



MULTIMODALIDAD: ARTEFACTOS MULTISEMIÓTICOS Y SUS
RELACIONES CON EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ELEMENTO
QUÍMICOS DESDE LA REALIDAD AUMENTADA

GERMAN ANTONIO ROMERO CASTILLO

Tutor

OMAR IVÁN VARGAS RIVERA

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

2022

MULTIMODALIDAD: ARTEFACTOS MULTISEMIÓTICOS Y SUS
RELACIONES CON EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ELEMENTO
QUÍMICOS DESDE LA REALIDAD AUMENTADA

GERMAN ANTONIO ROMERO CASTILLO

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

Tutor

OMAR IVÁN VARGAS RIVERA

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

2022

DEDICATORIA

A Dios, mi familia, amigos y conocidos por apoyarme y ayudarme en cada meta, sueño y objetivo propuesto.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Manizales por el apoyo en mi proceso de formación personal y profesional.

A mi director de tesis Mag. Omar Iván Vargas Rivera por el apoyo, orientación y disposición, lo cual posibilitó el desarrollo de la propuesta de investigación.

A la Institución Educativa Técnica Jaime Campos Jácome de Macanal por permitir la intervención en el desarrollo de la propuesta de investigación.

A los padres de familia y estudiantes que participaron en el desarrollo de la propuesta de investigación desde la unidad didáctica.

Por último y no menos importante a mi familia por el apoyo incondicional en mi proceso de formación personal y profesional.

RESUMEN

La siguiente propuesta de investigación permitió caracterizar la relación que existe entre los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico en diez estudiantes de grado sexto de básica secundaria desde la realidad aumentada. Se diseñó una unidad didáctica a través de tres momentos que involucra los modelos explicativos, historia y epistemología, elemento químico, realidad aumentada, CTS y evolución conceptual, lo cual permitió en los estudiantes el desarrollo de habilidades cognitivas, competencias TIC, identificación y elaboración de artefactos multisemióticos en la construcción del conocimiento desde el aprendizaje de conceptos químicos en el aula multimodal, permitiendo establecer relaciones semióticas entre cada uno de los sistemas.

Objetivo: Caracterizar la relación de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada.

Metodología: Investigación cualitativa con un alcance descriptivo – interpretativo.

Resultados: A través del análisis de contenido se identificaron los modelos explicativos y artefactos multisemióticos de los estudiantes del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada, permitiendo establecer relaciones semióticas e intersemióticas desde la teoría de la comunicabilidad y sistemas semióticos: verbal, matemático, gráfico y tipográfico y artefactos multisemióticos como la ilustración y el esquema.

Conclusiones: La caracterización de los artefactos multisemióticos en los estudiantes permitió reconocer el aula multimodal como un escenario de aprendizaje en profundidad de conceptos químicos desde la realidad aumentada.

Palabras Claves: Multimodalidad, Artefactos Multisemióticos, Aprendizaje de la Química, Elemento Químico, Realidad Aumentada.

ABSTRACT

The following research proposal made it possible to characterize the relationship that exists between multisemiotic artifacts of multimodality in the learning of the concept of chemical element in ten of the sixth grade students of secondary school from augmented reality. A didactic unit was designed through three moments that involve explanatory models, history and epistemology, chemical element, augmented reality, CTS and conceptual evolution, which allowed students to develop cognitive skills, TIC skills, identification and elaboration of multisemiotic artifacts in the construction of knowledge from the learning of chemical concepts in the multimodal classroom, allowing to establish semiotic relationships between each of the systems.

Objective: Characterize the relationship of multisemiotic artifacts of multimodality in learning the concept of chemical element from augmented reality.

Methodology: Qualitative research with a descriptive - interpretive scope.

Results: Through content analysis, students' explanatory models and multisemiotic artifacts of the concept of chemical element were identified from augmented reality, allowing the establishment of semiotic and intersemiotic relationships from the theory of communicability and semiotic systems: verbal, mathematical, graphic and typographic. and multisemiotic artifacts such as illustration and schema.

Conclusion: The characterization of the multisemiotic artifacts in the students allowed us to recognize the multimodal classroom as a scenario for in-depth learning of chemical concepts from augmented reality.

Keywords: Multimodality, Multisemiotic Artifacts, Chemistry Learning, Chemical Element, Augmented Reality.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN	11
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
2.1	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
2.2	JUSTIFICACIÓN	19
2.3	OBJETIVOS	21
2.3.1	Objetivo General.....	21
2.3.2	Objetivos Específicos	21
3	MARCO CONCEPTUAL	22
3.1	MULTIMODALIDAD	22
3.1.1	Multimodalidad y TIC	24
3.1.2	Multimodalidad y Enseñanza de las Ciencias	25
3.1.3	Multimodalidad y Textos Multisemióticos.....	27
3.2	ELEMENTO QUÍMICO	30
4	METODOLOGÍA.....	33
4.1	ENFOQUE Y ALCANCE.....	33
4.2	POBLACIÓN Y CONTEXTO	33
4.3	UNIDAD DE TRABAJO	34
4.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS	34
4.5	UNIDAD DE ANÁLISIS	34

4.6	TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	36
4.7	UNIDAD DIDÁCTICA.....	36
4.8	DISEÑO METODOLÓGICO.....	38
4.9	PLAN DE ANÁLISIS	40
5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	45
5.1	ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO INICIAL.....	46
5.1.1	Análisis de los modelos explicativos.....	46
5.1.2	Análisis de los artefactos multisemióticos.....	48
5.2	ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO FINAL	53
5.2.1	Realidad aumentada.....	53
5.2.2	Modelos explicativos elemento químico	55
5.2.3	Artefactos multisemióticos en el aprendizaje del concepto de elemento químico	57
6	CONCLUSIONES.....	73
7	RECOMENDACIONES	74
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Artefacto multisemiótico	30
Tabla 2. Unidad de análisis	35
Tabla 3. Elementos de la Unidad Didáctica.	37
Tabla 4. Supuestos centrales y específicos de la teoría de la comunicabilidad.....	40
Tabla 5. Criterios utilizados para definir artefactos multisemióticos (textos y sistemas semióticos constitutivos).	43
Tabla 6. Referentes teóricos triangulación de la información.	44
Tabla 7. Ocurrencia de los artefactos multisemióticos de los estudiantes – inicial.....	50
Tabla 8. Ocurrencia de los artefactos multisemióticos de los estudiantes - final.....	59
Tabla 9. Análisis individual artefactos multisemióticos.....	63

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Los sistemas semióticos y sus relaciones.....	29
Figura 2. Diseño metodológico	39
Figura 3. Ocurrencia artefactos multisemióticos	60
Figura 4. Análisis individual de artefactos	68

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado	79
Anexo 2. Instrumento de recolección de información.....	81
Anexo 3. Unidad Didáctica	85

1 PRESENTACIÓN

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar la relación de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada en diez estudiantes de grado sexto de básica secundaria de la Institución Educativa Técnica Jaime Campos Jácome de Macanal, Boyacá. Con el fin de dar cumplimiento al objetivo se propuso reconocer los artefactos multisemióticos de la multimodalidad y los modelos explicativos del concepto de elemento químico y evaluar el aporte de la realidad aumentada en el aprendizaje de las ciencias desde la didáctica específica de la química. Investigación cualitativa con un alcance descriptivo – interpretativo.

Para caracterizar los artefactos multisemióticos y los modelos explicativos se propuso un diseño metodológico que involucró el análisis de contenido mediante la aplicación de un instrumento de recolección de información. Se propuso el desarrollo e implementación de una unidad didáctica que involucro el reconocimiento de modelos explicativos, historia y epistemología, elemento químico, realidad aumentada, CTS y evolución conceptual mediante tres momentos de intervención: ubicación, desubicación y reenfoque.

La información del instrumento de recolección se transcribió en la matriz operativa mediante el análisis de contenido, lo que permitió establecer los artefactos multisemióticos de la multimodalidad y modelos explicativos de los estudiantes antes y después de la aplicación de la unidad didáctica desde la realidad aumentada. La matriz permitió reconocer artefactos multisemióticos de ilustración y esquema y modelos explicativos del concepto de elemento químico (Bohr y Mecánico – Cuántico). Así mismo, establecer relaciones semióticas entre los sistemas: verbal, matemático, gráfico y tipográfico (Parodi, 2010; 2011; 2014) desde la teoría de la comunicabilidad, principio de acreditabilidad y supuestos centrales y generales de la teoría (Parodi, 2011; Parodi y Boudon, 2014; Parodi y Julio, 2017).

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el aula de clase es necesario realizar análisis reflexivos y críticos de los procesos de enseñanza de la química que potencien el reconocimiento de los diferentes modos de comunicación. Lo anterior, como resultado de las perspectivas de enseñanza de las ciencias desde el uso (casi exclusivo) del lenguaje escrito ligado a la memorización, sin evidenciar procesos que involucre otros sistemas de comunicación o recursos semióticos en el aula y así mismo nuevas estrategias de enseñanza, por ejemplo la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) a través de la Realidad Aumentada (RA). Córdova, Velásquez y Arenas (2016) consideran que la evaluación, la escritura en ciencias, el rol docente, las habilidades en ciencias, las dificultades de los estudiantes, el pensamiento crítico y el lenguaje multimodal son algunos ejemplos de categorías que se deben tener en cuenta en los procesos de transposición didáctica en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Un ejemplo se deriva de los procesos tradicionales de la enseñanza de la química en la Institución Educativa Técnica Jaime Campos Jácome de Macanal en los estudiantes de grado sexto de básica secundaria. Desde la experiencia personal docente se percibe en los estudiantes dificultades con el lenguaje científico y técnico para la explicación de conceptos, de manera particular el de elemento químico. El uso de símbolos, análisis, interpretación y procesos de lectoescritura son algunas de las dificultades de aprendizaje que lo refuerzan. Sumado a lo anterior, la convivencia del lenguaje común con el lenguaje científico en el aula de clase. Así mismo, la necesidad de diferenciar el concepto de elemento como una sustancia elemental y como elemento químico (Sosa y Méndez, 2011).

Resultado del uso del lenguaje en el aula de clase, es común que el profesor como lo mencionan los autores con la intención de hacerse entender, empleen palabras que puedan confundir al estudiante y muchas veces se detienen a reflexionar sobre lo que ha dicho o si fueron las palabras adecuadas para el estudiante. En lugar de favorecer la comprensión de lo que se dice, la comunicación termina convirtiéndose en un monólogo docente en el que

se expresan palabras vacías, carentes de significado o con significados diferentes a los que les dan los estudiantes. Por tanto, “esta problemática se ve reflejada en el entendimiento y comprensión conceptual” (p. 45). Estas situaciones no son ajenas a los procesos de enseñanza de la química en especial en el concepto de elemento químico, donde la información corresponde a la identificación, ubicación y memorización de los elementos en una tabla periódica sin generar espacios de discusión y modos de comunicación por parte de los estudiantes.

Franco y Oliva (2012) sustentan estas dificultades con el aprendizaje de la tabla periódica la cual presenta relación directa con el concepto de elemento químico. Estas dimensiones hacen referencia a los aspectos actitudinales, dificultades de memorización, dificultades debidas a los obstáculos en los conceptos previos sobre los que se sustenta el tema, dificultades relacionadas con las propiedades que se utilizan como criterios de clasificación, dificultades de la noción de periodicidad y percepción de su utilidad, la ambivalencia de significados en distintos constructos asociados a la tabla periódica y dificultad debido a la deficiencia en el proceso de enseñanza.

En la tabla periódica de los elementos químicos se combina una información química del macrocosmos de las sustancias simples y el microcosmos de los átomos químicos representados a través de un único símbolo (Linares, 2005). El concepto de elemento químico además de una definición, requiere de la manipulación, puesto que para que los conceptos químicos tengan sentido tiene que poderse usar en la práctica, para lo cual es necesario conducir a diferentes lecturas de la tabla periódica más “centrada en un significado “macro” o más centrada en un significado “micro” (p.2). Por tanto, que los químicos modelizan los fenómenos que observan, como las ideas que lo tratan de explicar a través de signos. Es decir, en los elementos químicos se establecen relaciones entre un fenómeno observado y su representación simbólica (o nivel simbólico) mediadas por una analogía. Es necesario identificar qué se quiere enseñar de la tabla periódica y de la interpretación del concepto de elemento ya que el mismo “está asociado estrechamente al concepto de átomo, sustancia simple y símbolo” (p.6). Pero no son estos los únicos conceptos.

Acorde a la relevancia de la problemática identificada, es necesario presentar investigaciones que brinden información conceptual y metodológica en la estructuración e interés investigativo acorde a las categorías de análisis propuestas. Antecedentes que se presentan de manera secuencial acorde a las categorías o subcategorías objeto de la presente investigación.

En cuanto a la exploración del aula multimodal, se encontró que Kress, Franks, Jewitt y Bourne (2005) mencionan que un enfoque multimodal es aquel en el que se presta atención a todos los recursos con forma cultural que están disponibles para marcar el significado: una imagen, por ejemplo, un gesto, o el diseño. La multimodalidad se “caracteriza, por lo tanto, por la presencia y el uso de una multiplicidad de modos desde un enfoque teórico semiótico” (p.2).

En ese sentido, se encontró el texto de multimodalidad del grupo de cognición y educación reconociendo su importancia en la enseñanza de las ciencias. Tamayo, Vasco, Suárez de la Torre, Quiceno, García y Giraldo (2010) en el documento mencionado, presentaron un análisis teórico y metodológico que permite dar cuenta el proceso de evolución conceptual de los estudiantes y procesos de enseñanza de las ciencias por parte de los profesores a través de la utilización de las TIC en el aula de clase a partir del diseño y análisis metodológico de unidades didácticas desde una perspectiva multimodal, reconociendo los múltiples lenguajes en la formación, evolución y aprendizaje de los conceptos científicos.

Ocampo (2018) presentó un análisis que involucra la multimodalidad (lenguaje escrito, oral y gestual / recursos semióticos) y la argumentación en un escenario de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Permite identificar posturas teóricas y metodológicas que involucro las redes semánticas, el análisis de los episodios argumentativos y la transcripción multimodal a través de guías de aprendizaje. Resultado de la investigación, reconoce que existe una interacción entre los múltiples lenguajes en términos de complementariedad y correspondencia para cada uno de los discursos (oral, escrito o gestual), donde el estudiante identifica los elementos de cada lenguaje y a través

de las guías de aprendizaje vincula de manera intencionada escenarios de discusión y trabajo colaborativo, fortaleciendo la argumentación desde una perspectiva multimodal.

Cárcamo (2018) presentó el análisis del discurso multimodal mediante la comparación de propuestas metodológicas que permiten establecer contrastes en propuestas de artefactos multisemióticos, el enfoque composicional, la teoría sociosemiótica de la multimodalidad y la metáfora multimodal. Permite abordar el análisis del discurso multimodal desde diferentes posturas, de un lado, en la descripción contextualizada de los artefactos multisemióticos y, por otra parte, en las prácticas metodológicas que permiten construir significados.

Parodi (2010) realizó la caracterización de los textos escritos desde la realidad multisemiótica a través de la identificación de artefactos en seis disciplinas científicas. Resultado de la investigación identifica y define artefactos multisemióticos basados en cuatro sistemas semióticos interactivos: verbal, matemático, gráfico y tipográfico.

Continuando con el propósito de la investigación, se propuso el uso de la RA en los procesos de enseñanza de la química, la misma considerada como un potencial pedagógico y didáctico en el aula de clase. Kung-Hung y Chin-Chung (2013) realizaron un estudio de RA en la educación científica, en el cual buscaron identificar las características actuales de la RA en la enseñanza de las ciencias, comprender sus posibilidades para los procesos de aprendizaje de la ciencia y realizar sugerencias al respecto en futuras investigaciones científicas.

Realizaron el análisis de las características técnicas y conceptos científicos sobre la aplicación de la RA basado en imágenes y basados en la ubicación resultado de estudios realizados a estudiantes bajo ciertas características. Una vez realizado el análisis, los autores sugieren que es necesaria la motivación en el aprendizaje de las ciencias ya sea desde la RA basada en imágenes o en ubicación, adicional consideran necesario reconocer la capacidad espacial del alumno y la interacción con los sistemas de RA generando en los estudiantes variables afectivas, satisfacción, disfrute, entretenimiento, creatividad y realización emocional. Identificaron cuatro teorías que presentan relación directa con las

investigaciones científicas desde la RA: “los modelos mentales, las situaciones cognitivas, la cognición espacial y el aprendizaje constructivista social” (p.461).

Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf & Kinshuk (2014) en su artículo de investigación realizaron una revisión sistemática de literatura de RA en entornos educativos con el fin de identificar cuáles son los usos, ventajas, limitaciones, efectividad, desafíos y características en la educación. Al realizar el análisis encontraron que el 40 % de los estudios de caso (32 artículos de revista) se aplican a investigaciones de RA en educación científica, lo anterior teniendo en cuenta su utilidad para ver cosas que no se pueden ver en el mundo real sin ayuda de un dispositivo especializado.

Dentro de las limitaciones encontradas de la RA mencionan las dificultades para mantener la información superpuesta, de ahí la frustración de los estudiantes cuando las aplicaciones no funcionan correctamente. Los estudios demostraron que el 43 % presentan un propósito del uso de la RA para la explicación de temas e identificaron las siguientes ventajas en los entornos educativos: 43 % en ganancias de aprendizaje, 31 % en motivación, 15 % en facilitar la interacción, 12 % en aumentar la experiencia, 12 % en aumentar la capacidad de innovación y 9 % en el aprendizaje situado y centrado en el estudiante. Los autores concluyen sugiriendo que es necesario investigar sobre la accesibilidad y usabilidad de las experiencias de aprendizaje desde la RA, lo anterior teniendo en cuenta que solo 4 de los 32 estudios han informado sobre investigaciones en ese campo de acción.

Durante la revisión de la enseñanza de la química y de manera particular el concepto de elemento químico, Izquierdo (2004) menciona que existen opiniones desfavorables del aprendizaje de la química como algo incomprensible. Presenta el análisis de las diferentes dimensiones sobre la enseñanza y aprendizaje de la química; el primero en concebirse una “química para todos” que sea comprensible; el segundo en los principales obstáculos que impiden la comprensión de los principales conceptos químicos; y el tercero en las propuestas y recursos para su enseñanza.

El autor menciona que en las aulas de clase, la ciencia se ha de implicar en fenómenos relevantes y significativos y la clase ha de garantizar una dinámica que permita pensar, hacer y comunicar de manera coherente según las ‘reglas de juego’ de la química. Para ello, no bastan las buenas preguntas ni un sistema de valores adecuado; es necesario también “disponer de buenas teorías que ayuden a pensar y de las palabras adecuadas para sustentar una dinámica cognitiva que es, a la vez, intervención y transformación del mundo” (p.117).

En cuanto al concepto de elemento químico, Cárdenas (2018) menciona que los conceptos de elemento químico, átomo y sustancia simple son considerados centrales en la química, sin embargo, “son planteados y utilizados en su enseñanza (...) de un modo superficial y simplista; obviando su significado, las diferencias y afinidades, el sistema conceptual en el cual se construyen y cómo se relacionan con el mundo real” (p.21). El “elemento está disponible a la percepción inmediata, sin requerimiento teórico para su comprensión; otros grupos lo identifican como átomo y, otros los identifican como símbolo en un formato de la tabla periódica” (p.22).

Finalmente, los aportes del discurso multimodal en química los soportan Lombardi y Caballero (2012) quienes mencionan que el poder “leer” o “construir representaciones” externas es una habilidad requerida para aprender a aprender, en particular en campos de conocimientos particulares disciplinares como es el caso de la química. En estas disciplinas se suele construir el discurso utilizando sistemas de representaciones en las que se integran diferentes modos dentro del mismo texto para representar ideas científicas, razonamientos y conclusiones. Estas representaciones se denominan “representación multimodal” (p.721). Para comprender el concepto, los autores realizaron un estudio de caso (reconocimiento de un sistema gaseoso) en el cual a partir de un diagrama esquemático los estudiantes realizaron un proceso de lectura de este tipo de representaciones con el fin de producir alfabetización científica.

Resultado de la investigación, los autores encontraron que aun predomina en los estudiantes el discurso descriptivo con énfasis en lo fenomenológico y que existen

dificultades en formalizar el discurso en términos de conceptos y de reglas desde un formalismo químico. Sugieren que es necesario profundizar en la búsqueda de representaciones que faciliten su lectura con el fin de aumentar la fluidez en el uso de lenguaje. Es decir, que el aprendizaje académico depende en gran medida de la habilidad de los estudiantes para realizar la lectura de textos dentro de campos específicos disciplinares, considerándose los mismos como mediadores en el proceso. La importancia de desarrollar esta habilidad se hace más clara si se considera “la ciencia como un discurso mediado por el lenguaje” (p.722).

La multimodalidad desde las propuestas de Kress, Franks, Jewitt y Bourne (2005), Manghi (2012) y Jewit (2013) centran su análisis en el reconocimiento de la variedad de modos o recursos semióticos utilizados para dar un significado centrando su análisis desde la semiótica social. Sin embargo, se han generado algunas propuestas o estudios centrados en el análisis lingüístico. Parodi (2010) propone desde el análisis del corpus por ejemplo la identificación de artefactos multisemióticos de la multimodalidad, donde se asume la multisemiosis de los textos escritos, dejando de lado el monopolio del sistema verbal o lingüístico, reconociendo las diferentes disciplinas de los textos y el procesamiento lingüístico de textos multisemióticos que involucran la combinación de sistemas que permiten dar un significado.

Para concluir y según los análisis de los párrafos anteriores se plantea y se quiere dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la relación de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada?

2.2 JUSTIFICACIÓN

En las clases de ciencias, Duschl y Osborne (2002) mencionan el papel que desempeña el lenguaje en el aprendizaje y en el diseño de entornos de aprendizaje en el aula de clase. Para desarrollar una comprensión de la ciencia y apropiarse de los componentes del lenguaje requiere que los estudiantes participen en la práctica y el uso de su discurso en una gama de actividades estructuradas específicas.

Para que este proceso se dé, la didáctica reconoce que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias esta mediada por múltiples modos comunicativos que van más allá del lenguaje verbal, por tanto, “el aula de clase de ciencias es un espacio dinámico de comunicación, construcción de nuevos significados y regulador del conocimiento de los estudiantes a través del uso de los diferentes lenguajes (oral, escrito, visual y gestual) y sistemas de signos o recursos semióticos” (Villada y Ruiz, 2018, p.4). Es decir, el docente despliega diferentes recursos multimodales para la explicación y comprensión científica de fenómenos en la construcción del conocimiento. La incorporación de la comunicación multimodal en el aula de clase, la cual potencia sin duda los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

Para la enseñanza de la química se requieren prácticas que involucren entre otros aspectos la enseñanza y aprendizaje en contexto a través de innovaciones didácticas. Es por eso que debe existir una priorización del aprendizaje profundo (química) desde el análisis, reflexión y construcción del conocimiento y no desde la acumulación de conceptos enseñados en el aula a través de la memorización. Es necesario que la enseñanza entre otras cosas este mediada por las TIC ya que promueve discusiones y aprendizajes colaborativos entre pares fortaleciendo no solo el desarrollo de habilidades y competencias TIC, sino argumentativas fortalecidas desde la retroalimentación que conlleven a la estimulación de procesos cognitivos desde la elaboración, explicación y repensar los conceptos (Monsalve, 2014).

Se propone la RA como una propuesta didáctica para la enseñanza de la química, en especial, el concepto de elemento químico desde su esencia misma y no como una sustancia

elemental (Sosa y Méndez, 2011) fortaleciendo el aula multimodal. La RA es un tipo de lenguaje multimedial que involucra entre otras categorías la realidad mixta y la realidad virtual. Los procesos de enseñanza y aprendizaje del uso de la RA en el aula corresponden a tres factores importantes que se evidencian en los alumnos a partir de su uso: la interactividad, la motivación y el interés por aprender (López, Hormechea, González y Camelo, 2019).

Se considera entonces, que, en la elaboración de las múltiples representaciones tanto por parte del profesor en sus procesos de enseñanza, como del alumno en su aprendizaje, se emplean diferentes lenguajes los cuales participan de manera integral en la formación de las representaciones por parte de los estudiantes. El empleo de estas múltiples formas de representación de los conceptos en los procesos de enseñanza requiere “aprender a observar, a discutir, a representar de formas diferentes los conceptos y fenómenos estudiados, a regular y a autorregular los procesos de aprendizaje en los cuales el lenguaje y las TIC empleadas en los procesos de enseñanza aprendizaje juegan papel determinante” (Tamayo, *et al*, 2010, p.5) logrando así un aprendizaje en profundidad.

Esta propuesta involucra la reflexión y análisis de los procesos de enseñanza de la química en la institución educativa, permitiendo evidenciar las fortalezas y debilidades de la misma, de manera especial en la enseñanza del concepto de elemento químico desde su esencia misma; fortaleciendo los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el aula multimodal desde el uso y acceso de las TIC a través de la RA. Así mismo, identificar las diferentes perspectivas y posturas teóricas y metodológicas en la enseñanza de las ciencias, de manera particular en la didáctica específica de la química a través del reconocimiento de la multimodalidad desde los diferentes sistemas multisemióticos que aportan en los procesos de comunicación y articulación en el aprendizaje de los estudiantes, mejorando su proceso cuando se realiza de manera consciente e intencionada.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 Objetivo General

Caracterizar la relación de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Interpretar los artefactos multisemióticos de la multimodalidad que presentan los estudiantes.
- Identificar los modelos explicativos que presentan los estudiantes del concepto de elemento químico.
- Describir los cambios que presentan los estudiantes a cerca del concepto de elemento químico posterior a la interacción con la realidad aumentada en el aula multimodal.

3 MARCO CONCEPTUAL

La propuesta de investigación involucra el reconocimiento de la multimodalidad a través de los artefactos multisemióticos en el aprendizaje del concepto de elemento químico en la didáctica específica de la química. En el marco conceptual se describan los aspectos que estructuran teóricamente las categorías de análisis.

3.1 MULTIMODALIDAD

Kress, Franks, Jewitt y Bourne (2005) mencionan que un enfoque multimodal es aquel en el que se presta atención a todos los recursos con forma cultural que están disponibles para marcar el significado: una imagen, por ejemplo, un gesto, o el diseño. Modo es el nombre que le damos a estos recursos con forma cultural para dar sentido. Multi se refiere al hecho de que los modos nunca ocurren por sí mismos, sino siempre con otros en conjuntos.

Para Jewit (2013) la multimodalidad es “un enfoque interdisciplinario extraído de la semiótica social que entiende la comunicación y la representación como algo más que el lenguaje, y atiende sistemáticamente a la interpretación social de una gama de formas de dar sentido” (p.250). Con base en lo anterior, el autor menciona que:

La multimodalidad proporciona recursos para respaldar un análisis complejo de grano fino de artefactos e interacciones en las que se entiende el significado como realizado en la iterativa conexión entre el significado potencial de un artefacto semiótico material, el significado potencial del entorno social y cultural en el que se encuentra, y los recursos, intenciones y conocimiento que las personas aportan a ese encuentro. Es decir, se esfuerza por conectar los recursos semióticos materiales disponibles para las personas con lo que significan en contextos sociales. Los cambios en estos recursos y cómo se configuran son por lo tanto entendidos como significativos para la comunicación. Las tecnologías digitales son de interés particular para la multimodalidad porque hacen que una amplia gama de modos estén disponibles, a menudo en nuevas relaciones inter-semióticas entre sí, y

perturbar y rehacer géneros, en formas que remodelan las prácticas y la interacción. Las tecnologías digitales son por lo tanto un sitio clave para la investigación multimodal (p.251).

Manghi (2012) menciona que el concepto de multimodalidad apunta a “la variedad de modos o recursos semióticos utilizados para significar y que confluyen en un mismo evento comunicativo” (p.5). Desde esa perspectiva, cualquier texto que incluya más de un recurso puede ser definido como un texto multimodal, independientemente del soporte en el cual se distribuya. La perspectiva multimodal y semiótica rescatan la concepción del ser humano como un ser eminentemente semiótico” (p.11). Así, comunicar y representar un conocimiento mediante un mapa, mediante una fórmula o mediante la escritura en prosa, no solo nos indica que “hay ciertas formas de comunicación que el aprendiz requiere aprender para acceder al conocimiento, sino que además nos señala que estas convenciones también agregan otro tipo de significados propios de la forma de ver el mundo de una comunidad” (p.14). Es necesario fortalecer la alfabetización multimodal y la atención de la diversidad en el aula en los múltiples lenguajes de comunicación.

Para Kress (como se cita en Ocampo, 2018) los estudios desde la multimodalidad proponen un lenguaje para la descripción semiótica, que incluye los siguientes conceptos:

- *Medio*. Corresponde a la sustancia material que es moldeada a través del tiempo por una cultura, como los recursos o materia prima a partir de la que se crea significado.
- *Modo*. Corresponde a los sistemas o recursos para crear significado, trabajados por las culturas en formas específicas, organizadas socialmente y regulares de representación. Cada sistema de creación de significados provee diferentes potencialidades comunicativas (oral, escrita, gestual, etc.)
- *Materialidad*. Característica central de cada medio. Cada modo se moldea alrededor de las limitaciones y potencialidades de la materialidad de sus medios.

- *Orquestación Semiótica*. Corresponde al diseño de una configuración semiótica compuesta por uno o varios modos de significar. Es el tejido o entrelazamiento de modos desde el cual emerge el significado multimodal (p.25-26).

Con la presentación del concepto de multimodalidad (Kress, Franks, Jewitt y Bourne, 2005; Jewitt, 2013; Manghi, 2012), Bateman (2008) sugiere que sus aportes presentan una posible dirección que está especialmente dirigida a la investigación en la multimodalidad y géneros del discurso, por lo que afirma que se abre un mundo que el autor denomina “Post-Krees & Van Leeuwen” (p.xix), considerando el tipo de información que se presenta y cuáles son las relaciones detrás de esa información. Sin embargo, estos aportes no harán parte integral del presente documento.

Estas posturas son el resultado a lo que Parodi (2010) denomina la confusión entre los términos *modo* y *modalidad*, ambos en el marco del *sistema semiótico*. Para el autor, desde la perspectiva de Krees, la raíz modo hace referencia a la “modalidad gráfica o visual” y “modalidad verbal” o “sistema semiótico gráfico o visual” y “sistema semiótico verbal” (p.39) desde una mirada de un recurso semiótico social y cultural del cual se construyen significados y el diseño de productos o eventos semióticos en contextos específicos (Gladic y Cautín, 2016). Sin embargo, otra postura hace referencia desde la lingüística sistémico-funcional para referirse a los canales de comunicación (escrita u oral) y como se comprende y no para referirse al tipo de sistema semiótico. Para la presente investigación, en el marco de un tipo conceptual se hablara de *multisemiosis o multimodalidad* y *texto multisemiótico* en términos que permitan dar cuenta a la organización de los diversos sistemas semióticos que dan forma a un texto escrito, aun conservando el termino *modo* para la distinción entre oralidad y escritura.

3.1.1 Multimodalidad y TIC

La relación entre multimodalidad y TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje agregan un valor en la construcción del conocimiento en la medida en que apoya al individuo en la construcción de representaciones mentales y sociales. Tamayo, *et al.* (2010)

mencionan sobre la importancia que tienen en la actualidad los estudios sobre el lenguaje, donde se reconoce que el lenguaje (oral y escrito) no son los únicos empleados en el aula de clase. En los procesos de enseñanza y aprendizaje se emplean diferentes representaciones y lenguajes tanto por el docente como por el estudiante, lo que se denomina la multimodalidad en el aula. Lo que permite que los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias reconozcan posibles formas de pensar sobre un determinado fenómeno. Ello requiere hablar de estas distintas maneras de “ver”, de “razonar”, de “conceptualizar, de “sentir”; evaluarlas y seleccionar la más idónea. Pero al mismo tiempo, también “se evalúan-regulan estas maneras de hablar, por lo que el instrumento lenguaje, mediador de la regulación del aprendizaje en las clases de ciencias, pasa a ser él mismo objeto de autorregulación” (p.5).

3.1.2 Multimodalidad y Enseñanza de las Ciencias

Actualmente la didáctica reconoce que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias esta mediada por múltiples modos comunicativos que van más allá del lenguaje verbal, por tanto, el aula de clase de ciencias es un espacio dinámico de comunicación, construcción de nuevos significados y regulador del conocimiento de los estudiantes a través del uso de los diferentes lenguajes (entre otros oral, escrito, visual y gestual) y sistemas de signos o recursos semióticos. El docente despliega diferentes recursos multimodales para la explicación y comprensión científica de fenómenos en la construcción del conocimiento (Villada y Ruiz, 2018).

En el contexto escolar, “la comunicación multimodal está implícita a través de distintos géneros (mapas, dibujos, gráficos, esquemas, etc.), que apoya el discurso del docente en el aula” (p.4). Para los autores, existe un interés particular del campo de la didáctica en reconocer que existen diferentes formas de comunicación, ya sea a través de imágenes, textos, gestos, movimientos corporales, palabras, entre otros y cómo interactúan entre sí. Es por eso que presentan el concepto de Jewitt del multi – carácter modal de la comunicación, así:

El estudio del discurso desde un enfoque multimodal nos permite hacer un análisis global e integral de los múltiples lenguajes y recursos semióticos que están o no relacionados “interacción multimodal”. Al mirar la comunicación y el aprendizaje a través de una lente multimodal, literalmente se cambia lo que se ve y se redibuja el límite en torno a lo que es necesario y posible analizar. La Multimodalidad proporciona una lente de investigación inclusiva (p.4).

Con esto, los autores buscan proponer el uso del enfoque multimodal como una estrategia de análisis del discurso argumentativo, porque “permite mirar más allá del discurso mono-modal, con la presencia de otros lenguajes y recursos semióticos que interactúan entre sí para construir y negociar significados en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula de clase y de esta forma hacer visible el uso intencionado de otros modos semióticos” (p.5). Los autores llegan a la conclusión que “la argumentación es la base de una verdadera comunicación científica y el lenguaje multimodal es la herramienta fundamental en el desarrollo de esta competencia comunicativa dentro del aula de clase” (p.4).

Lombardi y Caballero (2012) mencionan que el poder “leer” o “construir representaciones” externas es una habilidad requerida para aprender a aprender, en particular en campos de conocimientos particulares disciplinares como es el caso de la química. En estas disciplinas se suele construir el discurso utilizando sistemas de representaciones en las que se integran diferentes modos dentro del mismo texto para representar ideas científicas, razonamientos y conclusiones. Estas representaciones se denominan “representación multimodal” (p.721).

La experiencia y el lenguaje son dos aspectos indiscernibles en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, para lo cual “se requiere aprender hablar de los procesos que se realizan en el aula de clase de ciencias, aprender a observar, a discutir y representar en formas diferentes los conceptos y fenómenos estudiados, a regular y autorregular los procesos de aprendizaje en los cuales el lenguaje y las TIC empleados en

los procesos de enseñanza-aprendizaje juegan un papel determinante” (Tamayo, *et al*, 2010, p.97).

Es necesario entonces, identificar el papel que juega el profesor en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, asumiendo una visión particular del lenguaje, el cual se produce a través de diferentes modos semióticos (verbal, gestual, visual, etc). La comunicación en el aula se considera esencialmente multimodal (Márquez, Izquierdo y Espinet, 2006). Para los autores, en el discurso científico del maestro se despliegan simultáneamente recursos semióticos, ya sean gestos, lenguaje visual y escrito. Sin embargo, es necesario tener en cuenta como los profesores de ciencias usan esta modalidad para los estudiantes y ayudan a construir representaciones, como por ejemplo el de elemento químico, desde un concepto y reflexiones en el aula.

Considerar la enseñanza del concepto de elemento químico como un modelo, ayudaría a los estudiantes a interpretar el concepto. Desde la propuesta de investigación es necesario suponer que “la enseñanza y aprendizaje de las ciencias es un proceso de modelado. El aprendizaje se entiende como la construcción de modelos que permiten a los alumnos la interpretación de fenómenos (...) desde un punto de vista científico” (p.202).

Este enfoque desde la multimodalidad y la semiótica permite acercarse a la comunicación y representación de conocimientos desplegados en el aula para la enseñanza, como una práctica semiótica compleja. Esta práctica pedagógica y didáctica revela un panorama de diferentes recursos para crear un significado – lengua oral, escrita, diagramas, entre otros – los cuales están a disposición de la actividad escolar. Para crear significado con fines de enseñanza, los profesores modelan para los estudiantes una selección de recursos disponibles en el aula para representar y comunicar, así como el uso de una variedad de medios semióticos que van desde la interacción en el aula de clase, hasta la incorporación de medios tecnológicos (Manghi, 2012).

3.1.3 Multimodalidad y Textos Multisemióticos

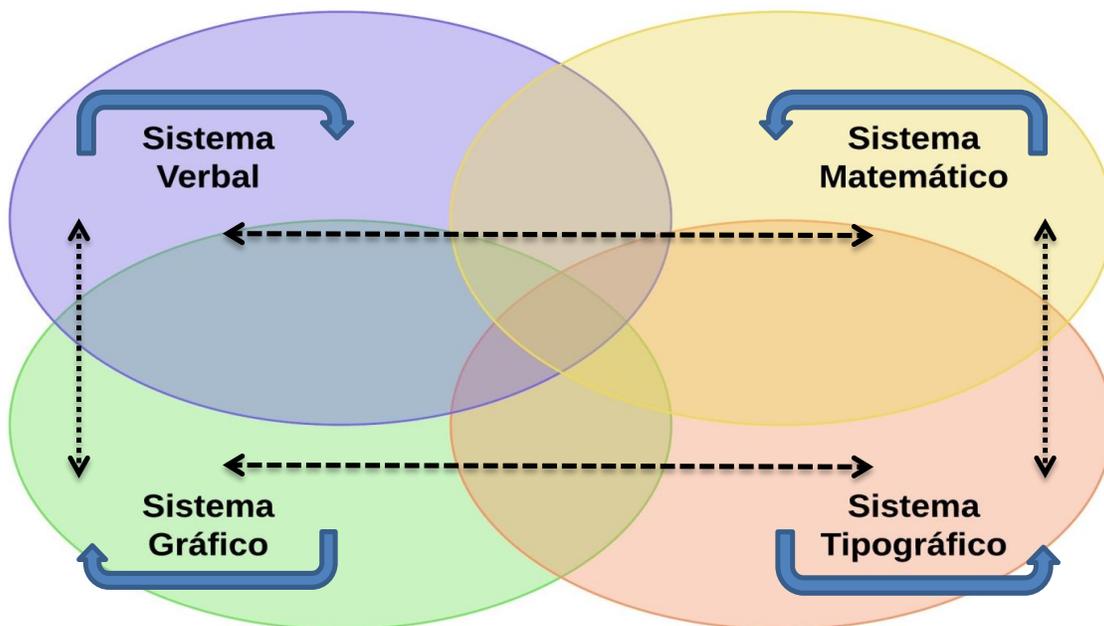
Parodi (2010) realiza la presentación que permiten adelantar la caracterización de los *artefectos multimodales, la multisemiosis y el sistema semiótico*. El autor menciona que

“un sistema está constituido por un conjunto o repertorio de signos de una misma naturaleza (...) que se articulan interrelacionadamente a partir de principios de organización funcional, semántica o morfológica, propios de cada sistema; en otras palabras, un sistema semiótico cuenta, a la vez, con un grupo de unidades constitutivas y un tipo de sintaxis que regula su disposición” (p.39). Estos sistemas se caracterizan por una ordenación específica de unidades, ordenación que corresponde a una forma de conceptualizar y significar, haciendo un uso singular del espacio en un texto.

El autor delimita el concepto de texto escrito multimodal mediante la conceptualización de cuatro sistemas semióticos que se complementan e interactúan permitiendo construir significados. Estos sistemas semióticos: sistema verbal, sistema gráfico, sistema matemático y sistema tipográfico. Cada uno de los sistemas semióticos interactúa entre sí de diferentes formas con el fin de construir significados mediante “la identificación de algunos recursos o unidades denominadas artefactos multisemióticos, cuya presencia permite la comunicación efectiva del conocimiento” (Gladic y Cautín, 2016, p.361).

El sistema verbal está conformado por palabras, frases y oraciones que constituyen la expresión de significados basados en lo exclusivamente lingüístico. El sistema gráfico se constituye a partir de trazos que dan forma a una representación pictórica de información de diversa índole, la cual permite la representación de datos en determinados formatos. El sistema matemático está conformado por grupos de grafías, signos, símbolos o representaciones que permiten que el significado sea codificado simbólicamente de modo sintético. Y por último, el sistema tipográfico se constituye por la forma y color de las letras, el cual incluye color, dimensionalidad, el cual aporta un potencial de significados que llega a transmitir el significado global del texto (Parodi, 2010, p.41-42).

Figura 1. Los sistemas semióticos y sus relaciones.



Adaptada de Parodi (2010).

Es necesario precisar, como lo menciona Parodi que los cuatro sistemas semióticos son constitutivos en su naturaleza. Es decir, “en la construcción de los significados que se elaboran en el texto, los cuatro se suelen articular en conjunto para elaborar y comunicar el significado textual” (p.42). Se debe enfatizar en que existe un texto y en el mismo se suele conjugar sinérgicamente los cuatro sistemas intrasemiótica o intersemióticamente.

Para la operacionalización de estas definiciones se tendrá en cuenta la caracterización del artefacto multisemiótico y de otro lado, describir su procesamiento bajo tres criterios: modalidad (¿qué sistemas participan en el artefacto?), función (¿para qué se emplea el artefacto?) y composición (¿de qué se constituye el artefacto?) (Cárcamo, 2018). Los cuales se articulan entre sí, permitiendo la construcción de significados en el aula de clase.

Tabla 1. Artefacto multisemiótico

Modalidad	Función	Composición
Suele combinar la modalidad verbal, gráfica, matemática y tipográfica.	Da cuenta sintéticamente de un constructo teórico o empírico y, generalmente, muestra resumidamente la organización y vinculación jerárquica entre partes o componentes de un objeto o concepto determinado.	Puede construirse a partir del uso de cuadros, operadores funcionales o relacionales (por ejemplo, flechas, paréntesis, cuadrados, corchetes, etc.), viñetas, numeraciones, símbolos, tamaño y tipo de letras y colores.

Adaptada de Cárcamo (2018).

3.2 ELEMENTO QUÍMICO

El concepto de elemento químico se debe al Irlandés Robert Boyle (1661), el cual se ha presentado una serie de propuestas y cambios conceptuales que incluye a Lavoisier (1789), Dalton (1808), Mendeléiev (1869) y Paneth (1962) (Cárdenas, 2018). A través del tiempo se han reconocido varios momentos que recogen las principales características de los modelos históricos que han tratado de definir el concepto estructurante de elemento químico. López y Furió (2013), realiza la presentación de los mismos:

- *Modelo aristotélico-escolástico*: Una de las cuatro formas (tierra, agua, aire y fuego) y tres principios (mercurio, azufre y sal) que imprimen determinadas cualidades a la materia prima. A cada elemento se le asocia una propiedad o dos en particular. Por ello, el énfasis en una nueva propiedad obliga a la introducción de nuevos «principios» o elementos.
- *Química de los materiales de los siglos XVIII y XIX*: Es definido como unas pocas sustancias simples que no se descomponen.
- *Modelo atómico clásico*: Se define como conjunto de átomos iguales en masa. Los átomos de un mismo elemento se caracterizan por poseer propiedades extensivas como masa y volumen específicos.

- *Modelo mecánico-cuántico*: Sistema material formado por un conjunto de átomos y/o iones elementales que tienen la misma carga nuclear (mismo número atómico) (p.1999).

Los autores identifican que las dificultades en el aprendizaje del concepto se relacionan con las concepciones que presentan los estudiantes conceptual y epistemológicamente con la asociación de los conceptos de sustancia, sustancia simple y mezcla.

Alzate (2005) menciona que los conceptos de elemento químico, átomo y sustancia simple son considerados centrales en la química. Sin embargo, se obvian sus significados, las diferencias y afinidades entre los mismos, el sistema conceptual en el cual se construyen y cómo se relacionan con el mundo. El autor identifica dos líneas de pensamiento en relación al concepto. Una línea empirista que se adscribe a un realismo ingenuo, la cual asocia el elemento con sustancia y le asigna propiedades observables. Y una línea racionalista, la cual se basa en un conocimiento teórico, y según la cual los cuerpos se componen de combinaciones de pequeñas partículas que interactúan entre sí y los cambios obedecen a la combinación y disgregación de las mismas. En esta concepción, el elemento no posee las propiedades de la sustancia simple o compuesta que lo sustituye.

Linares (2005) menciona la necesidad que existe en diferenciar lo macroscópico y lo microscópico, el primero haciendo referencia a cuerpos simples o compuestos, y el segundo a las descripciones a nivel atómico. La enseñanza del concepto es considerado necesario para la comprensión de otros fenómenos y comprensión de conceptos químicos. Se identificaron las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión del concepto, realizar un análisis histórico y su evolución a través de los diferentes modelos, reconocer su importancia desde la misma clasificación a través de la tabla periódica identificando cada una de sus propiedades y características, así como la importancia en la ciencia, tecnología y sociedad. Se propone el aprendizaje del concepto desde la identificación de los modelos explicativos de los estudiantes, entendiendo el modelo como

los conocimientos escolares idealizados sobre la realidad que permiten comprenderla e interactuar con ella (Aragón, Oliva y Navarrete, 2013).

4 METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE Y ALCANCE

La investigación se desarrolló en el marco de la línea de investigación *Didáctica de las Ciencias Naturales y Experimentales* de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias. El diseño de investigación fue cualitativa con un alcance descriptivo – interpretativo, donde se tuvo como propósito reconocer los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en la enseñanza del concepto de elemento químico. Desde el enfoque descriptivo – interpretativo se reconoció el aula multimodal en los procesos de aprendizaje de las ciencias desde la didáctica específica de la química a través de las interacciones que se dieron en cada uno de los procesos de enseñanza-aprendizaje y modos comunicativos en el aula desde los artefactos multisemióticos. Así mismo, se describió el alcance de los textos multisemióticos en el aprendizaje de conceptos específicos en interacción con la RA.

4.2 POBLACIÓN Y CONTEXTO

La investigación se realizó con 30 estudiantes de grado sexto de básica secundaria de la Institución Educativa Técnica Jaime Campos Jácome de Macanal, ubicada en el municipio de Macanal en el departamento de Boyacá. Institución Educativa de carácter oficial con estudiantes del área rural y urbana del municipio. Estudiantes con edades que oscilan entre 10 y 12 años, algunos en extra edad, con condiciones socioeconómicas bajas.

Para el desarrollo de la investigación, se tuvo en cuenta el desarrollo de la unidad didáctica para la comprensión del concepto de elemento químico. Unidad didáctica organizada en tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque. En cada uno de los momentos como elementos se definieron objetivos y actividades específicas que permitieron dar cuenta del proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de elemento químico, identificación del aula multimodal desde el los artefactos multisemióticos y la incorporación de la RA en el aprendizaje de las ciencias.

4.3 UNIDAD DE TRABAJO

La investigación se realizó con 10 de los 30 estudiantes (*E1, E2, ...E10*) de grado sexto de básica secundaria de la Institución la Institución Educativa Técnica Jaime Campos Jácome de Macanal, ubicada en el municipio de Macanal en el departamento de Boyacá, con edades que oscilan entre 10 y 12 años. La muestra correspondió a las características y contexto de la investigación con base en las decisiones del investigador y criterios de selección (Hernández y Mendoza, 2018). Los criterios de inclusión correspondieron a: participación en la totalidad de las actividades propuestas en la unidad didáctica y firma del consentimiento informado de participación en la investigación (anexo 1).

4.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Acorde al enfoque y alcance y unidad de análisis de la investigación fue necesaria la firma y consentimiento informado mediante el cual el representante legal del sujeto de investigación autorizo la participación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos. Lo anterior, según lo definido en la Resolución 8430 de 1993 emanada del Ministerio de Salud, identificada como una investigación sin riesgo, según el artículo 11, numeral a. (Ver anexo 1).

4.5 UNIDAD DE ANÁLISIS

Se identificaron como unidad de análisis las siguientes categorías y subcategorías acorde a los objetivos propuestos:

Tabla 2. Unidad de análisis

Pregunta de Investigación	Objetivo General	Objetivos Específicos	Categorías	Subcategorías
¿Cuál es la relación de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada?	Caracterizar la relación de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje del concepto de elemento químico desde la realidad aumentada.	Interpretar los artefactos multisemióticos de la multimodalidad que presentan los estudiantes	Multimodalidad: artefactos multisemióticos	Textos multisemióticos: modalidad, función y composición.
		Identificar los modelos explicativos que presentan los estudiantes del concepto de elemento químico	Elemento químico	Modelos atómicos
		Describir los cambios que presentan los estudiantes a cerca del concepto de elemento químico posterior a la interacción con la realidad aumentada en el aula multimodal.	Multimodalidad: artefactos multisemióticos	Textos multisemióticos: modalidad, función y composición.
			Elemento químico	Modelos atómicos

Fuente: Elaboración propia.

4.6 TÉCNICAS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Se definió un instrumento de recolección de información (anexo 2) el cual tuvo por objeto identificar los modelos explicativos de los estudiantes en el proceso de aprendizaje en el área de la química y la caracterización de los artefactos multisemióticos. Las preguntas fueron orientadas al concepto de elemento químico, formas de representación y propuestas de aprendizaje. Así mismo, se identificaron las dificultades en el aprendizaje del concepto. Información que fue sistematizada mediante la matriz de definición operativa, análisis del discurso y triangulación de la información.

4.7 UNIDAD DIDÁCTICA

En palabras de Tamayo, *et al* (2010) “la unidad didáctica es un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico (...) para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada” (p.107). Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde la perspectiva naturaleza de la ciencia constructivista y evolutiva, integra para los autores los siguientes aspectos: historia y epistemología de los conceptos, las ideas previas de los estudiantes, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes que incluye las TIC y el proceso de evolución conceptual como aspecto que permite la evaluación formativa y la transformación del conocimiento (p.108).

En la propuesta de unidad didáctica se identificaron momentos, elementos y objetivos específicos que permitieron la comprensión desde la enseñanza y aprendizaje del concepto de elemento químico mediante el reconocimiento del aula multimodal y la incorporación de las TIC desde la RA. Cada uno de los elementos permitió desarrollar un análisis de contenido desde los textos multisemióticos a través de la definición operativa que son determinantes en el aprendizaje del concepto. Se generaron espacios de análisis, reflexión, interacción, reconocimiento y aprendizaje colaborativo en el aula de clase.

El diseño y proceso reflexivo de la unidad requiere de una estructura coherente, progresiva y pertinente acorde a los contenidos. Por tanto, el desarrollo de las actividades propuestas. Estructura que se describe a continuación y de manera específica en el anexo 3.

Tabla 3. Elementos de la Unidad Didáctica.

Momento	Elementos de la Unidad Didáctica	Objetivo
Ubicación	Modelos Explicativos	Identificar los modelos explicativos que presentan los estudiantes del concepto de elemento químico. Artefactos multisemióticos.
Desubicación	Historia y Epistemología	Conocer la evolución histórica y epistemológica de conceptos necesarios para la comprensión del concepto de elemento químico.
	Elemento Químico	Brindar a los estudiantes información conceptual y procedimental en la comprensión del concepto de elemento químico.
	Realidad Aumentada	Reconocer la RA como una estrategia metodológica y didáctica en la enseñanza y aprendizaje de la química.
	CTS / A	Brindar a los estudiantes espacios de reflexión y análisis de información de los avances científicos y tecnológicos en la comprensión de conceptos químicos.
Reenfoque	Evolución Conceptual	Reconocer el aula multimodal en el aprendizaje de la química a través de los recursos multisemióticos.

Fuente: Elaboración propia.

4.8 DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de la propuesta de investigación, se tuvo en cuenta el siguiente diseño metodológico:

- Fase 1: Exploración y planeación

Se diseñó un instrumento inicial de recolección de información, el cual tuvo por objeto identificar los modelos explicativos de los estudiantes en el proceso de aprendizaje en el área de la química y caracterización de los artefactos multisemióticos.

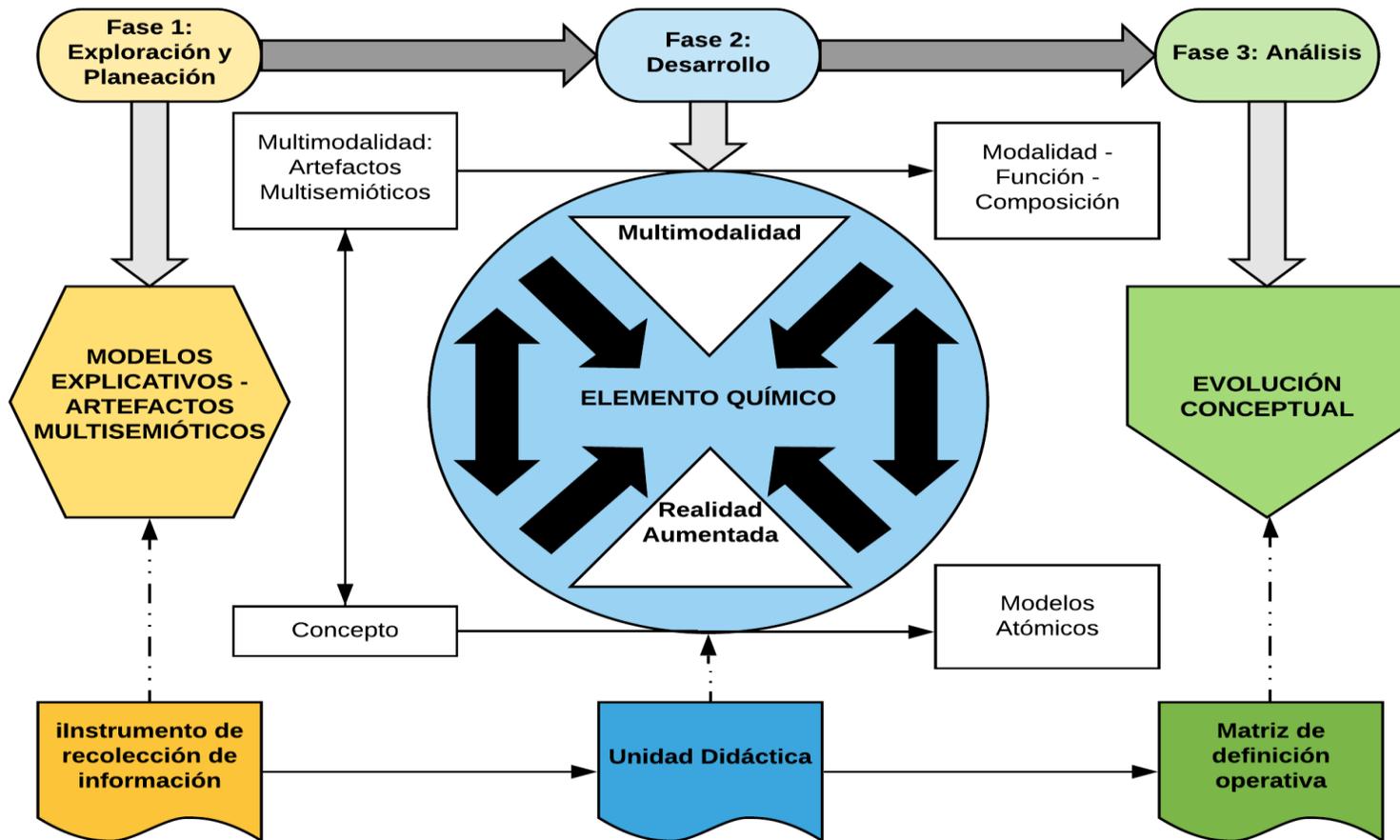
- Fase 2: Desarrollo

Mediante el diseño de la unidad didáctica “elemento químico desde la RA” una estrategia didáctica para el aprendizaje del concepto en el aula multimodal presenta una visión histórica, epistemológica y conceptual de la importancia del concepto desde la tabla periódica y como modelo mecánico-cuántico. Se define una estrategia que involucra la RA y el reconocimiento del aula multimodal en el aprendizaje de la química desde tres momentos: ubicación, desubicación y reenfoque. Cada una de las actividades propuestas generó espacios de diálogo, reflexión y aprendizaje colaborativo desde la didáctica específica de la química.

- Fase 3: Análisis de resultados

Seguido a la aplicación de la unidad didáctica, se realizó el diseño y validación de la información con base en la matriz de definición operativa a partir de los textos multisemióticos entregado por los estudiantes resultado del instrumento de recolección de información. Permitió identificar las estrategias de aprendizaje del concepto de elemento químico, construcción de conclusiones y fortalezas del trabajo.

Figura 2. Diseño metodológico



Elaboración propia.

4.9 PLAN DE ANÁLISIS

Parodi (2014) propone y menciona que la teoría de la comunicabilidad corresponde “al proceso de comprensión de textos escritos como un actividad controlada por el lector, basada en sus conocimientos previos y de acuerdo con los contextos sociales y culturales en que ella se produce” (p.90). El autor menciona que la comprensión de textos escritos es concebida como un macroproceso multidimensional, que involucra entre otros aspectos la multimodalidad en el cual intervienen múltiples factores para su explicación, por lo tanto, la identificación de diversos planos y dimensiones intrínsecamente vinculadas. Es decir, la teoría de la comunicabilidad se considera una teoría porque permite dar cuenta del procesamiento del texto escrito desde una mirada integral e integradora. De ahí que postule el principio de la acreditabilidad de lo comprendido y tres supuestos centrales: el supuesto de la cognición situada, el supuesto de la interactividad y el supuesto de la socioconstructividad (p.93). Se presentan los supuestos generales y supuestos específicos de la teoría de la comunicabilidad (Parodi, 2011).

Tabla 4. Supuestos centrales y específicos de la teoría de la comunicabilidad.

I). El supuesto de la cognición situada	
1	Búsqueda de la coherencia discursiva
2	Centralidad en los procesos inferenciales
3	Orientación del proceso lector de acuerdo a objetivos del lector y objetivos funcionales
4	Dependencia fundamental de los conocimientos previos
II). El supuesto de la interactividad	
5	Secuencialidad de procesamientos en paralelo a partir de diversas fuentes de información
6	Interactividad entre el lector, el texto y el contexto
7	Diversidad de niveles y formatos de representación

III). El supuesto de la socioconstructividad

- 8 Proceso progresivo de toma de conciencia y control
- 9 Desarrollo ontogenético, progresivo y permanente de estrategias, según tareas, géneros discursivos, temáticas, etc.
- 1 Complementariedad entre disposiciones innatas y procesos evolutivos

Fuente: Adaptada de Parodi (2011), p.150.

El principio de acreditabilidad de lo comprendido corresponde a la construcción de una representación coherente de los significados del texto a la luz de los conocimientos previos, estrategias, capacidad inferencial y objetivos de lectura. De este modo, “se constituye un requisito indispensable la verbalización o expresividad, esto es, la producción (...) escrita como medio de acreditabilidad del contenido del texto comprendido” (Parodi, 2014, p.93). Este principio irrenunciable de la teoría de la comunicabilidad, impone:

Un circuito de comunicación en el que el lector debe transmitir por medio de la lengua escrita (...), la construcción que ha realizado de los significados del texto. Desde este principio, lectura y escritura y lectura y oralidad se encuentran intrínsecamente relacionadas, porque comprender – desde esa perspectiva – implica escribir o decir lo comprendido (incluso a uno mismo). (...) En ese sentido, la elaboración propia de una expresión verbal que acredite lo comprendido se constituye como fundamental para asegurar que efectivamente que se ha llegado a construir una representación coherente de los significados del texto. No obstante, lo anterior (...) también es factible que la acreditabilidad de lo comprendido se manifieste o realice por medio de otros sistemas semióticos (...) o mediante la relación intersemiótica entre más de un sistema semiótico (p.93).

En el marco de la teoría de la comunicabilidad y principio de acreditabilidad de lo comprendido es necesario graficar y visualizar el proceso de construcción de significados del texto. Una de las propuestas de comprensión del circuito corresponde a la comprensión de textos multisemióticos, como una propuesta integral que contempla los diversos

sistemas semióticos bajo el supuesto de la teoría de la comunicabilidad: búsqueda de coherencia (Parodi, 2014) y principio de acreditabilidad.

Parodi (2010) manifiesta que todo texto escrito está constituido por un conjunto de sistemas semióticos, entre los cuales se distingue: el sistema verbal, el sistema gráfico, el sistema matemático y el sistema tipográfico. La construcción de significados puede ocurrir por más de un sistema semiótico e incluso entre los mismos. De esta forma, en los textos, “no se produce solo relaciones semánticas al interior de un mismo sistema, sino que también implica el establecimiento de relaciones entre dos o más sistemas” (Parodi y Julio, 2017, p.35).

En la teoría de la comunicabilidad se encuentra la variación constitutiva de los textos según los rasgos del género discursivo, a lo cual se denomina: Principio de Predominancia Constitutiva. Este principio apunta a que “no siempre es requisito fundamental de comunicación que todo texto se construya desde diversos sistemas semióticos, sino que puede existir predominancia de un sistema por sobre otro, según las demandas comunicativas del entorno, los dispositivos textuales disponibles y los propósitos comunicativos de los miembros participantes de la comunidad discursiva” (Parodi y Julio, 2017, p.36). Desde la teoría no es adecuado hablar de “texto” si se quiere enfatizar su naturaleza multisemiótica, por lo tanto, para hacer alusión a la composición dual del texto de dos o más sistemas semióticos se debe decir “el texto y sus sistemas semióticos constitutivos” (Parodi, 2010, 2014; Parodi y Boudon, 2014 y Parodi y Julio, 2017) que permita dar cuenta del texto como una unidad constituida por múltiples sistemas.

Para el procedimiento de análisis, se tuvo en cuenta los principios teóricos y criterios de identificación de los textos y sus sistemas semióticos constitutivos entregados por los estudiantes (instrumento de recolección de información – anexo 2). Estos criterios corresponden a lo que Parodi (2010) denomina los artefactos multisemióticos. Para la identificación de estos artefactos se tuvo en cuenta la construcción de una definición operativa por tres criterios fundamentales: modalidad, función y composición, con base en la propuesta de Parodi y Boudon (2014). El criterio de *modalidad* busca identificar los sistemas semióticos que participan en la construcción del artefacto. El criterio *función*

establecer el objetivo global que cumple el artefacto en términos amplios. Y el criterio *composición* describir los recursos utilizados en la construcción del artefacto (p.176).

Estos tres criterios permiten dar cuenta de la construcción de textos multisemióticos (modalidad), comprensión del concepto de elemento químico (función) y uso de la realidad aumentada como estrategia de aprendizaje en la didáctica específica de la química (composición). De esta manera, se propuso la siguiente matriz con plan de análisis desde la definición operativa propuesta por Parodi y Boudon (2014) y adaptada y modificada por el autor de la investigación.

Tabla 5. Criterios utilizados para definir artefactos multisemióticos (textos y sistemas semióticos constitutivos).

Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Modalidad	Función	Composición
¿Qué sistemas participan en el artefacto?	¿Para qué se emplea el artefacto?	¿De qué se constituye el artefacto?
Sistema Verbal	Concepto de elemento químico:	Realidad Aumentada
Sistema Matemático	Modelo atómicos	
Sistema Gráfico		Otras estrategias
Sistema Tipográfico		

Fuente: Elaboración propia con base en Parodi y Boudon (2014).

Para el plan de análisis desde la definición operativa propuesta se tuvo en cuenta como metodología el análisis de la información a través del análisis de contenido, considerado como un método que permite estudiar y analizar las comunicaciones de una forma sistemática y objetiva. Por tanto, “el análisis de contenido no puede ser

indistintamente aplicado a la educación en general, sino a los diversos aspectos y procesos que traduce el hecho educativo” (López, 2002, p.168). Lo anterior permite realizar un proceso para organizar y analizar la gran cantidad de información relativa a la multimodalidad desde los textos multisemióticos en el aprendizaje del concepto de elemento químico.

Finalmente, se realizó la triangulación de la información mediante el análisis de los hallazgos de la información encontrada relacionada con las categorías de análisis: multimodalidad desde la enseñanza del concepto de elemento químico. Esta triangulación permitió verificar y comparar la información obtenida en cada uno de los momentos propuestos acorde a los diferentes métodos de recolección de información y lograr de esta forma un acercamiento a la explicación y descripción al fenómeno objeto de estudio. Se presentan los referentes teóricos por cada una de la categoría de análisis que se tuvieron en cuenta en el proceso de triangulación de la información.

Tabla 6. Referentes teóricos triangulación de la información.

Categoría	Referente teórico
Multimodalidad	Kress, Franks, Jewitt y Bourne (2005). Jewitt (2013). Manghi (2012). Parodi (2010; 2011; 2014). Parodi y Boudon (2014). Parodi y Julio (2017). Villada y Ruiz (2018). Lombardi y Caballero (2012). Tamayo, Vasco, Suárez de la Torre, Quiceno, García y Giraldo (2010).
Elemento Químico	López y Furió (2013). Alzate (2005). Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC)

Fuente: Elaboración propia.

5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Teniendo en cuenta la situación actual de la emergencia sanitaria COVID – 19 declarada por la Organización Mundial de la Salud como emergencia pública el 30 de enero de 2020 y como pandemia el 11 de marzo de 2020 (OMS, 2020), la cual ha generado una serie de cambios a nivel nacional, que involucra entre otros aspectos acciones de confinamiento obligatorio y cierre de las instituciones educativas del país. Con base en lo anterior, y atendiendo a la normatividad legal vigente (Nacional, Departamental y Municipal) o la que la modifique, adicione o sustituya conlleva al desarrollo de las actividades académicas de manera virtual o través de los medios (entrega de guías físicas) definidos por la institución educativa.

Es necesario mencionar que acorde al objeto mismo de la propuesta de investigación, era necesaria la intervención en el aula de clase. Por consiguiente, la aplicación de los instrumentos e intervención en el aula se desarrollaron en el segundo semestre de 2021 acorde a la implementación de alternancia educativa con base en los lineamientos nacionales y departamentales y protocolos de bioseguridad definidos para tal fin. Así mismo, la socialización, firma y aprobación del consentimiento informado (anexo 1) para la participación en investigaciones teniendo en cuenta las condiciones de la población objeto de la unidad de análisis.

Se presenta el análisis de la información del reconocimiento de los modelos explicativos y artefactos multisemióticos presentados por los estudiantes de grado sexto de básica secundaria en relación al concepto de elemento químico. La información corresponde al momento de ubicación, desubicación y reenfoque de la propuesta de intervención de la unidad didáctica. Los resultados obtenidos corresponden a la información consignada en el instrumento inicial y final de recolección, la cual se analizó y transcribió a través de la matriz operativa de análisis de contenido definida en el plan de análisis. Se realizó un análisis descriptivo, interpretación y análisis de categorías y subcategorías en contraste con el marco teórico y antecedentes de investigación.

5.1 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO INICIAL

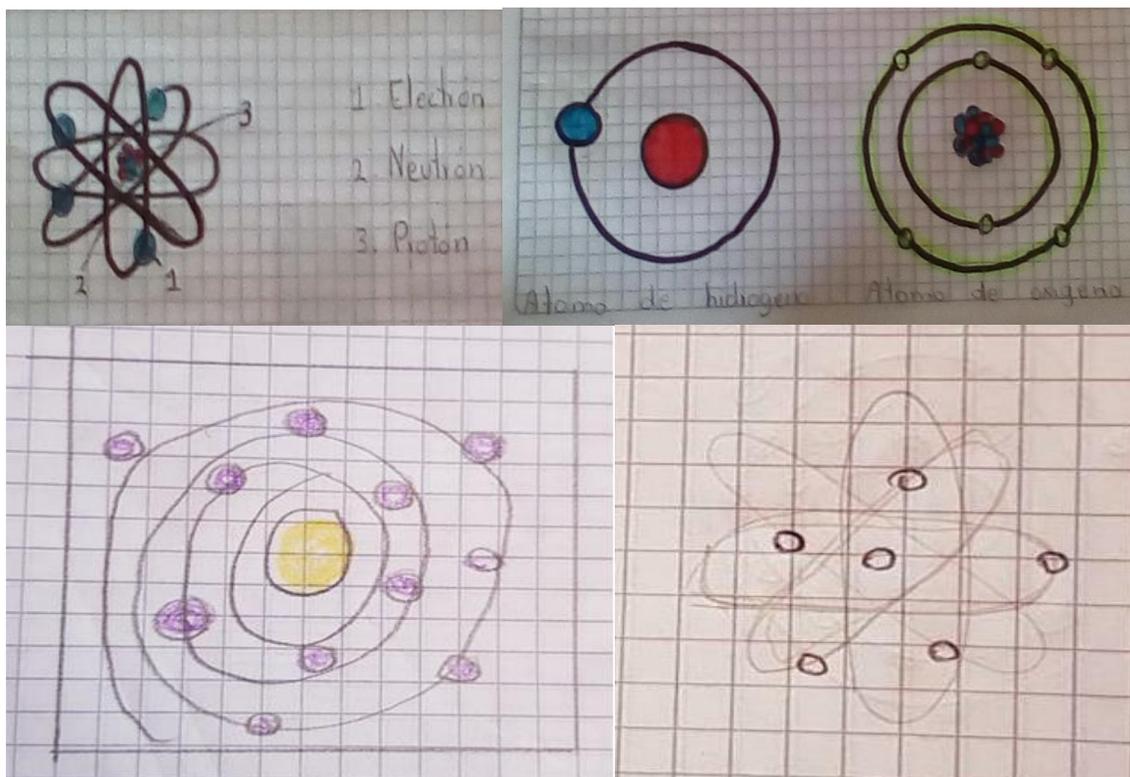
5.1.1 Análisis de los modelos explicativos

En el transcurso de la historia, los modelos atómicos han presentado una serie de variaciones y propuestas que involucran cambios significativos para la comprensión del concepto. López y Furió (2013) reconocen cuatro modelos históricos del elemento químico. De manera particular, reconocen el *modelo atómico clásico*, el cual lo definen como el conjunto de átomos iguales en masa y poseer características extensivas como masa y volumen. Así mismo, el *modelo mecánico-cuántico*, como un sistema material formado por un conjunto de átomos elementales que tiene la misma carga nuclear (p. 1999).

Con base en el instrumento inicial de recolección de información, los estudiantes mostraron algunos conceptos de átomo. **E1**: “*son aquellos que no se pueden ver del ojo humano, pero se puede ver por un microscopio*”, con una frecuencia de repetición de dos estudiantes; **E3**: “*son partículas muy pequeñas que están en las células*”, con una frecuencia de repetición de cuatro estudiantes; **E4**: “*unidad mínima de la materia*”; **E7**: “*es una molécula muy pequeña*”; **E9**: “*una parte del cuerpo*” y **E10**: “*el concepto de átomo es protones, neutrones y núcleo*”. Se puede evidenciar entonces, una tendencia de relacionar el concepto de átomo con célula dada las similitudes estructurales.

Continuando con el análisis e identificación de los modelos explicativos y acorde a las respuestas entregadas por los estudiantes, se evidencia que 5 de los 10 estudiantes se ubican desde un modelo atómico clásico con tendencia desde la propuesta de Bohr. De los cuáles, solo 2 estudiantes reconocen su estructura atómica. (Imagen 1). Los estudiantes restantes no presentaron información. Por tanto, se reconocen los obstáculos representacionales del concepto de elemento. López y Furió (2013) reconocen que existen obstáculos conceptuales y epistemológicos en la comprensión del concepto de elemento químico, por la tendencia a superponer el concepto con los diferentes modelos históricos de representación y explicación desde el nivel submicroscópico.

Imagen 1. Representación del modelo atómico (estudiantes).



Fuente: Evidencias aplicación instrumento inicial

Los resultados mostraron que existen dificultades en el aprendizaje del concepto de átomo y su representación a través de un modelo atómico. Si bien, reconocen que existen dos niveles de representación (macroscópico y submicroscópico), existen dificultades con la asociación de conceptos dadas las estructuras de los mismos (célula), considerado un obstáculo representacional microscópico a una representación submicroscópica donde se identifican partículas y moléculas. Al respecto, López (2020) menciona que la falta de aprendizajes sobre algún concepto científico, obedece a su enseñanza. De un lado, por el desconocimiento de los profesores sobre la historia de la ciencia – desarrollo de los modelos históricos –, así como la existencia de visiones epistemológicas sobre la naturaleza de la ciencia y la actividad científica. La transmisión de estas visiones deformadas en la enseñanza de la química, se manifiesta de manera implícita en la organización y secuenciación de los contenidos de los libros de texto y en el profesorado, lo cual permea la enseñanza de conceptos (p.5).

5.1.2 Análisis de los artefactos multisemióticos

El concepto de texto multisemiótico desde la perspectiva de Parodi (2010) reconoce cuatro sistemas semióticos: verbal, gráfico, matemático y tipográfico que presentan relaciones semióticas sinérgicamente. Los textos escritos son constitutivos en su naturaleza y acorde a las disciplinas o géneros y el significado mismo de comunicación desde su ambiente multisemiótico predomina unos sistemas más que otros, llegando al caso que no todos los sistemas siempre estén presentes. Sin embargo, es necesario resaltar que cada uno de los sistemas semióticos presentan relaciones intrasemióticas e intersemióticas.

Para el análisis de la información, se evidencian propuestas que involucran el reconocimiento automático de los artefactos multisemióticos a través de programas computacionales mediante el análisis de la información lingüística de los textos acorde a la cantidad de textos analizados. Se evidencia la propuesta de “Lingüística de Corpus Multisemiótica – LCM” de Parodi (2010) y el proyecto “Género y Multimodalidad – GEM” de Bateman (2008) el cual busca integrar tres enfoques analíticos: un análisis visual que se integra a un análisis retórico (Teoría Retórica Estructural) y se complementa con la teoría del género desde la Lingüística Sistémico – Funcional.

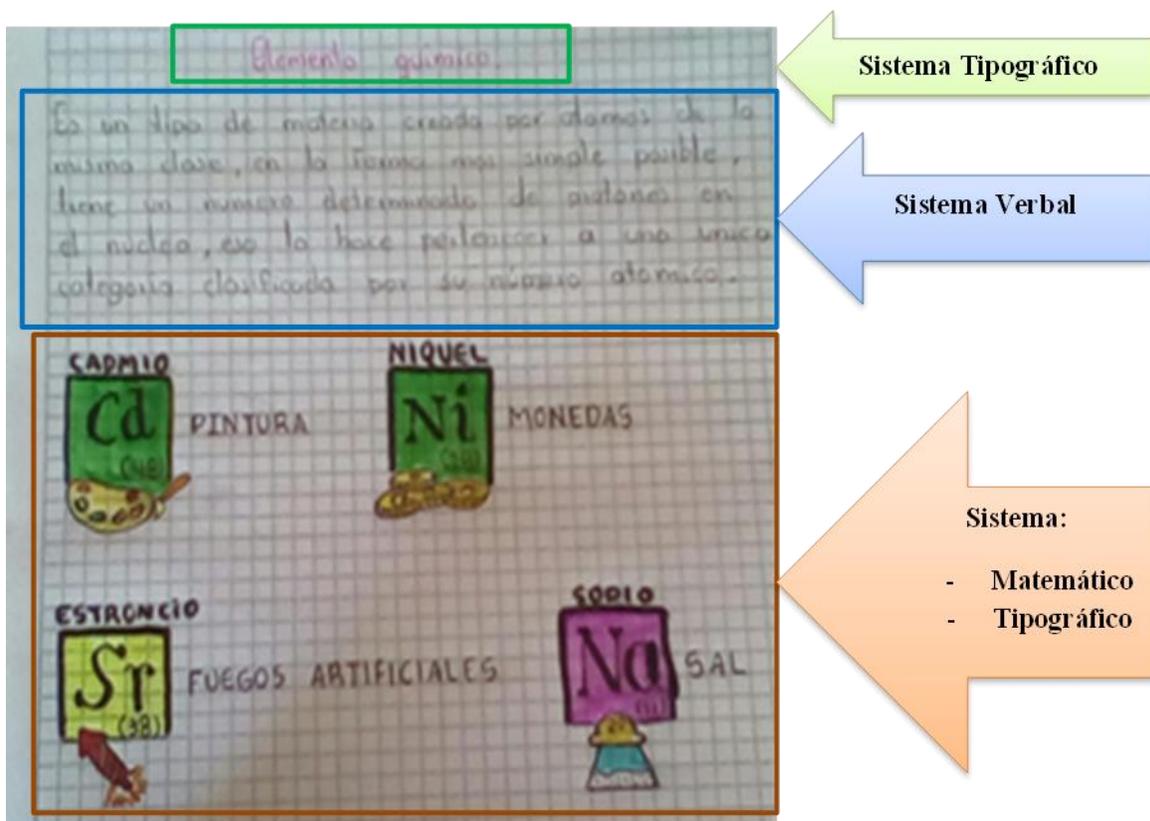
Para enfrentar un análisis multisemiótico automático requiere del desarrollo de herramientas computacionales sofisticadas, considerándose este como un desafío a futuro, pese a las diferentes propuestas existentes. La propuesta del “giro visual” de Parodi (2010) permite una visión crítica y un análisis visual descriptivo de los textos desde una teoría integral de lenguaje (multisemiótico). Propuesta que se tuvo en cuenta para la identificación de los artefactos multisemióticos en los textos entregados por los estudiantes de grado sexto de básica secundaria del concepto de elemento químico dada la misma unidad de análisis.

Con el fin de identificar los artefactos presentes en la unidad de análisis acorde a los textos entregados por los estudiantes, se tuvo en cuenta el conteo de la ocurrencia de cada artefacto acorde a los principios teóricos y operacionales para su identificación (Parodi, 2010). Así como las relaciones intrasemióticas e intersemióticas acorde a los sistemas semióticos (Parodi, 2010; 2011; 2014). Acorde a la definición de la matriz operativa propuesta para identificar los artefactos multisemióticos bajo los tres criterios: modalidad,

función y composición (Parodi, 2010; Parodi y Boudon, 2014), se presenta la identificación de los artefactos en los textos multisemióticos entregados por los estudiantes presentes en la muestra de la unidad de análisis.

En investigaciones anteriores, Parodi (2010; 2011; 2014) y Parodi y Boudon (2014) utilizaron categorías y etiquetas que les permitió identificar y agrupar artefactos multisemióticos, entre los cuales se encuentran: los esquemas, las figuras geométricas, fórmulas, gráficos estadísticos, iconos, ilustraciones, mapas, red composicional y tablas. Es necesario mencionar, que acorde a la naturaleza misma del artefacto, se identifican y agrupan bajo el supuesto que estas categorías no son dicotómicas ni discretas en un grado absoluto (Parodi y Boudon, 2014). Acorde a la aplicación del instrumento inicial, se logró identificar en los textos entregados por los estudiantes un artefacto con carácter de ilustración como se puede evidenciar en la imagen 2.

Imagen 2. Artefacto multisemiótico de Ilustración (estudiantes).



Fuente: Evidencia aplicación instrumento inicial. Elaboración propia.

La ilustración como artefacto multisemiótico suele ser empleado como una modalidad gráfica, sin embargo suele combinar el sistema verbal y tipográfico. Se representa normalmente mediante imágenes que complementan ya sea en blanco y negro y en colores, otra parte del texto el cual es verbal. Se compone de trazos libres que suelen capturar de modo certero o directo una porción de la realidad, permitiendo registrarla y reproducirla. Así, la ilustración registra cierto grado de precisión de fenómenos tradicionalmente en forma plana, aunque también puede efectuarse de modo multidimensional (Parodi y Boudon, 2014, p.181). Se puede evidenciar que en lo referente al sistema verbal, el concepto presentado en el ejemplo de elemento químico, es el resultado de una revisión bibliográfica, lo cual no permite validar un modelo explicativo propio del estudiante. Sin embargo, se reconoce el sistema gráfico y tipográfico para complementar el concepto presentado como un acercamiento a la producción de textos multisemióticos.

En la tabla 7 se muestra la ocurrencia de los artefactos multisemióticos identificados en los textos entregados por los estudiantes. Se puede decir que 1 de 10 estudiantes propone un artefacto como estrategia discursiva para la construcción de textos semióticos.

Tabla 7. Ocurrencia de los artefactos multisemióticos de los estudiantes – inicial

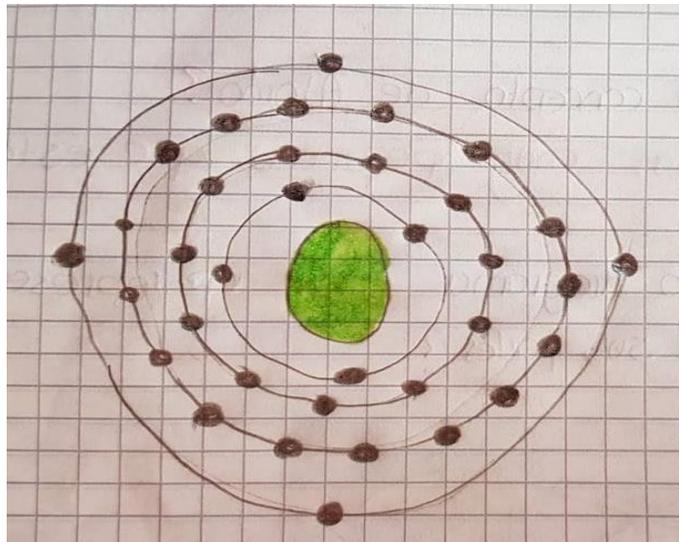
	Artefacto Multisemiótico		Total
	Ninguno	Ilustración	
E1	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E2	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E3	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E4	<i>0</i>	<i>1</i>	1
E5	<i>1</i>	<i>0</i>	1

E6	1	0	1
E7	1	0	1
E8	1	0	1
E9	1	0	1
E10	1	0	1
Total	9	1	10

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados mostraron que 7 de los 10 estudiantes presentaron un acercamiento al artefacto de ilustración mediante el uso de imágenes asociadas a modelos atómicos (imagen 3). Sin embargo, dada las mismas condiciones que implica la ilustración como artefacto multisemiótico, es decir, la combinación del sistema verbal, tipográfico y en algún caso matemático, no se cumple en este caso.

Imagen 3. Representación artefacto de ilustración.



Fuente: Evidencia aplicación instrumento inicial.

En el marco de la teoría de la comunicabilidad (Parodi, 2010; 2014), es necesario reconocer la aproximación integral que se contemplan en los textos multisemióticos desde los sistemas semióticos, partiendo del supuesto de búsqueda de coherencia. Esto conlleva entonces a la descripción textual y las múltiples relaciones semánticas que se construyen con base en los diversos sistemas semióticos. Lo que implica estudiar la interacción entre la información y cómo se construye la coherencia discursiva guiada por las relaciones semánticas de tipo verbal y las provenientes de los otros sistemas semióticos (Gladic, 2012).

La teoría propone la identificación de un principio: la acreditabilidad de lo comprendido, el cual reconoce la capacidad de producción, en este caso escrita de los estudiantes para comunicar representaciones coherentes y significativas que involucre la relación de sistemas semióticos a la luz de textos multisemióticos que conllevan a la identificación de los artefactos. Desde este principio, lectura y escritura y lectura y oralidad se encuentran intrínsecamente relacionadas porque permite comprender y esta comprensión implica escribir o decir lo comprendido (Parodi, 2011, p.149). El texto multisemiótico de los estudiantes refleja la capacidad de análisis y comprensión del instrumento inicial, lo que permitió acreditar y asegurar la construcción de una representación coherente del significado del texto que involucro más de un sistema semiótico, pese que solamente se reconoció un solo artefacto multisemiótico.

En el principio de acreditabilidad, se reconocen tres supuestos que soportan la teoría de la comunicabilidad: el supuesto de la cognición situada, el supuesto de la interactividad y el supuesto de la socioconstructividad (Parodi, 2010; 2011). Con base en el artefacto presentado (imagen 2), se puede evidenciar un acercamiento al supuesto de cognición situada desde la búsqueda de la coherencia discursiva. Lo anterior, teniendo en cuenta la naturaleza de la información textual presentada con carácter multisemiótico, donde no solamente se reconoce el sistema verbal, considerado este el más clásico. Es decir, se reconoce un sistema topográfico que se caracteriza por un título, tamaño y color de letra. Así mismo, soporta el concepto mediante una definición (sistema verbal) de una revisión bibliográfica: *“Elemento químico: es un tipo de materia creada por átomos de la misma clase, en la forma más simple posible, tiene un número determinado de protones en el*

núcleo, eso lo hace pertenecer a una única categoría clasificada por su número atómico” el cual se sustenta desde un sistema matemático y tipográfico con la representación de símbolos y esquemas asociados al concepto.

Parodi y Julio (2017) reconocen la necesidad de enfatizar la naturaleza multisemiótica de los textos y sus sistemas semióticos constitutivos que dé cuenta que el texto es una unidad constituida por múltiples sistemas (p.37) que conlleven a una realidad de comunicación multimodal. Es necesario aclarar que el marco teórico de la propuesta de investigación aporta los elementos necesarios para el análisis de la información, pero dado los resultados iniciales no permite validar en su totalidad las relaciones semióticas que se pueden establecer en los textos.

5.2 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO FINAL

5.2.1 Realidad aumentada

La RA como un lenguaje multimedial involucra entre otras categorías la realidad mixta y la realidad virtual. Cupitra y Duque (2018) manifiestan que “su uso ha traído recursos que antes no estaban disponibles y que ahora facilitan, tanto la enseñanza como el aprendizaje, lo cual requiere trabajo y esfuerzos adicionales de los docentes que se comprometan con el proceso, pero los frutos en educación son altamente gratificantes” (p.249). Al considerarse una tecnología emergente equipara la realidad mixta, la realidad virtual y la RA, considerándose estos tres medios tecnológicos la capacidad de interacción parcial o total mediante un dispositivo móvil.

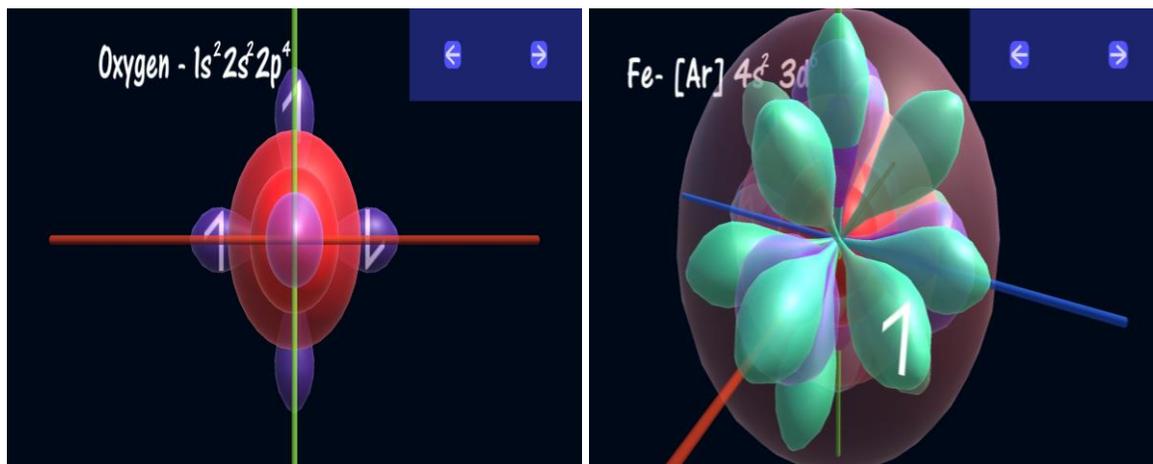
La inclusión de la RA en la unidad didáctica a través de las aplicaciones *Rapp Chemistry: AR, Orbitales Virtuales 3D* y *Atom Visualizer for ARCore* (imagen 4, 5 y 6) respectivamente, expuso los resultados de un proceso de diseño y producción de aprendizaje de la química, en el cual se ofreció la posibilidad de transitar desde un contexto de interacción y gestión de la información 2D a uno en 3D, con el cual se construyen relaciones entre la teoría y la experiencia en la construcción de aprendizajes científicos (Merino, Pino, Meyer, Garrido, y Gallardo, 2015).

Imagen 4. Aplicación de RA Rapp Chemistry: AR



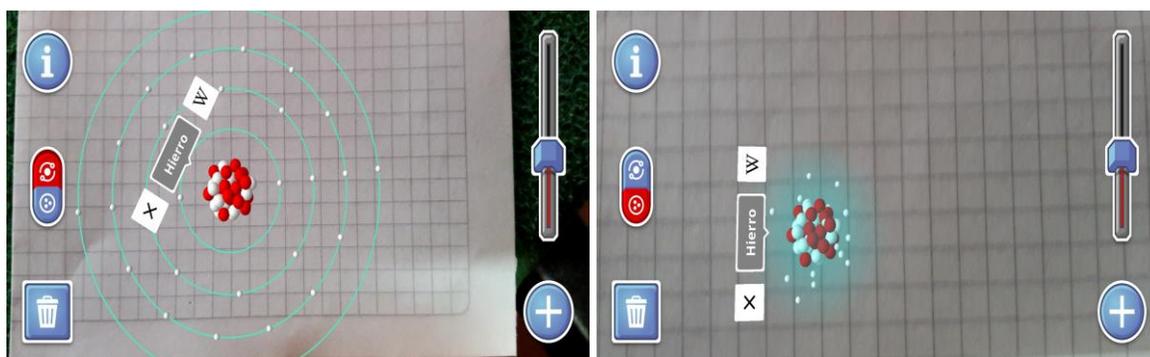
Fuente: Registro fotográfico aplicación Rapp Chemistry: AR

Imagen 5. Aplicación de RA Orbitales Virtuales 3D



Fuente: Registro fotográfico aplicación Orbitales Virtuales 3D

Imagen 6. Aplicación de RA Atom Visualizer for ARCore



Fuente: Registro fotográfico aplicación Atom Visualizer for ARCore

Resultado de la interacción y uso de las diferentes aplicaciones de RA propuestas, se puede afirmar que se dio cumplimiento al alcance de la propuesta de investigación porque permitió en los estudiantes el desarrollo de habilidades y competencias TIC, fortaleciendo la comunicación, lenguaje multimodal mediante la incorporación y análisis de información química desde un lenguaje científico y escolar, fortaleciendo el aprendizaje en profundidad de los modelos atómicos y elemento químico. Información que se evidenció en 4 de las 10 propuestas de artefactos multisemióticos presentado por los estudiantes.

5.2.2 Modelos explicativos elemento químico

El progreso epistémico del concepto de elemento químico y modelos atómicos implica líneas de pensamiento: una fundamentada en las percepciones directas e inmediatas de los cuerpos, reconocida como *realismo ingenuo*, y la otra basada en la racionalidad desde la experimentación científica. Esto permite dar cuenta del progresivo dominio del concepto de elemento químico y su diferencia y afinidad con los conceptos de átomo y sustancia simple (Alzate, 2005, p.180). Para la autora, la ausencia de una epistemología de la química en los procesos de formación y en los libros de textos, perpetua las ideas del *realismo ingenuo* lo que no permite la construcción de la racionalidad del conocimiento químico en contextos de enseñanza y aprendizaje. Por tanto, los conceptos de elemento químico, sustancia simple, sustancia compuesta y átomo son conceptos científicos de naturaleza operatoria y teórica, la cual requiere diseñar actividades de aula teóricas y

prácticas para encauzar el aprendizaje significativo de los alumnos (p.192) garantizando diferenciación y relaciones conceptuales y epistemológicas.

Estas diferenciaciones y relaciones conceptuales y epistemológicas se definieron en el desarrollo de cada una de las actividades definidas en la unidad didáctica. Una vez realizado el análisis e identificación de los modelos explicativos y acorde a las respuestas entregadas por los estudiantes en la aplicación del instrumento de recolección de información, se puede evidenciar una evolución conceptual del concepto de átomo y modelos atómicos. **E6:** “*el átomo es la partícula considerada como la unidad básica de la materia que presenta una estructura: protones, neutrones y electrones.* Así mismo, no se evidenció la relación del concepto de átomo con célula como en los resultados del instrumento inicial.

Respecto a los modelos explicativos desde los modelos atómicos y acorde a las respuestas entregadas por los estudiantes, se evidenció que 4 de los 10 estudiantes se ubican desde un modelo atómico clásico con tendencia desde la propuesta de Bohr, en los cuales se puede evidenciar una estructura atómica definida y distribución electrónica (imagen 7).

Imagen 7. Modelo explicativo relacionado con el modelo atómico conceptual clásico.



Fuente: Evidencia aplicación instrumento final.

De otro lado, 3 estudiantes se ubican desde un modelo atómico mecánico – cuántico (imagen 8). Sin embargo, manifestaron mayor complejidad para la comprensión del modelo, dado los mismos conceptos que se relacionan. Los 3 estudiantes restantes, acorde a

la información presentada, no permitieron reconocer la asociación con un modelo atómico dado las estructuras incompletas presentadas.

Imagen 8. Modelo explicativo relacionado con modelos atómicos conceptuales mecánico-cuántico.



Fuente: Evidencia aplicación instrumento final.

Los resultados mostraron que existió evolución conceptual en el aprendizaje del concepto de átomo y su representación a través de un modelo atómico y la relación que presenta con el concepto de elemento químico. López y Furió (2013) agregan que el concepto de elemento químico desde el modelo atómico clásico Dalton refiere al conjunto de átomos iguales en masa y volumen específicos. Y el modelo mecánico – cuántico como un sistema material formado por un conjunto de átomos elementales que tienen el mismo número atómico, lo que conlleva a tener la misma carga nuclear (p.5).

Si bien, se logró un cambio conceptual y un avance en la explicación de los modelos explicativos de los estudiantes, todavía se evidencian dificultades en la comprensión de los modelos dados los mismos obstáculos conceptuales y epistemológicos (López y Furió, 2013).

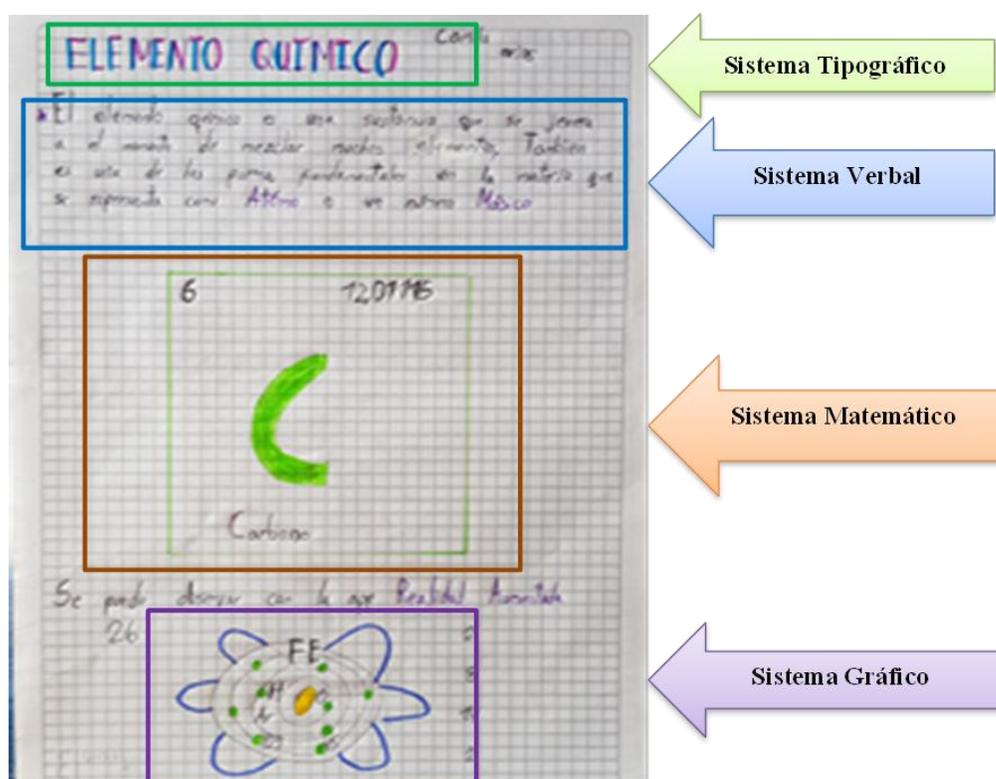
5.2.3 Artefactos multisemióticos en el aprendizaje del concepto de elemento químico

Con el objeto de realizar el análisis multisemiótico, se continuó con el uso de la propuesta de “giro visual” de Parodi (2010) la cual permite una visión crítica y un análisis visual descriptivo desde los textos desde una teoría de lenguaje (multisemiótico). Se realizó el análisis de los artefactos multisemióticos de los textos escritos entregados por los

estudiantes con base en el instrumento de recolección de información. Así mismo, el conteo de ocurrencia de cada artefacto acorde a los principios teóricos y operacionales para su respectiva identificación (Parodi, 2010) y matriz operativa bajo los criterios de modalidad, función y composición (Parodi, 2010; Parodi y Boudon, 2014).

Acorde a la aplicación del instrumento de recolección, se logró identificar en los textos entregados por los estudiantes un artefacto de esquema como se puede evidenciar en la imagen 9.

Imagen 9. Artefacto multisemiótico de esquema.



Fuente: Evidencia aplicación instrumento final. Elaboración propia.

El esquema como artefacto multisemiótico suele combinar la modalidad verbal, gráfica, tipográfica y en algunas ocasiones la matemática. Este tipo de representaciones de significados da cuenta sintéticamente de un constructo teórico o empírico y, generalmente muestra de manera resumida la vinculación y organización jerárquica entre las partes o

componentes de un objeto o concepto determinado, los cuales se constituyen a partir del uso de operadores funcionales o relacionales (Parodi, 2010, p.52).

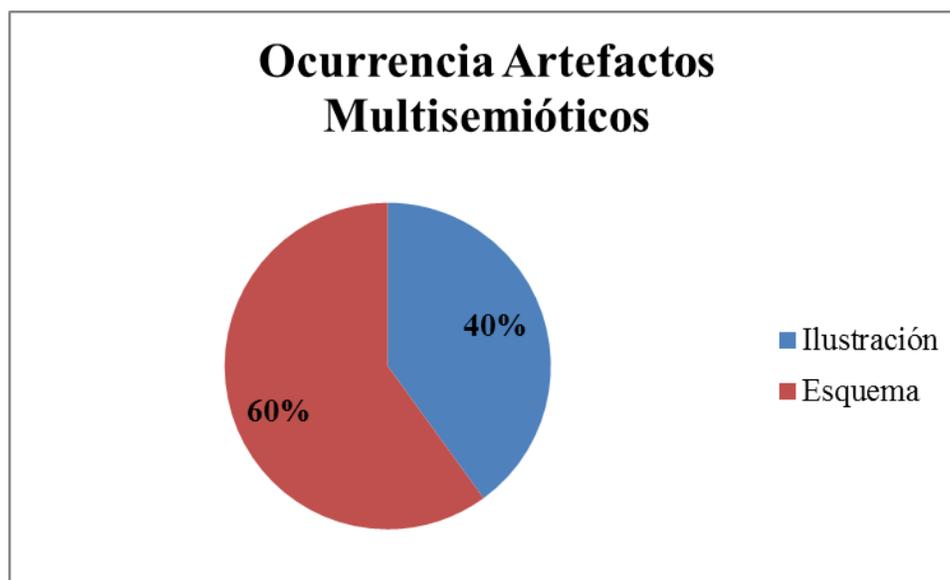
En la tabla 8 y figura 3 se muestra la ocurrencia de los artefactos multisemióticos identificados en los textos entregados por los estudiantes con base en el instrumento de recolección de información.

Tabla 8. Ocurrencia de los artefactos multisemióticos de los estudiantes - final

	Artefacto Multisemiótico		Total
	Ilustración	Esquema	
E1	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E2	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E3	<i>0</i>	<i>1</i>	1
E4	<i>0</i>	<i>1</i>	1
E5	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E6	<i>0</i>	<i>1</i>	1
E7	<i>0</i>	<i>1</i>	1
E8	<i>1</i>	<i>0</i>	1
E9	<i>0</i>	<i>1</i>	1
E10	<i>0</i>	<i>1</i>	1
Total	4	6	10

Fuente. Elaboración propia.

Figura 3. Ocurrencia artefactos multisemióticos



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados mostraron que 4 de los 10 estudiantes presentaron artefactos multisemióticos de ilustración mediante el uso de imágenes asociadas a modelos atómicos. Es decir, la combinación del sistema verbal y tipográfico. Así mismo, se evidenció que los 6 estudiantes restantes presentaron artefactos multisemióticos de esquema (imagen 9), en el cual se evidencia la combinación del sistema verbal (definición del concepto), tipográfico, matemático (símbolos) y gráfico (modelos atómicos o imágenes asociadas al uso de los elementos en la vida cotidiana).

Parodi (2011) menciona que la comprensión de textos escritos se postula desde la teoría de la comunicabilidad como un macroproceso multidimensional en el que intervienen múltiples factores lingüísticos donde convergen diversos tipos de conocimientos declarativos y procedimentales. Por ello se postula su carácter multidimensional, pues no se deja explicar por medio de una sola dimensión o factor, por tanto, se hace necesario identificar diversos planos y dimensiones intrínsecamente vinculadas (p.147).

Desde la teoría de la comunicabilidad, Parodi (2014) propone de acreditabilidad de lo comprendido y tres supuestos centrales: supuesto de la cognición situada, el supuesto de la interactividad y el supuesto de la socioconstructividad. Para el autor la acreditabilidad de

lo comprendido es un mecanismo psicolingüístico por medio del cual todo lector debería ser capaz de dar cuenta de lo leído y aprendido y comunicarlo a través de un medio, siempre y cuando hubiera logrado construir una representación mental coherente de significados dentro de un contexto específico. Un requisito indispensable de la teoría es la verbalización o expresividad de lo comprendido, esto es, la producción oral o escrita como medio de la verificación del contenido (Paordi y Julio, 2017, p.35).

En la teoría se reconocen los diversos sistemas semióticos presentes en los textos escritos, en este caso, los artefactos multisemióticos. La construcción de significados a partir de un texto, no solo produce relaciones semánticas al interior de un mismo sistema, sino que también implica relaciones entre dos o más sistemas, lo que permite mostrar como diversos códigos representacionales aportan a la construcción del significado textual, unos de manera fundamental y otros más subsidiariamente (Parodi y Julio, 2017). Esta interacción pone de manifiesto en la construcción del significado textual multisemiótico los requisitos de procesamiento para cada uno de los sistemas de representación cognitiva de la información textual (p.36). Por tanto, “una cuestión importante es distinguir, por una parte, entre los diversos sistemas textuales de codificación de significados y, por otra, entre los sistemas cognitivos de representación de la diversa información del texto” (Parodi y Julio, 2017, p.36).

De manera particular la codificación de significados conlleva entonces desde la teoría de la comunicabilidad a identificar una variación constitutiva de los textos desde el género discursivo, denominado este como el Principio de Predominancia Constitutiva. El cual requiere que no siempre es requisito fundamental de comunicación que todo texto se construya desde diversos sistemas semióticos, sino que puede existir predominancia de un sistema sobre otro, acorde a las demandas comunicativas del entorno, dispositivos textuales disponibles y el propósito comunicativo de los participantes de la comunidad discursiva (Parodi y Julio, 2017).

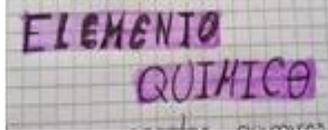
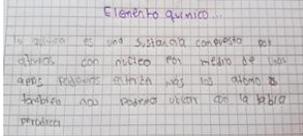
Los resultados mostraron que 10 de los 10 estudiantes de la unidad de análisis mostraron predominancia en el sistema semiótico verbal, dada la capacidad de construcción de significados de los estudiantes (Tabla 9; Figura 4). Sin embargo, este no fue el único sistema presente en el texto, es decir, al menos estuvo acompañado de otro sistema

semiótico (tipográfico, gráfico o matemático) logrando así establecer relaciones intersemióticas en el artefacto. De manera adicional, acorde al procesamiento psicolingüístico de textos multisemióticos, Parodi y Julio (2017) reconocen desde la teoría el Principio Logocentrista. Este principio postula que al leer textos compuestos por más de un sistema semiótico, acorde al tipo de lector (lectores legos o semilegos) centran o atienden principalmente al sistema verbal como fuente de información vital, desconociendo la información presentada por medio de los otros sistemas.

Con el fin de realizar un análisis de los textos y sus sistemas semióticos constitutivos (Parodi, 2010) Benveniste (citado por Parodi y Julio, 2017) reconoce que un tipo importante de las relaciones intersemióticas que se establecen en un texto multimodal es la Interpretancia y el significado mismo que ofrece cada uno de los sistemas y las relaciones que se establecen entre sí.

Los textos escritos (multisemióticos) están constituidos por un sistema en el cual convergen un conjunto de signos de la misma naturaleza (verbal, gráfico, matemático y tipográfico) los cuales se articulan interrelacionadamente a partir de principios de organización funcional, semántica o morfológica propio de cada sistema. Es decir, cuenta con un grupo de unidades constitutivas y un tipo de sintaxis que regulan su disposición. Estos sistemas también se caracterizan por una ordenación específica de las unidades, ordenación que responde a una manera de conceptualizar y dar significado, haciendo así un uso singular del espacio dentro del texto con un propósito comunicativo dentro de un contexto social, académico y cultural determinado. Estos sistemas se pueden representar a través de diferentes medios y presentar relaciones intersemióticas de diverso tipo (Parodi, 2010). En el caso particular desde el análisis psicolingüístico y la teoría de la comunicabilidad y la identificación de los artefactos multisemióticos.

Tabla 9. Análisis individual artefactos multisemióticos

Estudiante	Modalidad	Función	Composición
E1	Verbal – Tipográfico	Ilustración	<p>Se evidencia el uso de letras grandes y colores para centrar la atención del lector. Se resalta el título. Texto escrito en color negro. No se evidencia el uso de imágenes o símbolos para complementar la información. Ejemplo:</p> <p><i>Sistema tipográfico.</i></p> 
E2	Verbal – Tipográfico	Ilustración	<p>Se evidencia un texto acompañado de un título en un color y un complemento en otro. Uso de letras en tamaño normal y en lápiz. Relaciona una imagen de un modelo atómico incompleto que no permite complementar el artefacto. Ejemplo: <i>Sistema verbal.</i></p> 

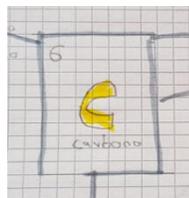
E3 Verbal – Tipográfico -
Matemático

Esquema

Se evidencia un texto acompañado de un título grande resaltado con color.

Un texto organizado en color negro. Uso de operadores funcionales.

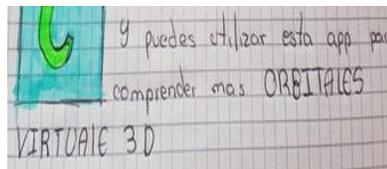
Ejemplo: *sistema matemático*.



E4 Verbal – Tipográfico –
Gráfico

Esquema

Se evidencia un texto con un título grande en color. Texto en color negro acompañado de una imagen de un modelo atómico. Menciona y propone en uso de aplicaciones de realidad aumentada para su visualización.



E5 Verbal – Tipográfico -
Gráfico

Ilustración

Se evidencia un texto con un título y contenido con colores llamativos y tamaño de letra grande. Acompañado de una imagen de un modelo atómico.

Ejemplo: *Sistema verbal*.

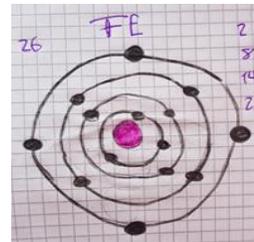
ELEMENTO QUÍMICO Avogadro
 Son elementos que se pueden mezclar
 y se puede clasificar en varios
 la tabla periódica tienen 7 períodos
 y 18 grupos se sitúan el
 2019 de IUPAC hay tres tipos de
 tablas que son tabla periódica
 extendida tabla periódica en la
 vida cotidiana y tabla periódica
 Abundancia se representa en la
 tabla con un símbolo único, acompañado
 por un número un elemento químico
 es cada

E6 Verbal – Tipográfico –
 Gráfico - Matemático

Esquema

Se evidencia un texto con un título en color. Acompañado de un texto en color negro en tamaño normal. Se evidencia el uso de operadores funcionales. Información organizada jerárquicamente. Uso de imágenes que complementan la información (modelo atómico). Menciona y propone en uso de aplicaciones de realidad aumentada para su visualización. Ejemplo:

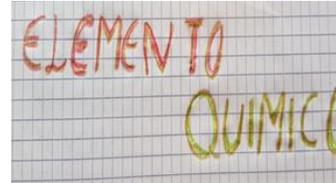
Sistema gráfico.



E7 Verbal – Tipográfico -
 Matemático

Esquema

Se evidencia un título en color acompañado de un texto extenso en lápiz, además del uso de imágenes de un modelo atómico. Ejemplo: *Sistema tipográfico.*



E8

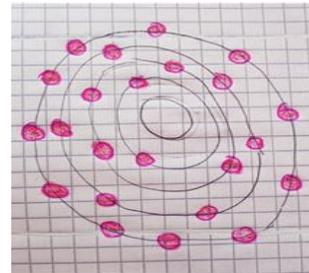
Verbal - Tipográfico

Ilustración

Se evidencia un título y texto en único color: negro. Tamaño de letra normal.

Relaciona una imagen que no complementa la información del artefacto.

Ejemplo: *Sistema gráfico (incompleto).*



E9

Verbal – Tipográfico -
Gráfico

Esquema

Se evidencia un texto con título y texto resaltado en color. Uso de imágenes

de modelos atómicos. Menciona y propone en uso de aplicaciones de

realidad aumentada para su visualización. Ejemplo: *Sistema verbal.*

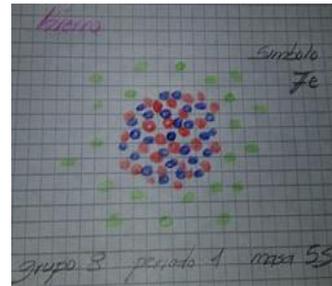


E10

Verbal – Tipográfico –
Gráfico - Matemático

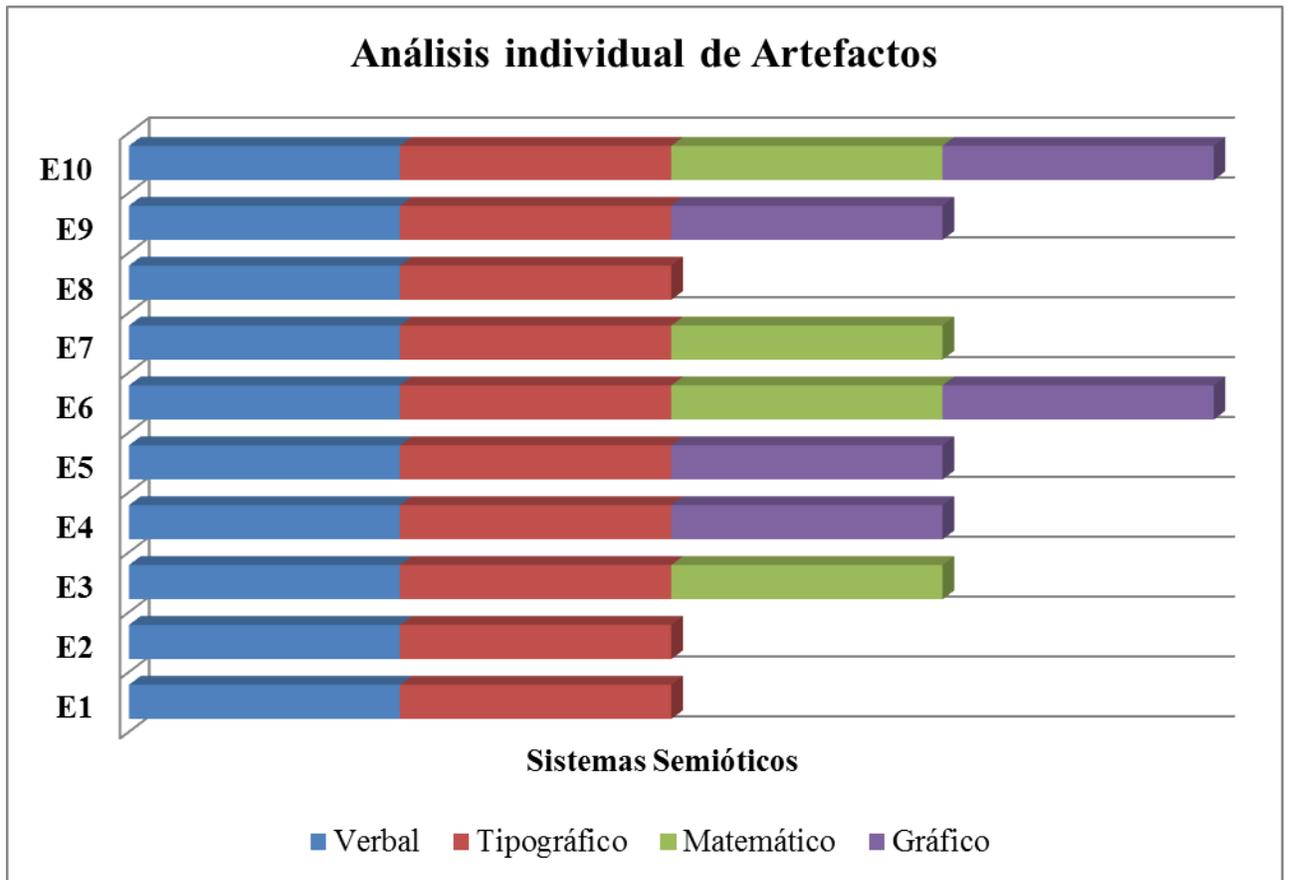
Esquema

Se evidencia un texto con título grande acompañado de un texto que explica en concepto en color azul. Se evidencia el uso de imágenes que muestran un modelo atómico mecánico cuántico. Menciona y propone en uso de aplicaciones de realidad aumentada para su visualización. Ejemplo: *Sistema gráfico.*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Análisis individual de artefactos



Fuente: Elaboración propia.

Desde la perspectiva de Parodi (2010) la comprensión de un texto escrito es una actividad controlada propia del lector, basado en sus conocimientos previos y de acuerdo con los contextos sociales y culturales en el que se produce. Por tanto, es un macroproceso multidimensional en el que intervienen factores psico-socio-bio-lingüístico. Psicológico porque considera la comprensión como un producto mental estratégico; social por el contexto cultural y situacional que determina la diversidad de textos; lingüístico por el acto de comunicación mediante la modalidad escrita de la lengua (Parodi, 2014, p.90).

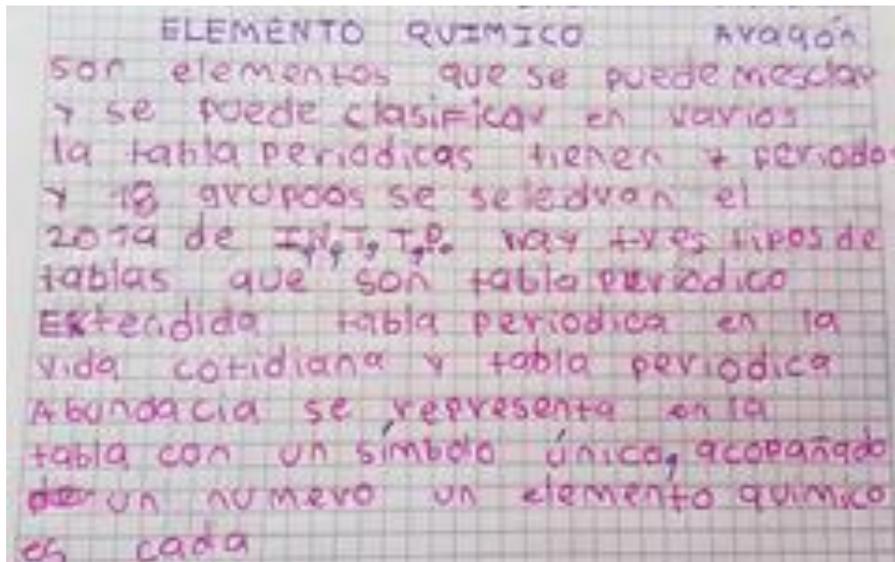
Con base en los textos multisemióticos entregados por los estudiantes, los resultados mostraron evidencia del Principio de Acreditabilidad de lo Comprendido. Lo anterior, dada la capacidad de los 10 estudiantes de la unidad de análisis de construcción de significados mediante una representación coherente a través de un texto multimodal, acorde a sus

conocimientos previos, aprendizajes, estrategias y capacidad inferencial (Parodi, 2014) (Imagen 9). La producción escrita es considerada un medio de acreditabilidad del contenido mediante la verbalización de lo comprendido.

Es decir, se evidencia una evolución conceptual que pone de manifiesto la superación gradual de obstáculos conceptuales y representacionales del concepto mediante los modelos explicativos en el aprendizaje del concepto de elemento químico. **E4:** “*forma fundamental de la materia representada por átomos*”; **E10:** “*Unidad química representada por átomos con una estructura atómica definida*”; **E7:** “*(...) se encuentran en la tabla periódica (...)*” apoyado del uso de los sistemas semióticos para su verbalización y el uso de artefactos multisemióticos. De ahí, las relaciones intersemióticas entre más de un sistema semiótico: por ejemplo: verbal y gráfico. (Parodi, 2014). Esto conlleva entonces que es requisito indispensable de la teoría que la representación escrita sea compartida y expresada y que su revisión pueda llevar a una eventual re-representación o construcción de una nueva representación (p.94). Actividad que fue realizada con los estudiantes, logrando así cumplir con el principio.

Dentro de los tres supuestos generales de la teoría y supuestos específicos (Parodi, 2011), los resultados mostraron que los 10 estudiantes se ubican en el supuesto de *búsqueda de coherencia discursiva* (Imagen 10). Lo anterior, por la capacidad de construcción de coherencia en los textos escritos con carácter multimodal logrando así dar significado al texto. Desde esta concepción, los estudiantes mostraron que el proceso de búsqueda o indagación para la construcción de significados, se caracteriza por ser una actividad intencionada en la que ponen en evidencia su empeño y diferentes habilidades partiendo de sus conocimientos previos y aprendizaje en el aula como un requisito imprescindible y esta coherencia es entendida como un proceso y como un producto considerándose parte de los mecanismos cognitivos relacionales (Parodi, 2014).

Imagen 10. Representación búsqueda de coherencia discursiva.

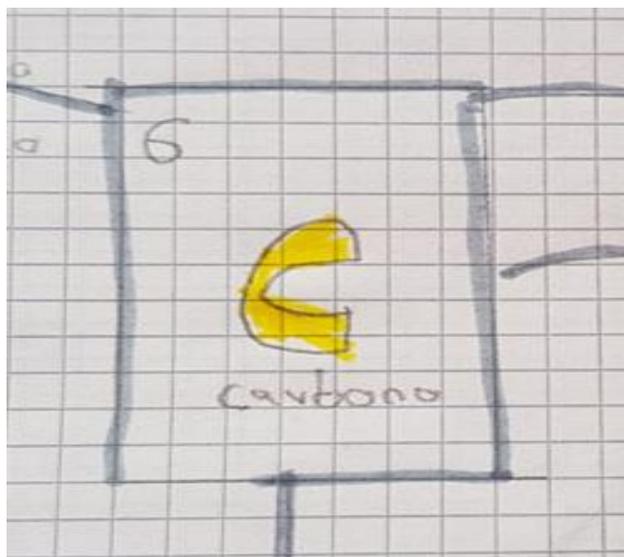


ELEMENTO QUIMICO Avagón
son elementos que se puede mezclar
y se puede clasificar en varios
la tabla periódica tienen 7 periodos
y 18 grupos se seledvan el
2019 de I, II, T, T, P. hay tres tipos de
tablas que son tabla periódica
Extendida tabla periódica en la
vida cotidiana y tabla periódica
Abundancia se representa en la
tabla con un símbolo única, acompañado
por un número un elemento químico
es cada

Fuente: Evidencia aplicación instrumento final.

La *diversidad de niveles y formatos de representación* es uno de los supuestos específicos de la teoría. En este contexto, se acepta que existen representaciones de tipo lingüístico y proposicional, pero dada la naturaleza multisemiótica de los textos, es innegable que deben existir otros tipos de representaciones: gráfico visual y matemático. Estas representaciones presentadas por 4 de los 10 estudiantes implican niveles de procesamiento básicos y otros más complejos, de ahí la presencia del sistema matemático como artefacto multisemiótico en los textos escritos con carácter multimodal (imagen 11).

Imagen 11. Representación del sistema matemático.



Fuente: Evidencia aplicación instrumento final.

El *proceso progresivo de toma de conciencia y control* es otro de los supuestos específicos. Los resultados mostraron que 10 de los 10 estudiantes de la unidad de análisis tuvo implícito un paulatino desarrollo de la capacidad metacognitiva, en el cual el estudiante se va haciendo consciente del conocimiento disponible acerca de diversos aspectos y va aprendiendo a tener control de la situación (Parodi, 2014). Para el autor, este mecanismo de control de comprensión implica detectar errores, generar hipótesis y realizar verificaciones, logrando así un proceso integral de construcción de significados coherente a partir de la información recibida, integrando cada sistema semiótico y estableciendo relaciones semióticas entre los mismos.

La comprensión multimodal conlleva entonces a la concepción del texto como inherentemente multimodal. Esta mirada analítica de los textos escritos no solo debe apuntar exclusivamente al sistema verbal sino también a la intersemiosis entre los diversos sistemas semióticos constitutivos de un texto escrito estático. El procesamiento psicolingüístico implica entonces estudiar la interacción entre la información presentada en cada uno de los sistemas y cómo se construye la coherencia discursiva guiada por las relaciones semánticas y los sistemas semióticos (Parodi, 2014).

Las relaciones semióticas inter e intrasemióticas entre cada uno de los sistemas obedece a la capacidad discursiva de cada uno de los estudiantes y la relación que se puede presentar desde la teoría de la comunicabilidad en cada uno de los sistemas semióticos presentes y el uso de los artefactos multisemióticos para la construcción de significados desde el aprendizaje en el aula. Sin embargo, se hace necesario fortalecer las prácticas de enseñanza con respecto a la comprensión y la producción de textos multimodales mediante el uso de los diferentes sistemas semióticos (Gladic y Cautín, 2016).

Finalmente, con base en los criterios utilizados para la definición de los artefactos multisemióticos, se reconoce dentro de la *modalidad* la capacidad de los estudiantes en reconocer al menos uno de los cuatro sistemas semióticos que pueden participar en el artefacto. Sin embargo, la tendencia fue en el reconocimiento de dos o más sistemas de representación. En lo referente a la *función*, los artefactos propuestos permitieron poner en evidencia una evolución conceptual en la explicación de los modelos explicativos del concepto de elemento químico y formas de representación. Y desde la *composición* se evidenció el uso y manejo de la RA en la comprensión de conceptos químicos, lo anterior, dado los mismos sistemas de representación. Permitió la validación de los supuestos de la teoría de la comunicabilidad y relaciones intersemióticas de textos multimodales.

6 CONCLUSIONES

La caracterización de los artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aula multimodal y modelos explicativos del concepto de elemento químico en la aplicación del instrumento inicial no permitió establecer relaciones intersemióticas en los artefactos presentados. Sin embargo, durante el desarrollo de la unidad didáctica se evidenció una evolución en la construcción de artefactos como ilustración y esquema que permitieron establecer relaciones intersemióticas desde la teoría de la comunicabilidad, principio de acreditabilidad y supuestos centrales y generales de la teoría (Parodi, 201; 2011; 2014; Parodi y Boudon, 2014; Parodi y Julio, 2017). Así como la identificación de modelos explicativos del concepto de elemento químico desde la propuesta de Bohr y mecánica – cuántica.

En lo referente a los artefactos multisemióticos de la multimodalidad se pudo demostrar un cambio en la construcción de los textos multisemióticos mediante la incorporación de sistemas semióticos: verbal, matemático, gráfico y tipográfico en los estudiantes de grado sexto de básica secundaria desde la identificación de modelos explicativos del concepto de elemento químico hasta su proceso de evolución conceptual, mediante un análisis de contenido. Modelos explicativos clásicos que permitió en los estudiantes construir y reconstruir el conocimiento (Tamayo, López y Orrego, 2017).

La interacción de los estudiantes de grado sexto de básica secundaria con las TIC desde la RA permitió en los estudiantes identificar elementos y conceptos propios del aprendizaje de la didáctica específica de la química. Conceptos propios de un lenguaje científico y escolar, lo que contribuyó a la construcción de artefactos multisemióticos (ilustración – esquema) para la comprensión del concepto de elemento químico en el aula multimodal.

Las aplicaciones propuestas de RA se consideran una estrategia educativa que contribuyen de manera significativa en el aprendizaje de la didáctica específica de la química en estudiantes de grado sexto de básica secundaria. Permitted en los estudiantes reconocer la importancia de las TIC en el aula de clase multimodal y contribuir a los procesos de evolución conceptual.

7 RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de la unidad didáctica mediante la incorporación de las TIC desde la RA se pueden fortalecer procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias desde la didáctica específica de la química. Por tanto, el alcance a corto plazo en la caracterización de artefactos multisemióticos de la multimodalidad en el aprendizaje de conceptos químicos mediante el uso de sistemas semióticos en la construcción de textos multimodales.

Es necesario que la institución educativa incluya en sus planes curriculares el reconocimiento del aula multimodal con el objeto de caracterizar artefactos multisemióticos que permitan establecer relaciones semióticas entre los conceptos aprendidos. Así mismo, la incorporación de las TIC desde la RA para fortalecer los procesos de aprendizaje de las ciencias, lo que permite en la didáctica específica de la química reconocer el nivel macroscópico, submicroscópico y simbólico de los conceptos.

Reconocer el aula multimodal como es escenario en la construcción del conocimiento y aprendizaje en profundidad en la didáctica específica de las ciencias. Fortalecer escenarios que permiten la construcción de múltiples artefactos multisemióticos: esquemas, figuras geométricas, fórmulas, gráficos estadísticos, iconos, ilustraciones, mapas, red composicional y tablas para determinar relaciones semióticas e intersemióticas desde la teoría de la comunicabilidad, principio de acreditabilidad y supuestos generales y centrales en el aprendizaje de las ciencias. Construcción que se puede realizar desde la construcción y reconstrucción del conocimiento a través de los textos multimodales y relaciones semióticas e intersemióticas.

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alzate, M. (2005). Elemento, sustancia simple y átomo: tres conceptos problemáticos en la enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos Químicos. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 179-193.
- Aragón, M., Oliva, J. y Navarrete, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con las analogías. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 9-30.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.
- Bateman, J. (2008). *Multimodality and genre: A foundation for the systematic analysis of multimodal documents*. Springer.
- Cárcamo, B. (2018). El análisis del discurso multimodal: una comparación de propuestas metodológicas. *Forma y Función*, 31(2), 145-174. DOI: 10.15446/fyf.v31n2.74660.
- Cárdenas, I. (2018). *Situaciones experimentales de composición y descomposición del agua: una forma para estudiar el elemento químico*. (Tesis de maestría). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C.
- Córdova, A., Velásquez, M., y Arenas, L. (2016). El rol de la argumentación en el pensamiento crítico y la escritura epistémica en Biología e Historia: aproximación a partir de las representaciones sociales de los docentes. *Alpha*, 43, 39-55.
- Cupitra, G., y Duque, E. (2018). Profesores aumentados en el contexto de la realidad aumentada: una reflexión sobre su uso pedagógico. *El ágora U.S.B*, 18(1), 244.254. DOI: 10.21500/16578031.3178.
- Duschl, R. & Jonathan Osborne, J. (2002) Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72, DOI: 10.1080/03057260208560187.
- Franco-Mariscal, A. J., & Oliva-Martinez, J. M. (2012). Dificultades De Comprensión De Nociones Relativas A La Clasificación Periódica De Los Elementos Químicos: La

Opinión De Profesores E Investigadores En Educación Química. *Revista científica*, 2(16), 53-71.

Gladic, J. (2012). *Niveles de comprensión y su relación con la predominancia de sistemas semióticos en textos del área de la lingüística: una aproximación al fenómeno multimodal desde el discurso académico universitario*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Chile.

Gladic, J. y Cautín, V. (2016). Una mirada a los modelos multimodales de comprensión y aprendizaje a partir del texto. *Literatura y lingüística*, (34), 357-380. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-58112016000200017>

Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México D.F., México: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la Química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Society*, 92(4/6), 115-136.

Jewitt, C. (2013). Multimodal methods for researching digital technologies. En Price, S., Jewitt, C., y Brown, B., *The SAGE handbook of digital technology research*, 250-265.

Kress, G. R., Franks, A., Jewitt, C., & Bourne, J. (2005). *English in urban classrooms: A multimodal perspective on teaching and learning*. Psychology Press.

Kun-Hung, C., & Ching-Chung, T. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *J Sci Educ Technol* (22), 449-462. DOI: 10.1007/s10956-012-9405-9.

Linares, R. (2005). Elemento, átomo y sustancia simple. Diferentes lecturas de la tabla periódica. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra*, 1-7.

Lombardi, G. y Caballero, C. (2012). El discurso multimodal de la Química y el aprendizaje significativo de proposiciones. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17 (3), 721-734.

López, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación. *Revista de Educación*, XXI, 4, 167-179.

- López, C., Hormechea, K., González, L., y Camelo, Y. (2019). *Uso de la realidad aumentada como estrategia de aprendizaje para la enseñanza de las Ciencias Naturales*. (Tesis de posgrado). Universidad Cooperativa de Colombia, Bogotá, Colombia.
- López, D. y Furió, C. (2013). Diseño de una secuencia de enseñanza para introducir el concepto de elemento químico en la educación secundaria. *En IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*. Congreso llevado a cabo en Girona, España.
- López, D. (2020). Diseño e implementación de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de elemento químico. *Praxis & Saber, 11(27)*, 1-20. e11116.
<https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11116>
- Manghi, D. (2012). La perspectiva multimodal sobre la comunicación. Desafíos y aportes para la enseñanza en el aula. *Revista Electrónica Diálogos Educativos, 11 (22)*, 1-15.
- Márquez, C., Izquierdo, M., & Espinet, M. (2006). Multimodal science teachers' discourse in modeling the water cycle. *Science Education, 90(2)*, 202-226.
- Merino, C., Pino, S., Meyer, E., Garrido, J., y Gallardo, F. (2015). Realidad aumentada para el diseño de frecuencias de enseñanza-aprendizaje en Química. *Educación Química, 26(2)*, 94-99.
- Monsalve, E. (2014). Argumentación y Construcción del conocimiento en la escritura multimodal. En *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*. Congreso llevado a cabo en Buenos Aires, Argentina.
- Ocampo, L. (2018). *Interacción de los recursos semióticos y los procesos argumentativos realizados por los estudiantes en el aula de ciencias*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Manizales.
- OMS (2020). Organización Mundial de la Salud. Recuperado de <https://www.who.int/es/>
- Parodi, G (2010). Multisemiosis y lingüística de corpus: artefactos (multi)semióticos en los textos de seis disciplinas en el corpus pucv-2010. *RLA. Revista de lingüística teórica y aplicada, 48(2)*, 33-70. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48832010000200003>

- Parodi, G. (2011). La teoría de la comunicabilidad: notas para una concepción integral de la comprensión de textos escritos. *Revista Signos*, 44(76), 145-167.
- Parodi, G. (2014). *Comprensión de textos escritos: La teoría de la Comunicabilidad*. Buenos Aires, Argentina: Eudeba: Universidad de Buenos Aires.
- Parodi, G. y Boudon, E. (2014). Artefactos multisemióticos y discurso académico de la Economía: Construcción de conocimientos en el género Manual. *Revista Signos. Estudios de Lingüística*, 47(85), 164-195.
- Parodi, G. y Julio, C. (2017). No solo existen palabras en los textos escritos: algunas teorías y modelos de comprensión de textos multimodales o multisemióticos. *Investigaciones Sobre Lectura*, 8, 27-48.
- Resolución 8430. Ministerio de Salud. Bogotá, D.C., Colombia, 04 de octubre de 1993.
- Sosa, P. y Méndez, N. (2011). El problema del lenguaje en la enseñanza de los conceptos: compuesto, elemento y mezcla. *Educació Química EduQ*, 8, 44-51. DOI: 10.2436/20.2003.02.61
- Tamayo, O., Vasco, C., Suárez de la Torre, M., Quiceno, C., García, L. y Giraldo, A. (2010). *La clase multimodal. Formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación*. Manizales: Universidad Autónoma de Manizales.
- Tamayo, O., López, A. y Orrego, M. (5 – 8 de septiembre de 2017). *Modelización multidimensional en la didáctica de las ciencias. Una aplicación en la enseñanza y aprendizaje de la inmunología*. [Discurso principal]. X Congreso Internacional sobre investigación en didácticas de las ciencias. Sevilla.
- Villada, C., y Ruiz, F. (2018). La argumentación multimodal en la enseñanza de las Ciencias, un aporte a la formación inicial de docentes. En *Octavo Congreso Internacional de formación de profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables*, Bogotá, Colombia.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento Informado

A continuación se adapta el formato de consentimiento informado de la Universidad Autónoma de Manizales para la participación en investigaciones.

	CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES
---	--

Yo _____, acudiente del estudiante:
_____ y de ____ años de edad, acepto de manera voluntaria que él (ella) se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: *MULTIMODALIDAD: ARTEFACTOS MULTISEMIÓTICOS Y SUS RELACIONES CON EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ELEMENTO QUÍMICOS DESDE LA REALIDAD AUMENTADA*, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

- La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.
- El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.

- Si en los resultados de la participación del alumno se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

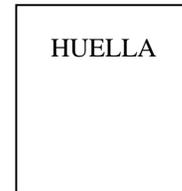
Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del participante: _____

Firma: _____

Número de cédula: _____

Huella índice derecho:



Nombre y firma de quien proporcionó la información para fines de consentimiento.

TESTIGOS

Nombre: (del investigador o investigadores) _____

Fecha: _____

Anexo 2. Instrumento de recolección de información

Nombre: _____ Fecha: _____

Estimado estudiante:

A continuación encontrará un instrumento de lápiz y papel que tiene por objeto identificar las ideas previas de los estudiantes en el proceso de aprendizaje en el área de la química. Las preguntas estarán orientadas al concepto de elemento químico, formas de representación y propuestas de aprendizaje. Así mismo, identificar las dificultades en el aprendizaje del concepto. Cada una de las respuestas son importantes, por tanto, contestar todas las preguntas propuestas.

1. Juan, un estudiante de grado sexto de básica secundaria necesita realizar una presentación sobre modelos atómicos. Para lo cual no cuenta con ningún acceso a libros, internet u otro tipo de material que le permita consultar la información. El profesor le sugiere que realice la presentación con base en sus conocimientos, para lo cual él está de acuerdo.

El profesor le pide a Juan que realice una presentación en la cual se pueda evidenciar **cuál considera es el concepto de átomo**. Así mismo, **mediante un dibujo o diagrama cómo representaría un átomo y cuáles serían sus partes** y finalmente, **cómo representaría a través de un dibujo o diagrama un átomo de Hidrógeno y uno de Oxígeno** justificando cada una de sus respuestas.

2. Nicolás, es el estudiante nuevo que llegó al salón de clase y necesita que un compañero a **través de un texto**, le explique el concepto de elemento químico. Para lo cual, cuenta con las siguientes imágenes.

The image shows a standard periodic table of elements. Each element cell contains its atomic number, symbol, name, and atomic weight. The table is color-coded by groups. At the bottom, there is a legend for the categories: Metales (Alcalinos, Alcalinotérreos, Metales de Transición / Bloque D, Lantánidos, Actínidos, Otros Metales), Metaloides, and No Metales (Otros No Metales, Halógenos, Gases Nobles).

Recuperado de <https://www.quimicaysociedad.org/tabla-periodica/>

6 12,01115
2, ±4

4830
3727
2,26

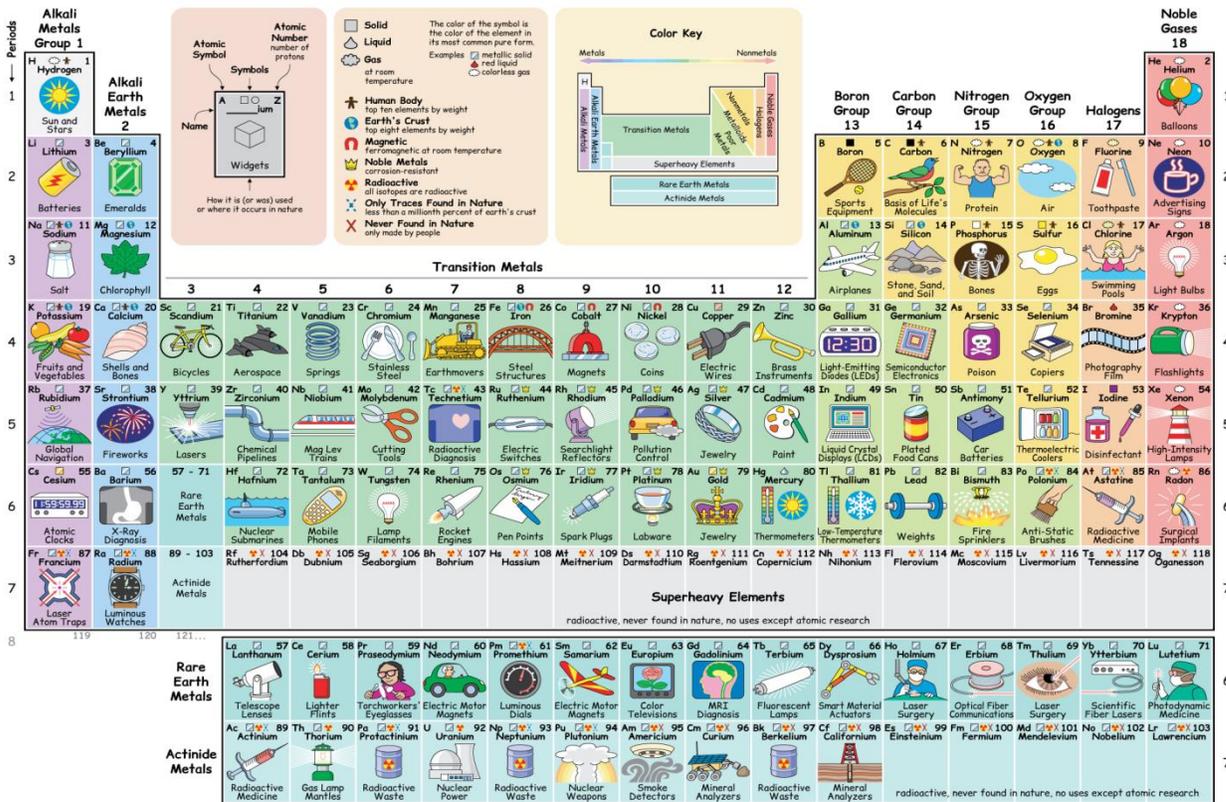
C

$1s^2 2s^2 2p^2$

Carbono

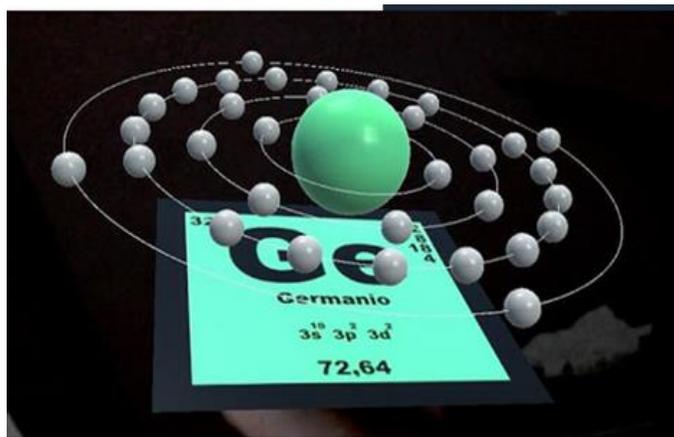
Recuperado de <https://quimica-mexico.fandom.com/>

The Periodic Table of the Elements, in Pictures



© 2005-2016 Keith Enevoldsen elements.wlonk.com Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Recuperado de <https://elements.wlonk.com/>



Recuperado de <https://www.tics4teach.com/rappchemistry>

A partir del análisis e interpretación de las imágenes, cómo le explicaría a través de un texto el concepto de elemento químico a Nicolás en el cual se pueda evidenciar **el concepto, cómo representaría a través de esquemas o dibujos un elemento químico y cuáles serían algunos ejemplos**. Si considera necesario, durante el desarrollo del texto puede utilizar las imágenes o gráficos.



Anexo 3. Unidad Didáctica

“ELEMENTO QUÍMICO DESDE LA REALIDAD AUMENTADA”

ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE ELEMENTO QUÍMICO EN EL AULA MULTIMODAL

Estimado estudiante:

La didáctica reconoce que la enseñanza y aprendizaje de las ciencias esta mediada por múltiples modos comunicativos (oral, escrito, gestual, etc.). Es necesario generar estrategias que permitan su reconocimiento en los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Se presenta una unidad didáctica sobre el *concepto de elemento químico* desde una visión histórica, epistemológica y conceptual de la importancia del concepto en la didáctica específica de la química. La propuesta involucra instrumentos iniciales de recolección de información, la realidad aumentada como una estrategia TIC en el aula de clase y el reconocimiento del aula multimodal (modos comunicativos) en el aprendizaje de la química.

Para el desarrollo de la unidad se proponen tres momentos, los cuales identifican elementos, actividades y objetivos, tal como se define a continuación:

Momento	Elementos de la Unidad Didáctica (UD)	Actividad	Objetivo
Ubicación	Artefactos multisemióticos y modelos explicativos	<p>En este momento de ubicación se busca la identificación de los artefactos multisemióticos que utilizan los estudiantes para la explicación del concepto de elemento químico, para lo cual se tendrá en cuenta el instrumento inicial de recolección de información (Anexo 1).</p> <p>Anexo 1: Instrumento de recolección de información: La intención de esta actividad es identificar los artefactos multisemióticos y modelos explicativos de los estudiantes sobre el concepto de elemento químico, formas de representación y propuestas de aprendizaje.</p>	Identificar los artefactos multisemióticos y modelos explicativos que presentan los estudiantes del concepto de elemento químico.
Desubicación	Historia y Epistemología (HyE)	Para el desarrollo de la Intervención Didáctica (ID) para la enseñanza del concepto de elemento químico desde el uso de la realidad aumentada y reconocimiento del aula multimodal se proponen las siguientes actividades.	Conocer la evolución histórica y epistemológica de conceptos necesarios para

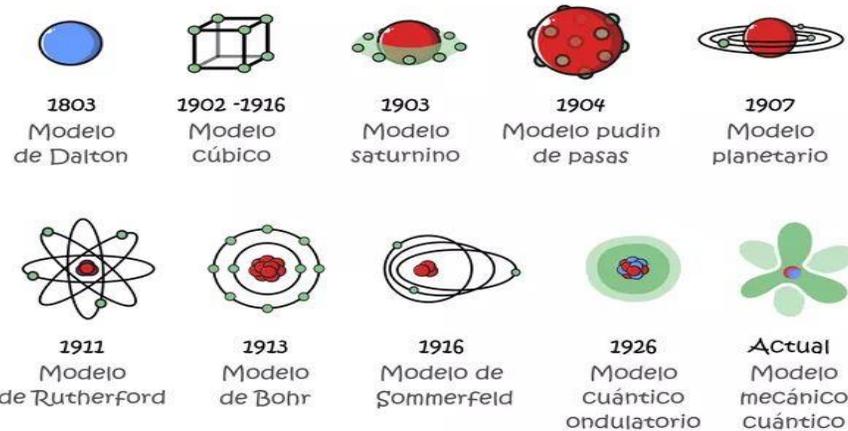
Conceptualización Tabla Periódica: Para el desarrollo de la actividad se tendrá en cuenta dos momentos: una contextualización histórica y una conceptualización teórica. Para la comprensión del contexto histórico y epistemológico se tendrá en cuenta la información disponible en <https://www.quimicaysociedad.org> la cual hace referencia al ABC de la tabla periódica. la comprensión del concepto de elemento químico.

Para comprender el concepto de los estudiantes, se sugiere la presentación de dos artefactos multimodales (imágenes), en el cual se busca realizar un acercamiento a los cuatro sistemas semióticos: verbal, gráfico, matemático y tipográfico definidos por Parodi (2010). Con esto, se busca reconocer la capacidad de los estudiantes en análisis de información química.

Conceptualización modelo atómico: Para el desarrollo de la actividad se tendrá en cuenta dos momentos: una contextualización histórica y una conceptualización teórica. Para la comprensión del contexto histórico y epistemológico se realizará la presentación de la siguiente información, recuperada de <https://molasaber.org>. Esta actividad permite en los estudiantes reconocer e interpretar información de modelos atómicos de los elementos químicos.

El átomo

A lo largo de la historia.



Recuperado de <https://molasaber.org>

Elemento
Químico (EQ)

Contextualización: López (2008) (como se cita en López y Furió, 2013), propone la implementación de actividades y temáticas basada en un modelo de aprendizaje orientado en la enseñanza del concepto de elemento químico. Con base en lo anterior, define las siguientes temáticas o momentos para la enseñanza del concepto:

Brindar a los estudiantes información conceptual y procedimental en la comprensión del

- *Introducción al problema que se quiere resolver.*

Se busca que los estudiantes planteen el interés sobre el aprendizaje del concepto desde la CTSA.

concepto de elemento químico.

- *¿Son mezclas todos los materiales? Concepto macroscópico de sustancia.*

Los estudiantes deben reconocer que todas las sustancias tienen características y propiedades físico-químicas propias, para lo cual se sugiere la elaboración de un modelo que permita dar cuenta de lo aprendido.

- *Sustancias simples y sustancias compuestas.*

Mediante un análisis cualitativo de situaciones problemáticas los estudiantes distinguen y clasifican los tipos de sustancias.

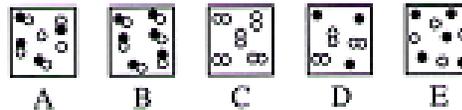
- *¿En qué se diferencia una mezcla de un compuesto en el nivel macroscópico?*

Mediante el uso de App de RA se explica la formación de compuestos y se propone un ejercicio práctico (agua y agua con sal) para la comprensión de los conceptos.

- *Explicando la diversidad de materiales: la idea de elemento químico como concepto estructurante del modelo atómico.*

Con base en la propuesta de López (2008) (como se cita en López y Furió, 2013), mediante el uso de las siguientes imágenes que

representan gases y los diferentes átomos de sus partículas. Los estudiantes deben señalar qué tipo de material (mezcla de sustancias, sustancia compuesta o sustancia simple) hay en cada uno de los gases. Resultado de la actividad los estudiantes deben elaborar un modelo submicroscópico para distinguir entre mezclas, sustancias simples y sustancias compuestas. Esto permite explicar los modelos atómicos de la materia (mezclas y sustancias) e introducir a los estudiantes al concepto de elemento químico para explicar su composición y diversidad. (p.2000).



- *Diferencia y relación entre sustancia simple y elemento químico.*

Los estudiantes reconocen e identifican que los elementos químicos se encuentran disponibles en la vida cotidiana. Para fortalecer la actividad se tendrá en cuenta la información disponible en

<https://elements.wlonk.com>

- *Un universo formado por pocos elementos.*

Se sugiere la pregunta ¿qué información debo saber del concepto de elemento químico? Donde los estudiantes reconocen e

identifican los siguientes conceptos básicos de los elementos químicos: nombre, átomo, símbolo, masa y configuración electrónica (opcional).

De otro lado, se propone la siguiente actividad con base en López (2008) (como se cita en López y Furió, 2013). El hierro está presente en la hemoglobina de la sangre, ¿es el mismo que se encuentra en un clavo? Se busca poner en cuestión la idea “el elemento es la sustancia simple” y mostrar que un elemento puede formar varias sustancias simples y compuestas. (p.2000).

Finalmente, ¿cómo puedo presentar el concepto de elemento químico? Se propone el reconocimiento de artefactos multisemióticos para la representación y explicación de conceptos. Sistemas semióticos: verbal, gráfico, matemático y tipográfico (Parodi, 2010).

Realidad
Aumentada
(RA)

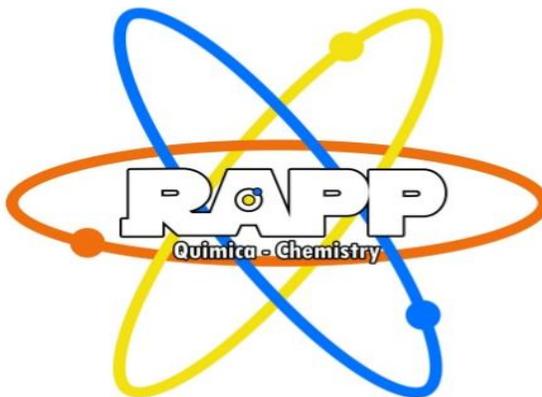
Contextualización: Para la comprensión del concepto se propone el uso aplicaciones de RA. Para la presente UD, se tendrán en cuenta las siguientes aplicaciones:

RAppChemistry: AR: es una aplicación desarrollada para la plataforma Android en realidad aumentada que permite aprender la estructura

Reconocer la RA como una estrategia metodológica y didáctica en la enseñanza y

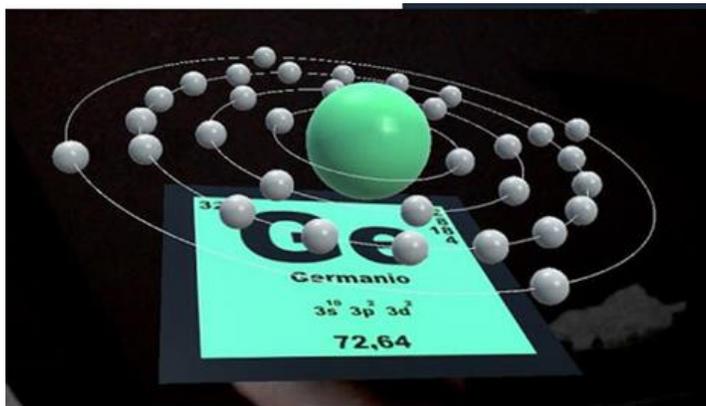
atómica de todos los elementos químicos de la tabla periódica en 3D. Para eso es necesaria la identificación de los objetivos (marcadores) del elemento para ver su estructura atómica. Con base en lo anterior, se propone el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Presentación de requisitos técnicos y tecnológicos de la App RAppChemistry: AR. Es una aplicación desarrollada por RappChemistry, con una versión vigente 1.9.4 con corte abril 2020, con un tamaño de 33M la cual requiere para su instalación un sistema Android 4.1. o versiones posteriores. Descarga que se puede realizar a través de Play Store.



Aplicación realidad aumentada RAppChemistry: AR. Recuperada de:
<https://play.google.com>

2. Instalación de la App en los diferentes dispositivos (celulares y/o tabletas).
3. Presentación del vídeo del uso de la App disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=CinGY0sKSCQ&feature=youtu.be> o https://play.google.com/store/apps/details?id=com.RApp.Chemistry&hl=es_419
4. Entrega de marcadores digitales para visualización 3D de los elementos químicos. Disponibles en https://drive.google.com/file/d/12OnF7rYSqtP3RuIKSy_zCLZajAnM191c/view



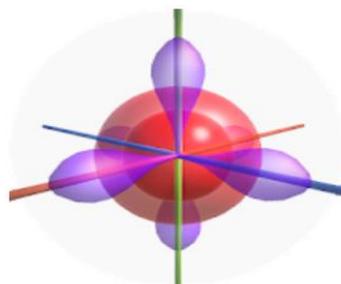
Recuperada de: <https://www.tics4teach.com/rappchemistry>

5. Para la comprensión del concepto se tendrá en cuenta los siguientes compuestos:

- H_2O
- NaCl
- FeO

Los Orbitales Virtuales 3D: es una aplicación que permite aprender los orbitales 3D de los elementos químicos. Con base en lo anterior, se propone el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Presentación de requisitos técnicos y tecnológicos de la App Virtual Orbitals – 3D. Es una aplicación desarrollada por Enteriosoft con una versión vigente 1.7 con corte enero de 2018, con un tamaño de 27M la cual requiere para su instalación un sistema Android 4.1. o versiones posteriores. Descarga que se puede realizar a través de Play Store.



Aplicación realidad aumentada Virtual Orbitals – 3D. Recuperada de:

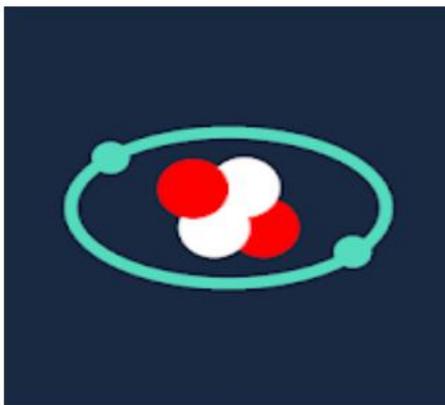
<https://play.google.com>

2. Instalación de la App en los diferentes dispositivos (celulares y/o tabletas).
3. Presentación y uso de la aplicación.

Atom Visualizer for ARCore: es una aplicación que permite visualizar los modelos atómicos de los elementos según el modelo atómico de Bohr y modelo atómico mecánico – cuántico. Con base en lo anterior, se propone el desarrollo de las siguientes actividades:

1. Presentación de requisitos técnicos y tecnológicos de la App Atom Visualizer for ARCore. Es una aplicación desarrollada por Signal Garden Research con una versión vigente 2.0.9 con corte diciembre de 2019, con un tamaño de 18M la cual requiere para su instalación un sistema Android

7.0. o versiones posteriores. Descarga que se puede realizar a través de Play Store.



Aplicación realidad aumentada Atom Visualizer for ARCore. Recuperada de:

<https://play.google.com>

2. Instalación de la App en los diferentes dispositivos (celulares y/o tabletas).
3. Presentación y uso de la aplicación.

Con esta actividad se pretende que los estudiantes identifiquen los conceptos básicos de los elementos químicos, como nombre, átomo, símbolo químico, masa y distribución electrónica. Así mismo, como se forman compuestos. De otro lado, realizar un acercamiento a los cuatro sistemas

semióticos: verbal, gráfico, matemático y tipográfico definidos por Parodi (2010) para el análisis de información química.

A	CTS/	En palabras de López (2008) (como se cita en López y Furió, 2013), se busca que los estudiantes planteen el interés e importancia del estudio de los materiales que los rodean y las relaciones que se pueden establecer desde la CTSA. Para lo cual, el autor propone plantearse la búsqueda de la explicación de la diversidad de los materiales y cómo se transforman para cubrir necesidades sociales y personales desde una dimensión axiológica del aprendizaje. Por lo tanto, los estudiantes deben plantearse cuál es el interés de aprendizaje y qué intereses pueden tener estas propuestas de estudio desde lo científico y lo tecnológico. Espacio grupal de reflexión y análisis con ayuda del docente.	Brindar a los estudiantes espacios de reflexión y análisis de información de los avances científicos y tecnológicos en la comprensión de conceptos químicos.
---	------	--	--

ue	Reenfoq	Evolución Conceptual (EC)	En este momento se hace entrega del instrumento inicial de recolección de información (Anexo 1: Instrumento de recolección de información). La recolección de información surgirá de los artefactos multisemióticos propuestos por los estudiantes, los cuales permiten determinar el aprendizaje y evolución conceptual de elemento químico.	Reconocer el aula multimodal en el aprendizaje de la química a
----	---------	---------------------------	---	--

través de los
recursos
multisemióticos.

Fuente: Elaboración propia.