revisar y valorar cada una de las actividades que se hicieron durante el proyecto con los aspectos positivos y las oportunidades de mejora. | Sustancias (elementos y compuestos) y mezclas (homogéneas y heterogéneas)<br><br>Separación de mezclas homogéneas y heterogéneas (evaporación, decantación, filtración, destilación)<br><br>Habilidad: Trabajo colaborativo<br>En la tabla 9 se describen en su totalidad. | Programación de ambientes de realidad aumentada relacionados con algunos métodos físicos de separación de mezclas en la descontaminación de los ecosistemas del municipio de Envigado, o con la representación microscópica de los conceptos mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea. |

Además, en la tabla 9 se hace una descripción de generalidades asociadas a la secuenciación de las actividades para dar claridad del proyecto implementado.

**Tabla 9.** *Generalidades del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR*

| | |
|---|---|
| **Título del proyecto** | Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR |
| **Pregunta orientadora** | ¿Cómo programar ambientes de realidad aumentada que propongan soluciones a problemáticas de contaminación de los ecosistemas del municipio de Envigado? |
| **Grado escolar** | 10-2 |
| **Tiempo de ejecución** | 7 semanas |
| **Productos** | Programación de ambientes de realidad aumentada relacionados con algunos métodos físicos de separación de mezclas en la |

| | |
|---|---|
| | descontaminación de las fuentes hídricas del municipio de Envigado, o con la representación microscópica de los conceptos mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea. |
| **DBA** | Comprende la clasificación de los materiales a partir de grupos de sustancias (elementos y compuestos) y mezclas (homogéneas y heterogéneas)<br><br>Diferencia sustancias puras (elementos y compuestos) de mezclas (homogéneas y heterogéneas) en ejemplos de uso cotidiano.<br><br>Reconoce la importancia de los coloides (como ejemplo de mezcla heterogénea) en los procesos industriales (pinturas, lacas) y biomédicos (alimentos y medicinas)<br><br>Diseña y realiza experiencias para separar mezclas homogéneas y heterogéneas utilizando técnicas (evaporación, cristalización, destilación), para justificar la elección de estas a partir de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias involucradas. |
| **Vocabulario principal** | Mezclas, Mezclas homogéneas, Mezclas heterogéneas, Métodos físicos de separación de mezclas, Realidad aumentada y Problemáticas ambientales. |
| **Habilidad** | Trabajo colaborativo |
| **Criterios para la rúbrica de evaluación del proyecto** | ● Conformación de equipos de trabajo y asignación de roles.<br>● Revisión de antecedentes sobre problemáticas ambientales en Envigado<br>● Simulaciones por medio de laboratorios virtuales cloudlabs.<br>● Taller experiencia de realidad aumentada.<br>● Reto. Explorando la realidad aumentada.<br>● Socialización en la “feria mezclAR” del producto mediado por realidad aumentada.<br>● Se evidencia un trabajo novedoso en el aula con el desarrollo del proyecto.<br>● El proyecto le permite comprender mejor los temas relacionados con el concepto mezclas y algunos métodos físicos para separarlas.<br>● ¿Cuál es la percepción general del proyecto? Menciona lo que más les llamó la atención y los asuntos por mejorar |

Para llevar a cabo el proyecto anteriormente descrito se ejecutaron tres fases (Figura 2) procurando que en cada actividad los estudiantes tuvieran el papel protagónico propio del ABPy

**Figura 2.** *Esquema general de las fases del proyecto.*

El lanzamiento de la propuesta permitió orientar y dar a conocer a los estudiantes aspectos generales del proyecto a desarrollar, se establecieron equipos de trabajo y se asignaron los roles y funciones, también se dejaron claros los aspectos y criterios de evaluación que se desarrollaron durante su ejecución. En la etapa de desarrollo se realizaron actividades mediadas por la tecnología que iban comprendidas por semanas, todas ellas encaminadas a profundizar en el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas, y la fase de cierre se destacó por ser la fase de difusión del proyecto. Estas fases se desarrollaron con una duración de siete semanas, cada fase atendió a las actividades concretas propuestas.

En este sentido y para comprender mejor los contenidos desarrollados, se presenta la Tabla 10 donde se describen los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales que se desarrollan a lo largo del proyecto.

**Tabla 10.** *Tabla de conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales.*

| Asignatura | Conceptuales | Procedimentales | Actitudinales |
|---|---|---|---|
| Química | Comprende la clasificación de los materiales a partir de grupos de sustancias (elementos y compuestos) y mezclas (homogéneas y heterogéneas)<br><br>Reconoce la importancia de los coloides (como ejemplo de mezcla heterogénea) en los procesos industriales (pinturas, lacas) y biomédicos (alimentos y medicinas) | Diseña y realiza experiencias para separar mezclas homogéneas y heterogéneas utilizando técnicas (evaporación, cristalización, destilación), para justificar la elección de estas a partir de las propiedades fisicoquímicas de las sustancias involucradas.<br><br>Diferencia sustancias puras (elementos y compuestos) de mezclas (homogéneas y heterogéneas) en ejemplos de uso cotidiano. | Resolución de problemas.<br>Apropiación de las TIC.<br>Comunicación.<br>Colaboración.<br>Creatividad.<br><br>Manejo de la información. |

## 4.8 Descripción de las Fases

A continuación, se describen cada una de las fases del proyecto *Más allá del concepto mezcla Experiencia mezclAR.*

**FASE 1. Lanzamiento.**

La semana 1, fase de lanzamiento, se apoya en una presentación (Anexo P) y se desarrolla en cinco momentos en los cuales se realizan las siguientes actividades: se presenta el nombre del

proyecto, duración, un resumen general, se establece la relación con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS 4, 6 y 15) como una oportunidad para aportar en su cumplimiento. Así mismo, se presentan las preguntas orientadoras del proyecto, los productos que se pretenden elaborar y finalmente, se proyectan algunos videos a modo de sensibilización inicial. Posteriormente, el maestro plantea los principales retos académicos del proyecto y presenta los indicadores asociados a los conocimientos sobre el concepto mezcla y los métodos físicos de separación descritos en la Tabla 10.

Posteriormente, se presenta el cronograma del proyecto, la distribución de las actividades se enmarca en una duración de siete semanas incluidas la sesión inicial de lanzamiento y final de cierre respectivamente. Cada semana se desarrolló por momentos en los cuales se proponen actividades relacionadas con: la revisión de antecedentes sobre las problemáticas ambientales de la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado, simulaciones por medio de laboratorios virtuales (cloudlabs), taller de realidad aumentada, charla con Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario del municipio de Envigado, retos sobre la integración de realidad aumentada como estrategia para plantear soluciones a las problemáticas ambientales identificadas relacionadas con las mezclas y algunos métodos físicos para separarlas, y finalmente la socialización de los productos en la feria experiencia mezclAR. Después se da paso a conformar los equipos de trabajo y se asignan los roles según las características y habilidades de cada uno de los integrantes del equipo registrando la información que se solicita en el Anexo B. Los roles y las funciones se encuentran en el Anexo Q (planeador del proyecto) y se socializan con los estudiantes durante este momento.

Posterior a la asignación de roles, cada equipo plantea unas normas de convivencia y pautas de trabajo efectivo. Se proponen las siguientes:

- Asistir puntualmente a los encuentros académicos.
- Respetar las opiniones e intervenciones de los compañeros.
- Someter las ideas al debate y llegar a acuerdos para tomar decisiones relevantes en el avance y desarrollo del proyecto.
- Gestionar y cuidar los materiales y recursos.
- Mantener limpio y en orden los espacios de trabajo.
- Cumplir con las responsabilidades que se asignan en el desarrollo del proyecto.

Después, cada equipo realiza una lluvia de ideas sobre las posibles preguntas orientadoras que se puedan realizar en torno a problemáticas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas y su relación con el objeto de estudio, las cuales se registran en el diario del proyecto.

Finalmente, los estudiantes de cada equipo, de forma grupal registran en el diario del proyecto los ítems que desarrolla el instrumento, haciendo reflexiones sobre el desempeño del equipo en la sesión. Igualmente, registran la tabla de conformación de equipos y asignación de roles. También, cada estudiante, de forma individual, actualizará su rúbrica de evaluación (Anexo D) alojada en la plataforma Moodle IENSE virtual (Anexo R), según su experiencia en el desarrollo de actividades de la semana 1.

Por último, se aplica un cuestionario de indagación de conocimientos previos (Anexo A) para identificar las posibles dificultades conceptuales y procedimentales relacionadas con el concepto mezclas y los métodos físicos para separarlas.

**FASE 2. Desarrollo**

Durante la Semana 2 se realiza una revisión y búsqueda de antecedentes sobre problemáticas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas de Envigado principalmente la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado, y su relación con el concepto mezcla y

algunos métodos físicos para separarlas. Esta semana se orienta desde la siguiente pregunta: ¿Cuáles son las problemáticas de contaminación ambiental que logras identificar en la quebrada la Ayurá y el Parque Ecológico El Salado del municipio de Envigado? y se desarrolla de la siguiente manera: el docente presenta dos ecosistemas de interés biológico para la conservación de la biodiversidad como los mencionados anteriormente, para esto se apoyará en la presentación (Anexo Q) con videos e imágenes relacionadas con el tema. Luego, el docente orienta la búsqueda de información en la web. Los responsables de los materiales y equipos, y los de comunicaciones, asignan y distribuyen los computadores Chromebook para el ingreso a diferentes sitios web en búsqueda de información relevante relacionada con la temática. Después de esto se realiza un conversatorio, al interior de cada equipo de trabajo, sobre las problemáticas ambientales que se pueden evidenciar y que se puedan resolver utilizando uno o varios métodos físicos de separación de mezclas, finalizando con la selección de una. Posteriormente se abrirá un espacio destinado para que los equipos discutan y planteen posibles soluciones que se registrarán en el diario del proyecto. En este momento también cada equipo realiza una lluvia de ideas sobre las posibles preguntas orientadoras que se puedan realizar en torno al desarrollo de estas actividades, registrándolas en el diario del proyecto. Por último, es el momento para que cada equipo realice el registro en el diario del proyecto. También, cada estudiante actualizará su rúbrica de evaluación.

En la semana 3 se realizan simulaciones y se presenta la pregunta orientadora: ¿Cuál/es es/son el/los método(s) de separación de mezclas adecuado(s) para contribuir a la solución de problemáticas ambientales que involucran mezclas en el contexto donde vives?

El maestro presenta el simulador y da las orientaciones para el ingreso al sitio web https://my.cloudlabs.us/ en el cual se encuentran los elementos e instrumentos de laboratorio necesarios para realizar montajes y desarrollar cuatro prácticas de separación de mezclas. En cada

una de las prácticas se dispone de una mesa de trabajo de laboratorio de química, que cuenta con una estantería donde se encuentran las soluciones, reactivos o muestras a separar según el método y de acuerdo con su naturaleza. Los elementos como balones redondos con desprendimiento lateral, volumétricos, mecheros, termómetros, piezas metálicas, pinzas y reactivos químicos, se podrán arrastrar desde su ubicación para armar el montaje adecuado que permita desarrollar la operación fisicoquímica en la separación de mezclas. Los resultados se registran en tablas que al final son mostradas en el informe de laboratorio. Después de esto, el maestro realiza la asignación de usuarios y contraseñas para el ingreso al simulador cloudlabs y los responsables de los materiales y equipos, y los de comunicaciones, distribuyen los computadores Chromebook para el ingreso al sitio web donde desarrollará la unidad de aprendizaje sobre separación de mezclas.

Para asignar las prácticas experimentales virtuales que propone la plataforma cloudlabs, el maestro indicará a los líderes de cada equipo que tomen un ficho en forma circular dispuesto al revés que tiene un logo identificando cada método de separación de mezclas, luego intercambiarán los fichos hasta desarrollar cada una de las prácticas experimentales.

Inmediatamente después, cada equipo de trabajo ingresará a su práctica experimental correspondiente y realizará una lectura atenta de la descripción y situación presentada, luego leerán el procedimiento cuidadosamente y tendrán presente las ecuaciones propuestas para realizar los diferentes cálculos requeridos en la solución de la problemática, así mismo, deberán responder las preguntas complementarias que se proponen en cada una de las prácticas experimentales. A continuación, en la Figura 3 se presenta una captura de pantalla de los entornos de trabajo en el laboratorio virtual.

**Figura 3.** *Captura de pantalla del entorno de trabajo en el laboratorio virtual cloudlabs donde se describe la técnica de filtración.*

El maestro dará las orientaciones generales para resolver cada una de las situaciones problema presentadas en los laboratorios virtuales utilizando los métodos físicos de separación de mezclas asignados. Para lo cual se tendrán en cuenta los siguientes parámetros generales:

- Elegir cada uno de los métodos de separación de mezclas y leer atentamente las situaciones problema presentadas en el laboratorio virtual relacionado con el método seleccionado.
- Leer la información general de la práctica en donde se explica la situación problema, el procedimiento a seguir en cada uno de los métodos de separación de mezclas, las fórmulas matemáticas que nos permiten realizar los cálculos pertinentes con miras a resolver las situaciones problema y las definiciones de conceptos relacionados con los métodos de separación de mezclas
- Responde las preguntas complementarias que se proponen en cada una de las situaciones problema como actividades de profundización.
- Realizar el montaje propuesto en el procedimiento arrastrando los elementos de laboratorio que se requieren en la práctica de acuerdo a lo planteado en la situación problema.
- Desarrollar la práctica registrando los datos para su posterior uso en los cálculos necesarios.

- Registrar en el informe de laboratorio generado en cloudlabs, los datos y resultados en las tablas del menú de la plataforma. Verifica que los datos estén correctos, si es así, genera el informe de laboratorio para enviarlo al docente por medio de la plataforma IENSE virtual de lo contrario, revisa nuevamente los datos, y de requerir, realiza nuevamente el montaje de la práctica teniendo cuidado en el procedimiento propuesto. Utiliza el botón con el icono de bote de basura para reiniciar el montaje.

Cada equipo debía registrar la lista de chequeo (Anexo F) en la realización de cada una de las prácticas. Siguiente a esto, cada equipo, desarrolla el diario del proyecto. Además, los estudiantes encargados de los equipos envían el informe de laboratorio generado en cloudlabs a la plataforma IENSE virtual con los datos y resultados. Así mismo, resuelven la lista de chequeo de cada una de los laboratorios virtuales. Por último, cada estudiante actualizará su rúbrica de evaluación.

Durante la semana 4 se realiza un taller exploratorio de realidad aumentada. Una experiencia sobre el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas, abordado desde lo microscópico y macroscópico. La pregunta que orienta la semana es ¿Cómo programar ambientes de realidad aumentada que propongan soluciones a problemáticas de contaminación de los ecosistemas del municipio de Envigado o aborden el concepto de mezcla?

Inicialmente el maestro presenta el experto en realidad aumentada (AR) a los equipos de estudiantes, posteriormente hacen una pequeña introducción al tema por medio de un ejemplo en el que se programa un ambiente de realidad aumentada mientras se van comentando aspectos funcionales de esta tecnología aplicada en diferentes áreas del conocimiento. Luego de esto, el maestro y el experto acompañarán y darán las orientaciones generales para el uso de los celulares como medios que les permitan a los estudiantes tener una experiencia de realidad aumentada sobre

los conceptos mezcla, mezcla homogénea y heterogénea, desde criterios microscópicos y macroscópicos, así como otros ejemplos en distintas áreas del conocimiento. Por lo anterior, se les solicita que descarguen la aplicación ROAR Augmented Reality de la Play Store. En este momento, cada integrante del equipo de trabajo experimentará su uso para abordar estos conceptos y otros ejemplos con el uso de su celular. Enseguida de la experiencia, el líder de cada equipo moderará un conversatorio en el que cada uno de los estudiantes reflexionará, desde su experiencia, sobre las fortalezas y debilidades de la implementación de esta tecnología en la enseñanza del tema. Lo anterior quedará registrado en el diario del proyecto, así mismo, se actualizará la rúbrica de evaluación individual.

En la semana 5 se realizó una charla por parte de Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario del municipio de Envigado sobre el impacto de la especie humana en la contaminación de los ecosistemas del municipio. La pregunta orientadora de la semana es ¿Cuáles son las problemáticas de contaminación ambiental que logras identificar en la quebrada la Ayurá y el Parque Ecológico El Salado del municipio de Envigado?

En el momento de apertura el maestro presenta a los funcionarios de la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Agropecuario del municipio de Envigado que realizarán la charla. A continuación, cada líder de equipo realiza una exposición general del proyecto que se está desarrollando con la intención de contextualizar a los expertos sobre las intenciones de la charla y las finalidades del proyecto en desarrollo. Luego se realiza la charla sobre el impacto de la especie humana en la contaminación de los ecosistemas del municipio. Enseguida, se abre el espacio destinado para que cada equipo de estudiantes haga preguntas a los expertos relacionadas con las temáticas desarrolladas en la charla. Estas preguntas se deben registrar en el diario del proyecto. Con esto se da cierre a la sesión dando paso a la actualización de la rúbrica de evaluación.

En la semana 6 se realiza un reto para explorar la realidad aumentada a partir de la pregunta orientadora ¿Cómo programar ambientes de realidad aumentada que propongan soluciones a problemáticas de contaminación de los ecosistemas del municipio de Envigado?

El reto inicia cuando el responsable de los materiales y equipos de cada grupo se encargará de velar porque su equipo tenga un computador Chromebook y varios celulares que servirán para realizar el reto de realidad aumentada. Posterior a esto, el maestro y el experto en realidad aumentada dirigen el reto haciendo uso de la página web (https://theroar.io/); además, junto al maestro, orientarán el uso de la aplicación ROAR Augmented Reality y la búsqueda en la web de material audiovisual de su interés para enriquecer las propuestas planteadas en la semana 2. De igual modo se resolverán las preguntas e inquietudes sobre la manera de implementar esta tecnología en el desarrollo de cada propuesta en particular. Estas preguntas que se generan se deben registrar en el diario del proyecto. El experto y el maestro pasarán por cada equipo para escuchar y visualizar el reto con los avances en las propuestas mediadas por esta tecnología en las que se presente un método físico de separación de mezclas relacionado con la descontaminación de ecosistemas, o propuestas que tengan un acercamiento al concepto de mezcla desde criterios macroscópicos y microscópicos. Cada uno de los equipos registrará en el diario del proyecto las observaciones y recomendaciones que se realicen de sus propuestas con el fin de mejorar y ajustar detalles en la elaboración del producto final. En último lugar, se hacen los registros del diario del proyecto escribiendo las preguntas generadas sobre la manera de implementar la tecnología de realidad aumentada en el desarrollo de cada propuesta en particular, al igual que la actualización de la rúbrica de evaluación.

**FASE 3. Socialización**

Finalmente, en esta fase se realiza la feria *Experiencia mezclAR* que se desarrolla de la siguiente manera:

Organización de la logística y el espacio en donde se desarrollará la *Feria Experiencia mezclAR*. Una vez organizado y dispuesto el auditorio, el maestro y los líderes de cada equipo darán una bienvenida y realizarán una presentación general de la feria a los directivos docentes y padres de familia de los estudiantes del grado 10-2 invitados. Luego se realiza la socialización de los trabajos mediados por realidad aumentada en las que se presente un método físico de separación de mezclas relacionado con la descontaminación de ecosistemas del municipio de Envigado principalmente la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado; o propuestas que tengan un acercamiento al concepto de mezcla desde criterios macroscópicos y microscópicos. Durante este momento se realizan preguntas por parte de la comunidad educativa, relacionadas con los procedimientos y metodologías utilizadas en la planeación, desarrollo y ejecución del proyecto. Así mismo se evaluarán los productos finales por medio de la rúbrica de evaluación del producto final (Anexo G). Al finalizar las socializaciones se realiza el cierre y evaluación del proyecto *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* por parte de los estudiantes a los que se les entregará la rúbrica de evaluación del proyecto para el registro de sus experiencias según los criterios propuestos (Anexo H). Por último, hacen el registro en el diario del proyecto registrando algunos comentarios relevantes que se hagan de sus propuestas. También, se actualiza la rúbrica de evaluación y finalmente, de forma individual se aplica un cuestionario final para identificar la evolución en la comprensión del concepto mezcla y los métodos físicos de separación de mezclas (Anexo I)

En el Anexo Q se comparte el enlace del planeador del proyecto *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR.*

# 5. Resultados y Análisis

## 5.1 Estrategia de Análisis

Para el análisis e interpretación de los datos cualitativos se utilizaron diferentes categorías apriorísticas atendiendo a los temas principales planteados en este estudio en relación con el concepto mezcla. Para el análisis de la información se tienen en cuenta algunos de los instrumentos y se realiza un proceso de triangulación de la información.

En este sentido, se presentan los resultados de la aplicación del instrumento de indagación de ideas previas que permitió seleccionar los conocimientos a abordar. Posteriormente, se analiza la asignación de roles, conformación de grupos de trabajo y construcción de un diario del proyecto grupal.

En este sentido, para el tratamiento de la información se utilizaron dos sistemas de categorías que, aunque se presentan por separado, están estrechamente ligadas. El primero (Tabla 11) en relación con el concepto mezcla y, el segundo (Tabla 12) que involucra estos conceptos en relación con algunos de los principios de la Teoría de Aprendizaje Significativo Crítico (TASC), definidos con base en las características del proyecto diseñado.

Inicialmente se presentaron cuatro categorías dentro de las cuales se discriminaron una serie de subcategorías. Esto permitió hacer manejable el cúmulo de información recogida y presentar los resultados en función de los objetivos propuestos.

**Tabla 11.** *Sistema de categorías y subcategorías y sus respectivas definiciones.*

| CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES SOBRE MEZCLAS (Categoría M) | |
|---|---|
| **Subcategoría** | **Definición** |
| Definición del concepto mezcla (DM) | Se refiere a la manera como los estudiantes conceptualizan el significado de 'mezcla' y cuáles son los ejemplos que utilizan para explicarla. |
| Técnicas de separación de mezclas (TS) | Se refiere a la selección y uso de diferentes técnicas para separar una mezcla en particular. |
| **TRABAJO COLABORATIVO (Categoría TC)** | |
| Habilidades de los estudiantes para asumir un rol. (HE) | Se refiere a las habilidades identificadas por los estudiantes en sus compañeros para asumir los roles propuestos en cada grupo de trabajo. |
| Acuerdos grupales (AG) | Se refiere a los acuerdos y pautas de trabajo establecidas por cada grupo de trabajo al iniciar el proyecto |
| **PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES RELACIONADAS CON LAS MEZCLAS DE SUSTANCIAS (Categoría PA)** | |
| Problemáticas ambientales identificadas por los estudiantes (PA) | Se refiere a cómo los estudiantes identifican la presencia de mezclas en fuentes hídricas cercanas a su colegio y cómo valoran su repercusión en el medio ambiente. |
| **VALORACIÓN DEL PROYECTO (Categoría VP)** | |
| Aspectos positivos (AP) | Se refiere a los argumentos que elaboran los estudiantes para valorar positivamente su participación en el proyecto. |
| Oportunidades de mejora (OM) | Se refiere a los argumentos que elaboran los estudiantes para subrayar oportunidades de mejora asociadas a su participación en el proyecto. |

Además, para atender a los objetivos específicos, se proponen las categorías descritas en la Tabla 12, con las cuales se espera contribuir a la comprensión de las evidencias de aprendizaje

que estén relacionadas con algunos de los principios del aprendizaje significativo crítico, y en ese sentido, el aporte del ABPy a dicho aprendizaje.

**Tabla 12.** *Sistema de categorías y subcategorías en relación con los principios de la TASC definidos para este estudio.*

| Objetivo específico | Categoría | Subcategoría |
|---|---|---|
| Valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en un proyecto que involucra el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas. | 1. Formulación de preguntas. (FP) | 1.1 Caracterización en niveles bajo, medio y alto (CN1) |
| | | 1.2 Caracterización en nivel asociativo, explicativo o predictivo (CN2) |
| Detectar errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante un proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico. | 2. Errores y soluciones propuestas. (ES) | 2.1. Errores comunes (EC) y formas de solución (FS) |
| Identificar evidencias de cómo los estudiantes perciben y representan asuntos relacionados con la mezcla y el producto para un público. | 3. Percepción/ representación (PR) | 3.1 Percepción / representación sobre las mezclas (PRM) |

## 5.2 Resultados y análisis de la información

Para la presentación de los resultados y su respectivo análisis se toman como base las categorías definidas. Se presenta además la información, utilizando tablas, gráficos y esquemas que permitan visibilizar los asuntos principales de este estudio. En algunos apartados se utilizó el software Atlas Ti (Versión 9.0)

Este análisis no se centra en describir los resultados obtenidos por cada actividad, por el contrario, agrupa la información en las categorías ya descritas y sirve como marco de referencia para el diseño del proyecto y para el análisis que se presenta. Además, se precisan, dentro de cada categoría, los instrumentos y las actividades que permitieron recolectar la información.

### *5.2.1 Conocimientos Conceptuales sobre Mezclas (Categoría M)*

Esta categoría es relevante en este estudio ya que representa el eje temático de enseñanza sobre el cual gira la propuesta, es por esto que se indagaron los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre el concepto mezcla puesto que nos permitió abordar la enseñanza con estrategias innovadoras mediadas por la tecnología.

#### 5.2.1.1 Definición del Concepto Mezcla (Categoría DM).

Esta subcategoría se refiere a la manera como los estudiantes conceptualizan alrededor del concepto mezcla y cuáles son los ejemplos que utilizan en sus explicaciones. A continuación, en la Figura 4 se presentan los resultados del instrumento de indagación de conocimientos previos (Anexo A)

**Figura 4**. *Resultados del instrumento de indagación de conocimientos previos sobre el concepto mezcla*

| | | 1 INSTRUMENT... 33 | Totales |
|---|---|---|---|
| Combinación de materi... | 5 | 5 | 5 |
| NS/NR | 1 | 1 | 1 |
| Otros | 3 | 3 | 3 |
| Reacción química | 1 | 1 | 1 |
| Unión de compuestos | 1 | 1 | 1 |
| Unión de elementos | 11 | 11 | 11 |
| Unión de particulas | 1 | 1 | 1 |
| Unión de sustancias | 12 | 12 | 12 |
| Totales | | 35 | 35 |

Los resultados dan indicio de que una cantidad representativa de los estudiantes perciben las mezclas como la unión de algo, como una combinación de materiales y solo un estudiante hace mención a que es el resultado de una reacción química. De esta mayoría, la tercera parte de ellos hacen referencia a que las mezclas corresponden a la unión de sustancias, reflejando que en sus estructuras cognitivas poseen una representación dual de los conceptos mezcla y sustancia como lo reportan Driver et al. (1999) y Azcona et al. (2004) quienes manifiestan que los estudiantes la utilizan para designar tanto a las sustancias puras como a las mezclas.

Para otro lado, en un grupo de estudiantes, la definición del concepto mezcla se dirige hacia la unión de elementos, esta afirmación evidencia que tienen una confusión del concepto mezcla con el proceso de formación de compuestos, que requiere la unión de elementos; a su vez, se refleja que para los estudiantes parece existir una cercanía evidente entre los conceptos mezcla y compuesto, basándose en que ambas están formados por más de una sustancia simple, que suelen identificar con el concepto de elemento (Furió-Mas, y Domínguez-Sale, 2007).

Un último grupo manifiesta definiciones muy variadas en las que las mezclas son el resultado de la combinación de materiales, de reacciones químicas, de la unión de partículas y la unión de compuestos, dando un significado ambiguo al concepto confundiéndose con otros términos más generales como material o producto lo cual se corresponde por lo expuesto por autores como Lloréns, (1991) y Pozo et al. (1991).

En relación con lo que entienden los estudiantes por mezclas homogéneas y heterogéneas, al momento de indagarles por estos conceptos, algunas de sus respuestas tendieron a ser representadas desde asuntos macroscópicos (Ruge, 2017). Los tres estudiantes que se presentan a modo de ejemplo, son una muestra de las tres grandes ideas que se manifiestan en el grupo de estudiantes que participaron en la resolución del cuestionario. Para el estudiante 1 la percepción de las mezclas homogéneas es que "es una combinación de materias a las cuales no se les puede ver sus componentes", mientras que las mezclas homogéneas están "compuestas por dos o más componentes que suelen distinguirse uno del otro". El estudiante 2 manifiesta que las mezclas homogéneas son "un mix de materiales del mismo tipo que se ve igual" y la mezcla heterogénea es "es una mezcla a la cual se le notan sus ingredientes o componentes". El estudiante 3 con respecto a las mezclas homogéneas dice que "es una mezcla a la cual no se le notan los ingredientes o componentes", y hace referencia a que las mezclas heterogéneas corresponden a "una combinación de materias a las cuales si se les pueden ver sus componentes"

En este mismo orden de ideas, algunos estudiantes presentan errores conceptuales que se relacionan con la unión de partículas o sustancias en cantidades iguales, para el caso de las mezclas homogéneas, y en proporciones diferentes para las mezclas heterogéneas. Son errores conceptuales puesto que las mezclas homogéneas y heterogéneas no se definen por la cantidad de materia que las componen, como lo expresan los estudiantes, sino, como lo menciona Chang (2011) se refiere

a una combinación de dos o más sustancias en las que estas conservan sus propiedades, además, la composición de las mezclas homogéneas es uniforme mientras que, en la heterogéneas, su composición no es uniforme.

Algunos ejemplos de estas concepciones se aprecian en expresiones como: las mezclas homogéneas son una “mezcla con la misma cantidad de materiales” (E7) mientras que la mezcla heterogénea “son sustancias que no comparten las mismas partículas, que no se mezclan en las mismas cantidades las sustancias” (E7). Con respecto a las mezclas homogéneas que “es mezclar varios objetos con la misma cantidad” y que las mezclas heterogéneas “es cuando se mezclan dos sustancias de contenidos y cantidades diferentes” (E16). En este mismo sentido las mezclas homogéneas “son sustancias que comparten las mismas partículas, pero deben combinar todas las sustancias en la misma cantidad para lograr un fin específico y especial” y las heterogéneas están compuestas por “distinta cantidad de materiales” (E19).

De forma particular se encuentra que otro grupo de estudiantes parece no aproximarse a la definición del concepto mezcla establecido por Chang (2011) y relacionan la composición de las mezclas homogéneas y heterogéneas con los estados de agregación de la materia. Mencionan que se forman cuando se mezclan elementos o sustancias que están en el mismo estado o en estados distintos, como lo expresan los estudiantes con respecto a las mezclas homogéneas diciendo que es “una mezcla con elementos que pertenecen al mismo grupo, ejemplo: líquido con líquido”, o que “es la mezcla de dos elementos iguales o del mismo estado de la materia: líquido, gaseoso, sólido y plasma” y “es la combinación de dos o más elementos, pero la diferencia a la mezcla heterogénea es que los elementos de esta son de la misma familia, por ejemplo, mezcla de solo líquidos”. Por otro lado, manifiestan con relación a las mezclas heterogéneas que son “una mezcla con elementos que pertenecen a diferente grupo, ejemplo: sólido con líquido”, o “la mezcla de dos

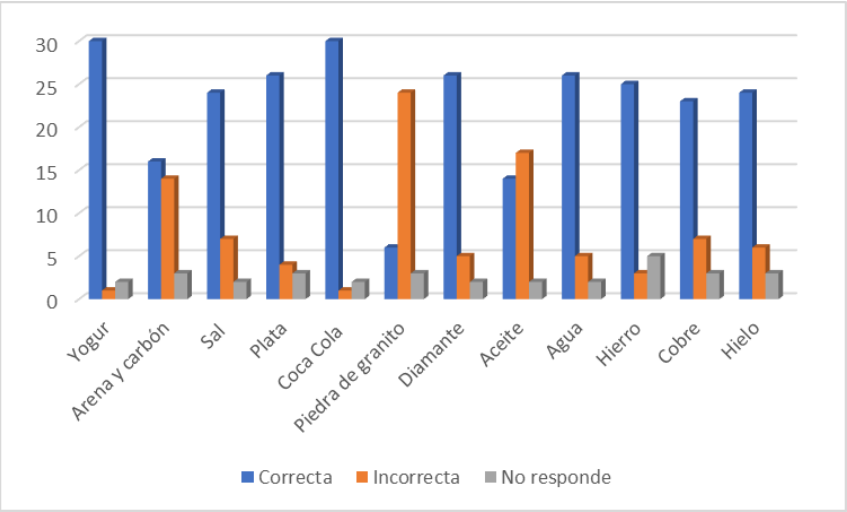
o más elementos, pero de diferentes estados de la materia” y que “es la mezcla de componentes en distinto estado". Afirmaciones que evidencian esta particular forma de relación de los estados de agregación de la materia con la composición y formación de las mezclas.

En el caso de los ejemplos de las mezclas homogéneas y heterogéneas, cuando se les dice a los estudiantes que mencionen algunos de estos, recurren a asuntos fenomenológicos (Valdéz et al., 1998) para dar su respuesta. Algunos de los ejemplos de mezclas homogéneas enunciados por los estudiantes son “limonada”, “agua con sal, la sal queda diluida. Agua y alcohol: se confunden”, “la mezcla es con la que se hacen los pancakes. Cuando se está haciendo gelatina” y “crema de ahuyama”. Los ejemplos para mezclas heterogéneas son “agua y aceite, jabón y aceite, arena y líquido”, “el sudado” y “juntar leche con milo, pero sin agitarlos”

Así mismo, se identifican errores conceptuales que mencionan los estudiantes al momento de dar ejemplos de mezclas homogéneas y heterogéneas. Para hacer mención a estos errores, con respecto a las mezclas homogéneas suelen decir que ejemplos de estas son: “gaseosa”, “coca cola con agua”, “cuarzo” y “20 mL de agua y 20 mL de aceite”. Por el lado de las mezclas heterogéneas, dicen que ejemplos de estas son: “agua con sal, ya que están en estados completamente diferentes”, “agua y alcohol” y “10 gramos de azúcar mezclados con 100 mL de agua”

Finalmente se aprecian algunas dificultades para conceptualizar (Furió y Domínguez, 2001; 2007) y diferenciar las mezclas de las sustancias puras, desde la percepción macroscópica, ya que los estudiantes pueden utilizarlo para designar tanto a las sustancias puras como a las mezclas (Driver et al., 1999; Azcona et al., 2004). La Figura 5 muestra los resultados de la clasificación de una serie de mezclas y sustancias puras que realizaron los estudiantes:

**Figura 5.** *Resultados de la clasificación de una serie de mezclas y sustancias puras.*



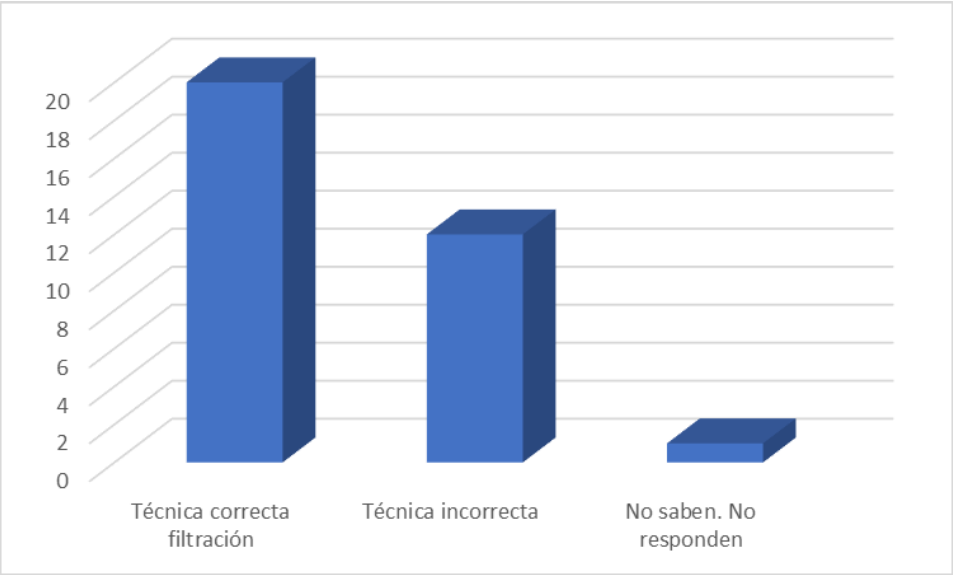

Los resultados reflejan que la mayoría de estudiantes clasifican correctamente las mezclas como el yogur, arena y carbón, y coca cola, esto se puede deber a que hay más cercanía y representación del concepto en su contexto inmediato, sin embargo, la piedra de granito, que hace parte de este grupo, se clasifica incorrectamente por la mayoría de los estudiantes, posiblemente sea el poco acercamiento a la composición química y molecular de esta roca ígnea como ejemplo de mezcla heterogénea. Así mismo ocurre con la clasificación de las sustancias puras, ya que hay una marcada tendencia a clasificarlas correctamente, aunque el aceite se clasifica de forma incorrecta como mezcla, esto puede estar relacionado con el hecho de que el aceite, como sustancia pura, sea el que se utiliza de forma común, junto con el agua, para hablar, representar y dar ejemplos de mezclas heterogéneas.

Según los resultados, es preocupante el estado actual del conocimiento que tienen los estudiantes referentes a las mezclas, pues es un contenido que se aborda en grados anteriores y que se esperaría que los estudiantes en grado décimo tuvieran un mejor dominio de este concepto; es por esto que para el diseño del proyecto fue necesario abordar el concepto de mezcla con mayor profundidad.

#### 5.2.1.2 Técnicas de Separación de Mezclas (TS).

Esta subcategoría se refiere a la selección y uso de diferentes técnicas para separar una mezcla en particular. En el contexto de esta investigación, se presentaron dos casos relacionados con problemáticas ambientales locales y nacionales. En el caso 1, se expone la problemática de contaminación presentada en la quebrada La García, en Bello, debido a las basuras en su cauce y las aguas sucias. En el caso 2, se presenta la problemática de contaminación del río Tibú por vertimiento de petróleo en su afluente. Se valoraron las respuestas de los estudiantes en cuanto a la elección correcta o incorrecta de una o varias técnicas de separación de mezclas para plantear posibles soluciones a las problemáticas mencionadas, así mismo, el procedimiento que utilizarían para realizar el proceso. A continuación, en Figura 6 se presentan los resultados de 33 respuestas que registran los estudiantes con respecto al caso 1.

**Figura 6.** *Resultados de la selección de la técnica para solucionar la problemática del caso 1.*

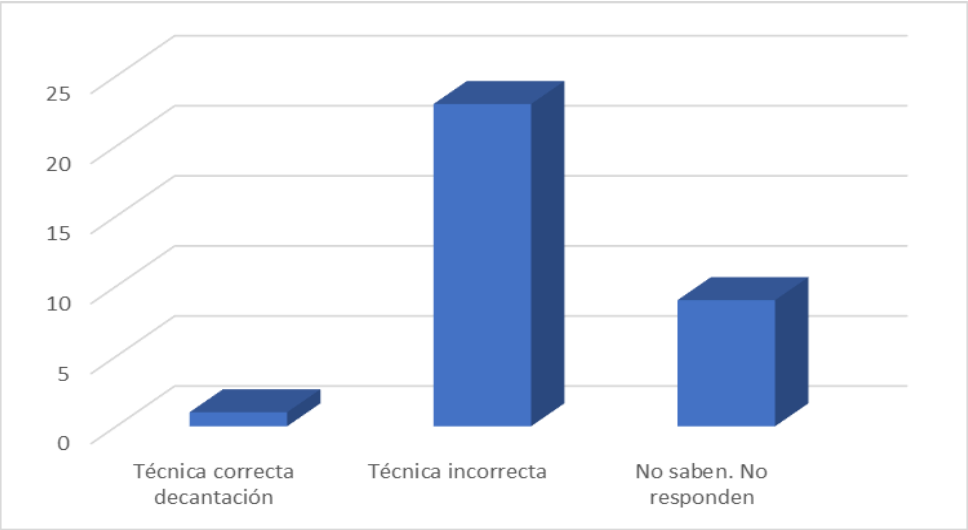



Los resultados arrojan que más de la mitad de los estudiantes eligen la técnica correcta para plantear soluciones al caso 1. Con relación a los procedimientos que siguen utilizando la técnica adecuada para solucionar la problemática, se destacan el siguiente: “pienso que el mejor método

de separación de mezclas que podríamos utilizar es el de la filtración, propongo que se cree una red para amarrar y que cuando el agua vaya bajando la basura vaya quedando atrapada en la red para que una persona autorizada cada cierto tiempo las recoja y que haya monitoreo constante para evitar que se desborde o reviente la red" (E9), igualmente otro plantea que "lo haría con filtración por cada canal por donde llegue el agua ya que estos harían que ninguna basura pase y se puedan recoger de forma más fácil" (E22), así mismo, otro manifiesta que "yo aplicaría la filtración, utilizando redes o algo por el estilo se puede acumular las grandes cantidades de basura para sacarla y el agua podría seguir circulando fácilmente" (E31).

Con relación al caso 2, los resultados evidencian que casi la totalidad de los estudiantes eligen técnicas incorrectas para plantear soluciones a este caso, esto se debe al desconocimiento conceptual y procedimental que manifiestan sobre este método en particular, un solo estudiante elige la técnica adecuada para solucionar dicha problemática. En la Figura 7 se presentan los resultados relacionados con el caso 2.

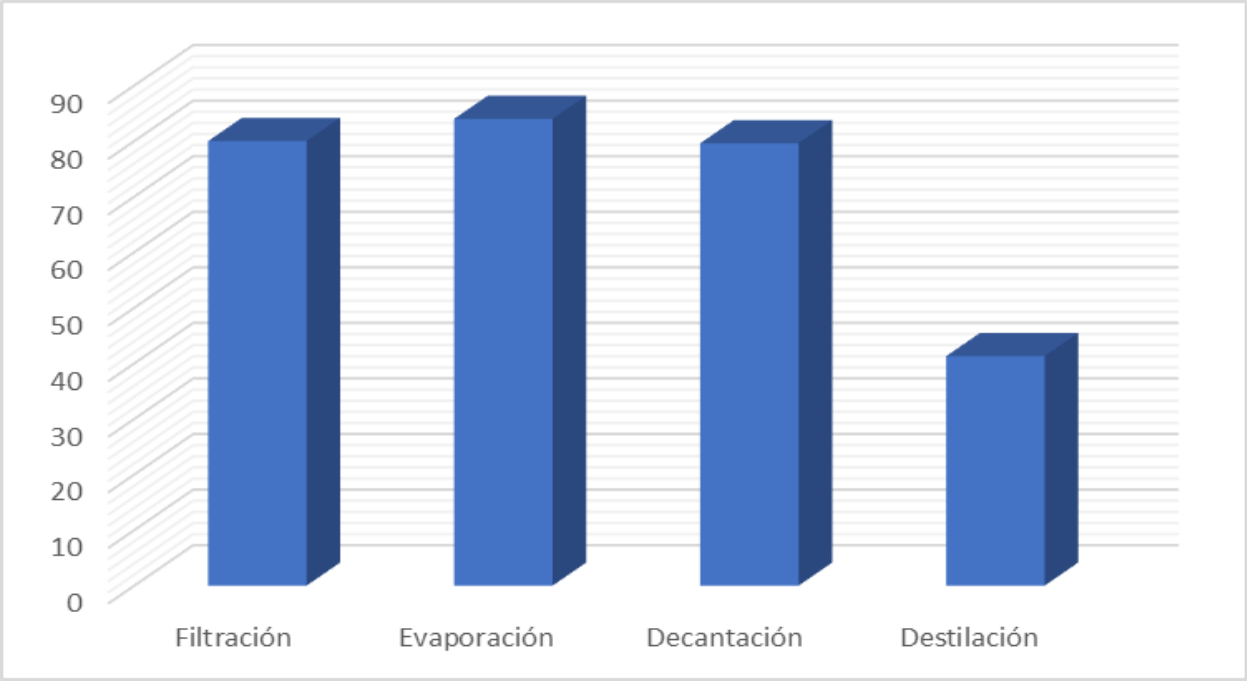
**Figura 7.** *Resultados de la selección de la técnica para solucionar la problemática del caso 2.*



Solamente un estudiante elige la técnica correcta para solucionar la problemática del caso 2, y cuando se le indaga por la forma en cómo lo haría expresa que “utilizaría la decantación ya que así separaría al petróleo del agua por diferencia de densidad”, respuesta que evidencia además el conocimiento acerca de las propiedades de las sustancias que componen la mezcla heterogénea. La mayor parte del grupo elige la técnica incorrecta, demostrando poco conocimiento de las técnicas de separación, por ejemplo manifiestan que “pues la verdad como no conozco los otros métodos, solo el de filtración y evaporación, para mí la mejor solución sería la filtración, no sé cómo se realizaría, y si es posible, pero es necesario para poder permitir que los habitantes del Norte de Santander puedan tener agua” (E10), y en otro caso particular se expone que “utilizaría la destilación ya que esta me ayudará a separar los contaminantes del río como en este caso es el petróleo” (E27), aunque esto tiene cierto sentido con respecto a la destilación fraccionada como ejemplo de separación de los componentes del petróleo.

Por último, la mediación tecnológica para acercarse al concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas, con relación al desarrollo de los laboratorios virtuales sobre métodos físicos de separación de mezclas, favoreció la comprensión de algunos asuntos de tipo conceptual y procedimental. A continuación, en la Figura 8 se observan los resultados del análisis de los reportes de cada técnica realizada por los equipos de estudiantes en la plataforma cloudlabs.

**Figura 8.** *Resultados del análisis de los reportes de cada técnica realizada por los equipos de estudiantes en la plataforma cloudlabs.*




Los informes generados evidencian en términos generales del grupo, un desempeño alto en la realización de las simulaciones de filtración, evaporación y decantación, desde asuntos relacionados con los procedimientos, como el montaje de la práctica, cálculos y registro de datos; y desde aspectos conceptuales, relacionados con las palabras propias de cada método en la elección de posibles soluciones de diversas situaciones problema, sin embargo, el laboratorio virtual de destilación fue el que más presentó dificultades desde los aspectos procedimentales y conceptuales, debido al poco conocimiento que los estudiantes manifiestan tener sobre este método.

### *5.2.2 Trabajo Colaborativo (Categoría TC)*

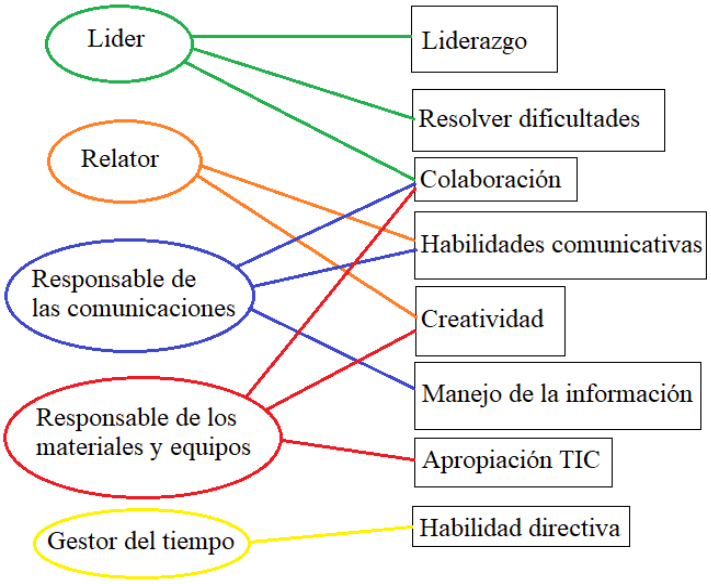
Los equipos de trabajo se conformaron libremente, cada uno con cinco integrantes quienes por voz y voto identificaron las habilidades de cada uno de ellos, y según estas, se asignaron los roles propuestos para el desarrollo del proyecto. Las habilidades de los estudiantes y los acuerdos

grupales fueron registradas en el Anexo B *conformación de equipos y asignación de roles.* Con base en esta información, los estudiantes identificaron ciertas habilidades en sus compañeros para asumir cada uno de los roles propuestos, y en términos generales, llegaron a una serie de acuerdos grupales.

#### 5.2.2.1 Habilidades de los Estudiantes para asumir un Rol (HE).

A continuación, en la Figura 9 presenta las relaciones entre habilidades que identifican los estudiantes en sus compañeros para definir los roles.

**Figura 9.** *Relaciones entre roles y habilidades identificadas entre los estudiantes.*




La principal habilidad que reconocen los estudiantes en sus compañeros que asumen el rol es el liderazgo, los describen como una persona con carácter que ayuda a superar las dificultades, que tiene buen desempeño, es ordenado y tiene una serie de adjetivos como la responsabilidad, amabilidad, y dinamizador del trabajo en equipo, aspectos que le permiten cumplir sus funciones al interior del equipo. Para el caso del relator, los estudiantes reconocen habilidades comunicativas

como el habla, escucha, lectura y escritura, que lo hacen ver como el estudiante acertado para asumir el rol, además lo complementan la responsabilidad y ciertas características como la curiosidad y creatividad. A los estudiantes que eligieron como responsables de las comunicaciones, sus compañeros reconocieron la habilidad comunicativa del habla para interactuar con los integrantes del equipo y comunicar avances y dificultades en el desarrollo del proyecto, es una de las principales descripciones que los estudiantes utilizan para perfilar este rol. También la describen como una persona responsable, ordenada y decidida, que maneja la información y es comprometida porque participa en el desarrollo de las actividades realizadas durante el proyecto. En el caso del rol del responsable de los materiales y equipos, sus compañeros identifican la colaboración, creatividad y apropiación de las TIC como principales habilidades que tiene la persona encargada para este rol. Además de las habilidades, lo caracteriza la responsabilidad. A los gestores del tiempo, sus compañeros les reconocieron características de ser organizado, puntual, responsable y con buen desempeño, aspectos que perfilan la habilidad directiva para la gestión efectiva del tiempo en el desarrollo de las actividades correspondientes del proyecto.

Un análisis más global de la figura 9, da un indicio que las habilidades más reconocidas en varios roles son la colaboración, la comunicación y la creatividad, lo anterior fue un aporte significativo para el trabajo de los estudiantes, quienes respetaron sus roles y asumieron con compromiso las tareas descritas en cada semana.

#### 5.2.2.2 Acuerdos Grupales (AG).

Luego de conformados los equipos y después de asignar los roles, en cada uno de estos se realizaron acuerdos grupales con el fin de orientar mejor las actividades propuestas para un óptimo

desarrollo del proyecto. En la tabla 13 se relacionan los equipos de trabajo conformados y de forma general los acuerdos grupales a los que llegaron.

**Tabla 13.** *Acuerdos grupales para un óptimo desarrollo del proyecto.*

| Equipos de trabajo conformados | Acuerdos grupales generales |
|---|---|
| Bicholovers | **Relacionados con la convivencia:**<br><br>Respeto por las opiniones<br>Solidaridad.<br>Escuchar al otro.<br>Dialogar.<br>Tener en cuenta las ideas y propuestas de todos los integrantes.<br><br>**Relacionados con el trabajo efectivo:**<br><br>Responsabilidad en el desarrollo de las actividades desde el rol asumido.<br>Trabajo ordenado y en equipo.<br>Evitar las distracciones con otros asuntos.<br>Comunicación activa durante el desarrollo de actividades. |
| Smart Green | |
| Decimezclas | |
| Capitanes EVG | |
| Unidos por un objetivo | |
| Chemies | |
| Clean World | |

Estos acuerdos grupales establecidos por los mismos estudiantes, y que están relacionados con la convivencia y con el trabajo efectivo, fueron importantes puesto que con su voz y voto reconocieron responsabilidades y fortalezas en cada uno de los integrantes que conformaron los equipos, esto permitió la ejecución de las actividades durante el desarrollo del proyecto.

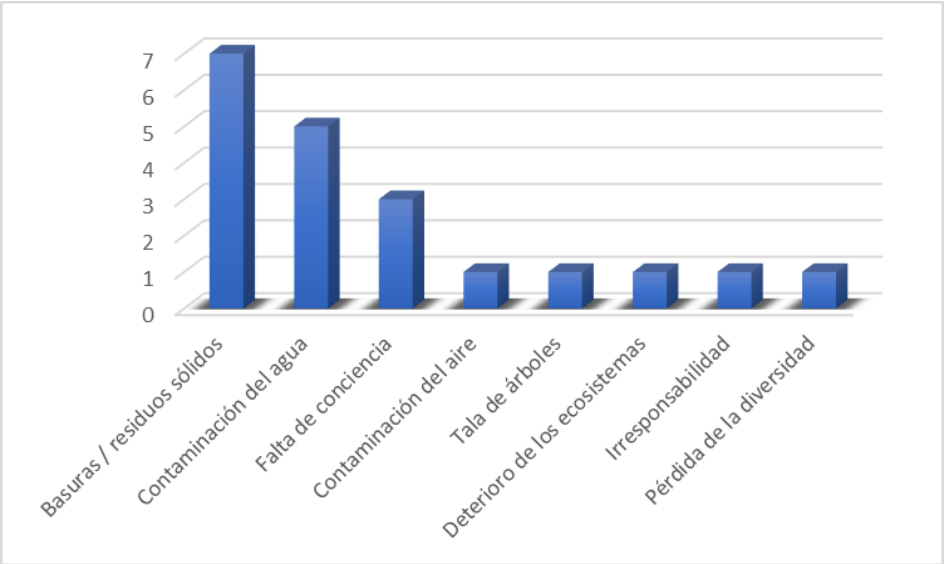
### *5.2.3 Problemáticas Ambientales relacionadas con las Mezclas de Sustancias.*

Para el análisis de esta categoría se tuvo en cuenta las respuestas que cada uno de los equipos dio a la pregunta de la semana, registradas en el diario del proyecto (Anexo C), la cual indagaba por aquellas problemáticas ambientales que lograban identificar en la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado del municipio de Envigado relacionadas con las mezclas de sustancias. Con base en esta información, los estudiantes, en los siete equipos de trabajo conformados, identificaron ocho problemáticas ambientales en estos sitios de interés biológico.

#### 5.2.3.1 Problemáticas Ambientales Identificadas por los Estudiantes (PA).

En la figura 10 se observan las principales problemáticas ambientales identificadas por los estudiantes en el parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá.

**Figura 10.** *Principales problemáticas ambientales identificadas.*



Los estudiantes llegaron a la identificación de estas problemáticas luego de que el maestro presentara a modo de introducción y sensibilización los ecosistemas de interés biológico para la conservación de la biodiversidad en el municipio de Envigado y Colombia (Anexo K), esto generó un conversatorio que brindó elementos para que luego hicieran una revisión en la web relacionada con las problemáticas, finalmente se discutieron al interior de los equipos de trabajo, desde los conocimientos adquiridos, cuáles fueron dichas problemáticas que pudieron identificar de acuerdo a las actividades planteadas y la experiencia de ellos al visitar o pasar frecuentemente por estos ecosistemas.

La principal problemática identificada que mencionan los estudiantes fue las basuras o residuos sólidos como plásticos, vidrios, objetos, cenizas, madera y candelas que las personas arrojan o dejan en estos lugares, aduciendo incluso a los residuos de la materia fecal, como se lee en la siguiente respuesta del equipo Smart Green: “los residuos sólidos como plásticos y vidrios, que los locales, residentes o turistas depositan, o también la contaminación del agua que dejan las construcciones, y además de residuos tanto fecales o contaminantes que causan mal olor también”

La segunda problemática identificada, y a la que hacen alusión es a la contaminación del agua, debido a las construcciones, las basuras que dejan en la orilla de la quebrada y podrían irse al río, y la alta afluencia de personas a estos sitios como se lee en el registro del equipo Chemies: “Algunos indigentes cuando acampan alrededor dejan cosas que podrían irse al río y eso podría causar aún más contaminación”

La falta de conciencia de las personas aparece como la tercera problemática enunciada ya que argumentan que las personas que visitan estos sitios no le prestan atención al cuidado del agua, arrojan residuos sin importar qué pasará con ellos contaminando el medio ambiente en general, como se lee en el registro del equipo Unidos por un objetivo: “el aumento constante de las basuras

ya que son lugares bastante concurridos, además, la falta de conciencia de las personas que no le prestan importancia al cuidado del agua y del medio ambiente”

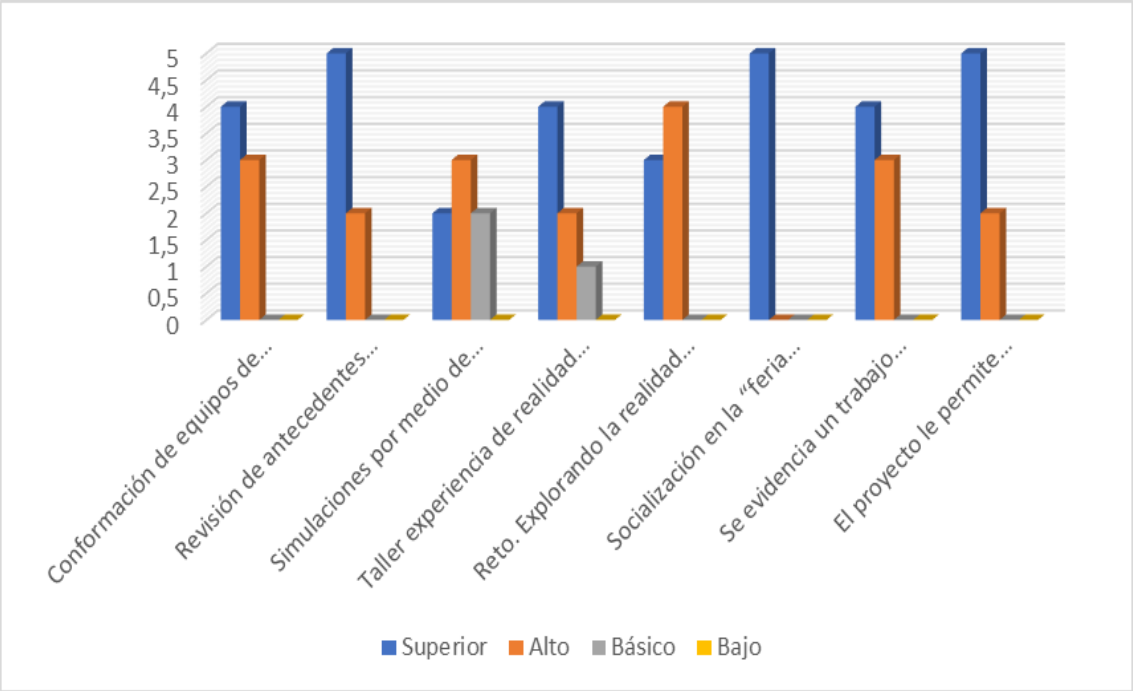
Por último, solo se hace una mención somera de las siguientes problemáticas ambientales: contaminación del aire, tala de árboles, deterioro de los ecosistemas, irresponsabilidad y pérdida de la biodiversidad, aludiendo a que el hombre es el causante de estas, así se evidencia en el registro del equipo Decimezclas: “Contaminación del agua, aire, la tala de árboles y el deterioro de los ecosistemas”

Finalmente, se subraya la importancia de que los estudiantes identifiquen estas problemáticas en su contexto, pues esto les permite asociar el tema de estudio al plantear posibles soluciones, además, posibilita generar un asunto de responsabilidad social de cuidado y conservación de los recursos naturales.

### *5.2.4 Valoración del Proyecto (Categoría VP)*

La valoración del proyecto *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* se realizó en equipos al finalizar las actividades propuestas y se registró en la rúbrica de valoración del proyecto (Anexo H). Para el análisis de esta categoría se tomaron en cuenta los criterios de la rúbrica y la valoración que realizaron cada uno de los equipos utilizando una escala de superior, alto, básico y bajo, obteniendo los siguientes resultados como se ve en la figura 11. Posteriormente, los equipos registraron los aspectos positivos del proyecto y las oportunidades de mejora.

**Figura 11.** *Resultados valoración del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR .*




En términos generales se observa una valoración de superior y alto en cada uno de los criterios establecidos, lo que indica que el proyecto en conjunto fue bien recibido por los estudiantes, excepto las simulaciones por medio de laboratorios virtuales y el taller de experiencia de realidad aumentada, que fueron valorados con básico, esto se debe a que algunos equipos reportaron ciertas dificultades con respecto a los laboratorios virtuales: “la página no funcionaba bien” (unidos por un objetivo), “la dificultad era muy alta en algunos laboratorios” (capitanes EVG), y “tiempo y claridad” (decimezclas); y con respecto al taller de experiencia de realidad aumentada algunos equipos reportaron que “nos dificulta un poco la app por el espacio de nuestros celulares” (smart green), “dificultad al usar los computadores puesto que no podemos descargar imágenes” (decimezclas) y “la aplicación es muy complicada de manejar” (unidos por un objetivo). A continuación, se hace un mayor énfasis en los asuntos valorados de forma positiva y aquellos que son considerados como una oportunidad de mejora.

#### 5.2.4.1 Aspectos Positivos (AP).

Esta subcategoría hace referencia a los argumentos que elaboran los estudiantes para valorar positivamente su participación en el proyecto. Se destacan algunos que los estudiantes mencionan con respecto a las actividades mediadas por la tecnología como los laboratorios virtuales y la realidad aumentada, así como la estrategia de aprendizaje basada en proyectos como una alternativa didáctica en la enseñanza de la química, argumentos que llevan a valorar positivamente el proyecto en términos generales. A continuación, en la tabla 14 se presentan los aspectos positivos en relación con los criterios de la rúbrica de valoración del proyecto.

**Tabla 14.** *Criterios de valoración del proyecto y aspectos positivos.*

| Criterios | Aspectos positivos (AP) |
|---|---|
| Conformación de equipos de trabajo y asignación de roles. | "Nos gustó mucho el equipo escogido, es mejor cuando escogemos los grupos entre nosotros" (Smart green)<br><br>"Tenemos buena comunicación, lo cual nos generó facilidad para realizar el proyecto" (Clean world) |
| Revisión de antecedentes sobre problemáticas ambientales en Envigado | "Fue súper increíble darnos cuenta de muchas cosas de Envigado que no conocemos y las verdaderas problemáticas" (Capitanes EVG)<br><br>"Fácil acceso a la información, varias páginas de información" (Decimezclas) |
| Simulaciones por medio de laboratorios virtuales cloudlabs | "Fueron buenos los primeros, era una forma de aprender como un juego" (Capitanes EVG)<br><br>"Nos gustó mucho los laboratorios, enseñaba paso a paso como hacerlos" (Chemies)<br><br>"Profundidad y variedad. Ayuda de parte del profesor" (Decimezclas) |

| Criterios | Aspectos positivos (AP) |
|---|---|
| Taller experiencia de realidad aumentada | “Tema nuevo e interesante. Muchas posibilidades” (Decimezclas)<br><br>“El experto en este tema se hizo entender bien facilitando así la realización del taller” (Capitanes EVG) |
| Reto. Explorando la realidad aumentada | “Muchas posibilidades. Sorprendente actividad, puesto que vemos lo que creamos en nuestro entorno” (Decimezclas)<br><br>“Fue muy curioso e interesante” (Bicholovers)<br><br>“Ya con el tema conocido y experimentado logramos afianzar nuestro proyecto y mejorar en el tema” (Smart green) |
| Socialización en la “feria mezclAR” del producto mediado por realidad aumentada | “Estuvo buena porque pudimos tener en práctica las herramientas dadas por el experto Felipe, permitiéndonos hacer una presentación diferente” (Clean world)<br><br>“Nos gustó mucho, aprendimos, fue muy didáctico” (Unidos por un objetivo) |
| Se evidencia un trabajo novedoso en el aula con el desarrollo del proyecto | “Utilizamos nuevas herramientas que lograron que el trabajo fuera más didáctico” (Capitanes EVG)<br><br>“Fue algo muy diferente e interesante a lo que vemos siempre” (Bicholovers)<br><br>“Tema nuevo, interactivo e interesante” (Decimezclas) |
| El proyecto le permite comprender mejor los temas relacionados con el concepto mezclas y algunos métodos físicos para separarlas | “Nos ayuda no solamente en el proyecto, sino para toda nuestra vida, en un futuro como personas en busca de nuevos proyectos y en el ser como persona y desarrollo en la sociedad” (Smart green)<br><br>“Tema nuevo bien introducido, variedad de herramientas para aprender el tema” (Decimezclas)<br><br>“Los métodos, aplicaciones, lecturas, explicaciones del profe nos hicieron comprender muy bien los temas” (Chemies)<br><br>“Aprendimos del concepto de mezclas y ejemplos de estas, también los métodos de su separación” (Chemies) |

Como resultados generales se menciona que el aspecto positivo en el cual todos los equipos coincidieron, fue con la posibilidad de que los mismos estudiantes conformaran los equipos de trabajo, del mismo modo, conocer aspectos de los ecosistemas de Envigado motivó el desarrollo del proyecto; así mismo, la mediación tecnológica con las simulaciones por medio de los laboratorios virtuales y el uso de la tecnología de realidad aumentada se reconocieron como herramientas y estrategias didácticas, interactivas, novedosas e interesantes para los estudiantes porque es algo diferente a los modelos tradicionales de enseñanza, lo que pudo haber motivado el trabajo al interior de cada equipo, posibilitado el aprendizaje de las temáticas desarrolladas.

#### 5.2.4.2 Oportunidades de Mejora (OM).

Esta subcategoría hace referencia a los argumentos que elaboran los estudiantes para subrayar oportunidades de mejora asociadas a su participación en el proyecto. En la tabla 15 se presentan las oportunidades de mejora en relación con los criterios de la rúbrica de valoración del proyecto.

**Tabla 15.** *Criterios de valoración del proyecto y oportunidades de mejora.*

| Criterios | Oportunidades de mejora (OM) |
|---|---|
| Conformación de equipos de trabajo y asignación de roles. | “Equipos más balanceados en participación” (Smart green) |
| Revisión de antecedentes sobre problemáticas ambientales en Envigado | “El acceso a internet, tener que usar datos es muy propenso a fallar. Poner internet en el colegio” (Decimezclas) |
| Simulaciones por medio de laboratorios virtuales cloudlabs | “Se nos dificultó bastante la elaboración de algunas prácticas” (Smart green)<br>“Tiempo y claridad” (Decimezclas)<br>“Prestar más atención en la explicación del profe frente a las actividades” (Smart green) |

| Criterios | Oportunidades de mejora (OM) |
|---|---|
| Taller experiencia de realidad aumentada | “Mejor explicación del uso de la aplicación” (Unidos por un objetivo) |
| Reto. Explorando la realidad aumentada | “Más profundización para nuevo aprendizaje” (Unidos por un objetivo)<br><br>“Algunas veces nos confundimos al usarla” (Chemies) |
| Socialización en la “feria mezclAR” del producto mediado por realidad aumentada | “Se presentaron inconvenientes a la hora de presentar el proyecto en el momento de escanear la imagen, debido a unas fallas en la conexión de la red” (Chemies)<br><br>“El espacio en el que se expuso” (Capitanes EVG) |
| Se evidencia un trabajo novedoso en el aula con el desarrollo del proyecto | “No pudimos explotar al máximo las nuevas herramientas, hizo falta tiempo. Que nos centremos más en aprender sobre las nuevas tecnologías” (Capitanes EVG)<br><br>“Más proyectos así” (Decimezclas) |
| El proyecto le permite comprender mejor los temas relacionados con el concepto mezclas y algunos métodos físicos para separarlas | “Más usos y aplicaciones de estos conceptos” (Decimezclas)<br><br>“Los métodos de separación de mezclas no quedaron completamente claros. Tener un poco más de énfasis en la explicación de la separación de mezclas” (Chemies) |

En definitiva, se puede apreciar que el tiempo para profundizar en las explicaciones conceptuales y metodológicas de las actividades propuestas es una marcada oportunidad de mejora para tener en cuenta en próximos diseños de estrategias de aprendizaje basado en proyectos. De forma similar, la conectividad a internet se hace necesaria para implementar este tipo de estrategias de enseñanza mediadas por la tecnología.

### *5.2.5 Aprendizaje Significativo Crítico*

#### 5.2.5.1 Formulación de Preguntas (FP).

Para valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en el proyecto *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR*, se tuvo en cuenta la propuesta de López et al. (2014) y la de Giraldo y Valderrama (2021) la cual clasifica las preguntas en los niveles bajo, medio y alto, cada uno de estos niveles con sus respectivas características, como se muestra a continuación en la tabla 16.

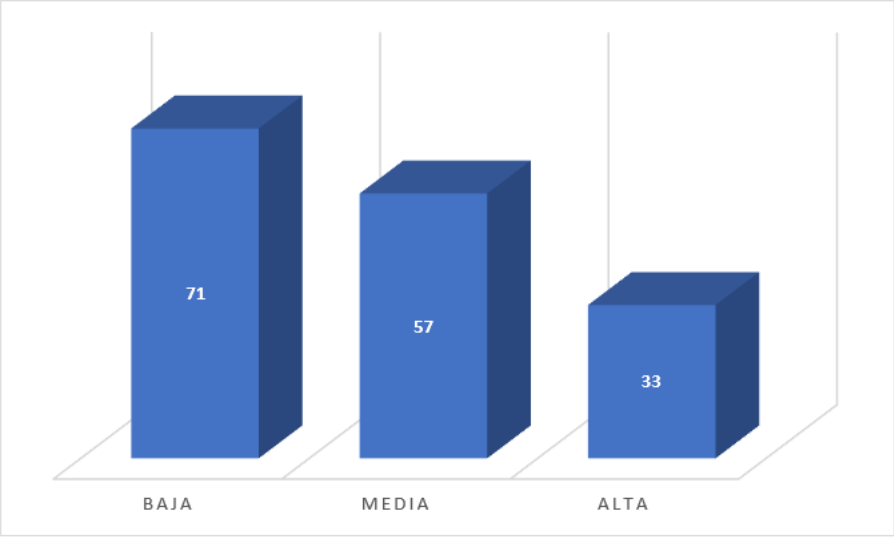
**Tabla 16.** *Escala cualitativa de valoración para la capacidad para formular preguntas.*

| Nivel | Características |
|---|---|
| **Bajo** | Se hace referencia a preguntas muy limitadas, preguntas que indagan por respuestas numéricas, respuestas del tipo sí o no, o preguntas que buscan como respuesta una ecuación o una palabra completamente inducida por la pregunta. También incluye preguntas que indagan por aspectos muy generales. |
| **Medio** | Aquellas preguntas cuyas respuestas requieren el uso de algún o algunos conceptos en la descripción de situaciones o fenómenos, sin que se establezca necesariamente una relación entre éstos. Asimismo, pueden considerarse preguntas que pueden generar cierto interés pero que poco aportan a la comprensión del fenómeno en cuestión. |
| **Alto** | Aquellas preguntas que incitan al estudiante a la conceptualización, preguntas que requieren una comprensión de los conceptos involucrados en el análisis de un fenómeno y que posibilitan el establecimiento de relaciones claras y coherentes entre los conceptos que explican dicho fenómeno. |

Las preguntas formuladas por cada uno de los equipos conformados se escribieron en el diario del proyecto. En total se registraron 161 preguntas, luego se clasificaron según los niveles descritos, posteriormente se clasifica según el nivel alcanzado de las preguntas formuladas.

La valoración en la habilidad para formular preguntas de los estudiantes durante la participación en el proyecto *Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR* permitió agrupar las preguntas en los tres niveles propuestos por López et al. (2014) como se ven en la figura 12.

**Figura 12.** *Resultados de valoración en la habilidad para formular preguntas.*




De las 161 preguntas formuladas, 71 de estas se clasificaron en el nivel bajo. Estas preguntas se valoran en este nivel ya que su intención era buscar respuestas muy limitadas, de aspectos generales, por lo general propiciada por la intención de la pregunta, lo que posiblemente no permitía ir un poco más allá del concepto. Algunos ejemplos de este tipo de preguntas se pueden ver en la tabla 17.

**Tabla 17.** *Ejemplos de preguntas clasificadas en nivel bajo*

| Nivel | Preguntas |
|---|---|
| | Con respecto a la búsqueda de las problemáticas ambientales del parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá:<br>*¿Cuáles pueden ser los residuos de este parque?*<br>*¿Qué animales son afectados allí?*<br>*¿Qué tipo de contaminación es la más abundante?*<br>*¿Cuánta basura se deja semanalmente?* |

| | |
|---|---|
| | *¿La pintura es contaminante para el agua?* |
| **Bajo** | Con respecto a los laboratorios virtuales de métodos físicos de separación de mezclas:<br>*¿Fue divertida la realización de las prácticas?*<br>*¿Qué es la decantación?*<br>*¿Cuáles son los dos tipos de mezclas?*<br>*¿Para qué sirve la separación de mezclas?*<br>*¿Tenemos en este colegio los materiales vistos en el laboratorio?*<br>*¿Cuál fue la práctica más difícil?* |
| | Con respecto al taller y reto de realidad aumentada:<br>*¿Qué aplicación se usó para la creación de la actividad?*<br>*¿Quién es Felipe López?*<br>*¿Qué es la realidad aumentada?*<br>*¿Cuáles son los tipos de realidad aumentada?* |

Las 57 preguntas que se valoraron en el nivel medio indagaban por respuestas que requerían el uso de ciertos conceptos relacionados con las mezclas y algunos métodos físicos para separarlas pero no profundizaban el tema; también con respuestas que describieran situaciones o fenómenos que tuvieran alguna relación entre los conceptos temáticos de esta propuesta y las problemáticas ambientales identificadas, pero que no se evidenciaron relaciones directas para comprender el fenómeno de estudio en conjunto; y finalmente preguntas que llevaban a proponer respuestas relacionadas con el desarrollo del taller y reto de realidad aumentada que generaron cierto interés, pero que aportaron poco en la comprensión de los fenómenos de estudio. A continuación, se presentan ejemplos de este tipo de preguntas en la tabla 18.

**Tabla 18.** *Ejemplos de preguntas clasificadas en nivel medio*

| Nivel | Preguntas |
|---|---|
| | Con respecto a la búsqueda de las problemáticas ambientales del parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá:<br>*¿Cómo lograr que las personas hagan uso de las diferentes canecas para la separación de residuos?* |

| | |
|---|---|
| | *¿Cómo mejorar el parque sin dañarlo?*<br>*¿Cómo podríamos nosotros vernos afectados?*<br>*¿Cómo afecta esto el agua potable que llega a la comunidad?*<br>*Si esto sigue sucediendo ¿de qué manera nos puede afectar?* |
| **Medio** | Con respecto a los laboratorios virtuales de métodos físicos de separación de mezclas:<br>*¿Qué te parecieron las prácticas virtuales?*<br>*¿Cómo podemos usar la filtración en El Salado?*<br>*¿Qué podríamos hacer si no existiera la separación de mezclas?*<br>*¿Cómo se puede desarrollar el proceso de destilación y que este sea efectivo?* |
| | Con respecto al taller y reto de realidad aumentada:<br>*¿Qué te pareció la experiencia AR?*<br>*¿Cómo se podría dar a conocer la realidad aumentada?*<br>*¿Cómo podríamos usar efectivamente la realidad aumentada?*<br>*¿En qué consiste la realidad aumentada?* |

Por último, de 161 preguntas, solamente 33 fueron valoradas en el nivel alto, evidenciando cierta dificultad de los estudiantes para formular este tipo de preguntas, ya que requieren una mayor comprensión de los conceptos de interés para este estudio y que estuvieron involucrados en el análisis de los fenómenos y situaciones de problemáticas ambientales, laboratorios virtuales y realidad aumentada, estableciendo relaciones claras y coherentes entre dichos conceptos que permiten comprender mejor los fenómenos estudiados. En la tabla 19 se muestran ejemplos de este tipo de preguntas.

**Tabla 19.** *Ejemplos de preguntas clasificadas en nivel alto*

| Nivel | Preguntas |
|---|---|
| | Con respecto a la búsqueda de las problemáticas ambientales del parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá:<br>*¿Cómo mejorar la calidad del agua?*<br>*¿Qué estrategias podrían emplear las personas para mejorar la problemática?*<br>*¿Cómo se relacionan el parque ecológico y la quebrada?*<br>*¿Cómo se podría usar la tecnología para resolver la problemática ambiental?*<br>*¿Qué pasaría con las especies que habitan el territorio si se ven afectadas por los residuos sólidos?* |

| | |
|---|---|
| **Alto** | Con respecto a los laboratorios virtuales de métodos físicos de separación de mezclas:<br>*¿Cómo los métodos vistos nos pueden ayudar a resolver la problemática?*<br>*¿Cómo el vapor se convierte en líquido?*<br>*¿Qué es lo que causa que el agua se evapore?*<br>*¿Qué implicaciones tiene a futuro filtrar el río?*<br>*¿Cómo se hace el proceso de destilación?* |
| | Con respecto al taller y reto de realidad aumentada:<br>*¿Cómo utilizar lo aprendido para mejorar las problemáticas ambientales?*<br>*¿Por medio de la realidad aumentada podemos contribuir con la limpieza del medio ambiente?*<br>*¿Cómo la realidad aumentada nos puede ayudar en los problemas ambientales?*<br>*¿Cómo el uso de la tecnología influencia en la clase?* |

#### 5.2.5.2 Caracterización en Nivel Asociativo, Explicativo o Predictivo (CN2).

Para esta caracterización se tuvieron en cuenta los criterios jerarquizados propuestos por Sanjosé y Torres (2014 como se citó en Giraldo y Valderrama, 2021) en relación con la clasificación de las preguntas para identificar el avance en su construcción, estos criterios son del tipo asociativas, explicativas y predictivas, como se describen en la tabla 20.

**Tabla 20.** *Criterios jerarquizados con respecto a la clasificación de preguntas.*

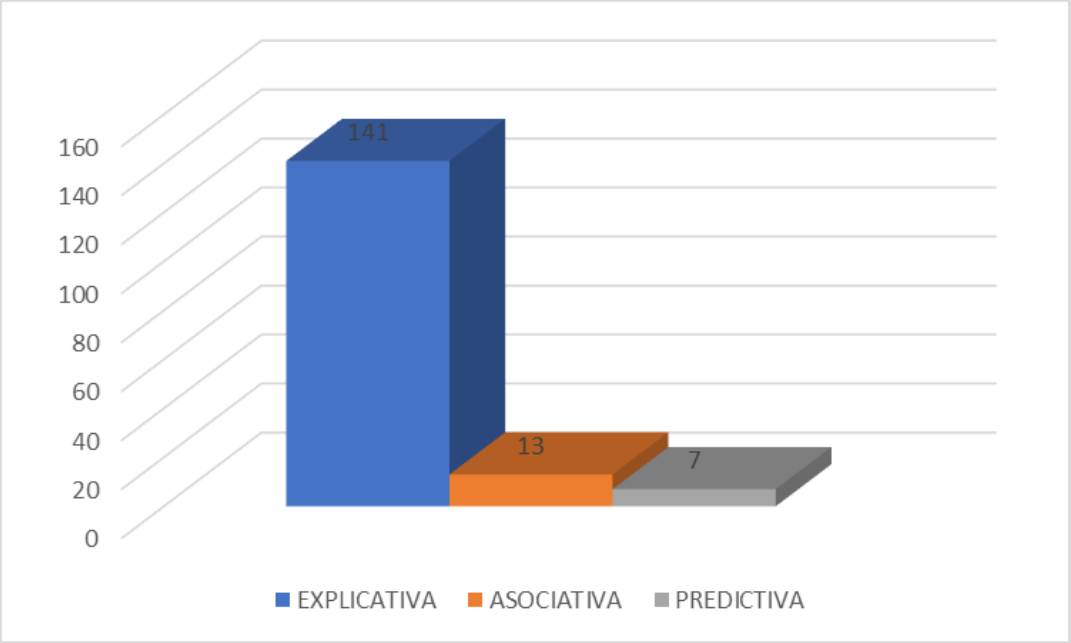
| Criterios | Descripción |
|---|---|
| **Asociativa** | Preguntas dirigidas a conocer mejor las entidades presentes (objetos o eventos) |
| **Explicativa** | Preguntas dirigidas a explicar por qué los objetos y eventos son como son |
| **Predictiva** | Preguntas dirigidas a tratar de avanzar lo que podría suceder si las condiciones fueran distintas de las presentes, usualmente de carácter hipotético deductivo |

Fuente: Giraldo y Valderrama (2021)

Las 161 preguntas formuladas por los equipos se escribieron en el diario del proyecto, luego se clasificaron según los criterios descritos anteriormente en la tabla 20, posteriormente se

evidenció la tendencia del tipo de preguntas formuladas en el desarrollo del proyecto como se ve en la figura 13:

**Figura 13.** *Resultados de la categorización de preguntas según criterios jerarquizados.*




Como se puede apreciar en el gráfico, 141 preguntas formuladas por los estudiantes son del tipo explicativas, esto es debido a que los estudiantes expresan la necesidad de comprender los conceptos y fenómenos estudiados mediados por las simulaciones en laboratorios virtuales y la realidad aumentada, y relacionados con el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas, además de la identificación de problemáticas ambientales. A continuación, en la tabla 21 se muestran algunos ejemplos de este tipo de preguntas:

**Tabla 21.** *Ejemplos de preguntas tipo explicativas*

| Criterio | Preguntas |
|---|---|
| **Explicativa** | Con respecto a la búsqueda de las problemáticas ambientales del parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá:<br>*¿Cómo podemos nosotros aportar a la solución de esta problemática?*<br>*¿Cómo se puede lograr que la gente tome conciencia sobre esto?*<br>*¿Cómo afecta esto a la población que vive a su alrededor?*<br>*¿Cómo lograr que las personas hagan uso de las diferentes canecas para la separación de residuos?* |
| | Con respecto a los laboratorios virtuales de métodos físicos de separación de mezclas:<br>*¿Por qué se dificultó la destilación?*<br>*¿Por qué no se usa la filtración para solucionar problemas con las basuras?*<br>*¿Cómo se puede desarrollar el proceso de destilación y que este sea efectivo?*<br>*¿Qué podríamos hacer si no existiera la separación de mezclas?*<br>*¿Cómo se le pueden sacar los endulzantes a la Coca Cola?* |
| | Con respecto al taller y reto de realidad aumentada:<br>*¿Cómo podríamos usar efectivamente la realidad aumentada?*<br>*¿Cómo la realidad aumentada nos puede ayudar en los problemas ambientales?*<br>*¿Qué te pareció el rato que estuvo Felipe López?*<br>*¿Qué te pareció la experiencia AR?* |

El segundo tipo de preguntas que formularon los estudiantes fueron las 13 preguntas de tipo asociativas, debido a que posiblemente los estudiantes tengan la necesidad de conocer más a profundidad los conceptos, fenómenos y procedimientos estudiados que estuvieron relacionados con el proyecto, los cuales fueron mediados por la tecnología. A continuación, en la tabla 22 se muestran algunos ejemplos de este tipo de preguntas:

**Tabla 22.** *Ejemplos de preguntas tipo asociativas*

| Criterio | Preguntas |
|---|---|
| **Asociativa** | Con respecto a la búsqueda de las problemáticas ambientales del parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá:<br>*¿Esta problemática se puede resolver con tecnología avanzada?*<br>*¿Cómo se relacionan el parque ecológico y la quebrada?* |
| | Con respecto a los laboratorios virtuales de métodos físicos de separación de mezclas:<br>*¿Cómo podríamos aplicar la virtualidad a la realidad aumentada?* |
| | Con respecto al taller y reto de realidad aumentada:<br>*¿Por medio de la realidad aumentada podemos contribuir con la limpieza del medio ambiente?*<br>*¿Cómo utilizar lo aprendido para mejorar las problemáticas ambientales?* |

Finalmente, solo se formularon 7 preguntas predictivas, esto se debe a que este tipo de preguntas son de carácter hipotético deductivo y exigen cierta complejidad para plantearse tratando de suponer lo que podría pasar con los conceptos, fenómenos o procedimientos utilizados en condiciones diferentes a las presentadas normalmente. En el caso particular de este estudio, se evidencia dificultad en proponer situaciones hipotéticas mediadas por la realidad aumentada y la tecnología, en las que sea necesario cuestionarse y aplicar los conocimientos sobre el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas que estén relacionados con la solución de problemáticas ambientales de la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado en el municipio de Envigado. En la tabla 23 se muestran algunas preguntas de este tipo:

**Tabla 23.** *Ejemplos de preguntas tipo predictivas*

| Criterio | Preguntas |
|---|---|
| **Predictiva** | Con respecto a la búsqueda de las problemáticas ambientales del parque ecológico El Salado y la quebrada La Ayurá:<br>*¿Qué implicaciones tiene a futuro filtrar el río?* |
| | Con respecto a los laboratorios virtuales de métodos físicos de separación de mezclas:<br>*¿Esta tecnología podría realizar el trabajo de otras personas?* |
| | Con respecto al taller y reto de realidad aumentada:<br>*¿Qué pasaría si se usa la tecnología para resolver la problemática ambiental?* |

Los resultados de este análisis reafirman algunos de los hallazgos de la investigación de Giraldo y Valderrama (2021) en la cual se aprecia un predominio de preguntas de nivel explicativo y pocas en el nivel alto, puesto que los estudiantes en sus dinámicas de trabajo escolar no están acostumbrados a plantear preguntas.

#### 5.2.5.3 Errores y Soluciones Propuestas (ES).

En esta categoría se presenta la identificación de algunos errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes durante la ejecución de las actividades desarrolladas, como evidencia de aprendizaje significativo crítico, en este caso se implementó la lista de chequeo de prácticas de laboratorios virtuales (Anexo F) y con base en este instrumento se identificaron los errores comunes en el desarrollo de las prácticas de laboratorios virtuales sobre los métodos físicos de separación de mezclas: filtración, decantación, evaporación y destilación. A continuación, se presentan los resultados de estos errores y las formas de solucionarlos.

#### 5.2.5.4 Errores Comunes (EC) y Formas de Solución (FS).

La tabla 24 muestra la relación entre los errores comunes que cometieron los estudiantes y las formas de solución que proponen a estos durante el desarrollo de prácticas de laboratorios virtuales relacionadas con algunos métodos físicos de separación de mezclas.

**Tabla 24.** *Relación entre métodos físicos de separación de mezclas, errores comunes y las formas de solucionarlos*

| Método físico de separación de mezclas | Errores comunes (EC) | Formas de solución (FS) |
|---|---|---|
| Filtración | No registraron correctamente los datos solicitados en el desarrollo de la práctica de laboratorio virtual | "Corregimos las muestras, después hicimos el segundo intento y nos quedó excelente" (Smart green) |
| | No realizaron correctamente los cálculos propuestos usando la ecuación presentada | "Calculamos la ecuación usando la calculadora del celular" (Clean world) |
| | No se realizó correctamente el montaje de los instrumentos, materiales y muestras para el desarrollo adecuado del laboratorio virtual | "Tuvimos fallas con el computador, pero después con ayuda del profe lo solucionamos" (Unidos por un objetivo) |
| | La puntuación del informe no es 100/100 | "Generamos el informe antes de responder las preguntas" (Clean world) |
| Decantación | No es claro el procedimiento a seguir en el montaje de la práctica de laboratorio virtual | "El profe explicó claramente y lo entendimos" (Chemies) |
| | No se responden correctamente las preguntas de falso y verdadero propuestas al finalizar la práctica de laboratorio virtual | "Al principio hubo error, pero después debatimos y llamamos al profe" (Capitanes EVG) |
| | No se comprende la situación presentada al inicio de la práctica de laboratorio virtual | "Tuvimos un poco de dificultad, pero pudimos desarrollarlo finalmente" (Smart green) |

| | | |
|---|---|---|
| | No se realizó correctamente el montaje de los instrumentos, materiales y muestras para el desarrollo adecuado del laboratorio virtual | “Al principio no sabíamos cómo manejar la decantación” (Capitanes EVG) |
| | No realizaron correctamente los cálculos propuestos usando la ecuación presentada | “En el primer intento no, ya que no cerramos la llave y pasó toda la muestra” (Unidos por un objetivo) |
| | La puntuación del informe no es 100/100 | “Mejoramos nuestro procedimiento” (Smart green) |
| Evaporación | No realizaron correctamente los cálculos propuestos usando la ecuación presentada | “En el primer intento no porque no restamos el peso del plato” (Unidos por un objetivo) |
| | No registraron correctamente los datos solicitados en el desarrollo de la práctica de laboratorio virtual | “En el segundo intento colocamos los resultados correctos donde deben ir” (Decimezclas) |
| | No se responden correctamente las preguntas de falso y verdadero propuestas al finalizar la práctica de laboratorio virtual | “Tuvimos un pequeño error en el primer intento, pero todo estuvo bien resuelto” (Capitanes EVG) |
| | La puntuación del informe no es 100/100 | “En el primer intento usamos mal las fórmulas, y corregimos esto en el segundo” (Decimezclas) |
| Destilación | No realizaron correctamente los cálculos propuestos usando la ecuación presentada | “No nos dio el tiempo” (Decimezclas) |
| | No registraron correctamente los datos solicitados en el desarrollo de la práctica de laboratorio virtual | “Lo intentamos muchas veces y se pasaba los tiempos” (Capitanes EVG) |
| | No se responden correctamente las preguntas de falso y verdadero propuestas al finalizar la práctica de laboratorio virtual | “No pudimos responder completamente todas las preguntas” (Smart green) |
| | No es claro el procedimiento a seguir en el montaje de la práctica de laboratorio virtual | “Porque no fue claro” (Clean world) |
| | No se resuelve la situación presentada ai inicio de la práctica de laboratorio | “Porque los datos no coinciden” (Smart green) |

| | | |
|---|---|---|
| | virtual | |
| | La puntuación del informe no es 100/100 | “Hubo varios problemas para responder dicha actividad” (Unidos por un objetivo) |

La mayoría de errores comunes que presentaron los estudiantes fue durante el desarrollo de la práctica del laboratorio virtual de destilación. Pueden influir factores de distracción y cansancio debido a que estas actividades se desarrollaron en las últimas horas de la jornada, así mismo, es probable que, por no estar familiarizados con la metodología de los simuladores virtuales, se les haya dificultado el trabajo, además, como lo manifiestan los estudiantes, una oportunidad de mejora para sobrellevar estas dificultades es destinar más tiempo para explicar mejor la metodología de desarrollo de esta práctica en especial.

Los aspectos más relevantes de las formas de solución a los errores comunes se evidencian desde lo procedimental, pues, como lo manifiestan los estudiantes, se hace necesario un segundo intento para hacer una revisión de los cálculos, preguntas a responder y pasos a seguir durante el desarrollo de cada una de las simulaciones, y de esta manera solucionar efectivamente los errores.

#### 5.2.5.5 Percepción/ Representación (PR).

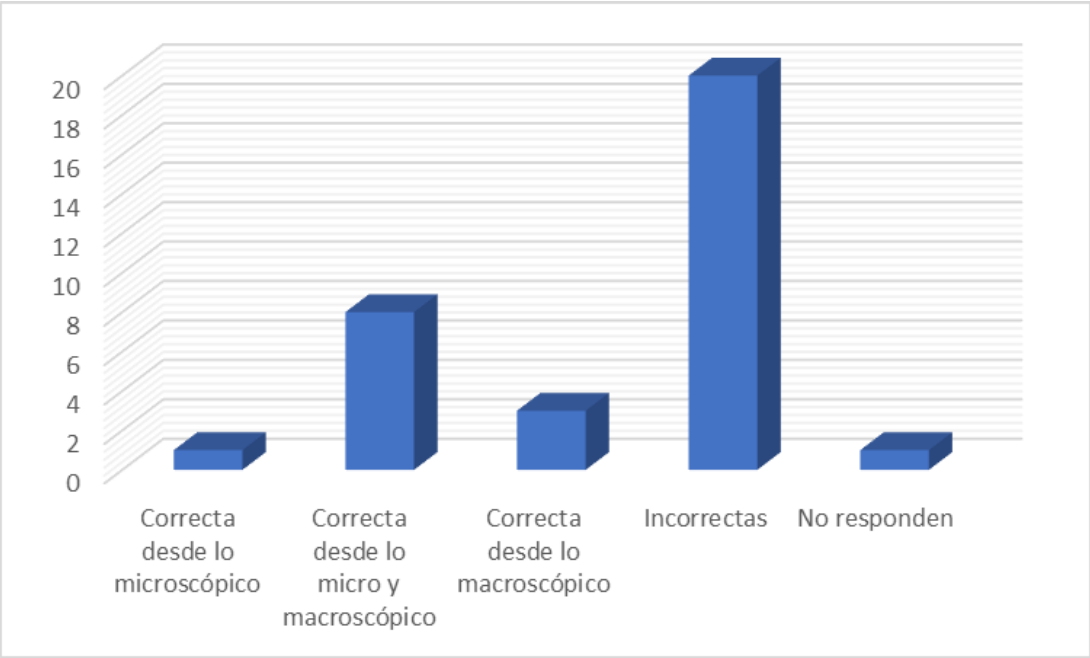
Esta categoría de análisis hace referencia a cómo los estudiantes perciben y representan las mezclas, es decir, cómo comprenden el proceso de formación de una mezcla desde niveles microscópicos o macroscópicos. Se analizaron 33 representaciones de una mezcla compuesta por hierro, sal y agua después de agitar; los hallazgos demuestran que en general los estudiantes recurren a representar las mezclas desde asuntos macroscópicos (Ruge, 2017) y fenomenológicos (Valdéz et al., 1998); aunque también tienen acercamientos a los procesos moleculares que se dan cuando se forman las mezclas homogéneas y heterogéneas. Así mismo, se tuvieron en cuenta

algunos acercamientos y representaciones sobre el producto final del proyecto mediado por realidad aumentada, de los cuales se presentan registros fotográficos.

#### 5.2.5.6 Percepción / Representación sobre las Mezclas (PRM).

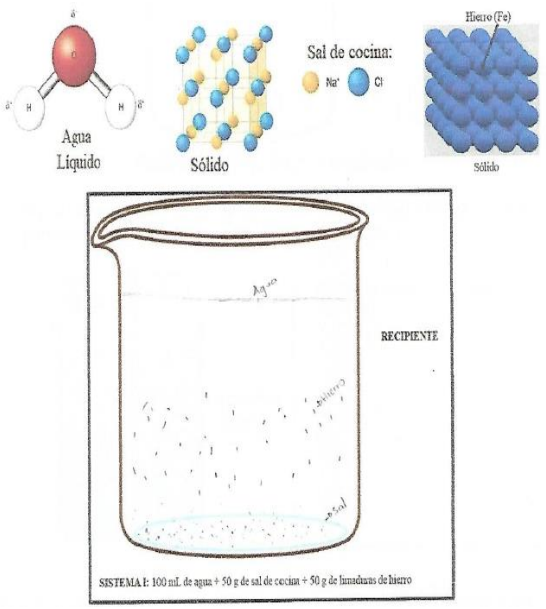
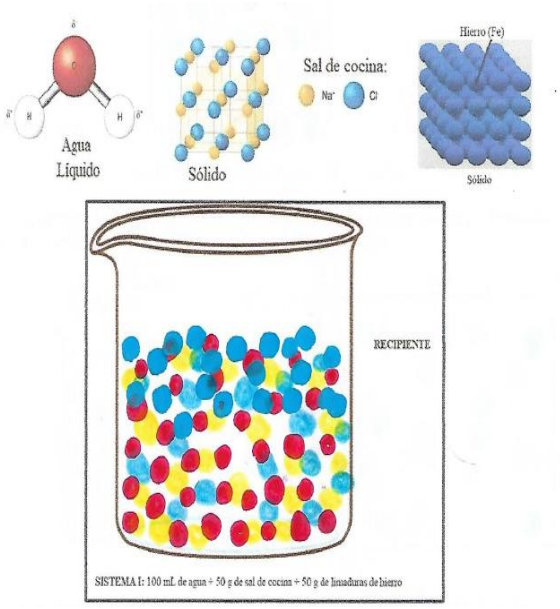
En esta subcategoría se presentan los resultados de la valoración de algunas aproximaciones de los estudiantes a la representación microscópica de las mezclas, haciendo arreglos moleculares según la situación presentada; aunque algunos tienen una concepción de compuesto como una mezcla aleatoria de átomos, en coherencia con la asociación macroscópica compuesto/mezcla (Ben-Zvi et al., 1986; Briggs y Holding, 1986). En la figura 14 se observa el resultado de la representación que realizaron los estudiantes de una mezcla de hierro, agua y sal después de agitar.

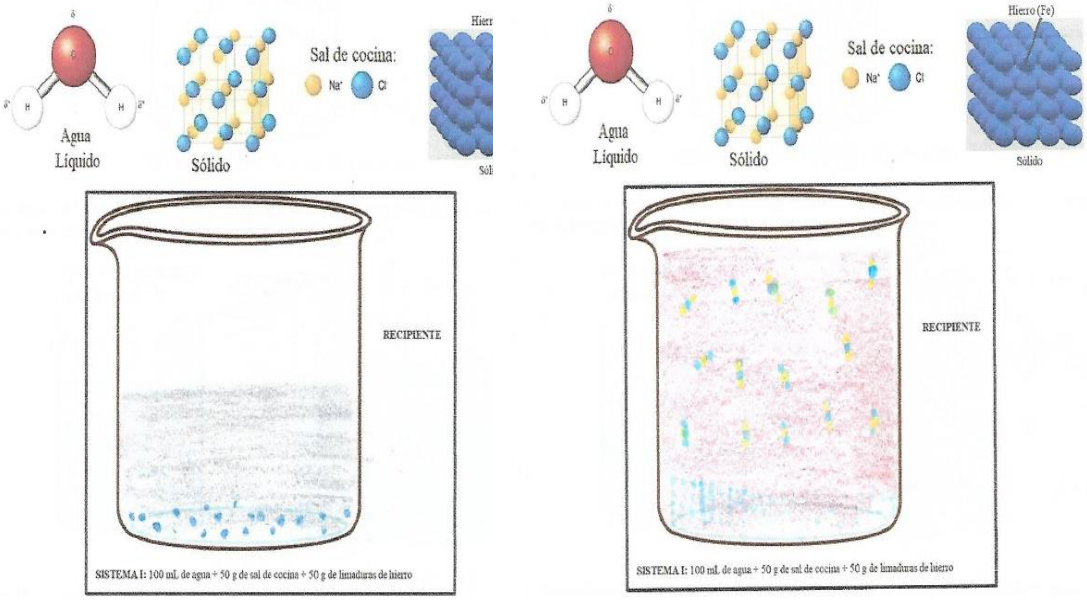
**Figura 14.** *Resultados de la representación que realizaron los estudiantes de una mezcla de hierro, agua y sal después de agitar.*



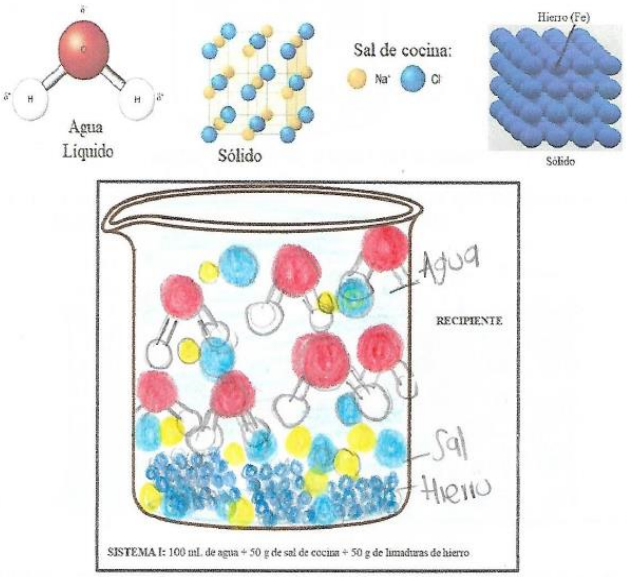
Podemos observar que la gran mayoría de estudiantes representa de forma incorrecta la mezcla propuesta, encontrando que esta representación también está determinada por las cuestiones fenomenológicas (Valdéz et al., 1998) posiblemente desde su experiencia personal, y macroscópicas (Ruge, 2017) como lo ratifican al observar el fenómeno en el contexto real cuando ponen en interacción dichos componentes del fenómeno. A continuación, en la figura 15 se contrastan las representaciones de varios grupos de estudiantes que hacen representaciones similares. Ahora bien, al respecto se toman los siguientes ejemplos:

**Figura 15.** *Representaciones que tienen varios grupos de estudiantes sobre el concepto de mezcla*

| **Representación del estudiante 8** | **Representación del estudiante 13** |
|---|---|
|   |   |
| **Representación del estudiante 15** | **Representación del estudiante 4** |




**Representación del estudiante 30**




Como se puede observar, el grupo de estudiantes 8 y 13 representaron incorrectamente la mezcla, pero intentaron acercarse al asunto microscópico de reordenamiento de moléculas, aunque

el estudiante 13 tiene una concepción de compuesto como una mezcla aleatoria de átomos, que corresponde con lo reportado por Ben-Zvi et al., (1986) y Briggs y Holding, (1986).

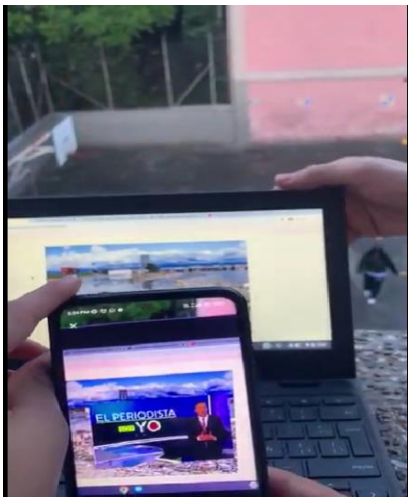
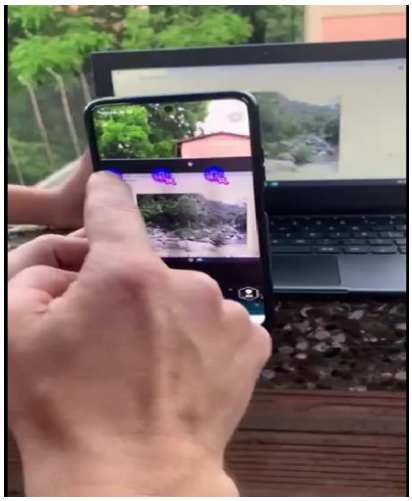
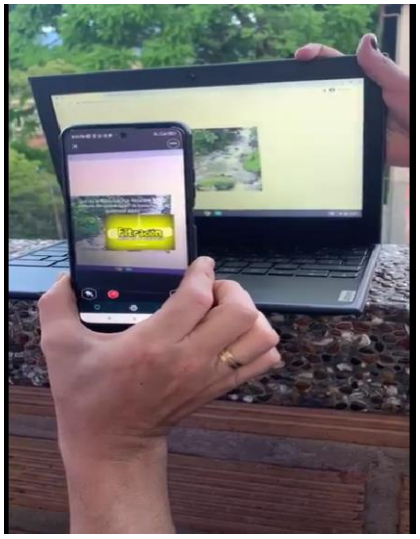
Un grupo de estudiantes representa la mezcla correctamente, pero abordando esta representación desde la perspectiva fenomenológica y macroscópica al tratar de ejemplificar cómo se vería la mezcla y sus componentes luego de agitarlos, como el caso de la representación del estudiante 15.

Otro grupo de estudiantes en particular combinó la representación de la mezcla utilizando elementos tanto microscópicos, como la reorganización de las moléculas luego de agitar, como macroscópicos, asociados a la percepción visual de cómo se vería la mezcla, como lo representó el estudiante 4.

Para finalizar, se destaca que una sola estudiante recurre a la representación de la mezcla desde los asuntos microscópicos relacionados con las moléculas que la componen y su distribución luego de agitarla. En esta representación de la estudiante 30, se puede observar el reordenamiento de moléculas de hierro, agua y sal después de agitar, que realizó correctamente y que guarda relación con la definición conceptual de que las mezclas son una combinación de dos o más sustancias en las que estas conservan sus propiedades (Chang, 2011).

Por otro lado, la tecnología de realidad aumentada permitió la interacción del mundo real con el mundo virtual al desplegar información de la web e integrarse con la imagen que los estudiantes ven (Safar et al., 2017) utilizando los celulares y las computadoras Chromebook, por lo que la utilizaron para representar algunas técnicas de separación de mezclas como posibles alternativas de solución a las problemáticas ambientales identificadas en el desarrollo del proyecto. A continuación, en la figura 16 se presentan algunas evidencias fotográficas de la socialización del producto final del proyecto mediado por realidad aumentada.

**Figura 16**. *Representaciones mediadas por realidad aumentada como posibles soluciones a las problemáticas ambientales identificadas en el desarrollo del proyecto.*

| Equipo Chemies | Equipo Smart green |
|---|---|
|   |  |
| **Equipo Capitanes EVG** | **Equipo Clean world** |
|  | |

Como se observa en el registro fotográfico, en las situaciones presentadas mediadas por realidad aumentada, los equipos de estudiantes desarrollaron esta experiencia utilizando imágenes de fondo como marcadores en los computadores Chromebook y facilitaron la interacción con los botones (acceso a la web y a la plataforma YouTube en los equipos Smart Green y clean world)

que despliega la aplicación ROAR utilizada para la mediación. En estos ejemplos, el equipo Chemies integró la proyección de un vídeo en el celular con una nota periodística sobre una imagen en la pantalla del Chromebook de la problemática ambiental de los residuos sólidos en un puerto de la zona caribe que sirvió de marcador. Los equipos Smart Green, capitanes EVG y clean world utilizaron como marcador imágenes de la quebrada La Ayurá, que se muestran en la pantalla, y propusieron diversas formas de interacción y navegación con los botones de acceso a la web y a la plataforma YouTube, relacionadas con las técnicas de separación de mezclas, conceptos y relaciones que permitieron plantear posibles alternativas de solución a las problemáticas ambientales del municipio de Envigado identificadas durante el proyecto. Se resalta la apropiación del lenguaje relacionado con las temáticas abordadas en el desarrollo del proyecto.

Finalmente se encuentra, en términos generales, que la percepción y representación sobre las mezclas que realizan los estudiantes se estructuran principalmente desde lo fenomenológico, relacionado con lo que conocen en su contexto, y abordadas desde cuestiones macroscópicas asociadas a la percepción visual de cómo se ven las mezclas. Por el lado microscópico, las situaciones son diferentes, puesto que se evidencian dificultades para comprender el fenómeno a nivel molecular, lo que implica oportunidades pedagógicas y didácticas para representar la reorganización de sustancias al mezclarlas. Se destaca la posibilidad de integrar otras formas de representación y visualización mediadas por la tecnología como la realidad aumentada, sobre aspectos relacionados con el tema de estudio y cómo esta puede presentarse como posible solución a las problemáticas ambientales identificadas en el territorio.

# 6. Conclusiones y Recomendaciones

## 6.1 Conclusiones

En la era de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) se hace necesario integrar los procesos educativos a los emergentes recursos y herramientas tecnológicas, es así como bajo esta idea, el aprendizaje basado en proyectos mediado por las TIC se perfila como una estrategia pedagógica innovadora en la enseñanza de la química y se convierte en una alternativa metodológica para abordar la enseñanza de las ciencias en general. Las conclusiones a las que se llega con esta propuesta de investigación son las siguientes:

En relación con el objetivo valorar el progreso de los estudiantes en la habilidad para formular preguntas, propiciado por la participación en un proyecto que involucra situaciones problema asociadas al concepto mezcla, se encontró que los estudiantes siguen una marcada tendencia hacia la formulación de preguntas de nivel bajo, factor que no favoreció la indagación de aspectos más profundos relacionados con el concepto mezcla como el comportamiento y reorganización de las moléculas al combinar las sustancias, y las propiedades físicas de estas al momento de elegir un método físico para separarlas. Aunque también se registraron preguntas de nivel medio, orientadas a conocer aspectos específicos de la temática de estudio, estas no evidenciaron relaciones directas para comprender el fenómeno en conjunto. Así mismo, se hace énfasis en la dificultad que presentan los estudiantes para formular preguntas de nivel alto, ya que estas suponen un mayor dominio conceptual relacionado con las actividades desarrolladas en el proyecto. Sin embargo, aunque la mayoría de las preguntas son de nivel bajo, se consideran importantes debido a que marcan un punto de partida para comprender mejor los conceptos y fenómenos abordados en el desarrollo del proyecto. Finalmente, con relación a la caracterización

de los tipos de preguntas según los criterios jerarquizados propuestos por Sanjosé y Torres (2014 como se citó en Giraldo y Valderrama, 2021), se detectó que tienen dificultades para realizar preguntas de tipo asociativas y predictivas, en su mayoría son de tipo explicativas, esto demuestra la importancia que tiene seguir promoviendo escenarios participativos donde los estudiantes tengan la posibilidad de plantear preguntas como un recurso que mejora el aprendizaje significativo crítico al situar al estudiante como parte activa en su formación.

En relación con el objetivo detectar errores y formas de solución comunes que realizan los estudiantes en la ejecución de las actividades desarrolladas durante un proyecto como evidencia de aprendizaje significativo crítico, se encontró que el desempeño en cada una de las actividades fue mejorando cada vez que se detectaron y corrigieron los errores más comunes notando una apropiación del lenguaje propio de las mezclas y de las técnicas físicas para separarlas en las propuestas de posibles alternativas de solución a las problemáticas ambientales identificadas.

En relación con el objetivo valorar la percepción de los estudiantes en relación con su participación en un proyecto con mediación tecnológica desde componentes asociados a la toma de decisiones y el trabajo colaborativo, se encontró que fue favorable puesto que valoran positivamente el hecho de que pudieron conformar los equipos libremente según sus habilidades, además, destacan la metodología llevada a cabo haciendo uso de herramientas y estrategias didácticas, interactivas, novedosas e interesantes, porque, como lo manifiestan, es algo totalmente diferente a lo propuesto actualmente en el aula, factores que influyeron positivamente en la motivación para realizar el trabajo al interior de cada equipo, posibilitando el aprendizaje de las temáticas desarrolladas durante el proyecto.

En términos generales, se aprecian otros elementos al interior de este ejercicio investigativo que tienen que ver con el trabajo colaborativo, donde los estudiantes se reconocieron como parte activa e importante para llevar a cabo el proyecto; la toma de decisiones y roles de los estudiantes, al asumir y cumplir con las funciones de cada rol para desarrollar efectivamente el proyecto desde lo que aportan cada una de las habilidades identificadas en sus integrantes.

## 6.2 Recomendaciones

De acuerdo con los planteamientos teóricos de este estudio, se recomienda incluir la mediación tecnológica en el marco de un proyecto, puesto que su importancia radica en que supone un cambio metodológico significativo en los procesos de enseñanza de la química; además, puede impactar positivamente las actitudes de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias. Sin duda se perfila como una nueva tendencia educativa en el desarrollo de estrategias didácticas y metodologías de enseñanza que marcan la diferencia durante la práctica pedagógica, dinamizando los procesos de educación científica en las modalidades de presencialidad, alternancia y educación remota; así mismo, desarrollando y fortaleciendo en los estudiantes las competencias científicas y habilidades del siglo XXI como el manejo de la información, apropiación de las TIC y resolución de problemas.

Se hace necesario otorgar una mayor participación a los estudiantes y favorecer el desarrollo de habilidades como la autonomía y la colaboración, por lo que se recomienda implementar estrategias de aprendizaje basado en proyectos, debido a que los estudiantes van apropiándose de la terminología propia de la temática, asumen un rol protagónico durante su ejecución, se van dinamizando los procesos de enseñanza al centrar el aprendizaje en ellos según

el contexto que los rodea, y es una alternativa metodológica de trabajo personal e interactiva que les permite responsabilizarse de su proceso de aprendizaje.

Finalmente, se invita a ajustar diseños de proyectos en contextos específicos para responder a problemáticas particulares de las comunidades, donde los maestros y los estudiantes en conjunto, puedan diseñar estrategias que permitan resolver problemas en contexto, y de esta manera, se fomenta un aprendizaje significativo crítico de las temáticas de estudio relacionadas con dichas problemáticas.

# 7. Referencias Bibliográficas

Ausin, V., Abella, V., Delgado, V. y Hortigüela, D. (2016). Aprendizaje Basado en Proyectos a través de las TIC. Una Experiencia de Innovación Docente desde las Aulas Universitarias. *Formación universitaria, 9*(3), 31-38. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005

Ausubel, D. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston

Ausubel, D., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas

Azcona, R., Furió, C., Intxausti., S. y Alvarez., A. (2004). ¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender que es una sustancia? *Alambique, 40*, 7-17.

Baggio, S. y Harvey, M. (2015). El problema de los 9 frascos: un clásico de laboratorio para alumnos de química básica, simulado en computadora. *Educación Química, 26*(4), 281-287. http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.010

Benítez, A. y García, M. (2011). Trabajos en Proyectos como Herramienta para Fortalecer las Habilidades Cognitivas en los Estudiantes. *Revista Formación universitaria, 4* (2), 27-36.

Benjumeda, F. y Romero, S. (2017). Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria. *Revista EUREKA sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14*(3), 621-636.

Ben-Zvi, R., Eylon, B. y Silberstein J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education, 63*, 64-66.

Brage, L. B. (2004). Bases metodológicas de la investigación educativa. Universitat de les Illes Balears.

Briggs, H. y Holding, B. (1986). *Aspects of secondary student´s understanding of elementary ideas in Chemistry*. Leeds: Centre for Estudies in Science and Mathematics Education.

Buck Institute for Education [BIE] (2017, 25 de junio). *Gold Standard PBL: Essential Project Design Elements*. https://www.pblworks.org/what-is-pbl/gold-standard-project-design

Buitrago-Pulido, R. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. *Educación y educadores, 18* (1), 27-41. https://doi.org/10.5294/edu.2015.18.1.2

Chang, R. (2011). *Fundamentos de química*. México: Editorial McGraw Hill.

Chang, H., Hsu, Y., Wu, H. & Chin-Chung, T. (2018). Students' development of socio-scientific reasoning in a mobile augmented reality learning environment. *International Journal of Science Education, 40*(12), 1410-1431. https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1480075

Ching, Y-C & Hsu, Y-C. (2013). Peer Feedback to Facilitate Project-Based Learning in an Online Environment. *The International Review of Research in Open and Distance Learning 14*(5).

CILAC. (2016). Transformando nuestra región: Ciencias, Tecnología e Innovación para el Desarrollo Sostenible. http://forocilac.org/cilac-2016/

CloudLabs Virtual STEAM. (2008). *Laboratorios virtuales*. https://cloudlabs.us/es/home-es/

Collazos, C., Heindel, R., Isaza, J. y Mora, C. (2016). Enseñanza de la Electrostática por medio de la Construcción de Prototipos de Bajo Costo y el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Formación Universitaria, 9*(2), 115-122. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000200013

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2020). *Trabajamos en equipo por prevenir y mitigar los impactos del COVID- 19 en la deserción en educación Preescolar, Básica,*

*Media y Superior*. https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Noticias/401634:Trabajamos-en-equipo-por-prevenir-y-mitigar-los-impactos-del-COVID-19-en-la-desercion-en-educacion-Preescolar-Basica-Media-y-Superior

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje de Ciencias Naturales V.1*. Bogotá: Magisterio.

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2004). *Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.* Bogotá: Magisterio.

Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos Curriculares de Matemáticas*. Bogotá: Magisterio.

Cols, E. y Basabe, L. (2007). *La Enseñanza*. En A. R. W. Camilloni (Ed.), El saber didáctico (pp. 125-158). Buenos Aires, Argentina: Paidós.

Congreso de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley General de Educación. [Ley 115 de 1994]. DO: 41.214. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Constitución política de Colombia [Const.] (1991), Artículo 23 [Actualizada con los Actos Legislativos 2016]

Dávila-Acedo, M. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *14* (3), 570-586. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92052652005

Dalgarno B., Bishop A. G., Adlong W. & Bedgood Jr. D. R. (2009), Effectiveness of a Virtual Laboratory as a Preparatory Resource for Distance Education Chemistry Students. *Comput. Educ.*, *53*(3), 853–865.

De Budapest [UNESCO] (1999). *Marco general de acción de la Declaración de Budapest*. https://www.unilibrebaq.edu.co/unilibrebaq/Ciul/documentos/COMITE/DeclBudapest.pdf

Díaz, M. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias*. Universidad de Oviedo: Asturias, España.

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. y Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la Ciencia en secundaria*. Madrid: Visor.

Domínguez, E., Matos, R., Castro, I., Molina, C. y Gómez, I. (2011). El ABP mediado con tecnología móvil como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia matemática en resolución de problemas: un caso con la adición de números enteros negativos. *Zona Próxima*, (14), 12-27. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85320028002

Eraso-Checa, F., Narváez-Solarte, J., Lagos, C., Escobar, E., & Erazo, O. (2014). Aprendizaje significativo por investigación: propuesta alternativa-Significant learning research: alternative proposal. *Revista Científica*, *19*(2), 158–167. https://doi.org/10.14483/23448350.6502

Escuela Normal Superior de Envigado, (2018). *Informe de desempeño de procesos (Gestión de formación).* Envigado, Antioquia.

Escuela Normal Superior de Envigado, (2019). *Proyecto Educativo Institucional*. Envigado, Antioquia.

Fabri, D., Falsetti, C., Lezzi, A., Ramazzotti, S., Rita Viola, S. & Leo, T. (2008). *Virtual and augmented reality*. En Adelsberger, H., Kinshuk, Pawlowski, J., y Sampson, D. (Eds.), Handbook on Information Technologies for Education and Training (Ed. 2. pp. 113-132). Berlin: Springer.

Fabro Vivas, A., Aró, C., Villafañe, N. & Degrave, V. (2020). Integración de las TIC para la enseñanza de las Ciencias Morfológicas en el nivel universitario. *Uni-Pluriversidad, 20*(1), 61–79. https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.20.1.04

Finkelstein, N., Hanson, T., Huang, C. W., Hirschman, B., & Huang, M. (2010*). Effects of problem-based economics on high school economics instruction*. Institute of Education Sciences. https://ies.ed.gov/ncee/edlabs/regions/west/pdf/REL_20104012.pdf

Furió, C. y Domínguez, C. (2001). Conocer la historia de la ciencia para comprender las dificultades de los estudiantes sobre el concepto de sustancia química. *Enseñanza de las Ciencias, núm. extra. VI Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, pp. 55-56.*

Furió, C. y Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias, 25*(2), 241-258. https://www.researchgate.net/publication/39330668_Problemas_historicos_y_dificultades_de_los_estudiantes_en_la_conceptualizacion_de_sustancia_compuesto_quimico

Furió-Más, C., Domínguez-Sales, M. y Guisasola, J. (2012). Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza para introducir los conceptos de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias, 30* (1), 113-128. https://doi.org/10.5565/rev/ec/v30n1.575

Galeano Marín, M. E. (2004). Estrategias de investigación social cualitativa: el giro en la mirada. Medellín: La Carreta.

Gil, J. (2011). *Técnicas e instrumentos para la recogida de información*. UNED. https://drive.google.com/drive/folders/1J8QjIui022oTaX7kliKXXQcV2jYOCcch

Giraldo, C., Meneses, J. y Caballero, M. (2020). Aprendizaje basado en proyectos como estrategia para aprender sobre electricidad: estudio de caso en una escuela rural colombiana. *Investigações em Ensino de Ciências, 25*(3),145-161. http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p145

Giraldo, C y Valderrama, V. (2021). Incidencia del Aprendizaje Basado en Proyectos en la habilidad para formular preguntas. En: J. Mora, R. Castanho, J. Vidal y A. Abreu, ed., *Transformación Digital e Innovación Tecnológica en la Educación (Dúo),* 1ra ed. España: Editorial Aranzazadi, S.A.U.

González Frías, y Castro López. (2011). Impacto del ABP en el Desarrollo de la Habilidad para Formular Preguntas de Aprendizaje en Estudiantes Universitarios. *REDU Revista de Docencia Universitaria, 9*(1), 57-66. URL: http://redaberta.usc.es/redu/index.php/REDU

González, E. (s.f). *El proyecto de aula o acerca de la formación en investigación*. Universidad de Antioquia.

Hawkins, I. & Phelps, A. (2013). Virtual laboratory vs. traditional laboratory: Which is more effective for teaching electrochemistry?. *Chemistry Education Research and Practice, 14* (4), 516-523. https://doi.org/10.1039/C3RP00070B

Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill/Interamericana editores.

Hierrezuelo, J. y Montero, A. (1989). *La Ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la Física y Química*. Madrid: Laia-MEC.

Hincapié, M., Díaz, C. & Moreno, G. (2016). Evaluating the Effect on User Perception and Performance of Static and Dynamic Contents Deployed in Augmented Reality based Learning Application. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13* (2), 301-317. https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00617a

Hoyos, C. (2000). *Un modelo para investigación documental. Guía teórico-práctica sobre construcción de estados del arte con importantes reflexiones sobre investigación*. Señal Editora

Hsu, K., Jiang, J., Wei, H. & Lee, T. (2016). Application of the Environmental Sensation Learning Vehicle Simulation Platform in Virtual Reality. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 12*(5), 1477-1485. https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1525a

Huerta, M. (2018). Evaluación basada en evidencias, un nuevo enfoque de evaluación por competencias. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu, 5*(1), 159-171. https://doi.org/10.36955/RIULCB.2018v5n1.0011

Imaz, J. (2015) Aprendizaje Basado en Proyectos en los grados de Pedagogía y Educación Social: "¿Cómo ha cambiado tu ciudad*? Revista Complutense de Educación, 26*(3), 679-696.

Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2019). *Guía de orientación Saber 11° 2019-2.* En Ministerio de Educación Nacional (MEN), Colombia. https://www.icfes.gov.co/documents/20143/193560/Guia+de+orientacion+de+saber+11-2019+-+2.pdf/8e305a8c-61fb-411e-4a2d-1fc4abe1f520

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química, col*. Aula XXI, México: Santillana/Facultad de Química-UNAM.

Kioupi, V., & Arianoutsou, M. (2016). Greek Students Research the Effects of Fire on the Soil System through Project-based Learning. *Journal of Biological Education, 50(*3), 304-319. http://dx.doi.org/10.1080/00219266.2015.1117509

Liu H., (2005). *Examining the use of computer simulations to promote learning of electrochemistry among college students*, Iowa State University.

López, S., Veit, E. y Solano, I. (2014). La formulación de preguntas en el aula de clase: una evidencia de aprendizaje significativo crítico. *Ciência & Educação 20*(1), 117-132.

Lloréns, J. A. (1991). *Comenzando a aprender Química. Ideas para el diseño curricular*. Madrid: Visor.

Manso, J. y Ezquerra, A. (2014). Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales: propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias, 11* (2), 54-67 https://rodin.uca.es/handle/10498/15712

Markham, T. (2003). *Manual para el aprendizaje basado en proyectos: una guía para el aprendizaje basado en proyectos orientado por estándares*. San José (Costa Rica): Fundación Omar Dengo.

Martí, J., Heydrich, M., Rojas, M. y Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT, 6*(158), 11-21.

Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. & Ortega, M. (2010). Design and Validation of an Augmented Reality for Spatial Abilities Development in

Engineering Students. *Computer & Graphics, 34* (1), 77-91. https://doi.org/10.1016/j.cag.2009.11.003

Martín del Pozo, R. y Galán, P. (2012). Los criterios de clasificación de la materia inerte en la Educación Primaria: concepciones de los alumnos y niveles de competencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 9* (2), 213-230. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92024542004

Martínez, C., García, B. y Rivadulla, J. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 8*(1), 137-155.

Mendoza, D., Martínez, J. Realpe, A. (2020). Validación de herramienta didáctica de aprendizaje para el diseño de una torre de destilación de mezclas binarias por método McCabe-Thiele. *Formación Universitaria, 13*(5), 147-154. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062020000500147

Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J. y Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje en química. *Educación Química, 26* (2), 94-99. http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2015.04.004

Moreira, M. (s.f). La teoría del Aprendizaje Significativo. Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias. Universidad de Burgos, España; Universidad Federal de Río Grande do Sul, Brasil.

Moreira, M. (Septiembre 2006). Aprendizaje significativo: de la visión clásica a la visión crítica. D. Diez de Tancredi (Presidencia). V Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Congreso llevado a cabo en Madrid, España.

Moreira, M. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en ciencias. *Revista Chilena de Educación en Ciencias, 4*(2), 38-44.

Moreira, M. (2002). *Investigación en educación en ciencias: métodos cualitativos.* Universidad e Federal do Rio Grande do Sul.

Moreira, M. (2000). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa, Boletin de Estudios e Investigación,* (6), 83-102

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2020). *Informe COVID-19 CEPAL-UNESCO. La educación en tiempo de la pandemia COVID-19.* http://hdl.handle.net/11362/45904

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2016). *Educación Científica.* https://core.ac.uk/download/pdf/143615324.pdf

Paixão, F. (2004). Mezclas en la vida cotidiana. una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciencia tecnología y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 1*(3), 205-212. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92001305

PBLWorks. (2000). *John Thomas of WestEd*. *This Research Review and the Executive*. http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000

Pérez- Serrano. G. (1994). *Investigación cualitativa. Retos e interrogantes*. Editorial la Muralla, S.A. https://concreactraul.weebly.com/uploads/2/2/9/5/22958232/investigacin_cualitativa.pdf

Pozo, J., Sanz, A., Gómez, M. y Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, *9*(1), 83-94. http://hdl.handle.net/10486/665436

Pujol, R. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria.* Editorial Síntesis.

Quintero, J. (2020). El Efecto del COVID-19 en la Economía y la Educación: Estrategias para la Educación Virtual de Colombia. *Revista Scientific*, *5*(17), 280-291. https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.17.15.280-291

Radu, L. (2012). *Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality*. Proceedings from the 2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR) (pp. 313-314). Atlanta, GA: The Institute of Electrical and Electronics Engineers. http://dx.doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402590

Restrepo, B. (2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Revista Educación y Educadores*, 7, 45-55.

Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, É. y Luna-Cortés, J. (2010). Evaluación de la estrategia de aprendizaje basado en proyectos. *Revista Educación y educadores*, *13*(1), 13-25. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83416264002

Romero, I. & Benjumeda, F. (2017). Ciudad Sostenible: un proyecto para integrar las materias científico-tecnológicas en Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *14*(3), 621-637. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92052652008

Ruge, L. (2017). *La modelización de los conceptos de sustancia y mezcla como estrategia de comprensión en un curso de química de educación media.* [Tesis de maestría,

Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Digital Universidad Distrital Francisco José de Caldas. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5723

Safar, A., Al-Jafar, A. & Al-Yousefi, Z. (2017). The Effectiveness of Using Augmented Reality Apps in Teaching the English Alphabet to Kindergarten Children: A Case Study in the State of Kuwait. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(2), 417-440. https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00624a

Sánchez, G., De Pro Bueno, A. y Valcárcel, M. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas, 15*(1), 35-50. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4188

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Eds. Morata S. L.

Sungkur, R., Pancho, A. & Bhoyroo, N. (2016). Augmented reality, the future of contextual mobile learning. *Interactive Technology and Smart Education, 13*(2), 123-146. https://doi.org/10.1108/ITSE-07-2015-0017

Trikaliti, A. (2004). *Environmental Education: Theory and Practice*. Athens: University of Athens Press.

Valdéz, S., Flores, F., Gallegos, L. y Herrera M. (1998). Ideas previas en estudiantes de bachillerato sobre conceptos básicos de química vinculados al tema de disoluciones, *Educación Química, **9***(3), 155-162.

Valcárcel, M. y Sánhez, G. (1990). Ideas de los alumnos de diferentes niveles educativos sobre el proceso de disolución. *Investigación en la Escuela, 11,* 51.60.

Vega-Rodríguez, A. (2020). Del laboratorio al aula virtual y simuladores. *Educación Química, 31* (5), 126-128. http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.5.77287

Walker A. y Leary H. (2009) A Problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 3* (1), 12-43.

Wildan, A., Huey-Ping, B., Xiao, K., Wah, O. & Wah, T. (2019). Growth measurement of surface colonies of bacteria using augmented reality. Journal of Biological Education, 54(4), 419-432. https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1600571

Woodfield B. F., Andrus M. B., Andersen T., Miller J., Simmons B., Stanger R., Waddoups G. L., Moore M. S., Swan R. & Allen R., Bodily G., (2005), The Virtual ChemLab Project: A Realistic and Sophisticated Simulation of Organic Synthesis and Organic Qualitative Analysis, *J.* Chem. Educ., 82(11), 1728. DOI: 10.1021/ed082p1728.

Woodfield B. F., Catlin H. R., Waddoups G. L., Moore M. S., Swan R., Allen R. & Bodily G., (2004), The Virtual ChemLab Project: A Realistic and Sophisticated Simulation of Inorganic Qualitative Analysis. *J. Chem. Educ.*, *81*(11), 1672. DOI: 10.1021/ed081p1672.

Yaron D., Evans K. L. & Karabinos, M. (2003), *Scenes and Labs Supporting Online Chemistry*, Paper presented at the 83rd Annual AERA National Conference.

Yuen, S. C.-Y., Yaoyuneyong, G. & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, *4*(1), 119-140.

# 8. Anexos

**Anexo A.** *Instrumento de indagación de conocimientos previos sobre el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas.*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | **NÚCLEO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA** | |
| | **ÁREA DE CIENCIAS NATURALES<br>QUÍMICA** | |
| | **INSTRUMENTO DE INDAGACIÓN DE CONOCIMIENTOS PREVIOS SOBRE EL CONCEPTO MEZCLA Y ALGUNOS MÉTODOS FÍSICOS PARA SEPARARLAS** | |
| **NOMBRE: _____ GRADO: _____ FECHA: _____** | | |

**A continuación, se presenta un formulario relacionado con el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas, te invito para que lo contestes con toda la sinceridad posible a partir de los conocimientos que tengas sobre el tema.**

**1. Desde tus conocimientos explica ¿qué es una mezcla?, ¿qué es una mezcla homogénea? Da ejemplos, ¿qué es una mezcla heterogénea? Da ejemplos**

**¿QUÉ ES UNA MEZCLA?**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

**¿QUÉ ES UNA MEZCLA HOMOGÉNEA?**

_____
_____
_____

**EJEMPLOS DE MEZCLAS HOMOGÉNEAS**

**¿QUÉ ES UNA MEZCLA HETEROGÉNEA?**

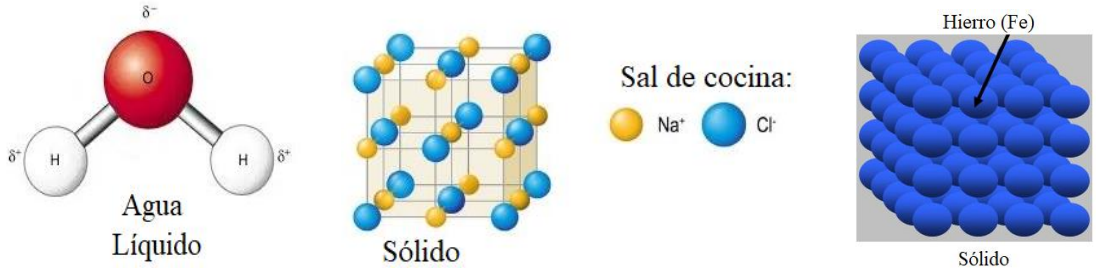
**EJEMPLOS DE MEZCLAS HETEROGÉNEAS**

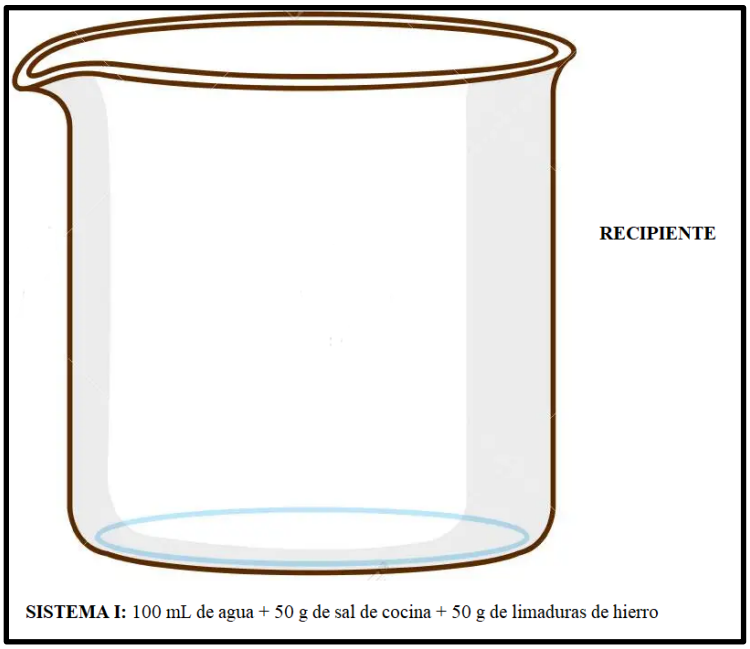
**Considera las siguientes situaciones y responde.**

- **Situación 1.**

**Sistema I:** en un recipiente hay 100 mL de agua, 50 g de sal de cocina y 50 g de limadura de hierro.

**2. ¿Cómo se distribuyen las moléculas del sistema I en un recipiente luego de agitarlo? Dibuja al interior del recipiente la distribución final según las siguientes convenciones:**

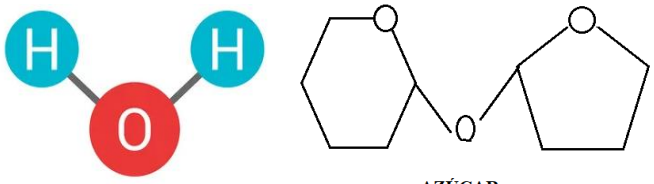


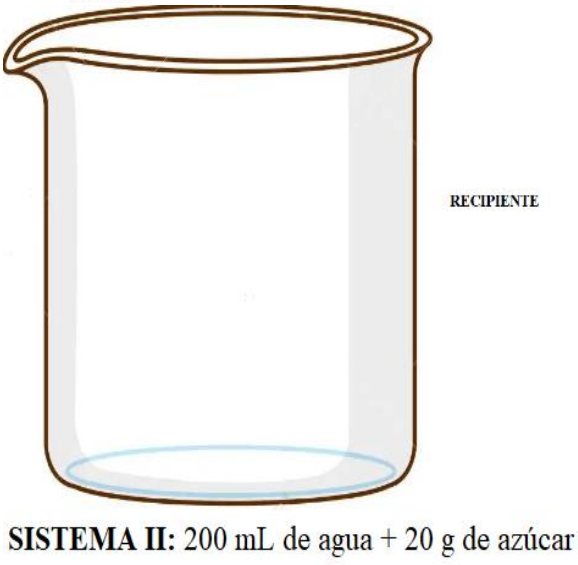



- **Situación 2.**

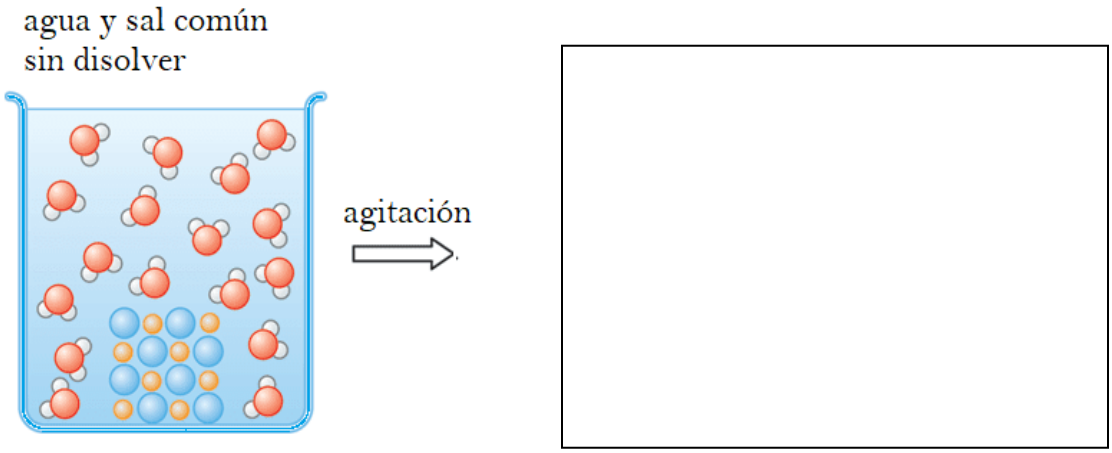
**Sistema II:** 200 mL de agua y 20 g de azúcar.

**3. ¿Cómo se distribuyen las moléculas del sistema II en un recipiente luego de agitarlo? Dibuja al interior del recipiente la distribución final según las siguientes convenciones:**




**4. La siguiente imagen representa una disolución de sal común en agua. Dibuja en el recuadro cómo quedaría la disolución luego de agitar el agua y la sal común.**




**5. En la siguiente imagen a nivel macroscópico observamos agua con sal después de agitar, ¿dibuja en el círculo cómo crees que las moléculas de agua y sal se distribuyen a nivel microscópico?**

**A continuación, se presentan dos casos en los cuales el estudiante deberá proponer una solución a cada una de las situaciones presentadas.**

- **CASO #1**

**Figura.** *Quebrada La García (Bello). Basuras por su cauce y con aguas sucias y contaminadas*

Nota. En la quebrada La García solo hay basuras y por su cauce pasan aguas sucias y contaminadas. Habitantes del sector se quejan de malos olores y de habitantes de calle que viven debajo del puente. Adaptado de El Tiempo: https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16439950

En noviembre de 2015, el periódico El Tiempo recorrió una serie de quebradas de Medellín y sus alrededores y constató que la quebrada que lucía más contaminada era La García, en el municipio de Bello. En la ribera y el cauce de esta fuente hídrica se observaban plásticos, botellas, sillas, mesas de noche y colchones. El olor continúa siendo nauseabundo, sus aguas aún son espesas y de color café. Actualmente, la quebrada La García continúa con estas características de deterioro y su tendencia es a empeorar, ocasionando un grave impacto ambiental en la zona y los ecosistemas aledaños.

**6. Proponga una solución a esta problemática eligiendo entre los siguientes métodos físicos de separación de mezclas, el o los métodos más adecuados para limpiar la quebrada de residuos sólidos: decantación, filtración, destilación y evaporación. Explica ¿cómo llevarías a cabo la obtención de los residuos sólidos permitiendo que el agua fluya con menos carga de contaminantes sólidos? Explica tu respuesta**

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

- **CASO #2**

Nota. Treinta mil personas sin agua por derrame de crudo al río Tibú causado por válvulas ilegales en el oleoducto. Adaptado de Catorce 6. https://www.catorce6.com/actualidad-ambiental/regionales/17582-30-mil-personas-sin-agua-por-derrame-de-crudo-al-rio-tibu-causado-por-valvulas-ilegales-en-el-oleoducto

**7. En la figura se observa la contaminación del río Tibú (Norte de Santander) por vertimiento de petróleo en su afluente. Elige entre los siguientes métodos físicos de separación de mezclas, el o los más adecuados para limpiar el cauce del río: decantación, filtración, destilación y evaporización. Explica ¿cómo llevarías a cabo la limpieza del cauce del río? Explica tu respuesta.**

_____

_____

_____

_____

_____

_____

**8. Propone un modelo molecular para representar (esquematizar, dibujar) la mezcla de agua ($H_2O$) con gas dióxido de carbono ($CO_2$).**

| Representación del agua ($H_2O$) | Representación de la mezcla de $H_2O$ + $CO_2$ |
|---|---|
| | |

| | |
|---|---|
| **Representación del dióxido de carbono ($CO_2$)** | |

**9. De las siguientes imágenes presentadas, marca con una (X) las mezclas y encierra en círculos (O) las sustancias puras:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **1. Yogur** | **2. Arena y carbón** | **3. Sal** | **4. Plata** | **5. Coca Cola** | **6. Piedra de granito** |
| **7. Diamante** | **8. Aceite** | **9. Agua** | **10. Hierro** | **11. Cobre** | **12. Hielo** |

**Anexo B.** *Conformación de equipos y asignación de roles*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | **ANEXO**<br>**CONFORMACIÓN DE EQUIPOS Y ASIGNACIÓN DE ROLES**<br>***"EXPERIENCIA mezclAR"***<br>**ASIGNATURA:** Química<br>**SESIÓN #: ___**<br>**NOMBRE DEL EQUIPO: _____** | **FECHA** |

| NOMBRES COMPLETOS | HABILIDADES IDENTIFICADAS EN EL ESTUDIANTE PARA DEFINIR EL ROL | ROL Y DESCRIPCIÓN DE LA FUNCIÓN EN EL EQUIPO |
|---|---|---|
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

| ACUERDOS DE CONVIVENCIA | PAUTAS DE TRABAJO EFECTIVO |
|---|---|
| _____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____ | _____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____ |

**Anexo C.** *Diario del proyecto*

| | |
|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** |
| | **DIARIO DEL PROYECTO**<br>***"Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR"***<br>**ASIGNATURA:** Química<br>**SEMANA #: _____**<br>**FECHA**<br>**EQUIPO: _____** |
| **Integrantes** | **Líder:**<br>_____<br>**Relator:**<br>_____<br>**Responsable de materiales y equipos:**<br>_____<br>**Responsable de las comunicaciones:**<br>_____<br>**Gestor del tiempo:** |

| | |
|---|---|
| | _____ |

| | |
|---|---|
| **Agenda** | |
| **Objetivos de la sesión** | |
| **Desarrollo de la sesión** | |
| **Registro de propuestas, problemáticas,** | |

| | |
|---|---|
| **sugerencias, recomendaciones y observaciones que se soliciten y se realicen durante el desarrollo de las actividades de la semana.** | |
| **Durante esta semana:**<br><br>**1. ¿Cuáles fueron las fortalezas y dificultades en el desarrollo de las actividades?**<br><br>**2. ¿Cómo te pareció la experiencia de trabajar en equipo?**<br><br>**3. ¿Cuáles conceptos, temáticas o procedimientos te parecieron más complejos de comprender? ¿Por qué?**<br><br>**4. ¿Qué sugerencias harías para** | |

| | |
|---|---|
| **mejorar en las dificultades que se presentaron durante la sesión?** | |
| **Preguntas que surgen durante la semana.** | ●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>●<br>● |
| **Respuesta a la pregunta de la semana.** | |
| **Evidencias de la sesión (Fotografías, videos, audios, podcast)** | |
| **Elaborado por** | |

**Anexo D**. *Rúbrica de valoración del desempeño individual*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | **RÚBRICA DE VALORACIÓN DE DESEMPEÑO INDIVIDUAL**<br>***"Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR"***<br>**ASIGNATURA:** Química<br>**EQUIPO:** _____<br>**NOMBRES Y APELLIDOS:** _____ | **FECHA** |

A continuación, se presentan los criterios de trabajo individual para valorar el desempeño en la participación del proyecto. Por favor lea atentamente cada uno de los ítems antes de elegir, luego subraye

el desempeño en el cual considere que se encuentre. Al final de la rúbrica responda cada una de las preguntas que se proponen.

| **Valoración**<br><br>**Criterios de trabajo** | **Bajo** | **Básico** | **Alto** | **Superior** |
|---|---|---|---|---|
| **Conformación de equipos de trabajo y asignación de roles.** | Hace parte de los equipos de trabajo conformados para el desarrollo del proyecto, sin embargo, pocas veces cumple con su rol y una función clara dentro del equipo. | Hace parte de los equipos de trabajo conformados para el desarrollo del proyecto y tiene asignado un rol dentro del equipo, sin embargo, sus funciones a cumplir son confusas. | Hace parte activa de los equipos de trabajo conformados para el desarrollo del proyecto, tiene asignado un rol y cumple con una función específica dentro del equipo. | Hace parte activa de los equipos de trabajo conformados para el desarrollo del proyecto, tiene asignado un rol y cumple con una función específica dentro del equipo, así mismo, propone alternativas de trabajo y soluciones a problemáticas que se presentan durante el desarrollo del proyecto. |
| **Revisión de antecedentes sobre problemáticas ambientales en Envigado** | Se le dificulta revisar y buscar algunos antecedentes sobre problemáticas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas en el municipio de Envigado, y su relación con el concepto mezcla y los métodos físicos de separación de mezclas. | Revisa y busca algunos antecedentes sobre problemáticas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas en el municipio de Envigado, y su relación con el concepto mezcla y los métodos físicos de separación de mezclas. | Revisa y busca antecedentes relevantes sobre problemáticas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas en el municipio de Envigado, y su relación con el concepto mezcla y los métodos físicos de separación de mezclas. | Revisa y filtra la información relevante en busca de antecedentes sobre problemáticas relacionadas con la contaminación de los ecosistemas en el municipio de Envigado, y su relación con el concepto mezcla y los métodos físicos de separación de mezclas proponiendo alternativas de solución a dichas problemáticas. |
| **Simulaciones por medio de** | Se le dificulta comprender los conceptos de mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea, así como realizar los | Comprende los conceptos de mezcla, aunque presenta | Comprende los conceptos de mezcla, mezcla homogénea y mezcla | Comprende los conceptos de mezcla, mezcla homogénea y mezcla heterogénea, además, los utiliza |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **laboratorios virtuales cloudlabs.** | montajes y los procedimientos para realizar las simulaciones en la resolución de problemáticas reales asociadas a los métodos físicos de separación de mezclas por medio del laboratorio virtual cloudlabs. | confusiones con la diferenciación de mezcla homogénea y mezcla heterogénea; además, realiza algunos montajes y procedimientos para algunas simulaciones en la resolución de problemáticas reales asociadas a los métodos físicos de separación de mezclas por medio del laboratorio virtual cloudlabs. | heterogénea, además, los utiliza para realizar los montajes y procedimientos para desarrollar las simulaciones en la resolución de problemáticas reales asociadas a los métodos físicos de separación de mezclas por medio del laboratorio virtual cloudlabs enviando el informe generado posterior a la práctica. | para realizar adecuadamente todos los montajes procedimientos propuestos en las simulaciones para la resolución de problemáticas reales asociadas a los métodos físicos de separación de mezclas por medio del laboratorio virtual cloudlabs, proponiendo otras situaciones de la vida real en donde es posible aplicar otros métodos físicos de separación de mezclas y enviando al correo institucional el informe generado posterior a la práctica, con las respuestas a las preguntas complementarias propuestas en la web de cloudlabs. |
| **Taller experiencia de realidad aumentada** | Evidencia poca participación en la experiencia de realidad aumentada sobre el concepto mezcla, abordado desde lo microscópico y macroscópico. | Participa de la experiencia de realidad aumentada sobre el concepto mezcla, abordado desde lo microscópico y macroscópico, sin embargo, presenta confusiones conceptuales entre mezclas homogéneas y heterogéneas. | Participa activamente de la experiencia de realidad aumentada sobre el concepto mezcla, abordado desde lo microscópico y macroscópico, diferenciando entre mezclas homogéneas y heterogéneas. | Participa activamente de la experiencia de realidad aumentada sobre el concepto mezcla, abordado desde lo microscópico y macroscópico, diferenciando entre mezclas homogéneas y heterogéneas, además, propone otros ejemplos de mezclas y otras alternativas para la comprensión del concepto mezcla y la diferenciación de |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | mezclas homogéneas y heterogéneas. |
| **Reto. Explorando la realidad aumentada** | En ocasiones se le dificulta participar del taller exploratorio de realidad aumentada. | Participa pasivamente del taller exploratorio de realidad aumentada. | Participa activamente del taller exploratorio de realidad aumentada buscando información de interés y explicando a sus compañeros el funcionamiento de esta tecnología visual. | Participa activamente del taller exploratorio de realidad aumentada buscando información de interés, haciendo preguntas relevantes sobre el tema, explicando a sus compañeros el funcionamiento de esta tecnología visual y proponiendo situaciones mediadas por realidad aumentada en las posibles soluciones a problemáticas ambientales identificadas en la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado. |
| **Socialización en la "feria mezclAR" del producto mediado por realidad aumentada.** | Presenta dificultades para socializar la representación mediada por realidad aumentada relacionada con un método de separación de mezclas que se pueda implementar en propuestas de solución a problemáticas ambientales identificadas en la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado.<br><br>Presenta dificultades para socializar la representación mediada por realidad aumentada relacionada con propuestas que tengan un acercamiento al concepto de mezcla desde criterios | Socializa la representación mediada por realidad aumentada relacionada con un método de separación de mezclas que se pueda implementar en propuestas de solución a problemáticas ambientales identificadas en la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado. Sin embargo, la información no | Socializa claramente la representación mediada por realidad aumentada relacionada con un método de separación de mezclas que se pueda implementar en propuestas de solución a problemáticas ambientales identificadas en la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado. | Socializa explicando claramente la representación mediada por realidad aumentada relacionada con un método físico de separación de mezclas que se pueda implementar en propuestas de solución a problemáticas ambientales identificadas en la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado, además, interactúa con la comunidad educativa generando y respondiendo preguntas |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | macroscópicos y microscópicos. | es clara y aún se evidencian dificultades de comprensión conceptual y procedimental de la temática.<br><br>Socializa la representación mediada por realidad aumentada relacionada con propuestas que tengan un acercamiento al concepto de mezcla desde criterios macroscópicos y microscópicos. Sin embargo, aún se evidencian confusiones conceptuales de la temática. | Socializa claramente la representación mediada por realidad aumentada relacionada con propuestas que tengan un acercamiento al concepto de mezcla desde criterios macroscópicos y microscópicos. | relacionadas con el tema y hablando de los aportes de las TICs en el cuidado y conservación de los ecosistemas.<br><br>Socializa explicando claramente la representación mediada por realidad aumentada relacionada con propuestas y situaciones que tengan un acercamiento al concepto de mezcla desde criterios macroscópicos y microscópicos, además, interactúa con la comunidad educativa generando y respondiendo preguntas relacionadas con el tema y hablando de los aportes de las TICs en la enseñanza de las ciencias. |

| | |
|---|---|
| **Describa ¿cómo se sintió durante el desarrollo del proyecto?** | |
| **Describa ¿Cómo le pareció la experiencia de realidad** | |

| | |
|---|---|
| **aumentada?** | |
| **Describa ¿Cómo le pareció la experiencia de laboratorios virtuales?** | |

**Anexo E.** *Fichas para la asignación de los laboratorios virtuales cloudlabs*

**Anexo F**. *Lista de chequeo de prácticas de laboratorios virtuales cloudlabs*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | **LISTA DE CHEQUEO DE PRÁCTICAS DE LABORATORIOS VIRTUALES**<br>*PROYECTO*<br>*Más allá del concepto mezcla.*<br>*"EXPERIENCIA mezclAR"* | |

| ACTIVIDADES | INTENTO 1 (SI/NO) | INTENTO 2 (SI/NO) | ¿CÓMO LO HAN CONSEGUIDO? |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| Se comprende la situación presentada al inicio de la práctica de laboratorio virtual | | | |
| El procedimiento por seguir es claro en el montaje de la práctica de laboratorio virtual | | | |
| Se realiza correctamente el montaje de los instrumentos, materiales y muestras para el desarrollo adecuado del laboratorio virtual | | | |
| Se realizan correctamente los cálculos propuestos usando la ecuación presentada | | | |
| Se registran correctamente los datos solicitados en el desarrollo de la práctica de laboratorio virtual | | | |
| Se responden todas las preguntas adicionales propuestas en la práctica de laboratorio virtual | | | |
| Se responden correctamente las preguntas de falso y verdadero propuestas al finalizar la práctica de laboratorio virtual | | | |
| Se resuelve la situación presentada al inicio de la práctica de laboratorio virtual | | | |
| La puntuación del informe de laboratorio es 100/100 | | | |

**Anexo G.** *Rúbrica de evaluación del producto final*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | ***PROYECTO:***<br>*"Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR"*<br><br>**RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL PRODUCTO FINAL**<br>***EXPERIENCIA mezclAR*** | |

| CRITERIOS | SUPERIOR | ALTO | BÁSICO | BAJO |
|---|---|---|---|---|
| La experiencia de realidad aumentada presenta algunos métodos físicos de | | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| separación de mezclas relacionadas con posibles soluciones para diferentes problemáticas ambientales de la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado. | | | | |
| La experiencia de realidad aumentada permite interactuar y evidenciar representaciones microscópicas y/o macroscópicas del concepto mezcla. | | | | |
| La experiencia de realidad aumentada presenta información virtual en un mundo real (Azuma, et al., 2001) relacionada con diferentes problemáticas ambientales de la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado. | | | | |
| La experiencia de realidad aumentada permite explorar diversas situaciones del mundo físico en un mundo digital con objetos virtuales (Chang, H-Y., *et al*, 2018). | | | | |
| La experiencia de realidad aumentada permite evidenciar los temas tratados relacionados con el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas. | | | | |
| La experiencia de realidad aumentada permite la interacción entre el mundo real y la información digital presentada. | | | | |
| La experiencia de realidad aumentada presenta una interfaz que permite la interacción con objetos virtuales multimedia | | | | |

**Anexo H.** *Rúbrica de evaluación del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | **RÚBRICA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO**<br><br>*Mas allá del concepto mezcla.*<br>*"EXPERIENCIA mezclAR"* | |

**A continuación, se presentan cada uno de los criterios de evaluación del PROYECTO "Mas allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR". Se solicita al equipo realizar una valoración cualitativa y objetiva de la experiencia.**

| CRITERIOS | S | A | BS | BJ | Aspectos positivos | Aspectos por mejorar | Qué proponen para mejorar |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Conformación de equipos de trabajo y asignación de roles.** | | | | | | | |
| **Revisión de antecedentes sobre problemáticas ambientales en Envigado** | | | | | | | |
| **Simulaciones por medio de laboratorios virtuales cloudlabs.** | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Taller experiencia de realidad aumentada** | | | | | | | |
| **Reto. Explorando la realidad aumentada** | | | | | | | |
| **Socialización en la “feria mezclAR” del producto mediado por realidad aumentada.** | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Se evidencia un trabajo novedoso en el aula con el desarrollo del proyecto.** | | | | | | | |
| **El proyecto le permite comprender mejor los temas relacionados con el concepto mezclas y algunos métodos físicos para separarlas.** | | | | | | | |

| | |
|---|---|
| | **Percepción general del proyecto:** |

| | |
|---|---|
| **¿Cuál es la percepción general del proyecto?**<br><br>**Menciona lo que más les llamó la atención y los asuntos por mejorar** | **Lo que más nos llamó la atención:**<br><br>**Asuntos por mejorar:** |

**Anexo I.** *Cuestionario final para identificar la evolución de los estudiantes en la comprensión del concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | **NÚCLEO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA** | |
| | **ÁREA DE CIENCIAS NATURALES**<br>**QUÍMICA** | |
| | **CUESTIONARIO FINAL PARA EVALUAR LA EVOLUCIÓN SOBRE EL CONCEPTO MEZCLA, ALGUNOS MÉTODOS FÍSICOS PARA SEPARARLAS, Y EL PROYECTO "Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR"** | |

| | |
|---|---|
| **NOMBRE: _____ GRADO: _____ FECHA: _____** | |

**A continuación, se presenta un formulario relacionado con el concepto mezcla y algunos métodos físicos para separarlas, te invito para que lo contestes con toda la sinceridad posible a partir de los conocimientos que tengas sobre el tema.**

**1. Desde tus conocimientos explica ¿qué es una mezcla?, ¿qué es una mezcla homogénea? Da ejemplos, ¿qué es una mezcla heterogénea? Da ejemplos**

**¿QUÉ ES UNA MEZCLA?**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

**¿QUÉ ES UNA MEZCLA HOMOGÉNEA?**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

**EJEMPLOS DE MEZCLAS HOMOGÉNEAS**

_____
_____
_____
_____

**¿QUÉ ES UNA MEZCLA HETEROGÉNEA?**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

**EJEMPLOS DE MEZCLAS HETEROGÉNEAS**

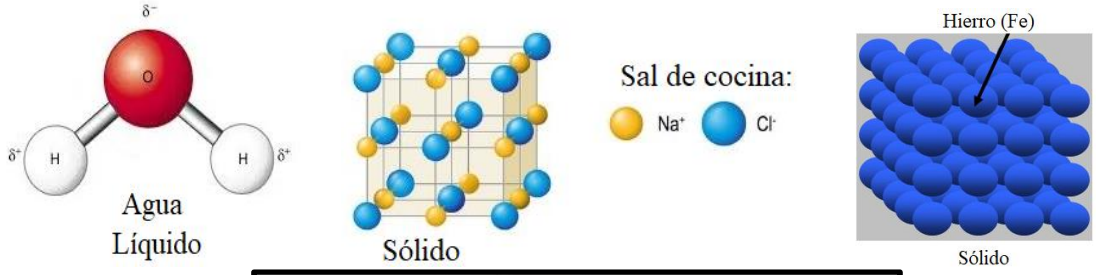
_____
_____
_____
_____

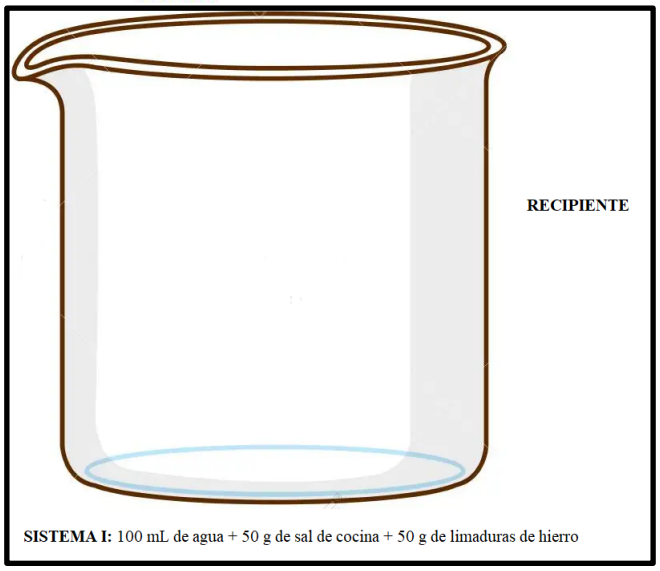
**Considera las siguientes situaciones y responde.**

- **Situación 1.**

**Sistema I:** en un recipiente hay 100 mL de agua, 50 g de sal de cocina y 50 g de limadura de hierro.

**2. ¿Cómo se distribuyen las moléculas del sistema I en un recipiente luego de agitarlo? Dibuja al interior del recipiente la distribución final según las siguientes convenciones:**

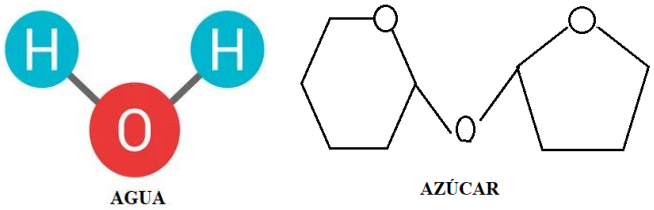


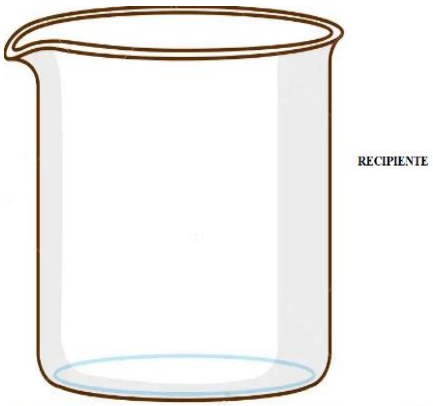




- **Situación 2.**

**Sistema II:** 200 mL de agua y 20 g de azúcar.

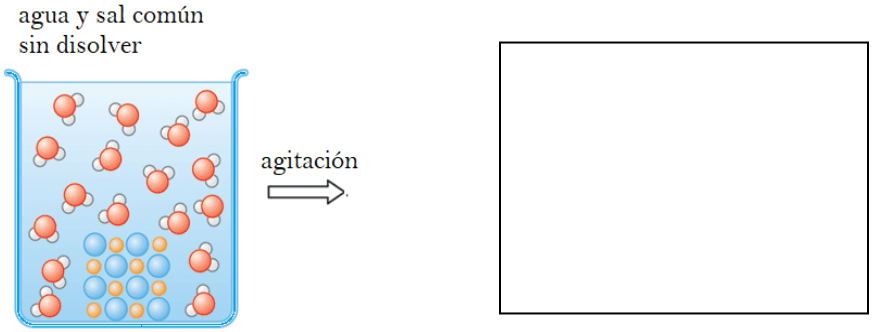
**3. ¿Cómo se distribuyen las moléculas del sistema II en un recipiente luego de agitarlo? Dibuja al interior del recipiente la distribución final según las siguientes convenciones:**






**SISTEMA II:** 200 mL de agua + 20 g de azúcar

**4. La siguiente imagen representa una disolución de sal común en agua. Dibuja en el recuadro cómo quedaría la disolución luego de agitar el agua y la sal común.**




**5. En la siguiente imagen a nivel macroscópico observamos agua con sal después de agitar, ¿dibuja en el círculo cómo crees que las moléculas de agua y sal se distribuyen a nivel microscópico?**

**A continuación, se presentan dos casos en los cuales el estudiante deberá proponer una solución a cada una de las situaciones presentadas.**

- **CASO #1**

**Figura.** *Montaje de destilación simple.*

Nota. Destilación. Adaptado de Liceo agb. https://www.liceoagb.es/quimigen/cargema5.html

La destilación se emplea en la separación de dos líquidos que tengan diferente temperatura de ebullición, es decir, que hiervan a distinta temperatura. De esa manera, si calentamos la mezcla, la sustancia que hierve a menor temperatura pasará a vapor cuando la otra todavía se conserva en estado líquido. Un ejemplo es la destilación del vino. El vino es básicamente una mezcla de agua y alcohol etílico (etanol). Si destilamos el vino podemos separar el etanol y el agua.

**6. Según lo anterior, piensa y planea ¿cómo separarías el alcohol del vino y obtener agua y alcohol etílico por separado? Escribe el procedimiento y explica tu respuesta.**

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

- **CASO #2**

**Figura.** *Los Wayúu recibirán activos por explotación de sal en la Guajira.*

Nota. Los Wayúu recibirán activos por explotación de sal en la Guajira. Adaptado de El Colombiano. https://www.elcolombiano.com/colombia/los-wayuu-recibiran-activos-por-explotacion-de-sal-en-la-guajira-HX3990292

La explotación de sal, cloruro de sodio (NaCl), más grande de Colombia se encuentra en Manaure, La Guajira. Su capacidad es de un millón de toneladas anuales correspondiente al 70% de la capacidad total del país en este campo. Esta actividad productiva es la más importante del municipio por la generación de empleo e ingresos. La Guajira tiene unas condiciones privilegiadas (sol, viento y lluvias escasas) para producir sal de excelente calidad, lo cual se da en pocos países.

**7. Según lo anterior, elige entre los siguientes métodos físicos de separación de mezclas, el o los más adecuados para extraer de una manera sostenible la sal del agua del mar en Manaure: decantación, filtración, destilación y evaporación. Explica ¿cómo llevarías a cabo la obtención de sal de una manera sostenible a partir del agua del mar? Explica tu respuesta**

_____
_____
_____
_____
_____
_____

**8. Propone un modelo molecular para representar (esquematizar, dibujar) la mezcla de agua ($H_2O$) con gas dióxido de carbono ($CO_2$).**

| Representación del agua ($H_2O$) | Representación de la mezcla de $H_2O$ + $CO_2$ |
|---|---|
| | |

| | |
|---|---|
| **Representación del dióxido de carbono ($CO_2$)** | |

**9. De las siguientes imágenes presentadas, marca con una (X) las mezclas y encierra en círculos (O) las sustancias puras:**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **1. Yogur** | **2. Arena y carbón** | **3. Sal** | **4. Plata** | **5. Coca Cola** | **6. Piedra de granito** |
| **7. Diamante** | **8. Aceite** | **9. Agua** | **10. Hierro** | **11. Cobre** | **12. Hielo** |

**Anexo J.** *Presentación en Genially del lanzamiento del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR*

https://view.genial.ly/627c52cdb40eb800126b30a2/learning-experience-didactic-unit-proyecto-mas-alla-del-concepto-mezcla-experiencia-mezclar

**Anexo K.** *Presentación en Genially de ecosistemas de interés biológico para la conservación de la biodiversidad en el municipio de Envigado y Colombia.*

https://view.genial.ly/627d6209420d9f0013e9a3d5/presentation-quebrada-la-ayura-y-parque-ecologico-el-salado

**Anexo L.** *Consentimiento informado para el uso de datos, utilización y difusión de imágenes, videos y testimonio de menores*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | ***PROYECTO:*** *"Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR"* **CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA EL USO DE DATOS, UTILIZACIÓN Y DIFUSIÓN DE IMÁGENES, VIDEOS Y TESTIMONIO DE MENORES.** | |

Envigado, mayo de 2022

**Asunto:** consentimiento informado para el uso de datos, utilización y difusión de imágenes y testimonio de menores.

Estimados estudiantes y padres de familia.

Cordial saludo.

En el marco de la investigación *"Aprendizaje Basado en Proyectos con mediación tecnológica como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto mezcla"* llevada a cabo por Jose Alexander Estrada Villa, docente de la Escuela Normal Superior de Envigado, para obtener el título de la maestría en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, nos permitimos solicitarle su autorización y consentimiento firmado para que su hija/o pueda participar de dicho proyecto.

Lo que se pretende conocer con la investigación es de qué manera la implementación de un proyecto con mediación tecnológica favorece la comprensión del concepto mezcla en estudiantes de grado décimo dos (10-2) de la Escuela Normal Superior de Envigado.

Para desarrollar la investigación, se implementará un proyecto denominado "*Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR"* con una duración de cuatro semanas, el proyecto está alineado con los requerimientos curriculares del segundo período en la asignatura de Química y hará parte del proceso evaluativo del desempeño del estudiante.

El proyecto también contará con talleres orientados por el docente y por parte de un experto en realidad aumentada, por lo tanto, el uso del celular, imágenes, fotografías, videos, datos y testimonios, son evidencias fundamentales para la recolección y posterior análisis de la información.

Los instrumentos aplicados y los datos recolectados serán usados solamente con fines académicos de investigación y aquellos relacionados con la divulgación científica en diferentes contextos académicos. El docente investigador es responsable de esta información y asume un compromiso de confidencialidad para resguardar la identidad de todos los involucrados en este estudio. Los participantes de la investigación pueden tener acceso a los datos y resultados obtenidos una vez termine el estudio, el docente investigador presentará el informe final en la institución.

Al aceptar participar de este proyecto los estudiantes se comprometen a brindar información real en cada uno de los momentos que se requiera de acuerdo a sus conocimientos y experiencias sobre las temáticas abordadas, así mismo, aceptan participar activa y efectivamente en el desarrollo de la investigación.

Cualquier información adicional que se requiera se pueden comunicar con el docente investigador Jose Alexander Estrada Villa, al celular 3017867214, o al correo electrónico alex.estrada@iende.edu.co

Muchas gracias por su atención y colaboración.

Feliz día.

_____

Jose Alexander Estrada Villa

**Como acudiente declaro conocer los términos y condiciones de este consentimiento informado y autorizo la participación de mi hija/o en el proyecto "*Más allá del concepto mezcla. EXPERIENCIA mezclAR*"**

**Nombre completo del estudiante:**
**_____**

**Documento: _____ Firma:**
**_____**

**Fecha: _____**

**Nombre completo del acudiente que autoriza:**
**_____**

**Documento: _____ Firma:**
**_____**

**Fecha: _____ Teléfono:**
**_____**

***Anexo M.*** *Carta aval de la Escuela Normal Superior de Envigado en donde se realizará el trabajo final de maestría*

Medellín, 1 de septiembre 2021
Señores
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Facultad de Ciencias
Universidad Nacional de Colombia
Sede Medellín

Asunto: Aval de la institución educativa en donde se realizará el Trabajo Final de Maestría del docente Jose Alexander Estrada Villa.
Cordial saludo.
Me dirijo a ustedes en calidad de rector de la Escuela Normal Superior de Envigado, con el fin de avalar la realización de la propuesta de Trabajo Final de Maestría titulada *Aprendizaje Basado en Proyectos con mediación tecnológica como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto mezcla* presentada por el docente Jose Alexander Estrada Villa identificado con c.c. 1053765297 de Manizales, dicha propuesta se enmarca dentro de los lineamientos y objetivos del Proyecto Educativo Institucional, y tiene pertinencia social para mejorar la educación del municipio y por ende del país.
Agradezco su atención,

_____

Pedro Alonso Rivera Bustamante
C.C 70569098
Rector
Escuela Normal Superior de Envigado
Teléfono: 3137770967
Correo electrónico:
pedro.rivera@iende.edu.co
pedro.rivera@envigado.edu.co

**Anexo N.** *Carta de autorización para el ingreso a la Escuela Normal Superior de Envigado del experto en realidad aumentada*

| | | |
|---|---|---|
| | **ESCUELA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO** | |
| | ***PROYECTO:***<br>*"Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR"*<br><br>**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL INGRESO Y DESARROLLO DE ACTIVIDADES DEL EXPERTO EN REALIDAD AUMENTADA** | |

Envigado, mayo de 2022

**Asunto:** autorización escrita para el ingreso a la institución del experto en realidad aumentada y posterior desarrollo de talleres y actividades con los estudiantes del grupo 10-2.

Estimado Pedro Alonso Rivera Bustamante, rector de la Escuela Normal Superior de Envigado, cordial y caluroso saludo.

En el marco de la investigación *"Aprendizaje Basado en Proyectos con mediación tecnológica como estrategia pedagógica para la enseñanza del concepto mezcla"* llevada a cabo por Jose Alexander Estrada Villa, docente de la Escuela Normal Superior de Envigado, para obtener el título de la maestría en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional de Colombia, me permito solicitarle su autorización y consentimiento firmado para el ingreso a la institución del experto en realidad aumentada Juan Felipe López Giraldo identificado con cédula de ciudadanía 75057165 de Manizales, quien junto al docente en mención, acompañarán y desarrollarán una serie de talleres y actividades con los estudiantes del grupo 10-2 en el marco del proyecto *"Mas allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR"* una estrategia pedagógica que busca analizar de qué manera la implementación de un proyecto con mediación tecnológica favorece el aprendizaje significativo crítico de los estudiantes del grado décimo dos de la Escuela Normal Superior de Envigado sobre el concepto mezcla.

Muchas gracias por su atención y colaboración.

Feliz día.

_____

Jose Alexander Estrada Villa
Docente Escuela Normal Superior de Envigado

**<u>Autoriza ingreso del experto en realidad aumentada y posterior desarrollo de talleres y actividades con el grupo 10-2:</u>**

_____

Pedro Alonso Rivera Bustamante
Rector Escuela Normal Superior de Envigado

**Anexo O.** *Evidencias fotográficas de las actividades y momentos desarrollados en el proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR*

*Fotografía del lanzamiento del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR.*

*Fotografía del momento de la conformación del equipo de trabajo para desarrollar el proyecto*

*Fotografía del momento de aplicación del cuestionario para indagar los conocimientos previos que tienen los estudiantes sobre el concepto mezcla*

*Fotografía del momento de la búsqueda de antecedentes sobre las problemáticas ambientales de la quebrada La Ayurá y el parque ecológico El Salado del municipio de Envigado*

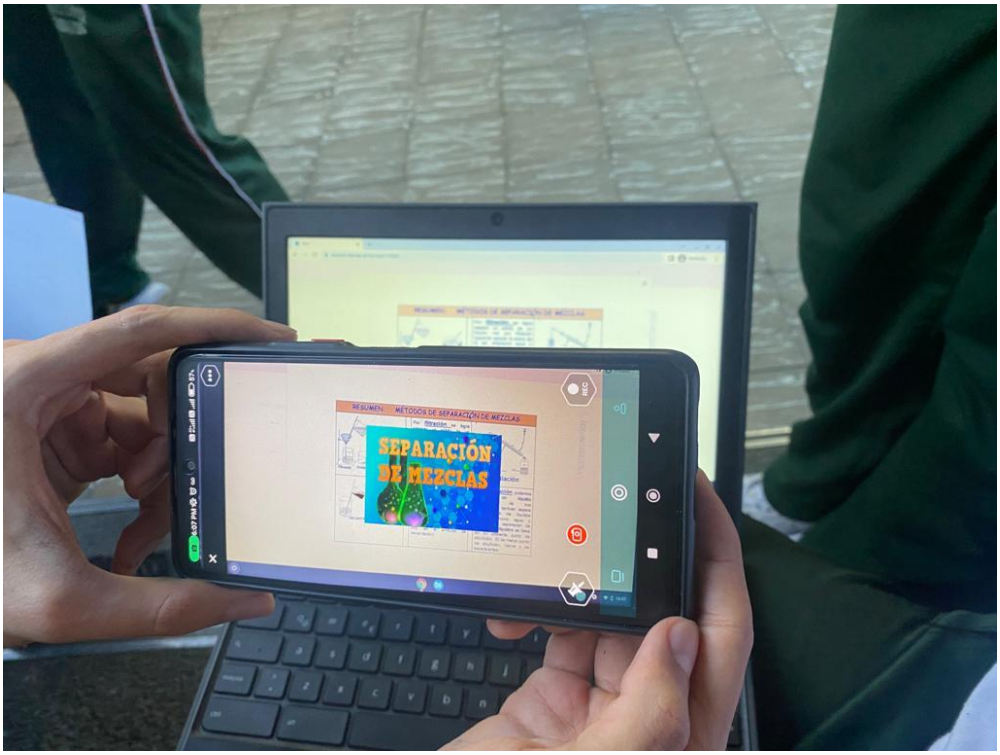
*Fotografía del momento de las orientaciones generales para la realización de las simulaciones con los laboratorios virtuales cloudlabs*

*Fotografía del momento de la realización de las simulaciones con los laboratorios virtuales cloudlabs*

*Fotografía del momento de la realización del taller de realidad aumentada con el experto*

*Fotografía del momento de la realización del reto de realidad aumentada*

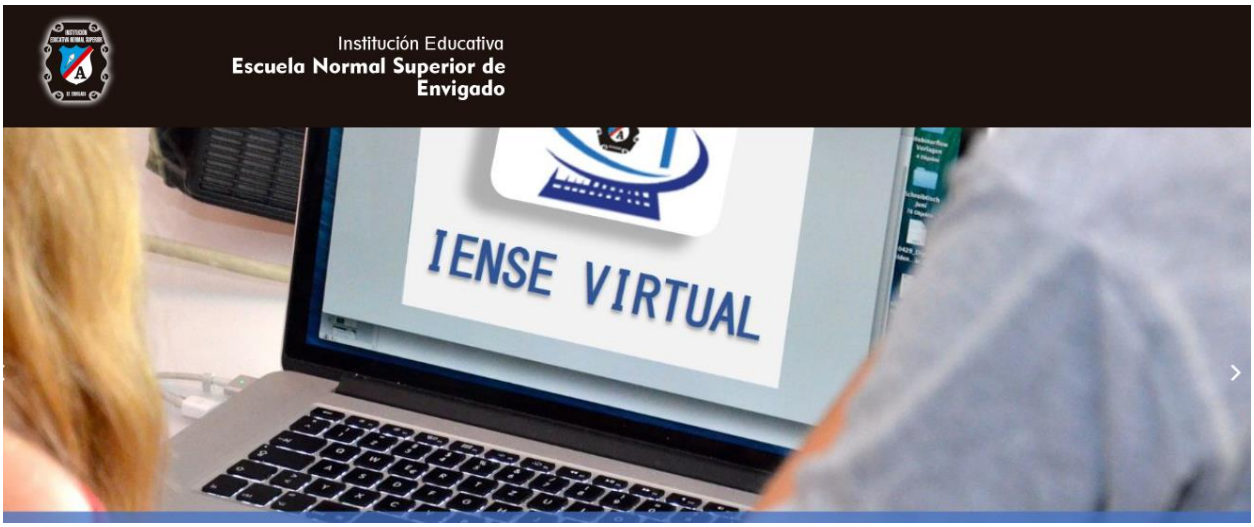
*Fotografía del momento de la realización del reto de realidad aumentada*




*Fotografía del momento de la socialización del producto mediado por realidad aumentada relacionado con algunos métodos físicos de separación de mezclas*

*Fotografía del momento de la evaluación del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR*

**Anexo P.** *Plataforma moodle IENSE virtual.*




http://normalsuperior.cid.edu.co/

**Anexo Q.** *Enlace del planeador del proyecto Más allá del concepto mezcla. Experiencia mezclAR:*

**PLANEADOR DEL PROYECTO**

*Más allá del concepto mezcla*

*"Experiencia mezclAR"*

mezclAR

EXPERIENCE

*Jose Alexander Estrada Villa*

*Christian Giraldo Macías*

https://docs.google.com/document/d/1TAmPYZw4G-VHqDowsVBkPfHugCClb6rK/edit?usp=sharing&ouid=114739237931685299328&rtpof=true&sd=true