



Acreditación Institucional  
**DE ALTA CALIDAD**  
Resolución 009527 Mineducación Sep. 6 de 2019

**MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE EL CONCEPTO SOLUCIÓN QUÍMICA EN  
ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO DE LA I.E ALFONSO BUILES  
CORREA PLANETA RICA-CÓRDOBA**

**JESÚS DAVID GUZMÁN DAGUER**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES**

**2023**

**MODELOS EXPLICATIVOS SOBRE EL CONCEPTO *SOLUCIÓN QUÍMICA* EN  
ESTUDIANTES DE GRADO UNDÉCIMO DE LA I.E ALFONSO BUILES  
CORREA PLANETA RICA-CÓRDOBA**

**Autor**

**JESÚS DAVID GUZMÁN DAGUER**

**Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias**

**Asesor**

**MG. JHON JAIRO HENAO GARCÍA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES  
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES  
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS  
MANIZALES**

**2023**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por darme la salud y la sabiduría para superar cada uno de los obstáculos que se presentaron en este proceso y de darme la vida que tengo.

A mis padres y hermanos, por ser incondicionales, estar siempre ahí que los necesite, tanto en los estudios como en mi vida diaria, por ser una parte fundamental de mi vida, por ser la inspiración de todo lo que hago, por sus apoyos incondicionales, por estar ahí en los momentos buenos, así como en los momentos difíciles y por formarme y ser la persona que soy.

A mi amada esposa, por su apoyo y ánimo que me brinda día con día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

A mis amigos, por ser un apoyo de motivación durante todo este proceso.

A mis profesores por enseñarme todo lo que se, sin ellos no me hubiera sido posible llegar hasta donde ahora estoy. A todas las personas que saben que son importantes para mí, pero tal vez olvide mencionar gracias, por la aportación que han tenido en mi vida.

## RESUMEN

Esta propuesta de trabajo está orientada específicamente a la identificación de modelos explicativos sobre el concepto de solución química en estudiantes de último grado de básica secundaria de una IE pública del municipio Planeta Rica-Córdoba. Con el fin de, ofrecer una mirada amplia sobre las concepciones que tienen los estudiantes sobre las soluciones químicas, y como éstas, se encuentran vinculadas a diferentes modelos explicativos. Entender esto, llevará a la identificación de las dificultades que se presentan en la enseñanza de la química en este dominio, así mismo, se podrán comprender mejor las razones de los malos resultados en las pruebas estandarizadas y en la poca funcionalidad de los aprendizajes de las realidades del contexto en problemas asociados al concepto trabajado.

Además, en esta investigación se examinan las recurrencias explicativas asociadas a uno u otro modelo, lo cual, posibilita advertir los posibles problemas asociados a la enseñanza y al aprendizaje de la química, es decir, que las exteriorizaciones y respuestas de los estudiantes dejarán ver qué se entiende por una solución. De igual modo, las expresiones y respuestas dadas permitirán establecer posibles prácticas de enseñanza que derivaron en las concepciones vinculadas a los modelos explicativos presentes en los estudiantes.

Por lo tanto, el presente trabajo cobra un especial sentido el aprendizaje a través de modelos explicativos, entendidos como conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que permite comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal. Se trataría con ello de aprender no solo los modelos de la ciencia escolar, sino también las capacidades para trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos; así como hablar y opinar acerca de estos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante, y también sus limitaciones.

**Palabras claves.** Solución química, modelos explicativos, pruebas estandarizadas, recurrencias explicativas, enseñanza y aprendizaje de la química.

## ABSTRACT

This work proposal is specifically oriented to the identification of explanatory models on the concept of chemical solution in last grade students of a public IE in the municipality of Planeta Rica-Córdoba. In order to offer a broad view of the conceptions that students have about chemical solutions, and how they are linked to different explanatory models. Understanding this will lead to the identification of the difficulties that arise in the teaching of chemistry in this domain, likewise, it will be possible to better understand the reasons for the poor results in standardized tests and the little functionality of the learning of the context realities in problems associated with the concept worked on.

In addition, this research examines the explanatory recurrences associated with one or the other model, which makes it possible to notice the possible problems associated with the teaching and learning of chemistry, that is, that the externalizations and responses of the students will reveal what is meant by a solution. In the same way, the expressions and answers given will allow establishing possible teaching practices that led to the conceptions linked to the explanatory models present in the students.

Therefore, the present work acquires a special sense of learning through explanatory models, understood as idealized school knowledge about reality that allows understanding and interacting with it, both in science classes and in personal life. This would mean learning not only the models of school science, but also the skills to work with them, elaborate and review them; as well as speak and give an opinion about them, understanding their value, their usefulness, their approximate and changing nature, and also their limitations.

**Keywords.** Chemical solution, explanatory models, standardized tests, explanatory recurrences, teaching and learning chemistry.

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Porcentajes de respuestas incorrectas en tres aprendizajes de procesos químicos relacionados con soluciones evaluadas en las pruebas saber 11 (2016-2019). .....	9
Tabla 2. Modelos explicativos e indicadores.....	28
Tabla 3. Pregunta 1 (literales, a, b, c).....	35
Tabla 4. Pregunta 2 (Literales a, b, c).....	39
Tabla 5 Modelo explicativo encontrado frente al concepto solución química .....	44
Tabla 6. Pregunta 4 (Literales a, b, c, d).....	47
Tabla 7. Modelo explicativo encontrado frente al concepto modelo Cinético.....	53
Tabla 8. Pregunta 5 (Literales a, b, c).....	56
Tabla 9 Modelo explicativo encontrado frente a las características del modelo cinético molecular .....	61

## LISTA DE GRAFICOS

Figura 1. Diseño metodológico propuesto para el desarrollo de este trabajo.....	32
Figura 2. Endulzamiento de un jugo de Frutiño - Sensorial (nivel macroscópico) Pregunta 1: Respuestas a, b, c.....	38
Figura 3. Preparación de refrescos con los mismos ingredientes-Átomos / moléculas (submicroscópico) .....	42
Figura 4. Presentación de imágenes con diferentes tipos de mezclas. Sensorial (Nivel macroscópico) (Nivel – Simbólico).....	51

## TABLA DE ANEXOS

Anexos 1 Instrumento de indagación .....	75
Anexos 2 Rubrica .....	80
Anexos 3 Evidencias Fotográficas - Aplicación del instrumento .....	81
Anexos 4 Evidencias Fotográficas – Experiencias.....	83

## 1 PRESENTACIÓN

El aprendizaje de la química a nivel escolar se ha orientado tradicionalmente hacia la memorización de fórmulas y principios, pocas veces hacia la construcción de pensamiento, útil para encontrar soluciones a diferentes problemáticas. Otra de sus finalidades es lograr procesos de alfabetización científica que lleven a la comprensión de fenómenos y explicar situaciones en contextos específicos.

En ese sentido, esta asignatura puede brindarle al estudiante herramientas y habilidades desde lo académico para impactar lo práctico en las comunidades en que habitan. La mayor motivación para el estudiante será identificar el universo de sentido y aplicación que poseen los conocimientos adquiridos en esta área particular. Por consiguiente, los aprendizajes logrados en la química no serán tomados momentáneamente en función de resolver un taller o una evaluación, sino que alcanzarán trascendencia e importancia por su utilidad contextual.

El proceso de enseñanza y aprendizaje de la química enmarca en la actualidad unos retos importantes, pues en el proceso educativo existen variables tales como los escenarios, los instrumentos, los recursos, el tiempo y las ideas previas del estudiante. Esas variables afectan la enseñanza de la química, así mismo, la naturaleza conceptual y científicista de la química implica enormes desafíos.

En ese orden de ideas, la investigación sobre modelos explicativos será el eje principal del presente estudio, pues al indagar sobre los mismos, se permitirán identificar posibles concepciones vinculadas a los aprendizajes de los estudiantes en esta materia.

## 2 ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Para presentar el problema objeto de este trabajo, es conveniente revisar lo que han sido las pruebas saber 11, vistas como el instrumento con el cual el estado evalúa los aprendizajes de los estudiantes y permiten inferir los desempeños de estos en cada una de las áreas del núcleo único (ciencias naturales, lectura crítica, matemáticas, inglés, y sociales y ciudadanas).

Los resultados de estas pruebas, específicamente en el campo de las ciencias naturales, han mostrado niveles bajos y poca tendencia a la mejora, tal como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1. Porcentajes de respuestas incorrectas en tres aprendizajes de procesos químicos relacionados con soluciones evaluadas en las pruebas saber 11 (2016-2019).**

Aprendizajes de procesos químicos relacionadas con soluciones				
Aprendizaje	Porcentajes de respuestas incorrectas			
	2016	2017	2018	2019
Reconoce las razones por las cuales la materia se puede diferenciar según su estructura y propiedades y justifica las diferencias existentes entre distintos elementos, compuestos y mezclas.	86,7	85	59,7	88,9
Reconoce los atributos que definen ciertos procesos físicoquímicos simples (separación de mezclas, solubilidad, gases ideales, cambios de fase) y da razón de la manera en que ocurren.	77,8	60	89	56,3
Identifica las propiedades y estructura de la materia y diferencia elementos, compuestos y mezclas.	56,9	44,4	53,7	77,8

*Fuente:* Elaboración propia. Adaptado de Icfes (2016, 2017, 2018, 2019)

De los resultados presentados anteriormente, se puede evidenciar que son notables las dificultades presentes en los estudiantes de grado undécimo de la I.E Alfonso Builes Correa, puesto que los porcentajes de respuestas incorrectas en las preguntas relacionadas con los tres aprendizajes relacionados con las soluciones son altos. Tales porcentajes

superan el 50%, lo que indica que más de la mitad de los estudiantes de grado undécimo contestan incorrectamente gran parte de las preguntas relacionadas con esos aprendizajes.

Ahora, las causas que originan dichos resultados pueden ser variadas, que pueden estar atribuidas a prácticas de aula, específicamente de enseñanza, basadas en modelos transmisionistas donde priman la retórica de las conclusiones, bien sea de los textos académicos usados o el discurso del maestro. Bajo esta perspectiva, existe la posibilidad que al trabajar sobre dominios específicos de la enseñanza de la química se puedan crear modelos explicativos imprecisos y alejados de los marcos de referencia. Desde la experiencia docente y por lo evidenciado en la institución educativa, esta es una acción recurrente, principalmente por la escasa vigilancia epistemológica y didáctica que tienen los docentes al ejercer sus acciones, esto lleva en muchos casos, a establecer prácticas que son más cercanas a los procesos de ensayo-error o de improvisación de acciones para dar un contenido puntual.

Podría decirse, además, que en los procesos de planeación hay una preocupación latente por conseguir la completitud de los contenidos programáticos, en detrimento del desarrollo de habilidades en los estudiantes y el desarrollo de los aprendizajes. Por ello, al privilegiar la primera postura, los estudiantes en últimas se dedican a seguir instrucciones y no se permiten escenarios de reflexión o de construcción colectiva que lleven a pensar en la funcionalidad de lo que se aprende en el aula, para entender, por ejemplo, fenómenos cotidianos en el campo de las soluciones químicas.

Otra de las acciones que llevan a que los estudiantes puedan tener una visión distorsionada de los modelos explicativos sobre las soluciones químicas, puede estar dado a las dificultades que se presentan en las prácticas docentes para trabajar el lenguaje disciplinar propio. Cada disciplina posee sus propios símbolos, códigos, lenguajes e incluso formas de expresión que son particulares de su campo de acción, desde esta perspectiva es indispensable tener claro cuál es el lenguaje representacional que están a la base de las mimas; sumado a esto, la pertinencia de lograr procesos de alfabetización científica en las aulas donde se involucren los contextos para dar sentido a lo aprendido.

El lenguaje posibilita el acercamiento del sujeto a la interacción con los conceptos científicos, así como en el proceso cultural, en el lenguaje de dominio específico se adquieren símbolos y significados, que lleva a la construcción de términos propios, modos de representación auténticos, que llevan en muchos casos, a la complejidad de asimilarlo en escenarios educativos (Plantin, 2014).

Entender esto es importante, puesto que una de las grandes dificultades que pueden presentarse a la hora de enseñar, aprender y construir modelos explicativos en ciencias está asociada a problemas del lenguaje de la disciplina a enseñar, que no se circunscriben solo al dominio de los términos, sino y más importante todavía, los referidos al lenguaje oral, visual, escrito, gestual, etc. (Tamayo et al., 2017).

Reconocer que la enseñanza en ámbitos específicos de las ciencias naturales no es un asunto transmisionista, es el primer paso -no el único- para acercar al estudiante a mejores modelos explicativos de lo que aprende en el aula, para ello, se hace necesario que desde la reflexión permanente a la práctica de los maestros en ciencias se pueda: i) construir escenarios de enseñanza, que estén basados por ejemplo, en procesos de indagación donde se entienda que el conocimiento es una construcción temporal para dar sentido al mundo, y como en este proceso, se crean y desarrollan modelos; ii) Hacer ciencia en el aula, desde el reconocimiento de elementos base para mejorar la comprensión sobre la ciencia, por ejemplo, la filosofía e historia de la ciencia, y desde ahí entender cómo se produce el conocimiento y cómo se desarrollan modelos cada vez mejores; iii) entender que el conocimiento no es absoluto y que tiene implicaciones con el entorno social, cultural e histórico, por último, iv) desde las aulas de clases hacer énfasis en ver las ciencias desde una perspectiva social-cultural donde se promueven prácticas para tratar de entender los fenómenos, en un intento de carácter explicativo alejado del dogmatismo y de las verdades irrefutables.

Ahora, si observamos, por ejemplo, lo que nos muestran los estudios sobre las dificultades para entender las concepciones derivadas a las soluciones química, no encontramos con asuntos tales como i) la disolución como sistema material (problemas

conceptuales como mezcla heterogénea - disolución saturada, disolución insaturada - disolución diluida y concentrada), ii) concepto de concentración ( indefinición del concepto de concentración, pues es usado para las soluciones y otros sistemas materiales), iii) proceso de la disolución (la mayoría cree que los componentes de la disolución no se pueden separar), y iv) interpretación del proceso de disolución (el modelo particular de la materia no es usado en la explicación de fenómenos tales como: disolución, difusión, coloración y reducción de volumen (Sánchez et al., 1997).

Otra dificultad obedece a la naturaleza corpuscular de la materia. Si bien, es común que definan una mezcla de manera correcta, los estudiantes no usan adecuadamente tal modelo para conocer el proceso que ocurre a ese nivel en la producción de soluciones químicas (Llorens, 1988).

Algunos estudios, como los descritos por Pozo y Gómez-Crespo (1998), muestran que los estudiantes encuentran dificultades en el aprendizaje de las ciencias, de forma que existe un conocimiento cotidiano que compite con el conocimiento científico que se intenta desarrollar en la escuela. Cambiar ese conocimiento cotidiano, que genera principalmente modelos explicativos ingenuos, es un asunto que en actualidad tiene mucha vigencia, pues si asumimos la idea que los sujetos piensan y construyen realidades a través de modelos, es necesario comprender como las nuevas ideas compiten con las que se encuentran arraigadas para generar mejores explicaciones, y cómo se dan los procesos en los mismos para establecer qué modelo es mejor para comprender situaciones puntuales.

Según Furió y Furió (2000), los posibles obstáculos que se presentan a los alumnos que inician sus estudios en el campo de la química, obedecen principalmente a que el aprendizaje y la enseñanza de la química son sumamente complejos. Por ende, es importante que quienes orienten el área conozcan las ideas que los estudiantes tienen sobre determinada temática, para enseñarles en consecuencia, pues

Los avances logrados por la didáctica de las Ciencias como cuerpo teórico de conocimientos están mostrando que no sólo conviene conocer las ideas de los

alumnos sino también hay que saber cómo razonan y aprenden para poder ayudarles a construir los conocimientos químicos. (p.307)

Desde el enfoque de la representación mental, y la construcción de modelos, se sustenta que los estudiantes interpretan de diversas formas el proceso de disolución, algunas alternativas conceptuales entienden la disolución desde la distribución de partículas de soluto solamente, este fenómeno químico es asociado a la fusión del soluto y a su desaparición al disolverse. (Devarak y Glazar, 2007).

Para terminar, y atendiendo a la ubicación del problema desde las realidades de la IE Alfonso Builes Correa, se puede preguntar si todo conocimiento es susceptible de transformación para ser enseñado o, en otras palabras, cómo tomar el modelo teórico-conceptual sobre las soluciones químicas y llevarlo a un contexto con particularidades y singularidades para generar modelos explicativos funcionales a las necesidades educativas de los estudiantes. Las aproximaciones, entonces, para lograr esto serían las siguientes:

i) Entender la transposición didáctica, como aquella que permite tomar los elementos de las ciencias de referencia y hacerlos enseñable (del saber experto al saber enseñable).

ii) La evolución progresiva de los conceptos, teniendo en cuenta los avances de la ciencia, la tecnología y la sociedad que van generando nuevos conocimientos o ampliando los significados existentes, lo cual evidentemente afectará la forma cómo se enseñan o transmiten.

iii) El reconocimiento de los avances científicos, la construcción de nuevos conocimientos y la importancia de entender la enseñanza, específicamente de las soluciones químicas, desde modelos explicativos cercanos a la ciencia escolar en el campo específico de la química.

## **2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Atendiendo a lo expuesto anteriormente, se puede establecer de forma concreta la formulación del problema por medio del siguiente interrogante:

¿Cuáles son los modelos explicativos sobre el concepto *solución química* en los estudiantes de grado undécimo de la IE Alfonso Builes Correa, del municipio de Planeta Rica?

### 3 JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta de trabajo está orientada específicamente a la identificación de modelos explicativos sobre el concepto de solución química en estudiantes de último grado de básica secundaria de una institución educativa pública del Municipio Planeta Rica-Córdoba. Las pretensiones que se buscan con el mismo están orientadas a lo siguiente:

Al ser un estudio exploratorio y descriptivo, permitirá tener una mirada amplia sobre las concepciones que tienen los estudiantes sobre las soluciones químicas, y como éstas, se encuentran vinculadas a diferentes modelos explicativos. Entender esto, llevará a la identificación de las dificultades que se presentan en la enseñanza de la química en este dominio, así mismo, se podrán comprender mejor las razones de los malos resultados en las pruebas estandarizadas y en la poca funcionalidad de los aprendizajes de las realidades del contexto en problemas asociados al concepto trabajado.

Al entender las recurrencias explicativas asociadas a uno u otro modelo, se podrán advertir posibles problemas asociados a la enseñanza y al aprendizaje de la química, es decir, las exteriorizaciones y respuestas de los estudiantes dejarán ver qué se entiende por una solución, así mismo, las expresiones y respuestas dadas permitirán establecer posibles prácticas de enseñanza que derivaron en las concepciones vinculadas a los modelos explicativos presentes en los estudiantes.

Por lo tanto, el presente trabajo cobra un especial sentido el aprendizaje a través de modelos explicativos, entendidos como conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que permite comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal. Se trataría con ello de aprender no solo los modelos de la ciencia escolar, sino también las capacidades para trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos; así como hablar y opinar acerca de estos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante, y también sus limitaciones.

El presente proyecto, además, será de relevancia social, pues con la información obtenida se podrán beneficiar docentes de la IE que aún no integran en sus prácticas procesos

de mejora continua de carácter específico en las áreas fundamentales, como es el caso de ciencias naturales. Podría darse el caso que los planes de aula vinculen escenarios para la generación de procesos de reflexión en los estudiantes y vigilancia de los aprendizajes establecidos en el plan de estudios. Para nuestro caso, lograr mejores explicaciones y desarrollo de modelos explicativos, en el campo de las soluciones químicas en casos auténticos.

Sumado a lo anterior, la información compilada servirá para el desarrollo de otras investigaciones, que tomen los datos obtenidos y a partir de estos se construyan estrategias didácticas que permitan la superación de aquellas ideas que no están en correspondencia con los modelos explicativos escolares sobre el concepto de las disoluciones químicas. En cuanto a aportes y novedades, este estudio permite entender que las ideas que surgen en los estudiantes son producto de las estrategias implementadas por los maestros que lleva a reflexiones frente a la manera de afrontar la enseñanza en dominios específicos de las ciencias.

## 4 REFERENTE TEÓRICO

### 4.1 TEORÍAS RELACIONADAS CON MODELOS EXPLICATIVOS

Para González et al., (2012), es preciso mejorar la enseñanza de las ciencias. Para lo cual se propone utilizar nuevas herramientas metodológicas que integren de forma equilibrada los niveles de representatividad de los conceptos, como una manera de mejorar la calidad y el significado en la educación científica. Así mismo, es preciso considerar los aspectos representacionales que los estudiantes ya han construido socialmente, como también sus modelos teóricos alternativos de conceptos químicos. Estos aspectos inciden en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los nuevos saberes, y por consiguiente influyen en la construcción de un modelo explicativo de dicho concepto.

En este mismo sentido Talenquer (2022), aclaró que en el proceso enseñanza y aprendizaje a nivel escolar, los estudiantes abordan las explicaciones de los modelos explicativos con grandes vacíos o simplemente no son capaces de dar explicaciones a un determinado fenómeno. Sin embargo, hay que considerar también que no siempre se cuenta con un desarrollo cognitivo apropiado, con una capacidad de procesamiento de información adecuada y/o con un desarrollo de habilidades matemáticas óptimas en los estudiantes. Generándose, como consecuencia, un aprendizaje incoherente entre el fenómeno y su explicación teórica (Solsona e Izquierdo, 1999).

Por otro lado, Meneses et al., (2014), afirmó que la finalidad de los estudiantes debe ser construir a lo largo de su proceso escolar, una correcta y completa explicación de las ideas cotidianas de los modelos explicativos. Deben ser capaces de dar explicaciones más profundas, complejas y abstractas de los fenómenos observados, sin una visión ingenua basada sólo en sus cinco sentidos. La correcta construcción de un modelo explicativo sobre asuntos de la química escolar permitirá asimilar de mejor forma los nuevos conocimientos y/o transformará los conocimientos ya adquiridos.

El aprendizaje a través de modelos debe ser entendido como conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que nos permiten comprenderla e interactuar con ella, tanto en las clases de ciencias como en la vida personal. Se trataría con ello de aprender no solo los modelos de la ciencia escolar, sino también las capacidades para trabajar con ellos, elaborarlos y revisarlos, así como hablar y opinar acerca de estos, entendiendo su valor, su utilidad, su carácter aproximativo y cambiante, y también sus limitaciones, todo lo cual viene a configurar lo que denominamos competencia de modelización (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009).

Tamayo, (2007) por su parte dijo que los modelos explicativos en la didáctica de las ciencias y la identificación del nivel representacional adecuado en el momento de resolver un problema se constituye en una de las acciones más importantes en la autorregulación de los procesos de aprendizaje. Por lo que al identificar los alcances de los modelos explicativos que tienen los estudiantes les da la posibilidad de seleccionar de manera intencionada y consciente cierta explicación y no otra cuando se refieren a un fenómeno, es decir, que pueden recurrir a las representaciones más profundas cuando las más simples no permiten llegar a la solución del problema. Dentro de esta perspectiva de aprendizaje es admisible pensar que la mente puede mantener representaciones paralelas con diferentes grados de abstracción sobre un fenómeno (Rivierè, 1986; Pozo, 1999; Tamayo, 2007).

En los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, las representaciones juegan un papel central. Podemos representar en nuestra mente todo lo que nos rodea y percibimos con los sentidos, asimismo, podemos representar algo que imaginamos sin necesariamente verlo o sentirlo. Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas, las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que representan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior, en tal sentido pueden ser externas o internas. Las externas son de carácter público y producidas en gran medida por la acción, intencionada o no, de las personas. Las representaciones internas son de carácter individual, ocupan un lugar en la mente de los sujetos y nos permiten mirar el objeto en ausencia total del significante perceptible; pueden ser conceptos, nociones, creencias, fantasías, guiones, modelos mentales, imágenes, entre otras. Estas

representaciones son construidas tanto por científicos como por cualquier otro sujeto; en el primer caso, obtendríamos una teoría científica y, en el segundo, una teoría intuitiva acerca del mundo (Tamayo, 2006).

Johnson-Laird (1983) por su parte plantea como uno de los precursores importantes a Peirce, en cuanto al uso de signos que significan las cosas en virtud de relaciones de semejanza. Desde la perspectiva del citado autor, el discurso sobre un modelo se basa en tres ideas centrales: a) un modelo representa el referente de un discurso, esto es, la situación que el discurso describe; b) la representación lingüística inicial de un discurso captura el significado de ese discurso, o sea, el conjunto total de situaciones que puede describir; y c) un discurso es juzgado como cierto si incluye como mínimo un modelo del mundo real. Para este autor, los modelos son representaciones psicológicas que tienen alguna relación estructural con lo que ellos representan.

Johnson-Laird (1983) se distancia de la propuesta inicial de Craik (1943), quien plantea que en muchos casos la gente razona realizando experimentos mentales sobre modelos internos de situaciones físicas, donde un modelo es un análogo estructural, comportamental o funcional de fenómenos del mundo real. Craik basa su hipótesis en la capacidad predictiva del pensamiento y la habilidad de los humanos para explorar el mundo real e imaginar situaciones mentalmente. Nersessian (2008), en acuerdo con lo propuesto por Craik.

Gilbert (2000) dijo que el estudio de los modelos en la enseñanza de las ciencias, además de su intencionalidad descriptiva, propone el uso de modelos como estrategia de enseñanza y de aprendizaje, lo cual ha conducido a una fructífera línea de investigación denominada, en términos generales, enseñanza y aprendizaje basada en modelos (Gilbert et al., 2000; Clement y Rea-Ramírez, 2008; Nersessian, 2008).

La cual tiene como propósito central lograr aprendizajes en profundidad en los estudiantes, determinar la validez de modelos expresados y lograr mejores comprensiones de los modelos en los diferentes campos del saber a través de la enseñanza (Gilbert et al., 2000).

El estudio de los modelos, con estos fines, se constituye en una estrategia para la cualificación de la enseñanza de las ciencias, debido a que es un punto de partida para la identificación de los obstáculos que tienen los estudiantes frente al aprendizaje de los conceptos enseñados por los profesores. (Gilbert et al., 2000).

Finalmente, y desde otra perspectiva evolutiva el interés es lograr que los estudiantes diferencien de manera consciente e intencionada los modelos explicativos (Pozo, 1999; Giere, 1992; Tamayo, 2007). Entonces es desde esta perspectiva de aprendizaje que el estudiante aprendería a usar los diferentes tipos de representaciones según los contextos en los que requiera usarlos, es decir, cada uno de los modelos explicativos es pertinente según sus diferentes contextos de uso, lo que exige, según Pozo (1999), la diferenciación metacognitiva en el uso de los diferentes modelos explicativos del fenómeno.

Dolby (1976), afirmó que desde la antigüedad el concepto disolución, define un extenso campo de fenómenos y sistemas de materiales, el proceso de solubilidad de las sustancias es un proceso que ha a lo largo de la historia ha cautivado el interés de científicos y personas del común. Tal fenómeno permite que los estudiantes desde la experimentación empírica puedan tener en cuenta diversos modelos y evidencias.

Los fenómenos de disolución, fundamentalmente de sustancias sólidas en líquidos, plantean cuestiones acerca de: las causas de la desaparición del soluto, la transparencia de la disolución, la constancia de la masa, la no conservación del volumen, la alteración de la temperatura o la saturación. En el intento de dar respuesta a estas cuestiones se han generado teorías y modelos que han ido evolucionando a lo largo de la historia. Algunos de ellos –muy aceptados en su momento– se han desarrollado, en general, en paralelo al concepto de materia o como consecuencia de los cambios y evoluciones que éste ha sufrido. No obstante, hasta el último tercio del siglo XIX fueron relativamente pocos los científicos que se centraron en la investigación de la naturaleza de las disoluciones como un problema en sí mismo.

De acuerdo con la evidencia documental existente, los modelos y las teorías referentes a la evolución del conocimiento en esta materia, se pueden establecer tres ramas:

1. Su naturaleza continua y discontinua.
2. La interacción entre los elementos que la componen.
3. Movimiento de los compuestos.

Modelizar las Disoluciones en el Contexto Escolar

Oliva y Aragón (2009), explicaron que los modelos de la ciencia escolar pueden suponer un núcleo esencial en torno al vertebrar contenidos de aprendizaje. Esta importancia queda reconocida al asumir que el alumnado debe aprender modelos, tiene que saber cómo aplicarlos y, por lo tanto, debe adquirir las competencias para poder valorarlos y hacerlos avanzar.

La propuesta de un modelo de disoluciones debe hacer uso, no solo del lenguaje proposicional que ofrece en discurso verbal de definiciones y explicaciones de fenómenos, sino también imágenes, analogías y otras representaciones icónicas que permitan visualizar estática y dinámicamente tanto los sistemas disueltos como los procesos de disolución en sí que permitan superar las dificultades a las que se enfrentan los alumnos en este ámbito (Nappa, Insausti y Sigüenza, 2005).

Como foco de contextualización se puede adaptar al ámbito de la vida cotidiana, al considerarlo esencial para el planteamiento de contextos de aprendizaje en la educación obligatoria. Los modelos de la ciencia escolar pueden aplicarse a situaciones cotidianas como una forma de concretarlos y mejorar su comprensión (Gilbert, 2006).

Para este trabajo se han elegido los modelos explicativos que se explican a continuación para entender el concepto de disoluciones químicas en el contexto escolar:

#### **4.1.1 Modelo Corpuscular: Naturaleza Continua/Discontinua de las Disoluciones.**

Es posible que la primera teoría corpuscular en esta área sea la de los intersticios atómicos de Platón, la cual sustentaba que la desaparición del soluto se debía a la

interpenetración o aceptación de vacío. Otra de las primeras explicaciones acerca de las disoluciones obedece a teoría aristotélica de la transustancialización, en esta se consideraba real lo que le sucede al soluto al ser disuelto y que llevó a un modelo continuo de materia, más conocido como teoría de licuefacción. El fundador del atomismo, Demócrito de Abdera, propuso que la materia está compuesta de átomos y vacío, en consecuencia y tomando como punto de partida la anterior teoría, Herón de Alejandría enseñó la miscibilidad (agua con vino) para sustentar la existencia de espacio entre átomos (Selley, 1998).

Si bien las teorías previamente enunciadas fueron olvidadas, para el siglo XVII, Paul Gasendi retomó las ideas atomísticas de Demócrito para sustentar su modelo de poros con formas en las disoluciones, con la cual llamó a las pequeñas partículas que componen diversos elementos; como corpúsculos. En esta teoría, en el proceso de disolución la forma de los poros y la de los corpúsculos debía coincidir, al ser ocupados la totalidad de los poros es imposible más disolución y se llega a la saturación.

Gasendi comprobó, no obstante, que una disolución saturada de sal común podía disolver cristales de alúmina, u otras sustancias, lo que explicaba sugiriendo que el agua tenía también poros en forma de octaedros (la forma de los cristales de alúmina). Gasendi justificaba este punto de vista considerando que lo que es cierto para el total es cierto para la parte. Esta idea es la que con frecuencia utilizan los escolares, aunque de forma implícita, cuando asignan a las partículas propiedades macroscópicas (Holding, 1987).

Las formas cristalinas por su extensión y variedad, llevó a la comunidad científica a desechar el modelo de poros para justificar las disoluciones. “Con el desarrollo de la teoría atómica en el siglo xix, el modelo de poros evolucionaría hacia la consideración del vacío, no como intersticios dentro de la materia, sino como espacio no ocupado por esta”. (Blanco, Ruiz y Prieto, 2010).

#### **4.1.2 Modelo de Interacción Molecular: entidades presentes en las disoluciones.**

En sus inicios las disoluciones fueron explicadas desde la teoría del asalto sustentada esta, en el modelo de poros. Este fenómeno se describía como el choque generado por el rápido movimiento de las partículas del sólido en el agua y en consecuencia el movimiento de partículas del soluto para llenar los vacíos. Contrario a la teoría de asalto –interacción mecánica– se erigieron diversas teorías que plantearon la presencia de fuerzas de atracción entre los compuestos de la disolución.

Por otro lado, Newton atribuyó a los cuerpos diminutos presentes en una disolución una fuerza de atracción, modelo que pretendía explicar la afinidad entre algunas sustancias, en ese contexto; en las disoluciones se hallaba la combinación de procesos de atracción y repulsión.

De acuerdo con este modelo, una sal puede disolverse en agua si las partículas de la sal muestran mayor atracción por las moléculas del agua que por las suyas. El concepto de interacción entre las entidades presentes en disolución aparece con un poder de explicación mayor que el de otras teorías anteriores y, a partir de entonces, sería el soporte de otras nuevas teorías (Blanco et al., 2010).

Leclerc además de exponer que, la forma de la interacción entre cuerpos minúsculos es importante en la medida que se da en partículas próximas; agrego que las sustancias con cualidades parecidas están conformadas por cuerpos de igual forma. Llamó similia similibus solvuntur a las cualidades fisicoquímicas similares entre solubles, una regla que estipulaba que los semejantes se disuelven. Hoy en día se aplica una regla parecida, sustenta que líquidos y sólidos –polares y no polares– se disuelven entre sí.

En la misma época Berthollet elaboró la teoría de la combinación química, que guardaba relación con la propuesta de afinidad de Newton. Por su parte, Proust afirmó que la naturaleza asigna al compuesto como sustancia, unas ratios de tipo fijo. Más adelante, Mendeléyev formuló la teoría de los hidratos, afirmaba que podrían formarse hidratos entre soluto y agua, compuestos con proporciones definidas. Para 1870 los avances en termoquímica aportaron datos experimentales acerca en cuenta al estado de las sustancias en disolución.

La concepción de Berthelot de la importancia de los hidratos en disolución fue representativa de las posiciones de los químicos que mantenían una visión química de las disoluciones. En la década de 1880-1890, el más eminente defensor de la teoría de los hidratos fue Mendeléiev. (Blanco, Ruiz y Prieto, 2010).

En 1883 William Nicol propuso la teoría de la interacción mutua entre las moléculas del soluto y el solvente, la disolución se efectúa en la medida que las moléculas del agua y el soluto presentan mayor grado de atracción, respecto de las moléculas que constituyen el soluto. En este mismo lapso Arrhenius, en su tesis doctoral planteo que la solución de cloruro de potasio en agua, no requería de electricidad para formar los iones del cloro y potasio. Tesis que se contraponía a lo hasta ese momento concebido como regla, esa que indicaba que tales iones se producían al pasar la corriente eléctrica por el electrolito.

#### **4.1.3 Modelo cinético molecular: Atribución de movimiento a las entidades presentes en disolución.**

Leander Dossios aportó al campo de la termodinámica y a las disoluciones desde su teoría cinética, concibió que desde la teoría cinética se podría un tratamiento efectivo a las disoluciones.

[...] que asume que la energía cinética de una molécula es mayor que la atracción entre dos moléculas vecinas pero menor que la atracción total de todas las demás moléculas sobre ella-. Esta teoría le permite explicar la saturación, que ocurre cuando el número de moléculas que pasan a la disolución es igual al de moléculas que precipitan, o el hecho de que la solubilidad aumente con la temperatura, que hace que se incremente el movimiento molecular. (Dolby, 1976, p.56).

La analogía con el movimiento browniano llevó a considerar que las partículas en una disolución se hallan en movimiento. Finalizando el siglo XIX las investigaciones sobre las disoluciones y sus propiedades, y acerca de los modelos matemáticos fueron sumamente extensas. Posteriormente se formularon teorías más complejas en este campo, teorías estas

que parten de criterios termodinámicos como las variaciones de entropía, entalpia y de energía libre de Gibbs.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Describir los modelos explicativos sobre el concepto *solución química* que tienen los estudiantes de grado undécimo de la IE Alfonso Builes Correa del municipio de Planeta Rica- Córdoba.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explorar los Modelos Explicativos iniciales de los estudiantes de grado undécimo de la I.E Alfonso Builes Correa del Municipio de Planeta Rica- Córdoba.
- Identificar las características de los modelos explicativos sobre el concepto encontrado y su diferencia con los modelos de referencia escolar para el concepto de soluciones químicas.

## **6 METODOLOGÍA**

Para el presente trabajo se propuso una investigación cualitativa de corte descriptivo. Su naturaleza descriptiva se basa en dar una mirada a los modelos explicativos presentes en los estudiantes sobre el concepto de soluciones químicas, sin tratar de entender a profundidad las razones que llevan al establecimiento de los mismos. Además, comprende la descripción, registro, e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta (Tamayo, 2006).

### **6.1 POBLACIÓN Y CONTEXTO**

El trabajo se desarrolló en la Institución Educativa Alfonso Builes Correa ubicada en Planeta Rica-Córdoba del municipio de Planeta Rica en el departamento de Córdoba, ubicada en la parte sur – occidental del municipio de Planeta Rica, más exactamente en la carrera 16B N° 18-13 Barrio Jerusalén. Está registrada en el DANE N° 123555000230, NIT. N° 812001917-9, Núcleo Educativo N° 72A y Código ICFES 103226; atiende una población aproximada de 1.620 estudiantes, entre edades de 5 hasta los 17 años.

La comunidad aledaña a la Institución Educativa se caracteriza por ser de estratos uno y dos, con unas condiciones económicas precarias dedicados al rebusque diario, la venta de boletas, rifas, venta de agua en coches y el mototaxismo; son muy pocos los habitantes que presentan una profesión, y/o carrera técnica y que tienen un empleo formal.

Las actividades culturales desarrolladas en la comunidad están a cargo de la Institución educativa que institucionalmente desarrolla un festival de danzas folclóricas y encuentro ambiental, del que se realiza unas investigaciones conocida como las malocas un recorrido por Colombia, se encuentra bañada por el arroyo el desorden que atraviesa a los barrios Miraflores, la Castellana, Villa Libia, San Marcos, San José, constituyéndose en foco de contaminación y fuente de proliferación de epidemias y enfermedades.

## 6.2 UNIDAD DE TRABAJO

Como Unidad de Trabajo de este estudio se designa a los estudiantes de Undécimo de la Institución Educativa Alfonso Builes Correa ubicada en Planeta Rica-Córdoba, que consta de 35 estudiantes. Se tomó de manera aleatoria 10 estudiantes que oscilan entre 15 y 17 años, con un nivel socioeconómico estrato uno.

## 6.3 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis fue la descripción de los modelos explicativos sobre el concepto *solución química* que tienen los estudiantes de grado undécimo de la I.E Alfonso Builes Correa del Municipio de Planeta Rica- Córdoba.

A continuación, se presentan los modelos explicativos asociados al concepto solución química, y sus indicadores correspondientes:

**Tabla 2. Modelos explicativos e indicadores.**

<b>MODELOS EXPLICATIVOS</b>	<b>INDICADORES (Características de cada modelo explicativo)</b>
Modelo corpuscular	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ El estudiante identifica que en la materia se presentan espacios vacíos entre las partículas que la conforman.</li><li>✓ El estudiante reconoce las partículas de la sustancia que presentan forma de cubos, llamados corpusculos.</li><li>✓ El estudiante reconoce que la sustancia que se disuelve presenta partículas más pequeñas que los espacios del agua.</li><li>✓ El estudiante reconoce que la materia está formada por partículas diminutas</li><li>✓ El estudiante identifica que la disolución sucede cuando una sustancia ha ocupado los espacios del agua.</li><li>✓ El estudiante reconoce cuando la desaparición del soluto sucede y cuando se introduce en los lugares de la idea de vacío.</li></ul>
Modelo De Interacción Molecular	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ El estudiante reconoce cuando las partículas disueltas tienen mayor atracción por las partículas del agua que por las mismas.</li></ul>

	✓ El estudiante identifica las sustancias solubles entre si, e identifica las que preentan propiedades fisicas y quimicas similares.
Modelo Cinético Molecular	<p>✓ El estudiante reconoce las particulas de las disoluciones que estan en movimiento debido a fuerzas de cohesion y repulsión.</p> <p>✓ El estudiante identifica cuando las moleculas se mueven en la disolución por influencia de la temperatura.</p>

*Fuente: Modelos explicativos e indicadores (Adaptado a partir de los trabajos de Blanco et al., 2010; Sánchez, et al; 1997)*

Para cada uno de estos modelos contemplamos, además, cuatro criterios que describen el grado de aproximación de los modelos explicativos de los alumnos, es decir, definen la progresión para cada modelo.

- Deficiente: No se llega a usar el modelo. Explicaciones alejadas del modelo escolar
- Básico: Se usa el modelo explicativo escolar, manifestando concepciones alternativas.
- Intermedio: Se alternan explicaciones desde el modelo explicativo escolar con concepciones alternativas.
- Avanzado: Se usa el modelo explicativo escolar con cierto grado de profundidad.

## 6.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El investigador optó por seleccionar las siguientes técnicas:

### 6.4.1 Observación

La observación como técnica de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos o conductas manifiestas, es decir conductas observables registradas objetivamente por el investigador. (Sampieri, 1997). Para esto, el investigador se valió del uso de un diario de campo que permitió tomar evidencia de las respuestas dadas por los estudiantes, para ello, se elaboró una tabla de registro en la que

se documentaba las dificultades a la hora de entender las preguntas, con esta información se procuró hacer los ajustes y la validación del cuestionario usado para la recolección final de la información.

#### **6.4.2 El Cuestionario**

El cuestionario es un estudio realizado a una muestra de personas representativa de una población mucho más amplia. A través de la aplicación de esta se busca obtener, de forma ordenada y metódica, información acerca de las variables involucradas en el tema de investigación, partiendo de la participación de una población o muestra seleccionada, cuyo análisis permite revelar las opiniones, costumbres, actitudes, características y aspiraciones comunes de los participantes (Rodríguez, 2019). Para nuestro caso, el instrumento usado consistía en un cuestionario de 5 preguntas que abordaban las ideas generales sobre los tres modelos explicativos presentes para dar cuenta de asuntos y situaciones asociadas al concepto solución química. Para aplicarlo, se tuvo en cuenta el siguiente proceso interno: (Ver anexo 1).

- a. Las preguntas fueron construidas a partir del trabajo elaborado por Blanco et al. (2010).
- b. Las situaciones iniciales fueron sometidas a docentes de química en activo, con más de 10 años de experiencia en el campo para que dieran apreciaciones sobre el sentido de las mismas.
- c. Retomando las observaciones de los profesores, se hizo los ajustes y se sometió a una prueba piloto con los estudiantes de otro centro educativo.
- d. Las observaciones tomadas en el diario de campo permitieron hacer los ajustes, para hacer una versión mucho más rica en elementos. Al final, se aplicó de nuevo al grupo de estudiantes de la prueba piloto y se pudo comprobar que las preguntas eran mucho más cercanas.

e. Al final, se aplica a la unidad de trabajo seleccionada. (Ver anexo)

### **6.4.3 Rubrica**

La rúbrica se diseñó para realizar una evaluación objetiva y consistente de actividades como trabajos, presentaciones o reportes escritos. Permiten evaluar los modelos explicativos estudiados. Sirvió al presente trabajo para analizar los datos más relevantes en algunos modelos explicativos relacionados con disoluciones químicas y categorías en los estudiantes (Andrade, 2009). (Ver Anexo).

## **6.5 DISEÑO METODOLÓGICO**

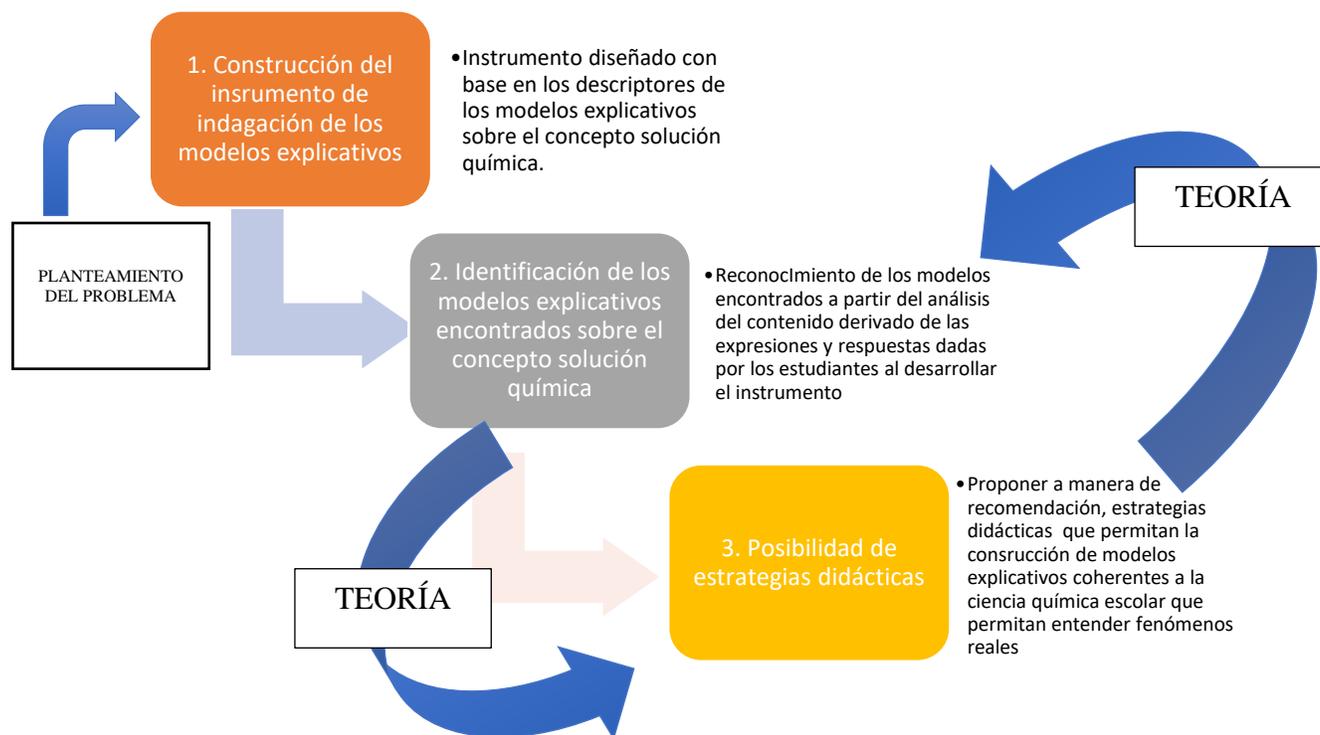
Para la identificación de los modelos teóricos, en el presente trabajo se hizo el siguiente plan de análisis:

**Fase 1:** Esta fase comprendió la elaboración de la propuesta, la definición del problema y de los objetivos, y la elaboración de instrumentos de recolección de la información, así mismo la técnica de recopilación documental, a partir de indicadores derivados de un marco teórico, que también fue construido en esta misma fase.

**Fase 2:** Elaborados los instrumentos, se adelantó un trabajo de campo consistente en el contacto directo con los estudiantes como insumo para llevar a cabo la propuesta en la investigación. En esta fase se recolectó la información y se organizó en tablas y figuras para el posterior análisis.

Para alcanzar los objetivos planteados en el presente trabajo, se tendrán en cuenta las siguientes etapas:

**Figura 1. Diseño metodológico propuesto para el desarrollo de este trabajo.**



Fuente: Elaboración Propia

## 6.6 PLAN DE ANÁLISIS

**Fase 3:** Esta fase incluyó el procesamiento de la información recolectada. Es importante tener en cuenta que la finalidad de la investigación es obtener información referente a las características y descripciones de los modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto de solución química. Con el fin de alcanzar mayor confiabilidad y validez, se hizo una relación de la información recogida con los instrumentos, en busca de constantes asociadas a las características de los modelos explicativos encontrados. Para ello, se valió de una rúbrica en la que se tuvieron en cuenta indicadores (Deficiente, Básico, Intermedio y Avanzado) sobre el nivel de apropiación de los mismos.

De acuerdo con todos los puntajes obtenidos en la rúbrica, se agruparon, además, tres familias de modelos (Modelo corpuscular, Modelo De Interacción Molecular, Modelo

Cinético Molecular). Estas categorías no se desarrollaron con el fin de calificar o de ponderar a los estudiantes, sino como se explica en párrafos anteriores, con el fin de describir las explicaciones de los estudiantes frente a los fenómenos trabajados en el cuestionario. Para el análisis y discusión de los resultados, se utilizó el programa Microsoft Excel como herramienta necesaria, ya que en este se pudo representar de manera adecuada la tendencia de los modelos explicativos de los estudiantes, además, presentar los resultados de forma ordenada y clara. Mediante el uso de esta herramienta se pudo presentar además las categorías y sus interacciones. (Rodríguez et al., 1999)

## 7 RESULTADOS

El modelo que más se repite entre los estudiantes de grado once corresponde al modelo corpuscular (30%), cuyo grado de dificultad es “Básico”. Debajo de lo esperado para estudiantes que se encuentran finalizando la media en un curso de química a nivel escolar. Se presenta el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes en el cuestionario aplicado. Para cada uno de estos modelos contemplamos, además, cuatro criterios que describen el grado de aproximación de los modelos explicativos de los alumnos, es decir, definen la progresión para cada modelo.

- Deficiente: No se llega a usar el modelo. Explicaciones alejadas del modelo escolar
- Básico: Se usa el modelo explicativo escolar, manifestando concepciones alternativas.
- Intermedio: Se alternan explicaciones desde el modelo explicativo escolar con concepciones alternativas.
- Avanzado: Se usa el modelo explicativo escolar con cierto grado de profundidad.

Estos criterios nos permiten no solo conocer qué modelos explicativos sobre soluciones químicas utiliza un estudiante, sino también, determinar qué tan cercano está a las ideas y criterios de cada modelo en particular. Dentro de un mismo modelo, los niveles de explicación se mantuvieron normalmente estables para las distintas tareas o actividades planteadas. Ello nos permitió definir, globalmente para cada momento, perfiles con grado de consistencia interna.

A continuación, se presenta el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes en el cuestionario aplicado:

**Tabla 3. Pregunta 1 (literales, a, b, c)**

Modelo corpuscular Criterios	Deficiente		Básico		Intermedio		Avanzado	
	r		r		r		r	
a. ¿Explica qué ocurre con la preparación cuando se vertió el azúcar y esta no se revolvió?		0%		0%		0%		%
b. En el mismo sentido, ¿qué ocurrió cuando el azúcar se revolvió con permanencia?		0%		0%		%		%
c. ¿Por qué crees que se disolvió el azúcar?		0%		0%		%		%

**Fuente:** Elaboración Propia

En este caso, se presentan las frecuencias de respuestas dadas por los estudiantes al instrumento aplicado, en este puede observarse como los porcentajes están mayoritariamente en los niveles deficiente y básico, expresado en respuestas tales como:

**a.** ¿Explica qué ocurre con la preparación cuando se vertió el azúcar y esta no se revolvió?

E2: “Si se agrega más azúcar de la recomendada al refresco se pondría muy dulce”

E5: “lo que pasaría con la preparación si se le agrega más azúcar de lo recomendado es que va a quedar demasiado dulce”

E10: “pues la preparación se pone más dulce no echarle tanta azúcar porque a veces viene dulce”

**b.** En el mismo sentido, ¿qué ocurrió cuando el azúcar se revolvió con permanencia?

E2: “Si se agrega menos azúcar de la recomendada el refresco quedaría desabrido, sin sabor agradable”

E5: “ocurrirá que la sustancia saldría alterada del conservante en este caso del Frutiño y su sabor muy simple”

E6: “tendremos una solución insaturada”

c. ¿Por qué crees que se disolvió el azúcar?

E5: “en todo proceso en el cual se realizan mezclas se debe proceder a la medición, es decir, ir detectando lo mucho o poco que se le agregue hasta llegar al punto indicado”

E9: “dependiendo de qué jugo sea porque el Frutiño no lleva azúcar, la recomendación es a el gusto de cada uno”

E10: “con su sabor final que no va a tener el mismo gusto”

Las respuestas dadas por los estudiantes están distantes al modelo explicativo corpuscular sobre las soluciones químicas (Blanco et al, 2010), difícilmente se hace mención del reconocimiento de las partículas que conforman las sustancias, a la noción de vacío que viene acompañado por el carácter discontinuo de las sustancias, así como a la introducción de la idea de vacío que está en concordancia con la disolución de un soluto en un solvente. En lugar de presentarse estas ideas, los modelos explicativos de los estudiantes tienen un marcado interés por la descripción concreta de los fenómenos; es así como se puede interpretar que los estudiantes difícilmente pueden traspasar la barrera de lo observable para explicar las situaciones presentadas. Esta forma de entender las situaciones sobre disolución, están en concordancia con niveles explicativos de bajo nivel para la naturaleza corpuscular de la materia (Benarroch Benarroch, 2000) donde de manera recurrente se da una imagen continua de la materia en la que se explican situaciones asociadas a descripciones macro basadas generalmente en el sentido común.

La descripción de carácter macro de los fenómenos es un asunto ligado al poco entendimiento, por ejemplo, de los procesos de disolución de las sustancias, que en términos de Pozo & Gómez Crespo (1998) está en el dominio de la percepción o realismo ingenuo sobre el significado de las situaciones que pueden ocurrir al momento de tener la preparación de una solución. La descripción macroscópica de los fenómenos, es entonces,

una de las principales características que ofrecen obstáculos para entender situaciones químicas en contexto (Espínola & Cappannini, 2006) pues al no tener nociones ligadas a los modelos explicativos escolares sobre el fenómeno en cuestión, se parte del supuesto explicativo en el que las formas, las apariencias y las condiciones que se dan a simple vista son más que suficiente para entender la razón del porque se forman soluciones, en detrimento de las nociones científicas que deben ser la base para sustentar dichos fenómenos.

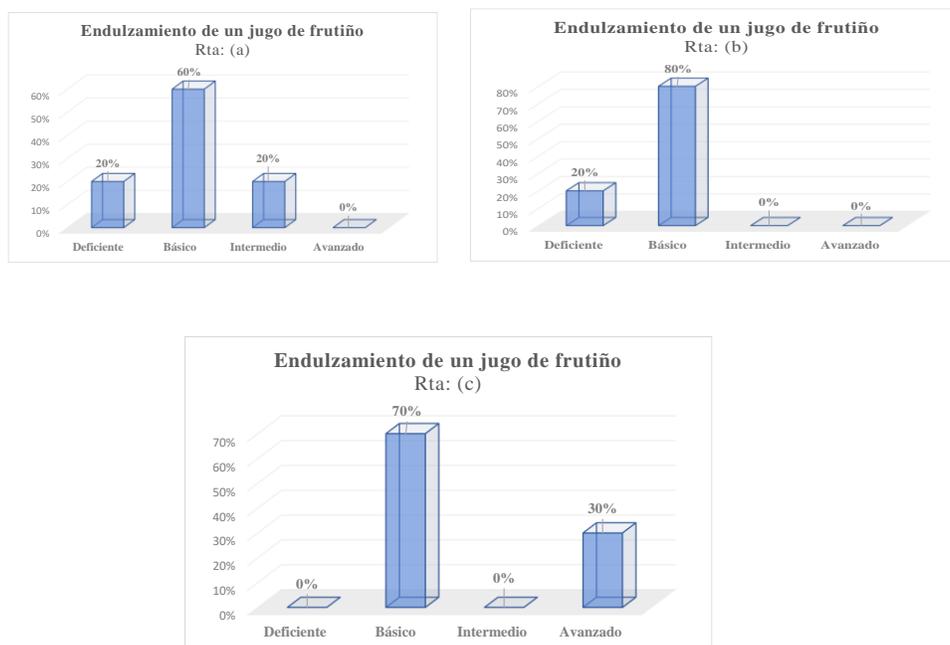
Se atribuyen dichos acontecimientos, en mayor medida, a las dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos, donde imperan las ideas cercanas al sentido común y no se hacen esfuerzos por la construcción de sentido a las situaciones que así lo demandan (Furió Más & Furió, 2018). Estas situaciones demandan, entonces, preguntarse por el cómo ven y razonan los estudiantes el mundo que los rodea, pues desde allí, aquellas ideas alejadas a los modelos explicativos escolares podrán comprenderse y entenderse la raíz de las limitaciones existentes.

Importante resaltar el hecho que superar visiones alejadas de los modelos explicativos escolares implica estructurar el discurso en al aula, así como participar en lecciones en las que se usen modelos para describir y explicar una variedad de fenómenos naturales (Samarapungavan, Bryan, & Wills, 2017) Para el caso de las situaciones en las que estén involucradas el uso de soluciones, es necesario tener claro no solo ideas sobre este campo, sino también, aquellas relacionadas con el comportamiento de la naturaleza particulada de la materia.

Frente a esto, llama la atención el estudio desarrollado por Tsitsipis, Stamovlasis, & Papageorgiou, (2012) en el que estudiaron cómo el efecto de algunas variables cognitivas, como el pensamiento lógico, pueden favorecer respuestas frente a situaciones que impliquen el uso del concepto de naturaleza de la materia; esto marca entonces, que los problemas asociados a incomprendiones y uso de recurrente de concepciones ingenuas sobre estos asuntos, está marcado por estilos de enseñanza que originan estos problemas y

que permean comprensiones sobre otros conceptos de la química escolar que son necesarios para explicar fenómenos sencillos cercanos al contexto del estudiante.

**Figura 2. Endulzamiento de un jugo de Frutiño - Sensorial (nivel macroscópico)**  
**Pregunta 1: Respuestas a, b, c.**



Fuente: Elaboración Propia

Como se puede apreciar en las gráficas, las explicaciones de los estudiantes están limitadas al carácter macro de las sustancias, que se les atribuyen a las características basadas en los sentidos. En su mayoría coinciden en afirmar que, si las partículas de azúcar se revuelven con consistencia dentro del jugo, esta se disuelve y el sabor será dulce. Estas explicaciones de los estudiantes corresponden a una explicación de los fenómenos desde una visión de carácter continuo y explicada de manera alejada al modelo explicativo. Se evidencia que de los 10 estudiantes que son la muestra, el 70% respondió en la categoría básico, mostrando con esto que las respuestas están cercanas a concepciones alternativas ligadas al sentido común.

A continuación, se presentan las respuestas dadas a la segunda situación sobre el mismo modelo corpuscular sobre las soluciones químicas.

**Tabla 4. Pregunta 2 (Literales a, b, c)**

Modelo corpuscular Criterios	Deficiente		Básico		Intermedio		Avanzado	
	Fr		r		r		r	
a. ¿Qué diferencia encuentra entre el recipiente 1 y el recipiente 5?	0	%		0%		0%		0%
b. ¿Qué tendremos que hacer para que el recipiente 4 tenga la apariencia del recipiente 2?	1	0%		0%		%		%
c. Formule una posible receta para la preparación de los refrescos del recipiente 2 y el recipiente 4.	0	%	0	00%		%		%

Fuente: Elaboración Propia

Puede apreciarse como se mantienen los porcentajes de respuesta en niveles deficiente y básico, expresándose en respuestas tales como:

**a.** ¿Qué diferencia encuentra entre el recipiente 1 y el recipiente 5?

E5: “la diferencia que se puede apreciar es que en el refresco 1 se le debía agregar más agua que al refresco 5, por esta razón uno se ve más claro y el otro más oscuro”

E8: “el recipiente 1 tiene la diferencia es que por lo que se puede observar el 1 tiene más agua y el 5 tiene menos y se puede observar más puro”

E10: Entre mayor sea la concentración del refresco más oscuro se percibe y mientras menos sea su concentración y se le agregue mucha más agua se percibe más claro.

**b.** ¿Qué tendremos que hacer para que el recipiente 4 tenga la apariencia del recipiente 2?

E1: “Para que el recipiente 4 tenga la misma apariencia del recipiente 2 se debe agregar más agua para que la solución se torne más clara”

E6: “tendríamos que agregar menos soluto en el recipiente 4 para que pueda tomar la forma del recipiente 2”

E8: “le agregamos menos colorante artificial a la bebida 4 y puede depender del sabor para que el recipiente 4 tenga la misma apariencia que tiene el recipiente 2 tendremos que agregar”

**c.** Formule una posible receta para la preparación de los refrescos del recipiente 2 y el recipiente 4.

E8: “para preparar el refresco dos se debe echar una cucharada de refresco en un vaso de agua, para preparar el refresco 4 se debe echar 1/2 cucharada de refresco en un vaso de agua al recipiente 2, le agregaron agua, azúcar y poco colorante artificial al recipiente 4 le agregaron agua, azúcar, y mucho más colorante para definir el color de la bebida”

E10: “pues echarle más ingredientes al recipiente 2 y al recipiente 4 echarle el doble de cucharada para la preparación del refresco”

De una manera similar a las respuestas vistas en la tabla 4, los estudiantes están muy alejados del modelo explicativo corpuscular que da cuenta de las explicaciones sobre las características de las soluciones, en este caso, se puede apreciar que las respuestas están muy cercanas a descripciones basadas en características observables del fenómeno, es decir, que la idea sobre la continuidad de la materia se mantiene, pero se toman características observables de las situaciones, para dar las explicaciones a los interrogantes planteados.

En términos de Benarroch (2000), se puede hablar de un II nivel explicativo sobre la naturaleza corpuscular de la materia, en el que se tiene en cuenta atribuirles a causas no observables, propiedades similares a las que posee el mundo observable. Estudios similares, muestran patrones cercanos a los observados por los estudiantes de este estudio, donde hay una tendencia por darle atributos de continuidad a las partículas discontinuas, donde las características observables de las sustancias dan una imagen distorsionada de la composición y la manera cómo pueden formarse las soluciones químicas (Pozo & Gómez-Crespo, 2004); (Johnson, 1998)

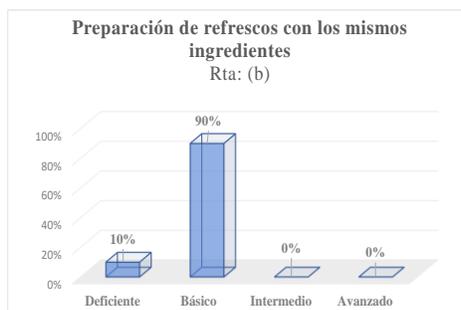
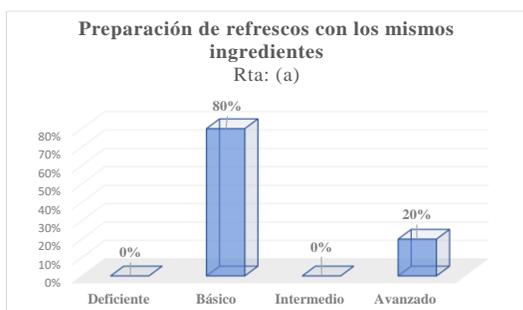
Explicaciones de carácter macro como estas, dan una idea de atributos observables a la composición de la materia y esto dificulta grandemente que puedan hacerse explicaciones cercanas a la ciencia escolar en el campo de las disoluciones químicas. Las concepciones que están presentes en los modelos explicativos de los estudiantes están en coherencia con la dificultad de entender cómo es el comportamiento íntimo de la materia, así mismo, como estos asuntos son complejos de entender (Johnson, 2000) especialmente en sustancias donde aparentemente no ocurre nada por el simple hecho que no hay evidencias concretas que afirmen que hubo interacciones entre las sustancias.

Frente a esto, Pozo & Gómez Crespo (1998), dan a entender que una imagen simplista e ingenua de la realidad puede llegar a considerar que cualquier hecho real o factico es una imagen directa de lo observable o detectable a través de los sentidos, de allí la gran dificultad para que los estudiantes puedan llegar a comprender situaciones asociadas al comportamiento de soluciones químicas. Por ello, debe hacerse necesario que un modelo de disoluciones, no solo se haga uso del lenguaje proposicional que ofrece en discurso verbal de definiciones y explicaciones de fenómenos, sino también, imágenes, analogías y otras representaciones icónicas que permitan visualizar estática y dinámicamente tanto los sistemas disueltos como los procesos de disolución en sí que permitan superar las dificultades a las que se enfrentan los alumnos en este ámbito (Nappa, Insausti y Sigüenza, 2005).

Sumado a lo anterior, es importante también dentro del modelo explicativo corpuscular presente en los fenómenos sobre soluciones, entender que la estructura atómica -como concepto- es indispensable para estudios posteriores en la ciencia o para comprender otros fenómenos asociados (Park & Light, 2009). Identificar el umbral de comprensión al que se enfrentan los estudiantes y analizar los problemas de la estructura atómica proporciona información valiosa para comprender las dificultades de aprendizaje de los estudiantes y comprender cómo pueden abordarse. De ahí la necesidad de entender la naturaleza de los modelos explicativos presentes en los estudiantes, para comprender la razón de las nociones intuitivas y actuar en consecuencia.

**Figura 3. Preparación de refrescos con los mismos ingredientes-Átomos / moléculas (submicroscópico)**

**Pregunta 2: Respuestas a, b, c**



Fuente: Elaboración Propia

De los diez estudiantes representados en la muestra, más del 90% de estos, dieron sus respuestas basadas en la apariencia de las sustancias, sin tener en cuenta la proporción de los componentes de las disoluciones (soluto y el solvente), se mostró que hacen relación con los modelos explicativos (Modelo corpuscular) y dieron explicaciones de los fenómenos químicos desde la apariencia de las sustancias, es decir, explicaron los fenómenos de acuerdo con lo que pueden observar, degustar y tocar. No hubo esfuerzo por explicar el comportamiento de la materia desde una visión discontinua.

Se da una aproximación ingenua al nivel Átomos/moléculas (submicroscópico); pero los estudiantes no explicaron el ejercicio desde la teoría. Es necesario que los estudiantes asuman que una solución es una preparación de dos componentes sin distinción de estos, es decir, la disolución resultante de la mezcla de dos componentes tendrá una única fase reconocible (sólida, líquida o gaseosa) inclusive, si sus componentes por separado tuvieran fases distintas.

La noción de concentración no es clara y se define de manera intuitiva como la agregación de una sustancia en otra es decir, no se limitan a identificar la proporción entre el soluto y el disolvente y no se define con claridad que la solución se forma cuando dos o más sustancias se combinan físicamente para producir una mezcla que es homogénea a nivel molecular, donde el solvente es el componente más concentrado y determina el estado físico de la solución siendo la presión y temperatura los factores que afectan la misma.

Para superar las dificultades mostradas, es importante tener en cuenta el trabajo (de Berg, 2012) en el que informa la comprensión de los estudiantes sobre soluciones acuosas en dos formas diferentes: un modo micro visual y un modo verbal que se refiere a cantidades macro de soluto a utilizar. Importante le hecho que en este estudio se mencione el hecho que el uso de explicaciones verbales sobre dichos fenómenos fomenta comprensiones más profundas y se entablan diálogos que permiten tener aproximaciones más claras de las situaciones presentes.

Al final, podemos decir que las características del modelo explicativo encontrado en los estudiantes pueden resumirse en el siguiente cuadro:

**Tabla 5 Modelo explicativo encontrado frente al concepto solución química**

<b>Modelo esperado</b>	<b>Indicadores principales del modelo</b>	<b>Modelo explicativo encontrado.</b>	<b>Principales evidencias</b>	<b>Distancias /diferencias entre el modelo (esperado y encontrado)</b>
<b>Corpuscular</b>	<p>_El estudiante reconoce las partículas de la sustancia que presentan forma de cubos, llamados corpúsculos.</p> <p>_El estudiante reconoce que la materia está formada por partículas diminutas.</p> <p>_El estudiante identifica que la disolución sucede cuando una sustancia ha ocupado los</p>	<p><b>Pregunta 1 (Literales a, b, c)</b></p> <p>Modelo de continuidad: los fenómenos se dan desde una visión de carácter continuo.</p>	<p>_Se observó dificultad para atribuir un carácter micro a las partículas.</p> <p>_Se observó además dificultad para entender el concepto de solubilidad de forma cualitativa y poder identificar una solución saturada, insaturada o sobresaturada.</p>	<p>_El estudiante no reconoce las partículas de las sustancias, se dan explicaciones desde lo sensorial-sensitivo, ejemplos de ello:</p> <p>No se explica y entiende el fenómeno desde un modelo corpuscular; sin embargo, se analizó que la mayoría de los alumnos utiliza el modelo Corpuscular ingenuo</p>

	<p>espacios del agua.</p> <p>_El estudiante reconoce cuando la desaparición del soluto sucede y cuando se introduce en los lugares de la idea de vacío.</p>			<p>(Sensorial (nivel macroscópico)</p> <p>_El estudiante no reconoce que la materia está formada por partículas.</p> <p>_El estudiante no identifica que la disolución sucede cuando una sustancia ha ocupado los espacios del agua, ejemplo de ello sucede cuando explicaron, pero no dijeron teóricamente lo relacionado con los conocimientos previos acerca de los conceptos de concentraciones cualitativas como disoluciones insaturadas,</p>
--	---	--	--	---

				<p>saturadas y sobresaturadas; estos son un tipo de conceptos comparativos que surgen de la relación entre la experiencia con su vida cotidiana, Mosterín (2003)</p> <p>_El estudiante no reconoce cuando la desaparición del soluto sucede y cuando se introduce en los lugares de la idea de vacío.</p>
--	--	--	--	---

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo, se presentan las frecuencias de respuestas dadas por los estudiantes al instrumento aplicado, relacionadas con el Modelo de Interacción Molecular; se observan también cómo los porcentajes están mayoritariamente en los niveles deficiente, básico e intermedio, expresado en respuestas tales como:

**Tabla 6. Pregunta 4 (Literales a, b, c, d)**

Modelo De Interacción  Molecular Criterios	Deficiente		Básico		Intermedio		Avanzado	
	Fr		r		r		r	
a. ¿Las tres mezclas puede separar sus componentes, SI o No, ¿por qué?	0	%	0	00%		%		%
b.Si a la imagen 1, se le agrega otra sustancia liquida como el agua, ¿podrá aplicarse un mecanismo de separación?	0	%	0	00%		%		%
c.¿Qué diferencias habría entre la imagen 2 y 3?	1	0%		0%		%		%
d.Si a la imagen tres se le agrega una sustancia líquida como queroseno o gasolina, ¿qué nuevas características tendrá? ¿Podrá separarse?	1	0%		0%		%		%

Fuente: Elaboración Propia

**a.** ¿Las tres mezclas puede separar sus componentes, SI o No, ¿por qué?

E1: “En la mezcla 1 y 2 se pueden separar mediante diferentes métodos de separación. En la mezcla se pueden separar porque sus componentes son de tamaños diferentes, en la mezcla 2 se puede separar porque sus componentes tienen densidades

diferentes y en el caso de la mezcla 3 no se pueden separar porque no se ven sus componentes”

E3: “en la mezcla 1 y la mezcla 2 se pueden separar, porque se pueden ver sus componentes a simple vista”

E5: “De estas 3, los componentes que se podrían separar sería la mezcla 1, ya que son materiales sólidos que se pueden separar fácilmente, como por ejemplo la piedra”.

E8: “en el 1 utilizamos métodos de separación y así obtendremos por un lado la piedra y por otro la arena. En el aceite y el agua utilizamos algún método y obtendremos resultados”

E9: “la mezcla que se puede separar es la de piedras y arenas ya que agarramos las piedras la arena se queda en el lugar donde se encuentra”

**b.** Si a la imagen 1, se le agrega otra sustancia líquida como el agua, ¿podrá aplicarse un mecanismo de separación?

E1: “En ese caso tendría que aplicarse dos métodos de separación para obtener sus componentes”

E2: “Si se pudiera aplicar mecanismo de separación, primero se podría separar las piedras y luego se podría aplicar otro mecanismo para separar la arena del agua”

E6: “no ya que se concentraría en el interior de la arena y las piedras”

E7: “sí, puede aplicarse”

E10: “en mi punto de vista si se puede porque va a haber separación de piedra agua y arena”

**b.** ¿Qué diferencias habría entre la imagen 2 y 3?

E1: “Que en la imagen 2 se pueda notar a simple vista sus componentes en cambio que en la imagen 3 no se logra ver sus componentes”

E2: “En la imagen 2 se presentan dos fases, porque el aceite no se disuelve en el agua, mientras que en la imagen 3, se observa una sola fase ya que el alcohol se disuelve rápidamente en el agua que la imagen 2 se puede observar sus componentes, pero en la imagen 3 no”

E6: “que en la imagen dos podemos notar una mezcla heterogénea y en la 3 una mezcla homogénea ya que no se ve el alcohol y el agua por separado”

E9: “la diferencia que encontramos en la imagen 2 y 3 es que la imagen 2 no se disuelve como tal en el agua ya que el aceite no es componente que se lleva bien con el aceite y el alcohol y si el agua si se disuelven”

E10: “que la imagen 2 se puede mezclar y ver porque es agua y aceite y a menos la 3 no se puede ver los componentes ni los recipientes”

c. Si a la imagen tres se le agrega una sustancia líquida como queroseno o gasolina, ¿qué nuevas características tendrá? ¿podrá separarse?

E1: “La característica de la solución puede ser que la gasolina se ubica en la parte superior de la mezcla y creo que esta mezcla se podrían separar los componentes ya que se pueden ver a simple vista”

E3: “tendría las características de la imagen 2, quedando la gasolina en la parte superior de la mezcla”

E6: “pasaría de ser una mezcla homogénea a ser una mezcla heterogénea ya que la gasolina estaría sobre el agua y podría separarse por un método de evaporación o destilación”

E7: “la gasolina se pondría en la parte de arriba y se podría separar”

E8: “el agua con el alcohol y la gasolina tendrían una reacción, no podrá separarse porque se mezclan”

E10: “pues va a tener sustancias líquidas como gasolina y el agua”

En cuanto al Modelo de Interacción Molecular y al uso de modelos asociados al concepto de disolución química, como hemos visto, los estudiantes por lo general solo tienden a utilizar inicialmente y en el mejor de los casos el modelo corpuscular. En este

sentido y en el modelo de Interacción Molecular en el literal a y b, se puede observar que el 100% de los alumnos lo hicieron en un nivel básico; y en el literal c y d, el 90% de los alumnos lo hicieron también en un nivel básico; sin embargo, se superaron muchas de las dificultades que autores como De Jong y Taber (2007) describen para las situaciones habituales de aula.

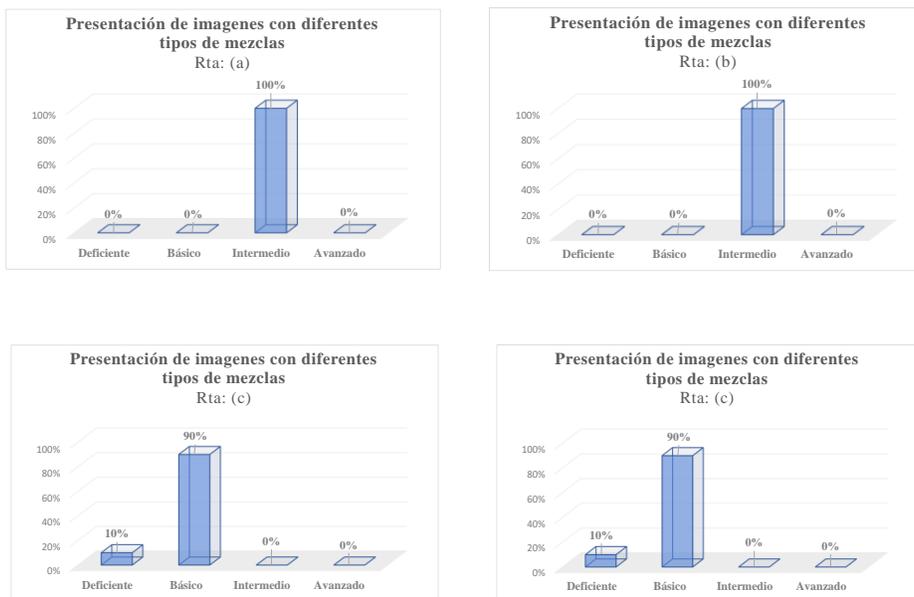
Es en este Modelo, donde autores como Romero y Castañeda (2019), exponen, que las sustancias presentan fuerzas de atracción y repulsión, las sustancias solubles entre sí, presentan características físicas y químicas similares, y las sustancias disueltas producen iones. Las interacciones moleculares o fuerzas de interacción molecular son fuerzas de atracción entre moléculas. Éstas son las principales responsables de las propiedades macroscópicas de la materia, entre ellas el punto de fusión y el punto de ebullición. La intensidad de éstas depende del momento dipolar de las moléculas.

Las respuestas dadas por los estudiantes no se acercaron al modelo debido a obstáculos como la descripción que se hace de los fenómenos químicos desde la apariencia de las sustancias, el privilegio por explicar el comportamiento de la materia desde una visión continua, el no haber reconocimiento de la presencia de partículas o entes particulados que hagan parte de la composición de las sustancias, se asume que las sustancias tienen una composición solo desde lo observable, se asume la solución como una preparación de dos componentes sin distinción de los mismos, la noción de concentración no es clara y se define de manera intuitiva como la agregación de una sustancia en otra, y no se define con claridad cómo ocurre la disolución ni qué factores afectan la misma.

Se observa entonces:

**Figura 4. Presentación de imágenes con diferentes tipos de mezclas. Sensorial (Nivel macroscópico) (Nivel – Simbólico).**

**Pregunta 4:** Respuestas a, b, c, d.



Fuente: Elaboración Propia

Es evidente que, en las dos primeras gráficas, los estudiantes en un 100%, teniendo en cuenta la muestra tomada y al momento de responder el cuestionario lo hicieron en un nivel intermedio. Y en un 90%, en cuanto a la pregunta c y d, lo hicieron en un nivel básico; situación que amerita ser atendida. Porque lo identifican, pero no lo saben explicar. Pues presentan dificultad por explicar las razones que llevan a la formación de una solución y el principio de solubilidad, es decir, desconocen de los factores como la temperatura que afectan o favorecen a una sustancia para formar soluciones según el estado en el que esta se encuentre, Sin embargo, por norma general, entre más alta sea la temperatura, más soluble será un solvente.

Un ejemplo claro de este modelo es cuando puede disolverse sal en agua, entonces, las partículas de la sal muestran mayor atracción por las moléculas del agua. El concepto de

interacción entre las entidades presentes en disolución aparece con un poder de explicación mayor que el de otras teorías anteriores y, a partir de entonces, sería el soporte de otras nuevas teorías. (Blanco, Ruiz y Prieto, 2010).

Por otro lado, les falta claridad en reconocer que una suspensión es una mezcla heterogénea que contiene partículas grandes que se asientan por gravedad y se pueden separar por métodos físicos. La arena en agua es un ejemplo de una suspensión. Una solución es una mezcla homogénea de dos o más sustancias donde una sustancia está disuelta en la otra. Un ejemplo de una solución es el agua azucarada. Las soluciones a diferencia de las mezclas son de carácter homogéneo y que este criterio está ligado a su naturaleza química, el principio de solubilidad solo se entiende desde lo aparente, es decir, desde la separación de las fases en una mezcla, no hay evidencia que explique la naturaleza corpuscular de la materia y las interacciones que se dan entre las sustancias.

Se infiere que las respuestas dadas por los estudiantes, atienden de nuevo a dar sentido a las explicaciones de carácter macro y ligadas a la apariencia de las sustancias, evidenciando que no se hace mención en el sentido que las soluciones a diferencia de las mezclas son de carácter homogéneo y que este criterio está ligado a su naturaleza química, el principio de solubilidad solo se entiende desde lo aparente, es decir, desde la separación de las fases en una mezcla, no hay evidencia que explique la naturaleza de la materia y las interacciones que se dan entre las sustancias.

Al final, podemos decir que las características del modelo explicativo encontrado en los estudiantes pueden resumirse en el siguiente cuadro:

**Tabla 7. Modelo explicativo encontrado frente al concepto modelo Cinético**

<b>Modelo esperado</b>	<b>Indicadores principales del modelo</b>	<b>Modelo explicativo encontrado.</b>	<b>Principales evidencias</b>	<b>Distancias /diferencias entre el modelo (esperado y encontrado)</b>
<b>Modelo de Interacción Molecular</b>	<p>_El estudiante reconoce cuando las partículas disueltas tienen mayor atracción por las partículas del agua que por las mismas.</p> <p>_El estudiante identifica las sustancias solubles entre sí, e identifica las que presentan propiedades físicas y químicas similares.</p>	<p>Pregunta 4. (Literales a, b, c, d).</p>	<p>_ Presentan dificultad por explicar las razones que llevan a la formación de una solución y el principio de solubilidad, es decir, desconocen de los factores como la temperatura que afectan o favorecen a una sustancia para formar soluciones según el estado en el que esta se encuentre. Es preciso comprender que una solución es una mezcla</p>	<p>_El estudiante no reconoce cuando las partículas disueltas tienen mayor atracción por las partículas del agua que por las mismas.</p> <p>_El estudiante no identifica las sustancias solubles entre sí, e identifica las que presentan propiedades físicas y químicas similares.</p> <p>El estudiante no demuestra tener dominio acerca de conceptos relacionados con el tema de concentraciones cuantitativas como molaridad, el mol, que se utiliza para explicar la relación</p>

			<p>homogénea de dos o más sustancias donde una sustancia está disuelta en la otra. Un ejemplo de una solución es el agua azucarada. Las soluciones a diferencia de las mezclas son de carácter homogéneo y que este criterio está ligado a su naturaleza química, el principio de solubilidad solo se entiende desde lo aparente. Sin embargo, por norma general, entre más alta sea la temperatura, más soluble será un solvente.</p> <p>_Se evidenció que a los</p>	<p>entre la masa y el peso de una sustancia, unidades de volumen, fórmula de molaridad, unidades de medida como el volumen en litros, así como conceptos previos de soluto, solvente y solución. Las respuestas dadas por los estudiantes no se acercaron al modelo debido a obstáculos como la descripción que se hace de los fenómenos químicos desde la apariencia de las sustancias, el privilegio por explicar el comportamiento de la materia desde una visión continua, el no haber reconocimiento de la presencia de partículas o entes particulados que</p>
--	--	--	---	--

			estudiantes les faltó claridad en reconocer que una suspensión es una mezcla heterogénea que contiene partículas grandes que se asientan por gravedad y se pueden separar por métodos físicos.	hagan parte de la composición de las sustancias.
--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se presentan las respuestas dadas a la situación sobre el modelo Cinético Molecular sobre las soluciones químicas.

**Tabla 8. Pregunta 5 (Literales a, b, c)**

Criterios	Deficiente		Básico		Intermedio		Avanzado	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
<b>Modelo Cinético Molecular</b>								
a. Explica lo que sucede en cada uno de los recipientes.	1	0%	9	90%	0	0%	0	0%
b. ¿Cómo afecta la temperatura el proceso que se muestra en la imagen?	1	0%	9	90%	0	0%	0	0%
c. ¿Qué sucedería si a la imagen 1 y 2 se agregara cubos de hielo?	1	0%	9	90%	0	0%	0	0%

Fuente: Elaboración Propia

Puede apreciarse como se mantienen los porcentajes de respuesta en niveles deficiente y básico, expresándose en respuestas tales como:

**a.** Explica lo que sucede en cada uno de los recipientes.

E1: “En el recipiente 1 la tinta no se disuelve tan rápido ya que el agua está a una temperatura baja mientras que en la imagen 2 la tinta se disuelve y se mezcla rápidamente con el agua por su temperatura alta”

E3: “en la imagen 1 la tinta no se disuelve mucho, porque el agua fría es más densa, y en la imagen No.2 la tinta se mezcla rápidamente porque el agua caliente es menos densa”

E5: “al caer en el recipiente 2 y al entrar en contacto con el agua caliente, la tinta sus componentes se disuelven más rápido mostrando una mezcla homogénea. Al contrario de la

1 que se disuelve más lento ya que al tener una temperatura más baja tenía más tiempo en separar sus moléculas”

E7: “en la imagen 1 como es agua fría su concentración es más lenta y en la imagen 2 absorbe más rápido la tinta”

E10: “pues la imagen 1 no se disolvió tanto la gota de tinta porque el agua era muy fría y en la imagen 2 si se disuelve porque el agua está muy caliente”

**b. ¿Cómo afecta la temperatura el proceso que se muestra en la imagen?**

E2: “La temperatura afecta directamente al tiempo de mezcla entre más caliente se encuentre el agua más rápido se disuelve la tinta”.

E6: “pues que con mayor temperatura a que sus moléculas que están comprimidas se desintegren más rápido mezclándose con mayor facilidad con el solvente”

E7: “la temperatura afecta en que a menor temperatura la tinta no se puede expandir por el agua, y a mayor temperatura si se puede”

E9: “en la imagen 1, observamos que no se disuelve gracias a que el agua está fría y en la imagen 3 se disuelve en el instante gracias a que el agua caliente entonces el agua fría afecta el proceso por su temperatura más fresca”

E10: “pues la temperatura afecta bastante porque en la imagen 2 el agua es muy caliente al menos en la 1 la temperatura no es muy fuerte”

**c. ¿Qué sucedería si a la imagen 1 y 2 se agregara cubos de hielo?**

E1: “Si la imagen 1 se le agregan cubos de hielo esta no cambia ya que están a una misma temperatura y en la imagen 2 cambiaría ya que está a temperatura diferentes y la tinta se disuelve más rápido”

E3: “el proceso de disolución sería más lento, porque el agua se pondría más densa en ambos casos no se mezclaría bien la tinta”

E6: Al igual que en la dos disminuiría el proceso y porque baja la temperatura la tinta se expande con dificultad en ambos recipientes”

E9: pasaría lo mismo de la imagen 1 no se disuelve y la tinta quedaría como observamos en la imagen 1”

E10: “pues la imagen 1 se pone el agua más fría y la tinta se disuelve menos y en la 2 el agua se pone medio tibia”

Los estudiantes aun en grados superiores tienden a dar sus explicaciones sin profundizar en las teorías. En estos ítems, se evidencian claramente varios de los modelos explicativos, como Modelo Cinético Molecular y el Modelo corpuscular, sin embargo, los estudiantes no profundizan en sus explicaciones. La relación de las respuestas con los posibles aprendizajes en química está dada en cuanto al impacto que este tiene sobre el aprendizaje en química. La correcta construcción de un modelo explicativo del concepto de cambio químico permite asimilar de mejor forma los nuevos conocimientos y/o transforma los conocimientos ya adquiridos, lo que significa, que una correcta construcción de su modelo teórico, será un gran aporte y mejora al proceso de enseñanza–aprendizaje de la química (Meneses et al., 2014).

Es sabido que cuando se trata de un soluto sólido, su solubilidad aumenta con el incremento de la temperatura en solventes líquidos. No existen relaciones entre la naturaleza de las sustancias y la explicación del por qué existe o no una solución, es decir, el carácter polar o apolar de una sustancia es de suma importancia, ya que determina la capacidad de solubilidad de esta. Una sustancia polar se disuelve en un solvente polar, y una sustancia apolar en un solvente apolar. De esta manera, es fácil comprender porque la gran mayoría de las sustancias inorgánicas, como ácidos sulfúricos y el cloruro de sodio, que son polares se disuelven en el agua que es un solvente polar. Hay una tendencia a confundir lo que es una mezcla con una solución.

Como se observa en la tabla 8, el empleo del Modelo Cinético Molecular, no se observa en un nivel intermedio ni avanzado. La teoría o modelo cinético-molecular o la teoría de las moléculas en movimiento, nos dice que la materia está constituida por partículas (átomos o moléculas) que están en continuo movimiento y desde ese punto de partida puede explicar la estructura, propiedades y transformaciones que experimenta la

materia, como por ejemplo la congelación y fusión del hielo. En este modelo la disolución se producen partícula a partícula, las partículas del disolvente integran a las de las partículas de la sustancia disueltas, las partículas de las disoluciones están en movimiento debido a fuerzas de cohesión y repulsión y las moléculas se mueven dentro de la disolución por influencia de la temperatura. Por tales razones, es necesario que la descripción atómica no sea dada en los primeros años de enseñanza de la Química, sino que se debería esperar hasta que los estudiantes sientan la necesidad de una explicación general en términos más complejos y distintos de los que ellos manejan u observan a diario o que la descripción atómica se enseñe de forma complementaria con los fenómenos macroscópicos (Kind, 2004).

Por tanto, parece que el Modelo Cinético Molecular es el más complejo y, además, su dominio recapitula de alguna forma el dominio de los otros dos. Es decir, parece que utilizar el Modelo Cinético Molecular exige el dominio previo de los otros. Por lo tanto, los modelos explicativos escolares, en su mayoría presentan una deficiente integración de contenido teórico, acorde al nivel de escolaridad en que se encuentran los estudiantes, considerando la relación con los contenidos mínimos obligatorios que debiesen manejar. La construcción de un modelo explicativo correcto sobre el concepto solución química, permitió asimilar de mejor forma los nuevos conocimientos y/o transformar los conocimientos ya adquiridos, lo que significa, que una correcta construcción de un modelo teórico, será un gran aporte y mejora el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química en general y para todos los niveles (Meneses et al., 2014).

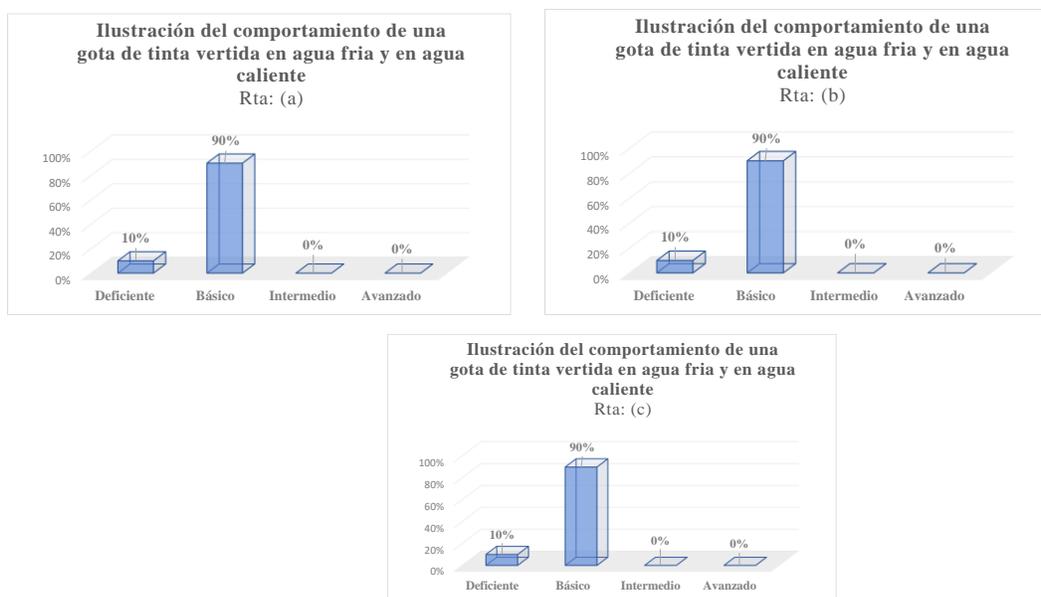
Ello nos indica que los alumnos usan el modelo corpuscular pero no el Modelo Cinético Molecular; es decir, no ha completado la transferencia de significados entre ambos, siendo preciso encontrar los mecanismos apropiados, teniendo en cuenta, además, la dificultad del proceso de apropiación del discurso científico. En la tabla se observa que los estudiantes lo hicieron entre un nivel deficiente y básico en un 90% para usar el Modelo Cinético Molecular.

Es necesario ayudar a los estudiantes, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, para que puedan tener una idea clara sobre solución química, debe presentarse el fenómeno dentro de un enfoque que estimule la observación, el cuestionamiento y la argumentación. (Kind, 2004).

A partir de lo anterior se observa en la gráfica:

### Gráfica 1 Ilustración del comportamiento de una gota de tinta vertida en agua fría y en agua caliente.

Pregunta 5: Respuestas a, b. c.



Fuente: Elaboración Propia

Al observar las gráficas, los estudiantes en un 90%, lo hicieron en un nivel básico. Lo que quiere decir que al dar sus explicaciones lo hacen profundizar en las teorías. En estos ítems, se evidencia claramente el Modelo Cinético Molecular, sin embargo, estos no profundizan en sus explicaciones.

Es sabido que cuando se trata de un soluto sólido, su solubilidad aumenta con el incremento de la temperatura en solventes líquidos. No existen relaciones entre la naturaleza de las sustancias y la explicación del por qué existe o no una solución, es decir, el carácter

polar o apolar de una sustancia es de suma importancia, ya que determina la capacidad de solubilidad de esta. Una sustancia polar se disuelve en un solvente polar, y una sustancia apolar en un solvente apolar. De esta manera, es fácil comprender porque la gran mayoría de las sustancias inorgánicas, como ácidos sulfúricos y el cloruro de sodio, que son polares se disuelven en el agua que es un solvente polar. Hay una tendencia a confundir lo que es una mezcla con una solución.

Al final, podemos decir que las características del modelo Cinético Molecular encontrado en los estudiantes pueden resumirse en el siguiente cuadro:

**Tabla 9 Modelo explicativo encontrado frente a las características del modelo cinético molecular**

<b>Modelo esperado</b>	<b>Indicadores principales del modelo</b>	<b>Modelo explicativo encontrado.</b>	<b>Principales evidencias</b>	<b>Distancias /diferencias entre el modelo (esperado y encontrado)</b>
<b>Modelo Cinético Molecular</b>	<p>_El estudiante reconoce las partículas de las disoluciones que están en movimiento debido a fuerzas de cohesión y repulsión.</p> <p>_El estudiante identifica cuando las moléculas se mueven en la disolución por</p>	Pregunta 5 (Literales a, b, c,)	En el mejor de los casos y con enormes limitaciones, el modelo Corpuscular con un carácter continuo fue mejor explicado por los estudiantes.	<p>_El estudiante no reconoce las partículas de las disoluciones que están en movimiento debido a fuerzas de cohesión y repulsión.</p> <p>_El estudiante no identifica cuando las moléculas se mueven en la disolución por</p>

	<p>influencia de la temperatura.</p>			<p>influencia de la temperatura. Sin embargo, algunos estudiantes dieron explicaciones correctas dado a que algunos han ganado alto nivel de significación y discriminación, donde tuvieron en cuenta los factores que determinan la solubilidad del soluto en el solvente como son la temperatura y la presión.</p>
--	--------------------------------------	--	--	--

Fuente: Elaboración Propia

## 8 CONCLUSIONES

El proceso llevado en el presente trabajo deja muchas cosas importantes que reflexionar y muchas otras que reforzar como puntos angulares para llevar a cabo cambios importantes en los estudiantes.

El presente trabajo tuvo un efecto positivo en cuanto a los modelos explicativos encontrados sobre el concepto solución química en los estudiantes de grado undécimo; dando así respuesta a la pregunta problema formulada en el mismo. ¿Cuáles son los modelos explicativos sobre el concepto *solución química* en los estudiantes de grado undécimo de la I?E Alfonso Builes Correa, del municipio de Planeta Rica? Pues se afianzaron conceptos fundamentales sobre los mismos, para el desenvolvimiento en la vida diaria del estudiante.

Así mismo, se dio respuesta a los: objetivo general y objetivos específicos del trabajo ya que por medio de estos se pudo describir los modelos explicativos sobre el concepto solución química que tienen los estudiantes de grado undécimo de la I.E Alfonso Builes Correa del municipio de Planeta Rica- Córdoba.

Se puede concluir, que los modelos explicativos en el presente trabajo, en su mayoría presentan una deficiente integración de contenido teórico, acorde al nivel de escolaridad en que se encuentran los estudiantes. Para la construcción de un modelo explicativo correcto sobre el concepto solución química, se debe asimilar de mejor forma los nuevos conocimientos y/o transformar los conocimientos ya adquiridos, lo que significa, que una correcta construcción de un modelo teórico, será un gran aporte y mejora el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Química en general y para todos los niveles (Meneses et al., 2014).

En consecuencia, el conocer los modelos explicativos sobre el concepto solución química, permitió que los estudiantes complementaran los saberes respecto a la construcción de explicaciones científicas a nivel escolar en la realidad cotidiana, pero se debe mejorar e integrar aprendizajes significativos sobre el concepto solución química al

proceso educativo del mismo, que es de vital importancia para la Educación, ya que corresponde a un concepto estructurante a lo largo de todo el proceso de escolaridad. Es necesario ayudar a los estudiantes, durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, para que puedan tener una idea clara sobre modelos explicativos sobre solución química, debe presentarse los fenómenos dentro de un enfoque que estimule la observación, el cuestionamiento y la argumentación. También es necesario que la descripción no sea dada en los primeros años de enseñanza, sino que se debería esperar hasta que los estudiantes sientan la necesidad de una explicación general en términos más complejos y distintos de los que ellos manejan u observan a diario o que se enseñe de forma complementaria con los fenómenos (Kind, 2004).

## 9 RECOMENDACIONES

Para la apropiación de los Modelos explicativos sobre el concepto *solución química* en estudiantes de grado undécimo de la I.E Alfonso Builes Correa Planeta Rica-Córdoba; se recomienda que desarrollen un mejor entendimiento y forma de cómo explican e interpretan los diferentes fenómenos de la vida cotidiana a partir de sus conocimientos y formación aprendidos en el concepto de soluciones químicas.

A nivel local, desde el plan de estudio de la asignatura de química en la IE Alfonso Builes se deben priorizar aprendizajes, hacer una apuesta por el trabajo sobre la naturaleza de la materia como elemento clave para entender diferentes concepciones químicas a nivel escolar.

Hacer del estudio y exploración de los modelos explicativos una actividad que esté vinculada a la acción docente del maestro con el fin de entender las dificultades de aprendizaje y plantear planes de mejora.

En el campo del estudio de los modelos explicativos es importante trabajar en las representaciones y el lenguaje como insumos para la mejora de las prácticas en educación científica.

Se recomienda que los estudiantes comprendan los aportes más importantes en ciencias, por medio de la observación, que interpreten y expliquen los fenómenos y el comportamiento de las sustancias, de manera correcta.

Las anteriores recomendaciones se hicieron porque se encontraron algunas dificultades metodológicas en cuanto a la revisión histórica – epistemológica de las soluciones químicas, se evidenció la necesidad de diseñar modelos y teorías a representaciones abstractas haciendo uso de interpretaciones y símbolos que permitan explicar con mayor claridad el comportamiento de los fenómenos de la vida cotidiana.

Se recomienda que los estudiantes profundicen más, para que puedan entender las diferentes representaciones usadas, ya que estas explican fenómenos que pueden generar

confusión, porque el manejo de símbolos, formulas, gráficos, definiciones o modelos dependen de la destreza, profundidad en el conocimiento y aprendizaje de la química. Existen herramientas que le permiten a cada estudiante realizar representaciones y explicaciones distintas.

Finalmente es necesario que se desarrollen los “compromisos antes de las actividades” propuestas con el fin de mejorar la comprensión y alcanzar los objetivos establecidos.

## 10 REFERENCIAS

- Aduriz, A. y Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Ausubel, D., Novak, J.D., Hanesian, H. (1978) “Educational Psychology: A Cognitive View”, 2nd ed.: Holt, Rinehart and Winston: New York.
- Avilan-Castillo, N. (2018). El aprendizaje por indagación, una estrategia didáctica para la enseñanza y el aprendizaje las disoluciones químicas. Universidad Externado de Colombia, Facultad de Ciencias de la Educación, Maestría en Educación en la modalidad de profundización. BOGOTÁ D. C.
- Benarroch Benarroch, A. (2000). El desarrollo cognoscitivo de los estudiantes en el área de la naturaleza corpuscular de la materia. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 18(2), 235–246.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.4042>
- de Berg, K. (2012). A study of first-year chemistry students’ understanding of solution concentration at the tertiary level. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(1), 8–16. <https://doi.org/10.1039/C1RP90056K>
- Bernardelli, C. (2015). Diseño de Taller para la Enseñanza de Nomenclatura Química. *Química para Jugar*, 143.
- Blanco, Ángel, Ruiz, Lucía y Prieto, Teresa. (2010). *El desarrollo histórico del conocimiento sobre las disoluciones y su relación con la Teoría Cinético-Molecular. Implicaciones didácticas*. Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidad de Málaga. Instituto Provincial de Formación de Adultos de Málaga
- Blanco, Ruiz y Prieto, 2010 concepto de interacción entre las entidades presentes en disolución.
- Blanco et al., 2010. Modelos explicativos e indicadores

Cáceres, P. (2003). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable.

*Psicoperspectivas*. revista de la escuela de psicología facultad de filosofía y educación pontificia universidad católica de valparaíso vol. II / 2003 (pp. 53 - 82)

Chamizo J.A. y García A. (2009). *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias*. México: FQ-UNAM

Crespo, M. Á. G. y Pozo, J. I. (2000). Las teorías sobre la estructura de la materia: discontinuidad y vacío. *Tarbiya*, revista de Investigación e Innovación Educativa, (26), 117-139. [http://revistas.unlp.edu.ar/Trayectorias Universitarias](http://revistas.unlp.edu.ar/Trayectorias%20Universitarias) Recibido: noviembre 2017.

De Jong y Taber (2007) dificultades para las situaciones habituales de aula.

Díaz, F., Hernández, G. (2002): “Estrategias Docentes para el aprendizaje significativo. “Una interpretación constructivista” México.

DOLBY, R. (1976). Debates over the Theory of Solution: A study of Dissent in Physical Chemistry in the English-Speaking World in the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries. *Historical Studies in the Physical Sciences*, 7, pp. 297-404.

Duit, R. y Treagust, D.F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), pp. 671-688.

Duit, R. (2006). La investigación sobre enseñanza de las ciencias, Un requisito para mejorar la práctica educativa. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 741-770.

- Elizabeth, S. M. (2016). Estrategias metodológicas en el aprendizaje de nomenclatura inorgánica, en los estudiantes de primero de bachillerato del colegio particular. *La química General*, 89.
- Espínola, C., & Cappannini, O. (2006). ¿Cómo usan alumnos de EGB los modelos de estado de agregación de la materia en la interpretación de un fenómeno de mezcla? *Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias*, 5(3), 416–429.
- Furió Más, C. J. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, 11(3), 300-308.
- Furió Más, C. J., & Furió, C. (2018). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 11(3), 300.  
<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.3.66442>
- Galagovsky, L. y Adúriz Bravo, A. (2001). *Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico*. Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria. Pabellón II. 1428 Buenos Aires. Argentina
- Galagovsky, L.R., Morales, L., Bonán, L., Adúrizbravo, A. y Meinardi, E. (1999). *El modelo de ciencia escolar: una propuesta de la didáctica de las ciencias naturales para articular la normativa y la realidad del aula*. Actas de la XI Reunión de Educación en Física. Mendoza. Argentina
- Gilbert, J.K., Boulter, C.J. y Elmer, R. (2000). *Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education*, en Gilbert, J.K. y Boulter, C.J. (eds.). *Developing Models in Science Education*, pp. 3-17. Dordrecht: Kluwer.

- Gómez, O. G. (2016). Estrategias didácticas, basadas en la lúdica, para el proceso de enseñanza - aprendizaje de la clasificación de la materia y propiedades en la tabla periódica. Proyecto de Grado, 70.
- Guerrero, S. (2015). El papel de las ideas previas en el proceso enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales. Estudio de caso: el concepto de energía en niños de 4° del Colegio Santa María de Pance, Cali. Universidad Icesi. Centro de Recursos Educativos CREA. Maestría en Educación. Santiago de Cali.
- Gutiérrez, R. (1999). La causalidad en los razonamientos espontáneos. Enseñanza de las Ciencias, núm. extra, pp. 31-61.
- Hodson, D. (2003). *Time for action: science education for an lternative future*. International Journal of Science Education, 25(6), pp. 645-670.
- HOLDING, B. (1987). Investigation of school children's understanding of the process of dissolving with special reference to the conservation of matter and the development of atomic ideas. Tesis doctoral inédita. Leeds: University of Leeds.
- Ibarra, M. E. (2014). Impacto de la implementación de una estrategia lúdica para conceptualizar nomenclatura de compuestos orgánicos. La Química en la Educación, 98.
- Johnson, P. (1998). Progression in children's understanding of a 'basic' particle theory: A longitudinal study. International Journal of Science Education, 20(4), 393–412. <https://doi.org/10.1080/0950069980200402>
- Johnson, P. (2000). Children's understanding of substances, part 1: Recognizing chemical change. International Journal of Science Education, 22(7), 719–737. <https://doi.org/10.1080/09500690050044062>
- Johnson, 1998 Sustancias e imagen distorsionada de la composición y la manera cómo pueden formarse las soluciones químicas.

- Justi R. (2006). *La enseñanza de la ciencia basada en la elaboración de modelos, Enseñanza de las ciencias*. 24, 173-184.
- Justi, R. (2006). *La Enseñanza de Ciencias Basada en la Elaboración de Modelos*. Departamento de Química y Programa de Postgrado en Educación de la Facultad de Educación. Universidad Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Brasil
- Kind, 2004 Modelo Cinético Molecular
- Landau, Leonor, Ricchi, Gastón, & Torres, Noemí. (2014). Disoluciones: ¿Contribuye la experimentación a un aprendizaje significativo? *Educación química*, 25(1), 21-29. Recuperado en 29 de octubre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-893X2014000100004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000100004&lng=es&tlng=es).
- Leal, J. (2003): *Manual de Metodología Didáctica*. Unidad De Promoción Y Desarrollo UPD IV. C/ nº6.1ª. 04071.Almería.España.
- Lemke, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós. (Ed. orig. en inglés de 1993).
- Llorens M. J. (1988). La concepción corpuscular de la materia. *Obstáculos epistemológicos y problemas de aprendizaje*. *Investigación en la Escuela*, 4, 33 – 48.
- Maldonado, J. I. (2015). La lúdica una estrategia didáctica enseñanza y aprendizaje del concepto de materia. *Medellín: Ecar*.
- Maldonado, J. I. (2015). la lúdica una estrategia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto de materia. *La Química*, 87.
- Meneses et al., 2014 correcta construcción de su modelo teórico, mejora al proceso de enseñanza–aprendizaje de la química.

Monereo, C., Castelló Monserrat, C. M., Palma, M. y Pérez, M. L. (2004). Estrategias de enseñanza y aprendizaje: formación del profesorado y aplicación en la escuela. Barcelona: GRAO Editorial.

Nappa, Insausti y Sigüenza, 2005 Representaciones icónicas que permitan visualizar estática y dinámicamente tanto los sistemas disueltos como los procesos de disolución en sí que permitan superar las dificultades a las que se enfrentan los alumnos en este ámbito.

Nersessian, N. (2007). *Razonamiento basado en modelos y cambio conceptual*.

Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien, 4, 563-570. En línea en:

<http://www.apac-eureka.org/revista>

Ontoria Peña, A., Gómez, J. P. y Molina Rubio, A. (2003). Potenciar la capacidad de aprender a aprender. México: Alfaomega.

Park, E. J., & Light, G. (2009). Identifying Atomic Structure as a Threshold Concept: Student mental models and troublesomeness. *International Journal of Science Education*, 31(2), 233–258. <https://doi.org/10.1080/09500690701675880>

Park & Light, 2009 Umbral de comprensión al que se enfrentan los estudiantes y analizar los problemas de la estructura atómica.

Pozo, J. I., Gutiérrez Julián, M. S., & Gómez Crespo, M. Á. (2004). Enseñando a comprender la naturaleza de la materia. El diálogo entre la química y nuestros sentidos. *Educación Química*, 15(3), 198.

<https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2004.3.66177>

Pozo & Gómez-Crespo, 2004 Atributos de continuidad a las partículas discontinuas

Pozo & Gómez Crespo (1998) Procesos de disolución de las sustancias.

- Pozo, J. I.; Gómez, Crespo M. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico, (1ª ed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Ramos, E. (2016). Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Educación Química*, 107.
- Romero Trenas, Fabiola. (2009). Aprendizaje Significativo y Constructivismo. <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd4981.pdf>
- Romero y Castañeda (2019) fuerzas de atracción y repulsión.
- Ramos, E. Z. (2015). Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Educacion Quimica*, 96.
- Samarapungavan, A., Bryan, L., & Wills, J. (2017). Second graders' emerging particle models of matter in the context of learning through model-based inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(8), 988–1023. <https://doi.org/10.1002/tea.21394>
- Sánchez Blanco, Gaspar; Pro Bueno, Antonio de; Valcárcel Pérez, María Victoria. «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*, [en línea], 1997, Vol. 15, n.º 1, pp. 35-50, <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21475> [Consulta: 1-09-2020].
- Sánchez, et al; 1997. Modelos explicativos e indicadores
- SELLEY, N. (1998). Alternative models for dissolution. *School Science Review*, 80(290), pp. 79-83.
- Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2012). a Probabilistic Model for Students' Errors and Misconceptions on the Structure of Matter in Relation To

Three Cognitive Variables. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 777–802. <https://doi.org/10.1007/s10763-011-9288-x>

Tsitsipis, Stamovlasis, & Papageorgiou, (2012) Efecto de algunas variables cognitivas, como el pensamiento lógico.

Umbarila-Castiblanco, X. (2012). Fundamentos teóricos para el diseño y desarrollo de unidades didácticas relacionadas con las soluciones químicas. *Revista de Investigación*, 36 (76), 133-157. [Fecha de Consulta 13 de agosto de 2020]. ISSN: 0798-0329. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3761/376140391007><https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21475> [Consulta: 1-09-2020].

Velez, C., Díaz, J., Prieto, S., Vanegas, I. y Castaño, Y. (2014). Formar en ciencias: ¡el desafío! Ministerio de Educación. Colombia, 1-48. Wilches, N. F. (2018). Nomenclatura inorgánica: una propuesta lúdica para la enseñanza de la química. *Química en el Aprendizaje*, 77.

Zúñiga-Carmona, J.O. (2017). Los modelos explicativos en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Sistema de Registro de Ponencias de la Universidad del Cauca, Encuentro en Formación 2017.

## 11 ANEXOS

### Anexos 1 Instrumento de indagación



#### Universidad Autónoma de Manizales Maestría en Enseñanza de las Ciencias

El presente instrumento se elabora en el marco de la investigación *Modelos explicativos sobre el concepto de soluciones químicas en estudiantes de grado undécimo*.

**Nombre:** \_\_\_\_\_ **Apellidos:** \_\_\_\_\_  
**Institución** \_\_\_\_\_ **Edad:** \_\_\_\_\_

A continuación, se presentan una serie de preguntas, por favor, responder en las líneas que están disponibles.

1. La siguientes es la fórmula para la preparación de un refresco a base de Frutiño.

Ingredientes: 1 sobre de Frutiño, azúcar y 1 litro de agua.

Preparación: verter el sobre de Frutiño en un litro de agua y agregar 50 g de azúcar.

a. ¿Explica qué ocurre con la preparación cuando se vertió el azúcar y esta no se revolvió?

---

---

---

---

---

b. En el mismo sentido, ¿qué ocurrió cuando el azúcar se revolvió con permanencia?

---

---

---

---

---

c. ¿Por qué crees que se disolvió el azúcar?

---

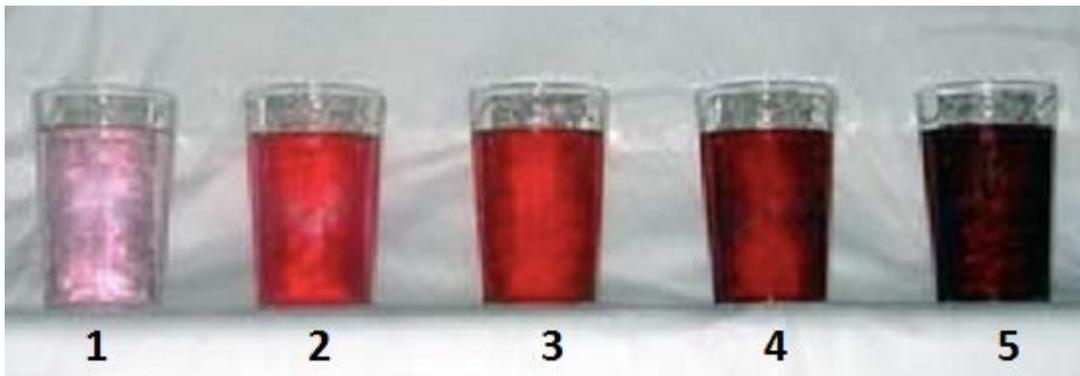
---

---

---

---

2. Se presentan 5 preparaciones de un refresco, en donde todos tienen los mismos ingredientes, como se presentan en la imagen. A partir de la misma responde:



a. ¿Qué diferencia encuentra entre el recipiente 1 y el recipiente 5?

---

---

---

---

---

---

b. ¿Qué tendremos que hacer para que el recipiente 4 tenga la apariencia del recipiente 2?

---

---

---

---

---

---

c. Formule una posible receta para la preparación de los refrescos del recipiente 2 y el recipiente 4.

---

---

---

---

---

---

---

3. En la siguiente imagen se muestran tres marcas reconocidas de refrescos con un volumen de 330 mililitros (ml) cada uno y un contenido de azúcar como se indica.



a. Explica los procedimientos que tendría que hacer para que la fórmula de la manzana Postobón sea igual a la de la Coca Cola.

---

---

---

---

---

b. Si se tienen 27 gramos de azúcar en la bebida de coca cola ¿porque no se observan los cristales en la bebida?

---

---

---

---

---

4. Teniendo en cuenta las imágenes que se muestran a continuación, responda las preguntas:

Mezcla 1



Piedra + Arena

Mezcla 2



Agua + Aceite

Mezcla 3



Alcohol + Agua

a. ¿Las tres mezclas puede separar sus componentes, SI o No, por qué?

---

---

---

---

---

---

b. Si a la imagen 1, se le agrega otra sustancia líquida como el agua, ¿podrá aplicarse un mecanismo de separación?

---

---

---

---

---

---

c. ¿Qué diferencias habría entre la imagen 2 y 3?

---

---

---

---

---

d. Si a la imagen tres se le agrega una sustancia líquida como queroseno o gasolina, ¿qué nuevas características tendrá? ¿podrá separarse?

---

---

---

---

- 
- 
5. En la siguiente imagen se ilustra el comportamiento de una gota de tinta al ser agregada en un vaso de agua a diferentes temperaturas.

Imagen 1



Agua fría

Imagen 2



Agua caliente

- a. Explica lo que sucede en cada uno de los recipientes

---

---

---

---

- b. ¿Cómo afecta la temperatura el proceso que se muestra en la imagen?

---

---

---

---

- c. ¿Qué sucedería si a la imagen 1 y 2 se agregara cubos de hielo?

---

---

---

---

---

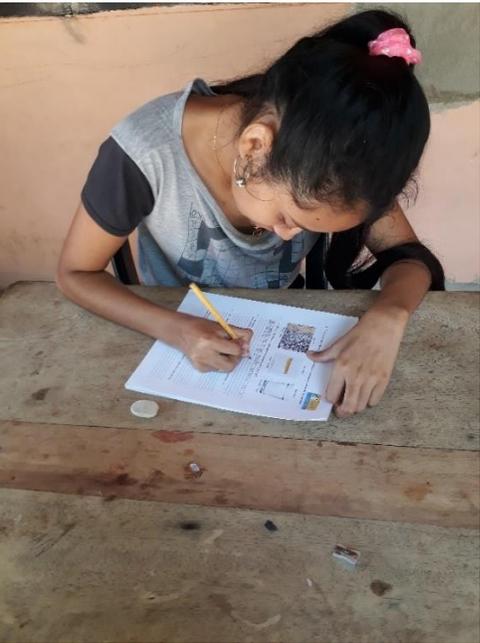
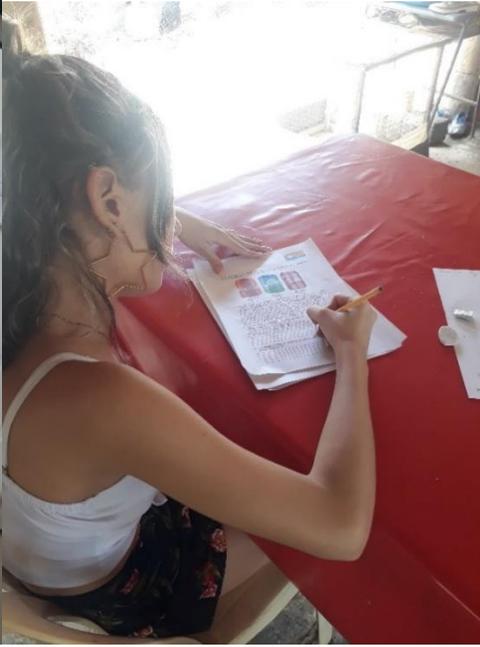
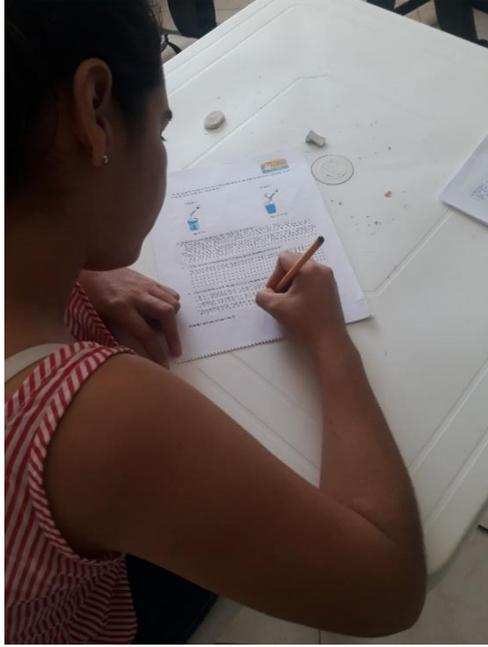
**;;;Gracias por sus respuestas!!!!**

## Anexos 2 Rubrica

<b>Categorías</b>	<b>Deficiente</b>		<b>Básico</b>		<b>Intermedio</b>		<b>Avanzado</b>	
	<b>Fr</b>	<b>%</b>	<b>Fr</b>	<b>%</b>	<b>Fr</b>	<b>%</b>	<b>Fr</b>	<b>%</b>
<b>Modelo</b>								

*Fuente elaboración propia.*

**Anexos 3 Evidencias Fotográficas - Aplicación del instrumento**





## Anexos 4 Evidencias Fotográficas – Experiencias

