

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

**Diseño de un objeto de
aprendizaje de cálculos
estequiométricos en I.E
Buenavista, la Dorada, Caldas.**

**Desing of a learning object for
stoichiometric calculations in
Buenavista E.I La Dorada, Caldas.**

Leidy Bibiana Suaza Cardona

Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y
Naturales
Manizales, Colombia

2022



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Diseño de un objeto de aprendizaje de cálculos estequiométricos en I.E Buenavista, la Dorada, Caldas.

Lic. Biología y Química:

Leidy Bibiana Suaza Cardona

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

MSc Jairo de Jesús Agudelo Calle

Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y
Naturales
Manizales, Colombia

2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi padre, por enseñarme todos los días el valor de la vida. A mis hermanos Alejandro, Vanessa, Juan Pablo, Felipe y a mi sobrino Jacobo por ser mi más grande inspiración y la más valiosa enseñanza de amor.

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Nombre

Fecha DD/MM/AAAA

Fecha

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, a mi director de tesis, Jairo de Jesús Agudelo Calle Y A Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez por su paciencia y acompañamiento en todo el proceso de realización de este trabajo. A mis hermanos, a Santiago Palacio Bedoya por ser incondicional y su constantemente motivación para alcanzar esta meta.

RESUMEN

En el trabajo final de maestría en enseñanza de las ciencias exactas y naturales de la Universidad Nacional sede Manizales se diseñó un Objeto de Aprendizaje (OA) como estrategia didáctica de apoyo a los estudiantes de grado decimo en la adecuada apropiación del manejo de la estequiometría. La metodología empleada fue cualitativa con un alcance interpretativa – descriptiva. Se aplicó un pretest que revisaba los saberes previos que fueron clave para el diseño del OA y por último una encuesta de percepción. Se concluye que fue posible crear y aplicar el OA. Además, cuando se preguntó a los estudiantes sobre la percepción en torno al OA, los jóvenes valoraron positivamente la herramienta.

Palabras clave: Estequiometria, estrategia didáctica, OA, enseñanza, cualitativa.

ABSTRACT

In the master's final project in teaching exact and natural sciences at the Universidad Nacional Manizales, a Learning Object (LO) was proposed as a didactic strategy to support tenth grade students in the proper appropriation of stoichiometry management. The methodology used was qualitative of interpretive - descriptive design. A pretest was applied that reviewed the previous knowledge that was key to the design of the LO and finally a perception survey. It is concluded that it was possible to create and apply the OA. In addition, when students were asked about their perception of OA, the young people positively valued the tool.

Keywords: Stoichiometry, didactic strategy, OA, teaching, qualitative.

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
1. Planteamiento de la propuesta	16
1.1 Descripción del problema	16
1.1.1 Pregunta problema	19
1.2 Objetivos	20
1.3 Justificación	21
2. Marco teórico	23
2.1 Antecedentes	23
2.1.1 Historia del concepto estequiometria	33
2.1.2 La educación, una propuesta de cambio.....	37
2.1.3 Las TIC	41
2.1.4 OA (objeto de aprendizaje).....	44
3. Metodología	49
3.1 Enfoque del estudio	49
3.2 Tipo de estudio	49
3.3 Población y muestra	51
3.4 Recolección de la información	51
3.5 Las técnicas y los instrumentos	51
4. ANALISIS DE RESULTADOS	53
4.1 Recolección de la información.....	53
4.2 Encuesta de percepción OA en escala de Likert.....	65
5. Conclusiones y recomendaciones	80
5.1 Conclusiones.....	80
5.2 Recomendaciones.....	81

REFERENCIAS	82
ANEXOS	89
Anexo A. CONSENTIMIENTO INFORMADO	89
Anexo B. PETICIÓN.....	90
Anexo C. PRUEBA DE SABERES PREVIOS “PRETEST”	91
Anexo D. ENCUESTA DE PERCEPCIÓN	98
Anexo E. ESTRUCTURA DEL OA	100
Anexo F. EVALUACIÓN FINAL DEL OA.....	127

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Educación antes y ahora	40
Figura 2. OA.	46
Figura 3. Diseño metodológico	52
Figura 4. Masa atómica	104
Figura 5. Masa molecular.....	106
Figura 6. Mol	108
Figura 7. Relación masa, mol y número de Avogadro.	110
Figura 8. Ley de la conservación de la materia.....	114
Figura 9. Tipos de cálculos estequiométricos	118
Figura 10. Cálculos en masa- masa	119
Figura 11. Cálculos en moles.....	121
Figura 12. Cálculos masa- mol, mol- masa.	123

Lista de Imágenes

Pág.

Imagen 1. Jeremías Benjamín Richter.....	34
Imagen 2. Las TIC.....	43
Imagen 3. Estequiometria.....	91
Imagen 4. Ley de la conservación de la materia.....	92
Imagen 5. Formula química.....	93
Imagen 6. Formula química.....	93
Imagen 7. Formula química.....	94
Imagen 8. Ley de la conservación de la materia.....	95
Imagen 9. Formula química.....	96
Imagen 10. Video introductorio sobre la estequiometria en el OA.....	100
Imagen 11. Estequiometria de composición.....	100
Imagen 12. Estequiometria de reacción.....	101
Imagen 13. Video objetivo del OA.....	101
Imagen 14. Fórmula química.....	102
Imagen 15. Actividad “fórmula química” desarrollada en educaplay.....	103
Imagen 16. Actividad “masa atómica” desarrollada en educaplay.....	105
Imagen 17. Actividad “masa molecular” desarrollada en educaplay.....	107
Imagen 18. Actividad “mol” desarrollada en educaplay.....	109
Imagen 19. Actividad “mol” desarrollada en educaplay.....	113
Imagen 20. Actividad “balanceo de ecuaciones” desarrollada en educaplay.....	117
Imagen 21. Actividad “balanceo de ecuaciones” desarrollada en educaplay.....	117
Imagen 22. Actividad “cálculos estequiométricos” desarrollada en educaplay.....	118
Imagen 23. Actividad “evaluación final” desarrollada en educaplay.....	127
Imagen 24. Interacción de los alumnos con el OA.....	127

Lista de Gráficas

Pág.

Gráfica 1. Pregunta 1 pretest.....	53
Gráfica 2. Pregunta 2 pretest	54
Gráfica 3. Pregunta 3 pretest	55
Gráfica 4. Pregunta 4 pretest	556
Gráfica 5. Pregunta 5 pretest	58
Gráfica 6. Pregunta 6 pretest	59
Gráfica 7. Pregunta 7 pretest	60
Gráfica 8. Pregunta 8 pretest	61
Gráfica 9. Pregunta 9 pretest	63
Gráfica 10. Pregunta 10 pretest	64
Gráfica 11. Encuesta de percepción.....	667
Gráfica 12. <i>Pregunta 1</i> , encuesta de percepción.....	68
Gráfica 13. <i>Pregunta 2</i> , encuesta de percepción.....	69
Gráfica 14. <i>Pregunta 3</i> , encuesta de percepción.....	70
Gráfica 15. <i>Pregunta 4</i> , encuesta de percepción.....	71
Gráfica 16. <i>Pregunta 5</i> , encuesta de percepción.....	72
Gráfica 17. <i>Pregunta 6</i> , encuesta de percepción.....	73
Gráfica 18. <i>Pregunta 7</i> , encuesta de percepción	74
Gráfica 19. <i>Pregunta 8</i> , encuesta de percepción.....	75
Gráfica 20. <i>Pregunta 9</i> , encuesta de percepción.....	76
Gráfica 21. <i>Pregunta 10</i> , encuesta de percepción.....	77

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Resumen de la historia de la estequiometría	36
Tabla 2. Encuesta de percepción	66

Introducción

La estequiometría es una rama de la química que desarrolla actitudes investigativas e interpretativas en los estudiantes, por lo tanto, es importante que en las instituciones educativas se fortalezcan los procesos de enseñanza con diversas herramientas didácticas que apoyen este proceso formativo, y de esta manera mejorar la interpretación de cómo se producen medicinas, alimentos, aleaciones y un sinnúmero de procesos fisicoquímicos que ocurren en el entorno. Por eso, mejorar su aprendizaje es deber de maestros y de los mismos centros de educación. En este orden, su objetivo es diseñar e implementar un Objeto de Aprendizaje (OA) que sirva como estrategia didáctica, que apoye a los estudiantes de grado décimo en la adecuada apropiación del manejo de la estequiometría. La hipótesis que guía el ejercicio es “si los OA son herramientas que contribuyen a fortalecer diversos aprendizajes”, Uno de ellos es la estequiometría,

Primero, el trabajo final de maestría surge a raíz del bajo nivel que se detectó en una institución educativa del sector rural. Allí, después de implementar mesas de estudio grupales se evidenció la importancia de los cálculos estequiométricos, en donde los mismos alumnos se cuestionaron por los vacíos, dificultades y problemas para aprender sobre el tema mencionado. Y segundo, el ejercicio académico y pedagógico se muestra como una oportunidad para aprovechar la tecnología y superar brechas.

En total el documento está conformado por 5 capítulos. El primero es la descripción del problema que planea abordarse según la caracterización del tema. También este apartado habla de los objetivos, uno general, tres específicos y de la justificación de la tesis de acuerdo con tres palabras clave: importancia, pertinencia y utilidad. El segundo con el marco de teórico. Los elementos desarrollados en la sección son los antecedentes a nivel nacional e internacional, y una serie de definiciones sobre las principales categorías: OA, educación, estequiometría y Tecnologías de la Información y

Comunicación (TIC). El tercero habla de la metodología empleada mencionando el enfoque que es cualitativo de diseño interpretativo - descriptivo, se diseñó y aplicó un pretest que sirvió como insumo para la construcción del OA y su posterior aplicación, por último, se realizó una encuesta de percepción para analizar la aceptación del OA en los estudiantes de grado décimo.

El cuarto destaca los resultados y los respectivos análisis, la aceptación de los estudiantes con la estrategia utilizada para el aprendizaje de la estequiometría, la estructuración del OA según la teoría y reconociendo la percepción de los jóvenes en torno al tema. Por lo tanto, se cumplen los objetivos del proyecto. Al final están las conclusiones, la más importante es donde se evidencia que fue posible diseñar e implementar un Objeto de Aprendizaje (OA) que sirviera como estrategia didáctica de apoyo a los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Buenavista en la adecuada apropiación de la estequiometría.

1. Planteamiento de la propuesta

1.1 Descripción del problema

No sé si estoy equivocado, pero parece que se pueden obtener más verdades importantes para la humanidad desde la química que desde cualquier otra ciencia.

Samuel Hahnemann

En Colombia, la enseñanza de la Estequiometría está ligada a la enseñanza de la Química. Dice Mojica (2013) que es en los grados décimo y undécimo donde los escolares tienen su primer contacto con la estequiometría. Puntualmente:

En los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias para estos niveles se propone el planteamiento de situaciones y problemas relacionados con la estructura de la materia y sus propiedades cuantitativas, en las cuales se apliquen conceptos, teorías y leyes concernientes a la ciencia, así como el desarrollo de actividades prácticas de laboratorio donde el educando vincule los contenidos teóricos con el propósito de generar aprendizaje significativo y apropiarse de la estequiometría (p.5).

Para mejorar el aprendizaje y alcanzar excelentes desempeños en el tema, a nivel nacional el Ministerio de educación Nacional (MEN) ha impulsado distintos proyectos. Uno de ellos es *Ciencia para transformar*. Su interés es capacitar a docentes y actualizar

laboratorios e instituciones con el fin de que niños aprendan aún más de Química y fortalezcan sus saberes, expliquen la historicidad del concepto y despejen dudas en torno a las relaciones cuantitativas de la materia (MEN, 2018).

Otros dependen del patrocinio de entidades privadas y sin ánimo de lucro. Entre ellas está la Fundación Corona, la Fundación escuelas de paz, la Fundación Julio Mario Santo Domingo, Funda Colombia (La Fundación Colombia para la Educación y la Oportunidad), FExE (Fundación Empresarios por la Educación Colombia) y Fondos Colombia – lumni. Cada una de estas instituciones ha invertido por la enseñanza de la Química y sus diferentes áreas, ha becado a docentes y ha modernizados centros de investigación.

Ahora bien, debido a la aparente complejidad de la estequiometría, los estudiantes colombianos no aprenden química. La evidencia principal está en las pruebas saber, las cuales se comenzaron a implementar en Colombia desde 1991. Según el periódico el Tiempo (2019), los últimos resultados de las evaluaciones son bastante negativos, pues, la población académica es incapaz de describir procesos químicos, explicar fenómenos y establecer relaciones cualitativas y cuantitativas; tampoco detalla con precisión qué es mol, qué es el método de balanceo, la lectura de ecuación química, los subíndices y las moléculas. Quizás los problemas parten de la construcción abstracta de las fórmulas, las dificultades cognitivas, los ambientes familiares disfuncionales y las prácticas pedagógicas que se debieron adaptar a las condiciones de salubridad del país, lo cual estaba ligado al acceso de la tecnología. Lo cierto es que los jóvenes colombianos no valoran la estequiometría.

Los docentes y los planteles educativos han enfrentado la problemática desde distintos escenarios. Están los que afirman que los obstáculos en el aprendizaje de la química, y en especial de la estequiometría, parten de la didáctica. En este sentido, han reestructurado sus clases y han aprovechado técnicas de estudio. También están quienes modificaron su pedagogía o quienes decidieron aprovechar la vida diaria para mostrar a los estudiantes el rol de la química en actividades tan simples como preparar un desayuno o combinar distintas sustancias. Mas, los resultados no son los esperados.

El bajo rendimiento en el área de la química es común en varias instituciones educativas de Caldas. Una de ellas es la Institución educativa Buenavista, La Dorada, Caldas. De acuerdo con los últimos informes y evaluaciones, a los alumnos de décimo se les dificulta el aprendizaje de la química y la relación de las magnitudes y las unidades. Incluso afirman que la Química no posee conexión directa con el entorno fuera de la institución: la elaboración de comestibles, el efecto de sustancias en el cuerpo, productos de consumo cotidiano, entre otros. Al mismo tiempo, ignoran cómo la química y la estequiometría pueden ayudar a mejorar sus vidas mediante la aplicación de leyes y principios, los cuáles son conectados con otras ciencias. Además, mencionan, durante charlas, que la exposición magistral del docente es aburrida y distinta a las tendencias actuales de la educación en donde priman los recursos digitales, los videos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación, las TIC por su sigla, los celulares, las tabletas y las simulaciones. Que han tomado aún más fuerza después de la crisis sanitaria mundial.

Sobre este punto, enfatiza Martínez (2015) que:

Las diversas herramientas o estrategias que se usan para la enseñanza de las ciencias naturales deben partir de la realidad de los estudiantes, de sus ritmos de aprendizaje en donde la motivación al estudiante juegue un rol importante en áreas de conocimiento como la química que podría formar a futuros investigadores, licenciados o ingenieros químicos, especialistas en ciencias naturales o individuos que aportan activamente al desarrollo de su comunidad, adicionalmente, también se estaría educando a individuos que entiendan el entorno que lo rodea y sean conscientes de las cantidades de sustancias que ellos mismos manipulan y como se transforman. Si se logra con lo anteriormente dicho, se estaría cumpliendo con unos objetivos institucionales, dado que formarían seres humanos integrales, críticos y sociales (p.5).

Lo que se propone, entonces, es la construcción de un OA (objeto de aprendizaje) para mejorar el aprendizaje de cálculos estequiométricos de acuerdo con las ideas previas de los estudiantes. En otros términos, despertar el interés por las Ciencias Naturales y conectar la teoría con la realidad por medio de la tecnología. Algunas disertaciones como

las realizadas por (González et al. 2018) hablan de que el docente “No debe ser expositivo ni unidireccional con sus conocimientos, dado que la química en esta época no está teniendo la suficiente aceptación, por el contrario, se habla de una crisis en su enseñanza” (p.4). Igual (Martínez et al. 2018) quienes insisten en que:

Los docentes desconocen o no utilizan las Tic para enriquecer los procesos de enseñanza- aprendizaje en el área de química. Aún más, ni siquiera tienen conocimiento de aquellos

programas promovidos por el Ministerio de Educación Nacional. Entre estos están los OA (objeto de aprendizaje), los cuales son una modelación ordenada de teorías y ejercicio (p.7).

Los OA cobran más relevancia en la educación y enseñanza ya que Colombia en el año 2006 desarrolló un proyecto del Banco Nacional que referenciaba los bancos de Objetos de Instituciones de Educación Superior (IES). Estos Bancos Institucionales, son una especie de nodo con el Banco Nacional donde profesores, planteles educativos y estudiantes encuentran cualquier OA en todo el país. Actualmente, dice el MEN (2019), el Banco Nacional de Objetos de Aprendizaje posee mil Objetos y el Ministerio de Educación Nacional Colombiano continúa nutriendo el proyecto suministrando el software para gestionar los Bancos y fortalecer los motores de búsqueda o la selección, evaluación y uso OA. De este modo, se plantea la siguiente pregunta de investigación.

1.1.1 Pregunta problema

- ✓ *¿Se puede considerar un Objeto de Aprendizaje como una adecuada estrategia didáctica que apoye en buena medida el aprendizaje de la estequiometría en estudiantes de grado décimo de la institución educativa Buenavista, Dorada, Caldas?*

1.2 Objetivos

General

Diseñar e implementar un Objeto de Aprendizaje (OA) que sirva como estrategia didáctica que apoye a los estudiantes de grado décimo en la adecuada apropiación del manejo de la estequiometría.

Específicos

- Identificar el nivel de conocimientos que poseen los estudiantes de grado décimo de la institución educativa Buenavista, la Dorada, Caldas, en los cálculos estequiométricos.
- Diseñar un OA que apoye a los estudiantes en un adecuado manejo de la estequiometría, usando actividades con temas de interés cotidianos.
- Implementar el OA en la institución educativa Buenavista como herramienta que sirva de apoyo a los procesos de enseñanza y de aprendizaje de la estequiometría.

1.3 Justificación

Desde el punto de vista práctico los escolares que cursan los últimos grados de educación media no reconocen la utilidad de la estequiometría, no les interesa aprovechar las posibilidades que ofrece, tampoco su vínculo con otras áreas como, la física, y mucho menos entender cómo se desarrolla el mundo moderno, un mundo donde abundan los procesos fisicoquímicos, las reacciones y los cambios de la materia (Raviolo y Lerzo, 2016). A esta deficiencia Henao (2018) llama la falta de duda y curiosidad por penetrar, o por lo menos entender, el misterio de la vida de y la realidad.

Por suerte, para superar estos y otros problemas educativos existen una gran cantidad de recursos al alcance de maestros e instituciones. Por mencionar están las unidades didácticas, las guías, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, abreviadas a TIC y los OA, objetos de aprendizaje. Estos últimos, se emplearán para mejorar el aprendizaje de la estequiometría en el trabajo.

Tres son las razones que justifican el trabajo final de maestría: importancia, utilidad y pertinencia. La primera tiene que ver con solucionar un problema constante en la Institución Educativa Buenavista: la falta de interés por la química y la estequiometría. El medio principal sería la tecnología, un conjunto de herramientas que entre otras cosas contribuye a mejorar el rendimiento escolar y los resultados en las pruebas de estado. Visto desde otro punto, la investigación es valiosa porque formula alternativas de solución en un contexto educativo que requiere de creatividad y presencia del Estado.

La segunda está relacionada con la utilidad. En ese orden, el trabajo final de maestría pretende lograr que el estudiante se interese más en el aprendizaje de la estequiometría, que, como se sabe, analiza el vínculo cuantitativo entre los reactivos y los posibles productos durante una reacción química. Igualmente, trabaja de acuerdo con las nuevas tendencias de la educación, las cuales se fundamentan en las necesidades de la comunidad. La que parece ser más fuerte es el uso de formatos modernos y no tradicionales como el libro, sobre todo cuando la conectividad del sector donde se encuentra la institución educativa no es eficiente.

Y tercero la pertinencia. En este caso, la Institución Educativa Buenavista está en el deber de disminuir las brechas académicas entre la educación rural y la urbana, tomando en cuenta que serán evaluados externamente de la misma forma, con conocimientos en biología y química, por lo tanto, se espera que al terminar este curso los estudiantes puedan determinar la cantidad de sustancias implicadas en una reacción química. de acuerdo con las leyes ponderales de la materia como la ley de la conservación de la materia.

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes

El artículo *Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría*, de Marcano (2015) en Venezuela, busca establecer el beneficio que posee la implementación de un juego didáctico como estrategia pedagógica en el proceso educativo de la estequiometría, con relación a sus elementos teórico-prácticos y la resolución de problemas, especialmente cuando es notable el rechazo de los estudiantes hacia los conocimientos de la química. Ello, a causa de una mala formación matemática que mantiene bajo el interés por las ciencias básicas.

La investigación usa un método de campo de tipo cuasi experimental durante cuatro periodos académicos con la participación de 235 estudiantes. En las etapas, se realiza un diagnóstico a 19 docentes por medio de una encuesta donde se determinó el uso de estrategias y recursos empleados para la enseñanza de la estequiometría. Por otro lado, se aplicó un juego didáctico a los estudiantes, con un momento previo de explicación teórica y otro para la resolución de problemas químicos. Aquí se utilizó un tablero que representó un camino a seguir. A lo largo de este se incluyen casillas con interrogantes relacionados a los aspectos teóricos y prácticos; finalmente se diseña una encuesta para determinar los conocimientos adquiridos después de utilizar el juego. Los resultados evidencian, en la prueba diagnóstico, la necesidad de los docentes de involucrar recursos lúdicos y virtuales, claros y eficaces para la enseñanza de estequiometría. Se concluye que el juego trajo actitudes motivacionales y una alta participación en el proceso

educativo, pues se rompe la monotonía tradicional y se generan aprendizajes valiosos. Su aporte es mostrar que ciertas metodologías facilitan el aprendizaje de la estequiometría.

Galagovsky et al. (2015) presentan en Brasil *Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto*. En este escrito se aprecia cierta inquietud por las dificultades en el aprendizaje de la química, pues, se hace evidente que tal disciplina científica posee conceptos fundamentales que se pueden interpretar de manera abstracta. Por eso, la mayor preocupación de los autores es la simplificación que hacen los docentes de tales contenidos para que estos sean accesibles a los estudiantes. En este sentido, el objetivo del artículo es analizar la clase de química como un espacio de interacción y retroalimentación entre el docente y sus estudiantes.

La ruta es cualitativa basada en la revisión teórica. Así, desde la postura de diferentes autores se estima que muchos estudiantes realizan inferencias erradas desde la óptica científica respecto a la conceptualización ineficiente en términos estequiométricos como la macroscópica, ley de conservación de la masa y la conservación del número de elementos presentes en la ecuación química. También se muestra un rastreo teórico importante donde se evidencia que la simplificación del discurso químico no toma en cuenta la interpretación histórica del concepto de reacción química y sólo se centra en el lenguaje matemático para la resolución de ecuaciones algorítmicas. Se concluye que la importancia que tiene la reflexión teórica para entender los errores de los estudiantes en el tema de estequiometría nace de estrategias de enseñanza que asumen los contextos históricos como marcos de referencias y no un listado de fechas y nombres.

En la Universidad Internacional de La Rioja, en Madrid, figura un texto de maestría titulado *Enseñanza de la reacción química con un enfoque CTS*. Pérez (2016), la autora, realiza una propuesta de intervención con el fin de indagar las dificultades que tienen los estudiantes en la resolución de problemas tanto en cálculos químicos como cálculos estequiométricos. Por tal razón se propone una guía de aprendizaje a partir de una metodología CTS (Ciencia-Tecnología y Sociedad) después de identificar las posibles dificultades de los estudiantes.

A la par, la autora lleva a cabo una revisión teórica acerca de la metodología CTS describiendo los aspectos positivos de su implementación en la enseñanza tradicional de las ciencias y en la científica. La guía que emplea Pérez está desarrollada por una serie de actividades elaboradas para mejorar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes; los resultados demostraron un cambio de mentalidad entorno a la ciencia, un mejor rendimiento gracias a las actividades abiertas en que los estudiantes podían observar reacciones químicas y un aprendizaje significativo dado los enunciados contextualizados y justificados en los procedimientos y actividades. Entre las conclusiones, se aprecia que la propuesta de intervención planteada se centró en mejorar la enseñanza de la química, generar aprendizajes duraderos y científicos, además, cambiar la perspectiva de dicha materia.

En el documento *“Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual”* en Argentina. En el escrito, Raviolo y Lerzo (2016) pretenden utilizar analogías como una alternativa que se adapte al contexto actual de los estudiantes y al conocimiento escolar y de este modo construir un aprendizaje conceptual de la Estequiometría basado en tecnologías y objetos virtuales. La metodología utilizada fue de corte cuantitativo, con una muestra de 42 estudiantes en primer semestre de áreas como biología, física y Química. A estos se aplicó un cuestionario dividido en cuatro partes: 1) evaluando problemas en moles; 2) reconocimiento de un cambio químico; 3) identificación de la ecuación química correspondiente a una reacción, y 4) una opinión crítica.

Entre los resultados se evidencia que la analogía del sándwich fue efectiva dada su versatilidad y familiaridad, pues, se pudo incrementar los niveles de dificultad y se creó un buen abordaje de las ecuaciones Químicas y el empleo de la tecnología. Entre las conclusiones, los autores consideran que sólo con análogas no es posible generar una alta comprensión de la Estequiometría, por tanto, se debe abordar el tema en relación o integrado a otros recursos como experimentos o simulaciones.

No obstante, en ocasiones, afirman Raviolo y Lerzo (2016), que los jóvenes presentan ciertas dificultades que impiden un correcto aprendizaje de la estequiometría. Algunas

son:

. Confusión entre diferentes cantidades químicas (mol, concentración de una solución, masa, volumen) durante la resolución de problemas específicos

- No logran entender las fórmulas químicas desde el punto de vista de las partículas y el significado de los subíndices. Tampoco, los coeficientes estequiométricos,

-La utilidad de una ecuación química

-La importancia de la tabla periódica

- Olvidan la noción de la masa y los átomos en una reacción química

- “Sostienen que el reactivo limitante es la sustancia que tiene el menor coeficiente estequiométrico en la ecuación química balanceada” (Raviolo y Lerzo, 2016, p.12).

- comprenden de forma incompleta el concepto de ecuación química y su conexión con la situación empírica. Por eso, presentan gran dificultad para determinar el estado final por medio de la ecuación química

- Sostienen que un cambio químico es menester que los reactivos se encuentren en la situación inicial en una proporción particular. Esto, implica un error de distribución de la ecuación química con respecto a el estado inicial del sistema.

La tesis de maestría *Enseñanza de las reacciones químicas a través de metodologías activas para 3° de E.S.O en el contexto de la vida cotidiana*, de Díaz (2018), en la Universidad Pública de Navarra, atrae a los estudiantes implementando metodologías activas, las cuales ayudan a que los educandos tengan mayor interés, motivación y rendimiento en la física y química dentro del aula se apropien de la tecnología. Bajo este objetivo, se considera una metodología modelo constructivista, fundamentada en el aprendizaje significativo y con población de 25 – 30 estudiantes que estaban cursando 3° en la materia de Física y química de un centro escolar de la Comunidad Foral de Navarra.

El instrumento para la recolección de información y evaluación es una prueba escrita individual, un cuaderno de trabajo y un informe científico.

Entre los resultados se aprecia que las actividades establecidas cumplen con las expectativas para ser incorporadas en el salón de clase, puesto que se evidencia un aprendizaje significativo a su vez de la transposición didáctica, además las herramientas empleadas aumentaron el interés del alumnado. Se concluye que la estequiometría es sencilla si el docente aprovecha la tecnología y los OA.

De la Universidad Nacional Autónoma de México, la ingeniera Robles (2018) presenta *Fundamentos de conceptos básicos de estequiometría para ciencias de la tierra*, una disquisición que intenta aprovechar los OA para transmitir los conceptos de química de un modo más atractivo en relación con las ciencias de la tierra y la asignatura de estequiometría. La metodología fue de tipo experimental y se recopiló la información bibliográfica pertinente, se elaboraron ejercicios de retroalimentación y se diseñó material didáctico en formato virtual para la facultad de ingeniería.

En los resultados, se comprueba el impacto de un material didáctico acorde para las carreras relacionadas con ciencias de la tierra, pues, la autora da cuenta de una información específica que relaciona casos teórico-prácticos que causaron mayor motivación en los estudiantes. Entre las conclusiones, se precisa que el tema de fundamentos básicos de estequiometría se establece de menor a mayor, o sea de micros a macros, en todas las asignaturas de ciencias de la tierra, al ser una medición cuantitativa de reacciones químicas.

Unidad didáctica para fortalecer la competencia de indagación en la resolución de problemas estequiométricos en el grado 10 de la I.E. Evaristo García, a través del aprendizaje basado en problemas, de Delgado (2017), Cali, tiene por objetivo general el diseño e implementación de una unidad didáctica partiendo del ABP y así fortalecer la competencia de búsqueda de información y solución de problemas estequiométricos. En este sentido, se plantea una metodología con enfoque cualitativo de tipo descriptivo, utilizando el estudio de casos, con una muestra de 35 estudiantes de grado décimo. La

información se recolecta a través de un cuestionario, diarios de campo y entrevista, estos relacionados directamente con los objetivos específicos de investigación.

En resultados se precisan los obstáculos de los estudiantes en cuanto a la propiedad de modelos y conceptos matemáticos, a su vez una desmotivación para el aprendizaje de la Química al implementar la unidad didáctica partiendo del tema de la acidez estomacal; en el proceso fue clave los conceptos propios de la estequiometría. Para concluir, Delgado (2017) considera que el ABP fue un método pedagógico enfocado en el desarrollo de competencias del estudiante en cuanto corresponde al método científico y la competencia de indagación. Los OA desempeñaron un rol importante en la apropiación del conocimiento.

En la Universidad Industrial de Santander reposa *Aula virtual interactiva para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de estequiometría a través de las tecnologías de la información y la comunicación*. En el texto, Abad (2017), ofrece la implementación de un modelo Blended learning en los procesos educativos que se desarrollan en la Universidad de Santander por medio de un aula virtual interactiva con base a un Moodle. El propósito principal es combinar la enseñanza presencial con las virtudes del e-learning, beneficiar las capacidades y reducir las deficiencias en ambas instrucciones.

La metodología es mixta, participaron 27 estudiantes y se utilizaron cuestionarios y pruebas diagnóstica de saberes previos como instrumentos de recolección de información. Seguidamente se incorporó una encuesta para identificar los estilos de aprendizaje y la autopercepción educativa, de ahí se diseñó e implementó el material pedagógico y didáctico para orientar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los resultados demuestran la falta de una estrategia de enseñanza clara y la falta de dominio tecnológico de algunos estudiantes. La conclusión general es: se identifica que el material didáctico permite la búsqueda de actividades, ejemplos y conceptos teóricos que fomentan el aprendizaje autónomo, por eso, el OA es vital en las aulas virtuales y tradicionales.

Ahora Mancilla (2017) con su proyecto de grado *Diseño de una guía de aprendizaje sobre estequiometría utilizando la herramienta Drive para estudiantes de 10° grado del municipio Palmar Santander*. El interés fue estructurar una guía de formación para la enseñanza de la Estequiometría en el área de química utilizando la herramienta DRIVE para estudiantes de grado décimo y considerando que las guías de aprendizaje son herramientas educativas y rutas de orientación. La metodología es de tipo descriptiva, con una población de 24 estudiantes y el instrumento de recolección es una encuesta aplicada a docentes y estudiantes.

Los resultados arrojan la necesidad de generar aprendizajes convergentes mediados por la tecnología, pues, los estudiantes son considerados nativos digitales y por tal razón necesitan en su contexto la aplicación de nuevas tecnologías, el uso de las herramientas digitales y los OA de manera que se integre y produzca el aprendizaje esperado. Las conclusiones destacan que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estequiometría, por medio de una guía de aprendizaje y los OA, es dinámico, colaborativo, autónomo y significativo.

En la Universidad de Antioquia se halló *Incidencia de la implementación de una unidad didáctica diseñada en el modelo de investigación dirigida en el aprendizaje de la estequiometría*. Los autores son Villareal y Sánchez (2018) y su objetivo es valorar la incidencia que tiene la ejecución de una unidad didáctica diseñada en el modelo de Investigación dirigida en el aprendizaje de la estequiometría. La metodología es cualitativa y de tipo investigación-acción con una muestra de 8 estudiantes.

Los resultados mostraron variables como ritmo de aprendizaje, nivel cognitivo para la comprensión de conceptos, motivación personal e impacto de la tecnología. Villareal y Sánchez (2018) concluyen diciendo que los estudiantes avanzaron en el manejo de conceptos de estequiometría, la ley de conservación de masas y los términos asociados, además las actividades de la unidad didáctica reafirmaron elementos actitudinales y las relaciones de los procedimientos estequiométricos según el contexto estudiantil.

Ramírez y Feria (2019) en *Estrategia mediada por la metacognición en la resolución de situaciones estequiométricas* pretenden establecer cómo influye una estrategia mediada por la metacognición en la resolución de problemas de proporcionalidad en la estequiometría. Esto, dicen los autores, surge por las dificultades de los estudiantes al momento de resolver un problema estequiométrico.

La ruta metodológica es mixta con investigación-participación-acción, lo que direcciona el trabajo en diferentes fases donde se precisa una prueba diagnóstica, una intervención donde se aplica la secuencia didáctica y, finalmente, una prueba de evaluación. Los resultados son: en la fase diagnóstica los discentes presentaron dificultades dado el mal empleo de los algoritmos necesarios para la resolución de problemas estequiométricos. Sin embargo, luego de implementar la secuencia didáctica, mediada por las habilidades metacognitivas, los estudiantes reconocieron los principales datos para la resolución del problema, por lo que sus dificultades disminuyeron notablemente al tener una guía de dirección para realizar el proceso. Entre las conclusiones se destaca que la estrategia implementada facilitó los procesos de enseñanza y aprendizaje del tema principal, permitió a los estudiantes resolver problemas de proporcionalidad en estequiometría de una manera más fácil.

Cierra el rastreo Velandia (2020) con *TIC en el Aula de Química; Incidencia en los procesos de aprendizaje de conceptos básicos de estequiometría en estudiantes de grado décimo de educación media*. En esta tesis, de la Universidad de la Sabana en Cundinamarca, Velandia (2020), explora los efectos de un medio educativo Digital (MED) como objeto de aprendizaje de los conceptos básicos de estequiometría, ello, dado el pobre nivel de desempeño en las pruebas internas y la poca interpretación de conceptos tales como ecuación, reacción, mol, número de átomos, entre otros. La metodología es de enfoque cualitativo de estudio de caso con una muestra de 23 estudiantes distribuidos en los años 2014 y 2015. Los instrumentos son prueba diagnóstica inicial, implementación del MED y prueba de evaluación.

Gómez (2016) en el trabajo “Objeto de aprendizaje para la enseñanza de enlace químico partiendo de las ideas previas de los estudiantes de grado Séptimo de la I. E. Divino Niño”, describió la implementación de un (OA), para ello se partió del estudio de las ideas previas encontradas en los estudiantes de grado séptimo, en relación al tema enlace químico, en el cual se determinaron los obstáculos de aprendizaje y a partir de ellos se diseñaron y adaptaron tanto los contenidos como las actividades de aprendizaje.

Desarrollo una metodología mixta (cuantitativa-cualitativa), se emplearon las TIC, aprovechando los recursos con que contaba la institución y la facilidad que poseen los estudiantes para el trabajo y manejo de los computadores las cuales incluyeron: simuladores gratuitos, videos, páginas web y actividades diseñadas en programas como Hot Potatoes, y Visual Basic; Por último, se diseñó un test de Likert para medir la percepción del estudiante respecto al uso de este tipo de estrategia de enseñanza. El análisis de los test aplicados permitió concluir las ideas previas detectadas en los estudiantes cambiaron positivamente después de la aplicación del OA.

Jaramillo (2016), en su trabajo final de maestría, “Diseño de un objeto virtual para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos de nivelación previos al estudio de la química general”, de la universidad Nacional sede Manizales, busca reforzar los procesos de enseñanza de los conceptos matemáticos de nivelación, previos al estudio de la química general.

El trabajo usa una metodología cualitativo- descriptiva en donde se tomó 12 estudiantes grado decimo de la Institución Educativa José Antonio Galán de la vereda Alto bonito de Manizales, a los cuales se les realizó un pre-test, que permitió la construcción de la herramienta virtual que estaba construida en varias etapas; introducción a las herramientas básicas para el aprendizaje de la química, notación científica, factores de conversión, despeje de ecuaciones, fórmulas químicas y potenciación, esto con el fin de ser aplicada a los estudiantes y valorada por los mismos por medio de una encuesta de Likert. Se concluye que después de aplicado el OA se mejoró la apropiación y manejo de

los conceptos matemáticos básicos previos al estudio de la química también que los objetos de aprendizaje de este tipo propician el interés y motivación en los educandos, pero que se hace necesaria la presencia del docente como guía y mediador.

Murillo (2020) desarrolló un trabajo en el instituto comfamiliar Risaralda de la ciudad de Pereira en el grado decimo para profundizar y apoyar los procesos de enseñanza - aprendizaje de las secciones cónicas por medio de un OA, en el cual se incluyó los conceptos matemáticos, la teoría de representaciones y diversas aplicaciones, realizó una etapa de investigación con enfoque cuantitativo, con un alcance descriptivo y un diseño preexperimental. lo ejecutó por medio de la metodología ADDIE planteada por la Universidad de Salamanca en la cual se parte de un análisis de necesidades e identificación de obstáculos epistemológicos, seguido del diseño del OA, y finalmente la implementación y evaluación.

En los resultados obtenidos se encontró que los estudiantes lograron avanzar en su comprensión de los conceptos matemáticos, se encontró que los estudiantes presentan mayores porcentajes de acierto en sus respuestas después del uso del objeto respecto a lo que presentaron antes de la intervención, cabe resaltar la importancia de las ideas previas de los estudiantes que ayudaron a identificar los obstáculos de aprendizaje para comparar la forma como se logró una evolución conceptual con el uso del objeto como herramienta de aprendizaje.

En el análisis de los resultados, se revela , en primer lugar que, la prueba de inicio evidencia la necesidad de desarrollar la comprensión de conceptos esenciales para entender los procesos estequiométricos; en segundo lugar, la interacción con el MED corrobora que el proceso de aprendizaje, mediado por TIC, es más eficaz, práctico e interactivo, pues facilita un aprendizaje colaborativo sin el temor de ser mal calificados; en tercer lugar, está un alto grado de interés por parte de los estudiantes al utilizar el MED; y finalmente en la evaluación se comprueba un mejor nivel de conocimiento sobre las reacciones químicas y el uso de ecuaciones. Para concluir, Velandia (2020) menciona los aspectos positivos en el aprendizaje del concepto básico de Estequiometría gracias a la implementación del MED, pues, se dio un acercamiento conceptual por medio de juegos y

OA, donde los estudiantes relacionaron ideas, organizaron datos y establecieron técnicas para la resolución de problemas.

Según los estudios citados:

- Los autores emplean diversas metodologías, entre las cuales se destacan la cualitativa y la mixta.
- Los autores, sean de orden nacional o internacional, concluyen que es posible fortalecer el aprendizaje de la estequiometría o por lo menos superar ciertos problemas asociados a la subdisciplina.
- Los OA a la luz de los autores son herramientas con las condiciones necesarias y suficientes para acercar a los estudiantes a los conocimientos de la química y la estequiometría.

2.1.1 Historia del concepto estequiometria

Su historia, considera Martínez (2018), es relativamente antigua, pues, está asociada al nacimiento de la química en general. En ese sentido, se remonta a los primeros trabajos de Leucipo y Demócrito, quienes después de sus especulaciones reconocieron cierto soporte material de todo aquello que existe: el átomo. Aun así, Martínez (2018) cree que su origen no es precisamente este, pues, la idea griega de que “nada viene de la nada”, muy común en la filosofía presocrática y en pensadores como Tales de Mileto, es el verdadero origen de la estequiometría.

Más adelante, en el siglo XVIII los químicos de la época terminan por consolidar la estequiometria. Este es el caso de Joseph Black, Henry Cavendish y Jean Rey, quienes, a partir de sus investigaciones, formularon el principio de conservación de la masa durante las reacciones químicas, lo que propició una cantidad de hallazgos en el área. Sin embargo, Jeremías Benjamín Richter (1762-1807), científico alemán, fue el primero en acuñar el término y en enunciar sus principios.

Imagen 1. Jeremías Benjamín Richter



Fuente: tomado de todo Biografías y vidas

Para Mezza (2017), otro protagonista es Mijaíl Lomonosov, el científico ruso que discutió el principio en cuestión, alegando que las especulaciones griegas y romanas estaban en lo cierto, pese a la falta de evidencia material. Sus apreciaciones, significan un gran avance para la química y la medicina moderna, pues, de esta forma se podría entender el comportamiento de la materia y aprovechar sus estados o cambios, más adelante Antoine Lavoisier plantea que la materia no se crea ni se destruye durante una reacción química, solo se transforma y postula la ley de la conservación de la materia.

A esto se suma la alquimia. Si bien era considerada una especie de mezcla entre la ciencia y la metafísica, no por ello dejó de nutrir la estequiometría. En su historia de la química, un texto sobre el nacimiento de esta ciencia, Rodríguez (2010) afirma que la alquimia implicó que:

Una vez asimilada, la conservación de la masa fue de gran importancia para el avance y soporte de la alquimia a la química moderna, pues, cuando los primeros químicos se dieron cuenta de que las sustancias químicas o materia nunca desaparecían, sino que sólo se transformaban en otras sustancias con la misma masa, estos científicos pudieron por primera vez embarcarse en estudios

cuantitativos de las transformaciones de las sustancias. Una vez que los primeros químicos se dieron cuenta de que las sustancias químicas nunca desaparecían, sino que sólo se transformaban en otras sustancias con el mismo peso, estos científicos pudieron por primera vez embarcarse en estudios cuantitativos de las transformaciones de las sustancias (p.45).

Ya para el siglo XX, con las leyes ponderales consolidadas y un fuerte interés en el método científico, los investigadores empezaron a fortalecer la estequiometría. En la lista figura Albert Einstein y su artículo publicado en 1905 para la revista *Annus Mirabilis*. En él, Einstein considera la relación entre la masa y la energía, la transformación de la materia y la capacidad del hombre para aprovechar ese proceso.

Con una tesis muy cercana, Max Planck aceptó y criticó algunos de los postulados de Einstein alrededor de la masa, la estequiometría y la energía. También hicieron lo mismo Cockcroft y Walton, quienes, desde su punto de vista, afirmaron que a mayor pérdida de masa mayor pérdida de energía. Las consideraciones de cada uno de estos pensadores sirvieron para inaugurar nuevas ciencias como la Mecánica cuántica, la Física de partículas y los principios de la energía nuclear.

En la actualidad la estequiometría se define como una subdisciplina de la química cuyo objeto de estudio son las relaciones cuantitativas entre productos y reactivos, sustancias que permiten una reacción química. Estas asociaciones, provienen de la teoría atómica, las leyes ponderales y la ley de la conservación de la materia. En uno de sus textos sobre química avanzada, Mejía (2018) define así esta área:

(...) parte de la química que estudia las relaciones cuantitativas entre las sustancias que intervienen en una reacción química (reactivos y productos). Las relaciones pueden ser: entre reactivos y productos, sólo entre reactivos o sólo entre productos (p.45).

Tabla 1.

Resumen de la historia de la estequiometría

Pensador o escuela	Aporte para la estequiometria
Presocráticas	“Nada viene de la nada”
Leucipo y Demócrito	Átomo
Joseph Black, Henry Cavendish, Jean Rey, Mijaíl Lomonosov y Antoine Lavoisier	Formularon el principio de conservación de la masa durante las reacciones químicas
Jeremías Benjamín Richter	Acuña el término y menciona sus principios
Albert Einstein (diversos estudios)	La relación entre la masa y la energía
Max Planck	Comprueba las hipótesis de Albert Einstein
Cockcroft y Walton	A mayor pérdida de masa mayor pérdida de Energía

Fuente: elaboración propia según las lecturas

Ahora bien, la estequiometria se enseña en todo el mundo, sea en escuelas privadas o públicas. Lo que se busca es que el estudiante logre comprender cuantitativamente las relaciones químicas entre los reactivos y los productos. Para eso, aprende qué es un mol, qué es una reacción química, qué es una ecuación, qué es la ley de la conservación de la materia y qué es una fórmula química, entre otros temas.

Igualmente, recibe información sobre los usos de la estequiometría. En ese momento, reconoce su utilidad en la medicina, en la industria, en la cosmetología, en la culinaria y hasta en la creación de tecnología o biotecnología. Igualmente, realiza ejercicios donde se le exige identificar moles, productos, despejar ecuaciones, el método de balanceo y las figuras más representativas de la disciplina.

2.1.2 La educación, una propuesta de cambio

La educación ayuda a la persona a aprender a ser lo que es capaz de ser.

Hesíodo, poeta de la Antigua Grecia

En el siglo XXI, la educación es uno de los temas más discutidos y analizados por ONG's, centros de investigación, comunidades científicas, sociedades literarias, artistas y políticos. En estas reflexiones, los significados son variados y múltiples. Algunas veces, la educación es vista como la posibilidad de usar la razón y la libertad. En otras, es un medio para llegar a la autonomía y al pleno desarrollo de las facultades. Y en unas más, es una propuesta de cambio individual y colectivo. Cada una de estas aproximaciones son ciertas, pues, la educación es esto y más. Es, siguiendo al pedagogo brasileño Paulo Freire, un vehículo del saber ser y saber actual.

Revisando la etimología, la palabra proviene del latín *ēducātiō* ("crianza") y *ēducō* ("educar, entreno"), la cual alude a instrucción, enseñanza, aprendizaje y a operaciones cognitivas y metacognitivas. Más allá de estas acepciones, la educación es un proceso de crianza y de adquisición de conocimientos, saberes y formas de ver del mundo que en gran medida ayudan a la resolución de problemas y a la vida en comunidad.

Según Rodríguez (2010), es una actividad donde profesor y estudiante forjan opiniones y desarrollan habilidades. Tanto es así que termina por ser una serie de acciones:

[...] multidireccionales de vinculación y concienciación cultural, moral y conductual, a través del cual, las nuevas generaciones asimilan y aprenden los conocimientos, normas de conducta, modos de ser y formas de ver el mundo, además de crear nuevos conocimientos. (Rodríguez, 2010, p. 6).

Otra forma de ver la educación está en la Organización de las Naciones Unidas para

la Educación, la Ciencia y la Cultura, Unesco por su sigla. Afirma la Unesco que la educación persigue el refinamiento del hombre, el cuerpo, la moral y la creatividad (Unesco, 2018). Al mismotiempo, enfatiza la Unesco (2018), no solo es un dar y recibir, es todo un discurso social que propicia el desarrollo y consolida economía.

Desde León (2017), la educación implica un apropiarse de ideas y de teorías relevantes. Con ellas, se ayuda al prójimo, interactúa y se vive cómodamente, con tecnología, seguridad, alimentación, paz y democracia. Por eso:

La educación es un intento humano racional, intencional de concebirse y perfeccionarse en el ser natural total. Este intento implica apoyarse en el poder de la razón, empleando recursos humanos para continuar el camino del hombre natural hacia el ser cultural. Cada ser humano/hombre/mujer termina siendo a través de la educación una cultura individual en sí mismo. (León, 2017, p.12)

Delors (1994), uno de los teóricos más importantes de la educación en los años 90, sostiene que los fines de la educación son cuatro. Aquí su taxonomía:

Conciencia

Conocimiento de la propia identidad, talentos y dificultades.

Estructuración del pensamiento

Consolidación y uso del pensamiento crítico, creativo y lógico-matemático

Hábitos de integración social

Códigos y reglas de conducta que sirven a las relaciones interpersonales y a la participación en las decisiones colectivas.

Sistemas de conocimientos

Aprendizaje de teorías y estructuras en torno a la matemática, la física, la química, la historia y las ciencias en general. La idea es preparar a las personas para los desafíos presentes y futuros. En Rodríguez (2008) el sistema de conocimientos es lo mismo que aprendizaje.

En cuanto a nacimiento o génesis, la educación es bastante antigua, igual que el mismo hombre. De acuerdo con los antropólogos y arqueólogos que en siglo XVIII analizaron miles de vestigios y reliquias encontradas en Europa central y África, junto a los restos de grandes ciudades, las civilizaciones de antes instruían a los jóvenes en los ciclos de la siembra, la caza, los periodos de cosecha, los peligros de la naturaleza, la posición de las estrellas y las propiedades alimenticias de las plantas. Estas poblaciones eran la Sumeria, la Elemita y la Asiria. En *Historia general de la educación* Alonso (2012) narra esta etapa en los siguientes términos:

En esta época de la humanidad, es posible encontrar pilares e inicios de educación. En cuanto se aprendía una nueva técnica o perfeccionamiento de alguna para la supervivencia humana con el uso de alguna herramienta, es así como este conocimiento se transmitía a las siguientes generaciones, quienes lo aprendían mediante la observación, el ensayo y el error. La técnica de enseñanza, aunque rudimentaria fue efectiva: personalizada y práctica. (p.27)

Siglos después los griegos cambian radicalmente la forma de educar. En este devenir, enseñan de matemática, geometría, ética, física, astronomía, filosofía y astronomía. A la vez, fundan las primeras instituciones educativas de las que se tiene conocimiento. Una es la Academia del filósofo Platón, una institución en honor a Academo, aristócrata griego. En ella se impartía geometría, filosofía, matemáticas, ética y política. La otra es el Liceo de Aristóteles. Allí los griegos abrían su mente a la retórica, física y metafísica. Por mucho tiempo, los dos centros educativos llegaron a ser los más famosos centros educativos de Europa. En honor a ellos, Rafael Sanzio, artistas del siglo XVI, pintó la Escuela de Atenas, una representación de la influencia de Platón y Aristóteles.

Con el tiempo, ya en la Modernidad, XV-XX, el concepto de educación promueve las universidades, la profesionalización al maestro, el humanismo, las teorías en contra de la escolástica y sus bárbaros métodos de enseñanza y el deber de los insipientes Estados de alfabetizar a sus conciudadanos y a la nobleza. Hoy, gracias a estas luchas, la educación es diversa, mediada por la comunicación de masas, por pedagogías como la romántica y constructivista y en armonía con los objetivos del Desarrollo Sostenible. Comparando el antes y el ahora, este es el resultado:

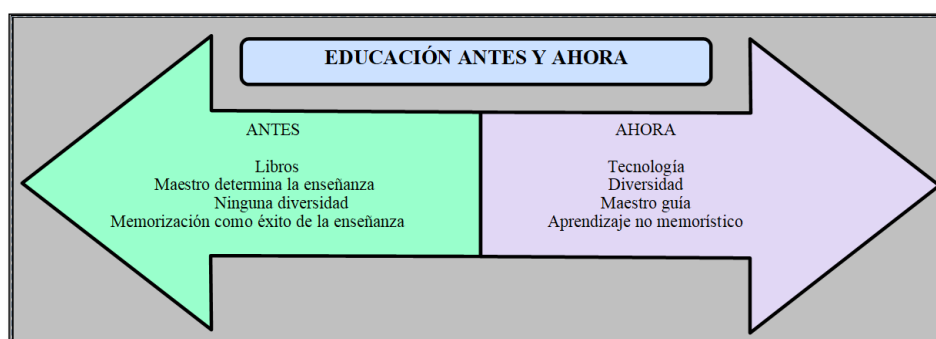


Figura 1. Educación antes y ahora

Fuente: elaboración propia

En Colombia, la educación responde a las necesidades señaladas: aprendizaje intelectual, buena salud física-emocional y desarrollo de la personalidad. Su sistema está basado en un conjunto de normas jurídicas, programas de enseñanza, recursos humanos y materiales, tecnología, inversión privada y extranjera, didáctica y pedagogía. La responsabilidad de administrar las políticas educativas recae sobre El Ministerio Nacional de Educación y la ley general de educación, Ley 115 de 1994.

En Colombia MinTic, busca desarrollar procesos de enseñanza, que logren promover las TIC y OA para contribuir y actualizar el aprendizaje en las diferentes áreas del conocimiento, como lo son las ciencias naturales, en este caso específico la química.

2.1.3 Las TIC

En la actualidad, se está hablando de la Tercera Revolución, la digital. Sus inicios se deben al inventor de la informática Alan Turing en la primera mitad del siglo XIX. En este cambio primó la tecnología, la computación, la electrónica y la velocidad de propagación. Como “movimiento” cobró fuerza a partir de los años 70 gracias a la masificación de los ordenadores, la internet y a las transformaciones políticas.

Esta agitación, que aún continúa y sólo finalizará cuando otro paradigma entre en vigor, sitúa al hombre en una sociedad del conocimiento y del libre tránsito de múltiples tipos de información. Sus ventajas son increíbles: negocios se celebran y cierran al instante pese a los millones de kilómetros de distancia, artistas comparten su obra en directo con espectadores ubicados en las antípodas de los museos, catástrofes naturales son noticia en el mundo, estilos de vida se propagan por varios países y las opiniones rompen los límites del papel para viajar por el ciberespacio y terminar en lugares nunca pensados.

De tal revolución nacieron las TIC, Tecnologías de la Información y Comunicación. Aunque su aplicación se da en varios campos, comercio, política, construcción, etc., en la educación viene tomando mucha fuerza, pues, ha generado nuevas formas de concebir y dirigir los procesos de enseñanza - aprendizaje. Para Belloch (2018):

Son avances científicos producidos en los ámbitos de la era digital y las telecomunicaciones las cuales son el conjunto de tecnologías que permiten el ingreso, construcción, seguimiento y distribución de información presentada en diferentes códigos (imagen, sonido, texto). (p4).

En efecto, una manera de elevar el rendimiento en el área de química, y por ende en la Estequiometría, es empleando las TIC y su abanico de opciones. Bajo estas herramientas, es fácil conducir al educando, paso por paso, hacia la noción de Estequiometría, a su aplicación en situaciones teórico-prácticas y a un aprendizaje significativo, no memorístico y repetitivo. Pero, a la vez, con las TIC la población de la Institución Buenavista, La Dorada Caldas, podrá estudiar durante el segundo periodo del año después de la pandemia Covi-

19, continuar con su proceso formativo y reconocer que el docente articula el contexto con las necesidades educativas

En Gómez (2019):

[...] podríamos decir que las nuevas tecnologías de la información y comunicación son las que rotan en torno a algunos medios básicos como: la microelectrónica, la informática y las telecomunicaciones; pero no giran de forma aislada, sino lo que es más significativo de manera interactiva y enlazada, lo que permite adquirir nuevas realidades comunicativas (p. 198).

Estas dos definiciones indican que las TIC son un conjunto de bases, digitales o no, cuyo fin primario es la manipulación, creación y propagación masiva de información. Sus barreras, prácticamente, son tecnológicas y dentro de sus características están:

- Inmaterialidad.
- Interactividad.
- Interconexión.
- Instantaneidad.
- Elevados parámetros de calidad de imagen y sonido.
- Digitalización.
- Mayor Influencia sobre los procesos que sobre los productos.
- Penetración en todos los sectores (culturales, económicos, educativos, industriales...).
- Innovación.
- Tendencia hacia automatización.
- Diversidad". (Belloch ,2018, p. 6)

Quizás, de todas ellas, las más asombrosas son la inmaterialidad y la interactividad porque, por un lado, la primera se relaciona con lo intangible, con lo abstracto. Por el otro, la segunda rompe límites espaciales y hasta temporales porque en tiempo real los

receptores comentan e interactúan, proponen y crean.

Imagen 2. Las TIC



Fuente: tomado de todo Red.

Ahora bien, al tener un horizonte tan amplio y diverso, las TIC encajan en varios campos. Por mencionar está la medicina, la filosofía, el arte, la política, etc., en palabras cortas en la cultura general. Y es que es tal la participación de las TIC en la vida, que varios gobiernos fundaron o están por fundar un gabinete ministerial dedicado al control y gestión de las Tecnologías de la Información y Comunicación. En Colombia es denominado Min Tic, entidad que se:

[...] encarga de diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos del sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Dentro de sus funciones está incrementar y facilitar el acceso de todos los habitantes del territorio nacional a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones y a sus beneficios. MinTic (2018).

El Ministerio aspira a cubrir la necesidad nacional de tecnología y la conexión a

internet. Sus pilares demuestran el compromiso asumido desde el 2012:

- Contamos con personas que generan sinergias para fortalecer de manera integral los procesos que impactan la gestión.
- Estimulamos el desarrollo de un ambiente laboral integral, con total inclusión de cada uno de sus colaboradores, generando un continuo sentido de pertenencia y un equilibrio entre la vida personal y laboral.
- Mejoramos la calidad de vida de los colombianos promoviendo el desarrollo social a través del acceso, uso y apropiación responsable de las TIC. MinTic (2018).

Molano (2017) describe así el poder de las TIC y del MinTic:

El plan de tecnología es una de las locomotoras del gobierno que tiene como objetivos impactar en el crecimiento económico del país, en la competitividad, en la generación de empleo y en la disminución de la pobreza, en pocas palabras, se busca que Colombia dé el salto tecnológico, a través de la masificación del uso de Internet. La gran meta es multiplicar por cuatro el número de conexiones a Internet y desarrollar un ecosistema digital en el país con el que se beneficiarán tanto las empresas –oferta– como los ciudadanos –demanda– en infraestructura, servicios, aplicaciones y usuarios (p. 12).

2.1.4 OA (objeto de aprendizaje)

Los OA, objetos de aprendizaje, Surgieron en 1970, año en el que un gran número de investigadores y pedagogos mezclaron la tecnología y la educación en aras de lograr excelentes resultados en las instituciones. Marriner David Merrill, uno de los gestores de los OA es considerado el primer docente en aprovechar un paquete de recursos digitales especializado en propósitos educativos.

García (2013) en su artículo *Origen y Evolución de los OA* cuenta que:

La identidad sobre objeto de aprendizaje parece ser atribuida a Wayne Hodgins (2000), quien desarrollo un concepto en torno a la fragmentación de contenidos para facilitar y dinamizar el aprendizaje de forma sencilla, pero que a su vez permitiera avanzar en la construcción de otros aprendizajes más complejos y de mayor proyección (p.34).

Para el MEN (2016):

Un Objeto de Aprendizaje es un conjunto de recursos digitales, autocontenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. El Objeto de Aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadatos- describen el contenido de los archivos o la información de estos.) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación (P.34).

Quizás quien ha precisado con más exactitud los OA es *el Learning Technology Standards Committee* LTSC (2017). Según esta organización, hablar de OA implica hablar de:

[...] Un objeto de aprendizaje o de cualquier entidad, digital o no digital, la cual puede ser usada, reusada o referenciada durante el aprendizaje apoyado por tecnología. Ejemplos de aprendizajes apoyados por tecnologías incluyen sistemas de entrenamiento basados en computador, ambientes de aprendizaje interactivos, sistemas inteligentes de instrucción apoyada por computador, sistemas de aprendizaje a distancia y ambientes de aprendizaje colaborativo (p.4).

En resumen, el OA es un ente, por decirlo de algún modo, capaz de facilitar el

aprendizaje y la adquisición de un programa educativo.

Con los años, surgen equipos interdisciplinarios que, desde distintos ángulos, diseño visual, psicología, informática, etc., mejoran los objetos virtuales de aprendizaje. Por ejemplo, Learning Object Metadata Group del National Institute of Science and Technology, el grupo del IMS y el del IEEE (Learning Technology Standards Committee -LTSC-) son unos de los tantos gestores de lo que hoy se conoce como OA.

De sus beneficios mucho se ha dicho. Por ejemplo, que ahorran tiempo, propician trabajo y colaboración entre alumnos, maestros y alumnos-maestros, dinamización las secciones y clases, entregan hipertexto, sonido y video, asisten al educador, agilizan etapas de aprendizaje, permiten memorización y comprensión y hasta acortan distancias. La figura lo ilustra con más detalle.

Figura 2. OA.



Fuente: elaboración propia – Tomado de OA proyecto informática

De todas estas facilidades, tal vez las dos que llaman más la atención sean el ahorro de tiempo, pues, actividades que por lo general tardaban dos horas o más con los Objetos de Aprendizaje quedan a la mitad, y la adaptabilidad en tanto un OA es susceptible de ajustarse a múltiples situaciones y contextos.

Por otra parte, Rojas (2015) señala que los elementos que caracterizan a los OA son:

- Interactividad
- Accesibilidad
- Flexibilidad
- Modularidad
- Reutilización
- Portabilidad

La interactividad, alude a la intervención del maestro y alumno en el aprendizaje. A partir de ejercicios, guías, texto, video, sonido es posible determinar, por un lado, cómo el estudiante adquiere los contenidos curriculares propuestos por el docente. Por el otro, el docente deja de ser una figura estática y rígida para dar paso a profesional que no impone, sino que contribuye a la adquisición de fórmulas, enunciados y teoremas (Rojas, 2015).

La accesibilidad, por su parte, es la capacidad del OA de darse a conocer en múltiples plataformas y sin ninguna restricción. Rojas (2015) considera que este aspecto es vital en los objetos virtuales porque rompe la tradicional restricción acostumbrada en libros y manuales educativos. La flexibilidad, en cambio, es el grado de control entre el usuario y el OA; a mayor flexibilidad más control. Aquí los fines alcanzados son decisivos para establecer qué tan flexible es el OA, o si por el contrario requiere de una transformación sustancial o una calibración específica.

El modularidad, centra:

[...]el foco de desarrollo en el “Objeto de aprendizaje”, entendido este como un módulo que cumple una función pedagógica determinada por sí mismo, la estructura y funcionalidad de los contenidos educativos digitales deben responder a un modelo de organización modular, establecida según niveles que sean agregados (Rojas, 2015, p.2.)

Y la reutilización, es el aprovechamiento una y otra vez del OA, bien sea en X o Y ambiente. Finalmente, la portabilidad, esa propiedad del OA de moverse y transferirse a sistemas, dispositivos y administraciones tecnológicas heterogéneas. Con la portabilidad, el OA está donde se necesita, cuando se necesita y bajo las reglas del momento.

El impacto de estas herramientas ha sido tanto, que la Unesco (2018) en su marco de políticas educativas busca promover la capacitación en materia TIC y OA dentro del aula. Al ideal se adhieren Estados Unidos, Alemania, Francia, Italia y Colombia, naciones interesadas en las tecnologías y su masificación.

Es así como Robles (2018) en *Fundamentos de conceptos básicos de estequiometría para ciencias de la tierra*, comprueba que por medio de los OA se logran transmitir los conceptos de Química de un modo más atractivo en relación con las ciencias de la tierra y la asignatura de Estequiometría.

3. Metodología

3.1 Enfoque del estudio

Cualitativo. Para Hernández et al. (2010) este tipo de investigación “Es naturalista (porque estudia a los sujetos en sus contextos o ambientes naturales) e interpretativa (busca sentido a los fenómenos en términos de las explicaciones que las personas establecen)” (p.10). *Descriptivo.* Para Rodríguez et al. (2017) debido a que recopila información para conocer el contexto de las posibles variables.

3.2 Tipo de estudio

Cuasi – experimental. Esto, porque la idea es abordar el comportamiento de una variable

(objeto de aprendizaje) en su contexto específico gracias a la manipulación y una intervención. Agudelo et al. (2008) consideran que los diseños de este tipo “Estudian relaciones de causa-efecto, pero no en situaciones de control riguroso de todos los factores que puedan interferir en el experimento” (p.43). Además, para Agudelo et al. (2008):

[...] no requiere de muestra de control. Consiste en el diseño y aplicación del OA a las personas del estudio, antes se aplica un test para identificar conocimientos en torno al tema y finalmente se integra una encuesta de Likert para medir el grado de satisfacción de la herramienta empleada. Se trata de un grupo de estudiantes de zona rural que son educados con una metodología tradicional, pero en cierto momento se utiliza otra metodología que estimula la participación crítica y las relaciones de su entorno social en el aula. Este podría ser relacionado con el rendimiento en otras asignaturas (ciencias sociales, educación ambiental, biología, etc.) que es valorado, como se dijo, “antes” y “después” del cambio de la metodología de enseñanza. (p.28).

De acuerdo con esto, se tendrán presente los elementos que caracterizan a los OA, a saber:

- Interactividad
- Accesibilidad
- Flexibilidad
- Modularidad
- Reutilización
- Portabilidad

3.3 Población y muestra

20 escolares del grado décimo de la Institución educativa Buenavista, la Dorada, Caldas. La muestra es dirigida homogénea sustentada en la definición de Hernández et al. (2010): “al contrario de las muestras diversas, en éstas las unidades a seleccionar poseen un mismo perfil o características, o bien, comparten rasgos similares. Su propósito es centrarse en el tema a investigar resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social”, (Hernández et al, 2010, p.398).

3.4 Recolección de la información

Permiso a los acudientes de los estudiantes y al rector firmado y autorizado para la participación en el trabajo final de maestría. Después, la información será recolectada. Las pruebas son un “pretest”, que corresponde con el primer objetivo específico, el diseño y la implementación del OA, relacionado con el segundo y tercer objetivo, y por último una encuesta de Likert. (anexos).

3.5 Las técnicas y los instrumentos

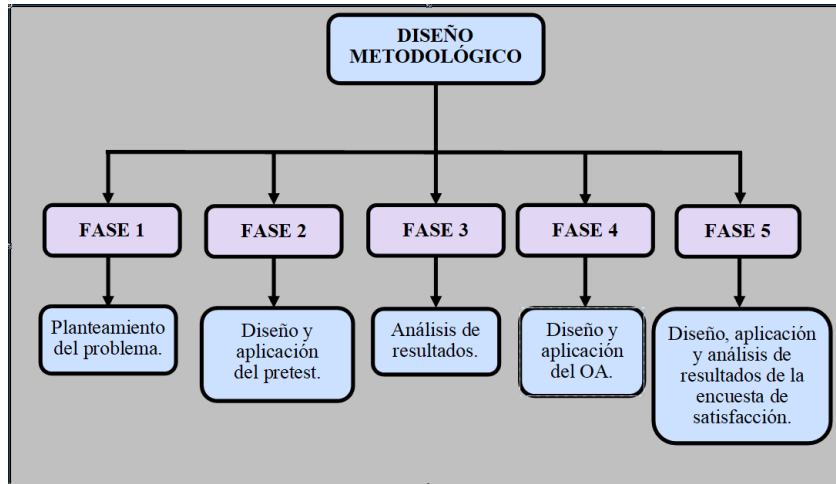
La investigación inicio con una prueba llamada pretest. La idea era recopilar información la cual facilito el diseño del OA para el aprendizaje de la estequiometria. Luego la aplicación de la herramienta. Y finalmente, una encuesta que permitió reconocer la percepción de los estudiantes sobre la estrategia didáctica diseñada.

La unidad de análisis será grupal. Para Hernández et al. (2010) “representan conjuntos de personas que interactúan por un periodo extendido, que están ligados entre sí por una meta y que se consideran a sí mismos como una entidad. Las familias, las redes y los equipos de trabajo son ejemplos de esta unidad de análisis”. (p. 410). El pretest fue validado por expertos, consta de 10 preguntas donde se exploró conceptos asociados a la estequiometría y su historial, también se realizó una encuesta de satisfacción que contiene 10 preguntas que valoran la opinión de los estudiantes respecto al producto, en

una escala de 1 a 5, donde 1 es bajo y 5 muy alto.

3.6 Diseño metodológico

Figura 3. Diseño metodológico



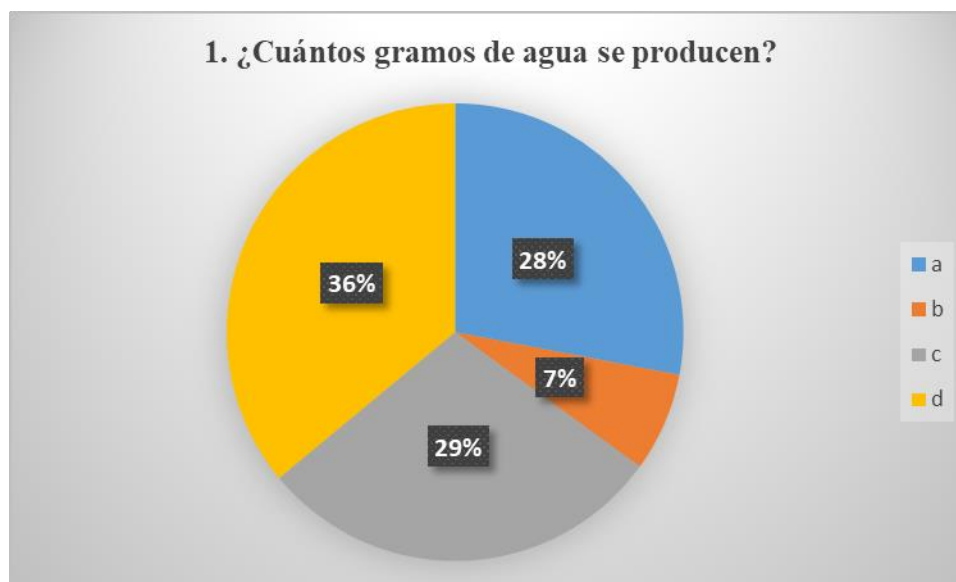
Fuente: elaboración propia.

4. ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados según los objetivos específicos.

4.1 Recolección de la información

Gráfica 1. Pregunta 1 pretest

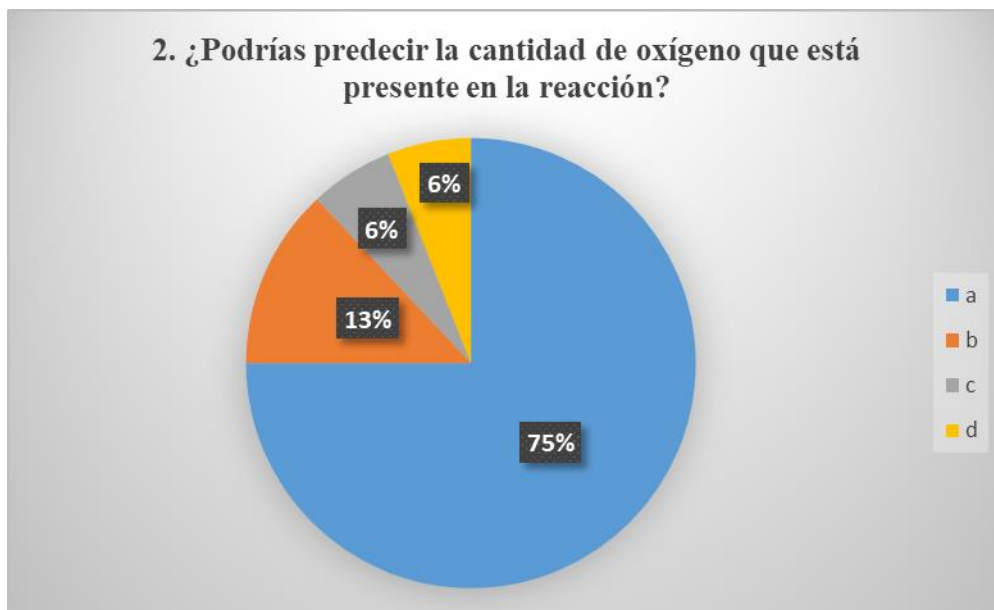


Fuente: elaboración propia

La primera pregunta tiene que ver con el concepto de estequiometría para abordar de forma correcta los cálculos estequiométricos. El resultado del interrogante no es favorable porque los estudiantes evidenciaron confusión al momento de calcular la masa del agua obtenida al final de la reacción. En este sentido, el 72% de los participantes contestaron incorrectamente, mientras, el 28% lo hicieron de forma correcta. La respuesta acertada es la **A**, que corresponde a la reacción entre 4 gramos de hidrogeno y 32 gramos de oxígeno para generar 36gramos de agua.

Esta confusión implica que para los estudiantes es difícil aprender temas de química. Según Cárdenas (2006) los temas que tienen mayor dificultad de aprendizaje para el alumnado son: estequiometría y los conceptos asociados, la ecuación del estado, el equilibrio químico y las soluciones buffer. En consecuencia, evidencian poca capacidad al momento de retener información.

Gráfica 2. Pregunta 2 pretest



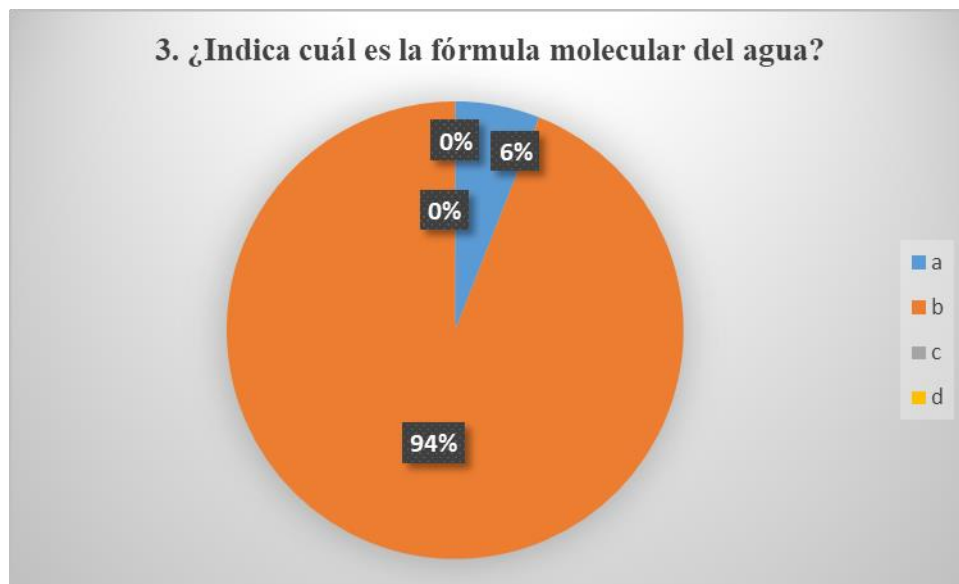
Fuente: elaboración Propia

La segunda pregunta, a diferencia de la primera, obtuvo resultados favorables, pues, el 75% de los alumnos eligieron la opción correcta, mientras, el 25% eligió la opción incorrecta. En esta medida, la respuesta acertada es la **A**, la cual dice así:

“la cantidad de oxígeno presente en la reacción es 7 g”

El porcentaje de alumnos que erraron en su respuesta demuestra que la química es un área en la que no se debe obviar temas como el cálculo de masas, Además, si bien existen altas capacidades cognitivas entre el alumnado, persiste problemas para teorizar conceptos o reconocer las definiciones de los términos empleados como una. Es posible que muchas de estas dificultades se originen por factores internos del estudiante, como su interés por la asignatura. También, quizás sean producto de factores externos como problemas familiares, interpersonales, sociales o económicos, o quizás sea una combinación de los dos tipos Cárdenas (2006).

Gráfica 3. Pregunta 3 pretest



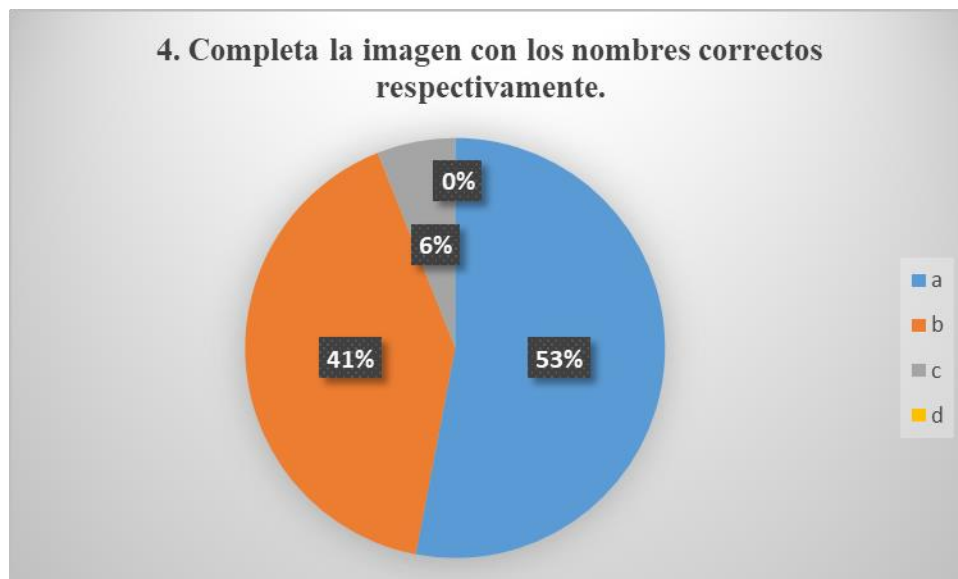
Fuente: elaboración propia

En el tercer interrogante del test, nuevamente, los estudiantes, casi en su totalidad, erraron en la respuesta, pues, sólo el 6% respondieron acertadamente. En este caso, se les pidió indicar la fórmula química del agua, siendo la respuesta correcta la **A**:

“fórmula molecular del agua H_2O ”

Lo anterior se debe a que las definiciones terminológicas sobre química, especialmente, la estequiometría, ocupan aspectos y tecnicismos específicos de la asignatura. Raviolo y Lerzo (2016) explican que la química se interesa por la composición y la cantidad de sustancias empleadas para la reacción o producción de un proceso químico, además de datos concretos. En ese orden de ideas, las definiciones son concisas y no están abiertas a interpretaciones, lo que implica un lenguaje particular y claridad sobre conceptos como fórmula química para clasificar de esta manera las sustancias que intervienen en una reacción.

Gráfica 4. Pregunta 4 pretest



Fuente: elaboración propia

La cuarta pregunta consistió en definir cuáles eran los términos correspondientes a los espacios de la imagen. Para este caso, las respuestas fueron variadas: el 53% de los alumnos respondieron la A lo que indica la confusión entre lo que representan las letras y los números en la ecuación química y el 6% la C que es el nombre de los símbolos de las sustancias del ejemplo, estas dos opciones eran incorrectas, mientras, el 41% de los colaboradores en el test sí acertaron en la elección. En este sentido, es la **B** la opción adecuada. Así dice:

“Coeficiente estequiométrico y subíndice”.

Como se sabe, aprender es un proceso que incluye las siguientes actividades: estudiar, memorizar e instrucción constante, lo que en suma ofrece la oportunidad de adquirir nuevas competencias relacionadas a un tema o actividad.

En este marco, el alumno es un sujeto en formación y tránsito que progresivamente va mejorando, pasando de un nivel a otro de conocimientos. Para Benítez et al. (2020) si el alumnado es pasivo y no se involucra interesadamente en su proceso de aprendizaje, no podrá aprender fácilmente, porque sus acciones son insuficientes. En este caso, un porcentaje del 59% del estudiantado presenta problemas, lo que quizás se debe a su falta de participación y compromiso académico.

Gráfica 5. Pregunta 5 pretest



Fuente: elaboración propia

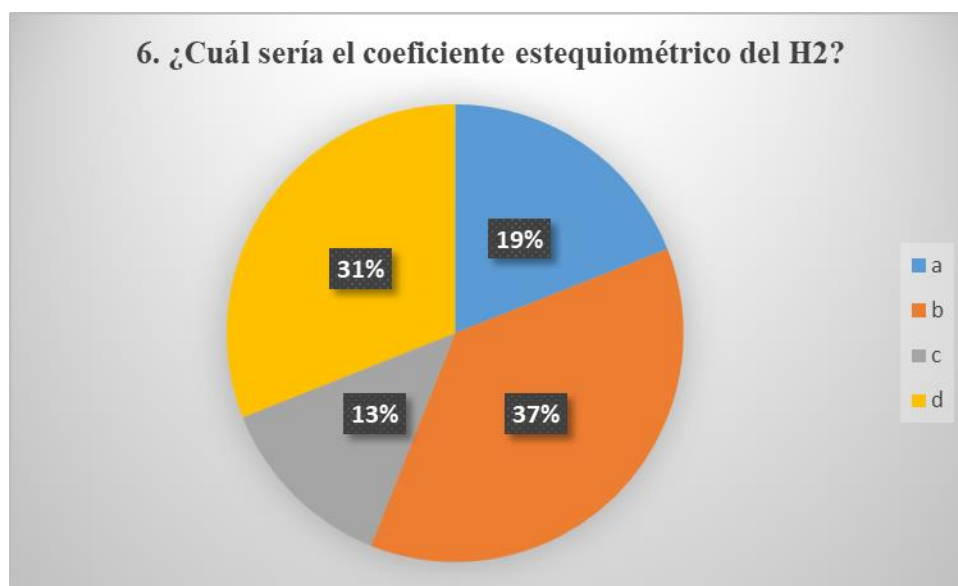
La quinta pregunta, al igual que las anteriores, revela resultados desfavorables sobre los conocimientos actuales de los participantes del test en relación con la estequiometría y la química. Para empezar, el 12% de los alumnos respondieron la opción A, el 17% la B, el 59% la C y el 12% la D. De acuerdo con la naturaleza del interrogante, todas respuestas incorrectas sumaron un 88 % lo que lleva a pensar que confunden los conceptos entre reactivos y productos. Sin embargo, el 12% de los colaboradores acertaron en su respuesta la cual es la **D**. En este sentido, al momento de analizar una ecuación química, las moléculas que se encuentra en el lado derecho son llamadas productos.

Los investigadores Raviolo y Lerzo (2016) señalan que en la estequiometría y química las dificultades comunes de aprendizaje son:

1. Confundir las cantidades químicas (moles, concentraciones, volúmenes, masas) al momento de realizar ecuaciones.
2. No comprender las fórmulas químicas ni las partes que componen la ecuación.

En este caso, los estudiantes presentan la segunda dificultad, puesto que no saben diferenciarlos componentes de una ecuación.

Gráfica 6. Pregunta 6 pretest



Fuente: elaboración propia

La sexta pregunta es diferente a las anteriores porque en esta se le solicita al alumno resolver un interrogante sobre una ecuación química. En ese orden de ideas, el estudiante debió poner en práctica sus conocimientos para encontrar la respuesta acertada. No obstante, las apreciaciones, nuevamente, fueron diversas porque el 19% de los alumnos respondieron la opción A, el 13% la C y el 31% D, que son las opciones equivocadas. Solamente el 37% eligieron la **B**, la respuesta acertada.

Este caso demuestra que los alumnos no han adquirido y generado el conocimiento activamente, lo que supone que, tampoco, han aprendido las capacidades y habilidades requeridas para comprender la utilidad del aprendizaje estequiométrico. Por ello, Benítez et al. (2020) explica que el estudiantado antes de comprender cómo resolver las ecuaciones, deben entender cómo contribuye el área de la estequiometría para analizar eventos relevantes como la escasez del agua, la producción de alimentos, el impacto ambiental, el cambio climático y la obtención de energía. Lo anterior transforma el paradigma pedagógico y didáctico sobre cómo experimentan los estudiantes el proceso de aprendizaje sobre la química.

Gráfica 7. Pregunta 7 pretest



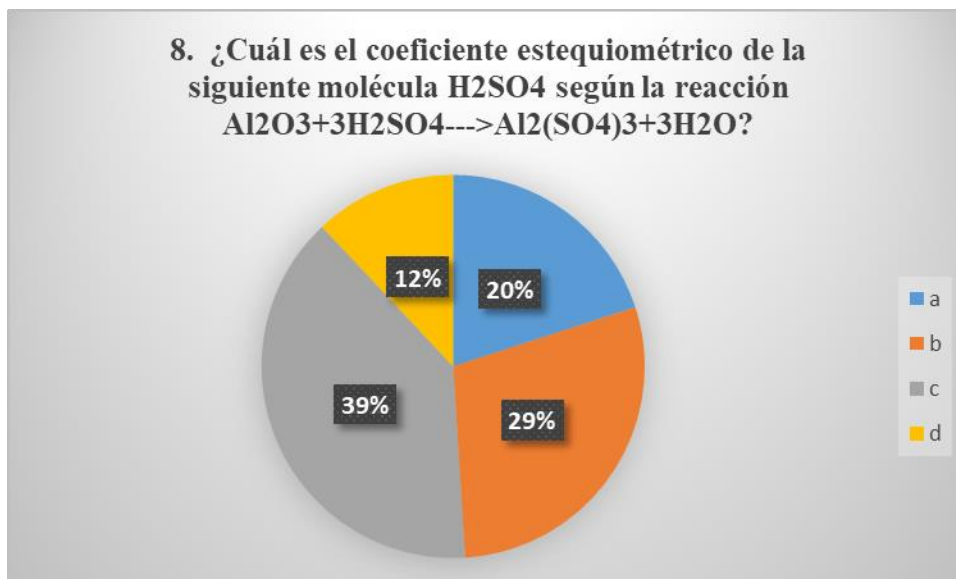
Fuente: elaboración propia

En la séptima pregunta se le solicitó al estudiante establecer la relación entre la imagen y la ecuación química ilustrada, que indica mediante graficas la cantidad de las sustancias implicadas en dicha reacción química, cumpliendo con la ley de la conservación de la materia. En este caso, nuevamente, la mayoría contestaron erradamente. Aquí las selecciones: el 88% de los alumnos eligieron la opción D, el 6% la opción A, en esta perspectiva, los estudiantes revelan falencias con relación al aprendizaje químico y con

relación al balanceo de ecuaciones. y el restante la opción **B**, la cual es la correcta (2:2:1)

Bernal y González (2015) explican que el aprendizaje requiere establecer conexiones significativas entre lo enseñado y la manera en que se memoriza lo aprendido. De esta forma, se propicia la comprensión y luego aplicación de los conocimientos. Un ejemplo de lo anterior es cuando el estudiante tiene las capacidades para poder resolver ecuaciones químicas o diferenciar definiciones conceptuales vinculadas a la asignatura. Lo que sucede cuando el alumno, individualmente, entabla interés por lo aprendido, involucrándose así con su proceso cognitivo. Poreso, la tarea de aprender implica la participación para organizar y procesar información desde las competencias lingüísticas, que adecuan lo enseñado a formas propias de expresar el conocimiento de los conceptos básicos asociados a la estequiometría para ponerlo en práctica. Estas ideas, notoriamente, no se encuentran en los educandos participantes del test.

Gráfica 8. Pregunta 8 pretest

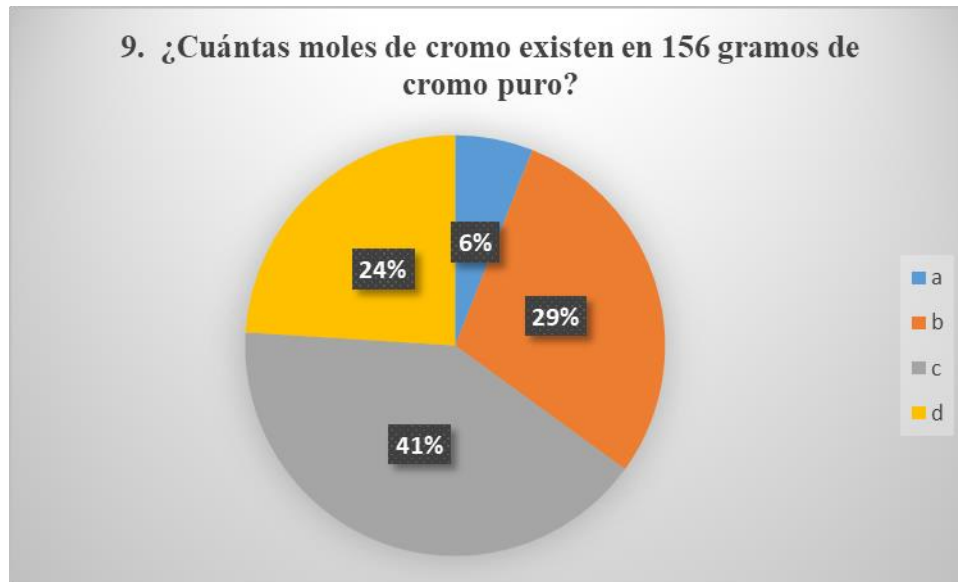


Fuente: elaboración propia

La octava pregunta se relaciona con los resultados anteriores. Sin embargo, nuevamente, los estudiantes respondieron erróneamente, pues, solo el 39% acertó con la opción **C**. Quizás, el desempeño evidenciado en la mayoría de las preguntas se debe a que no hay una construcción activa del conocimiento por parte de los alumnos (Rodríguez, 2008). En este caso, la pregunta es un ejerciciopráctico que revela cuáles son las capacidades de los estudiantes para poder resolver ecuaciones.

Para Moreira y Ausubel (2008) el aprendizaje significativo se caracteriza por conocimientos a largo plazo. Para lograrlo, es vital la disposición de los estudiantes para participar en actividades de refuerzo que le ayudarán a potencializar sus procesos cognitivos. En esta medida, los resultados desfavorables presentados en el test son consecuencia de un desinterés generalizado, representado en la ausencia de habilidades químicas y estequiométricas para resolver problemas, definir conceptos o solucionar ecuaciones.

Gráfica 9. Pregunta 9 pretest



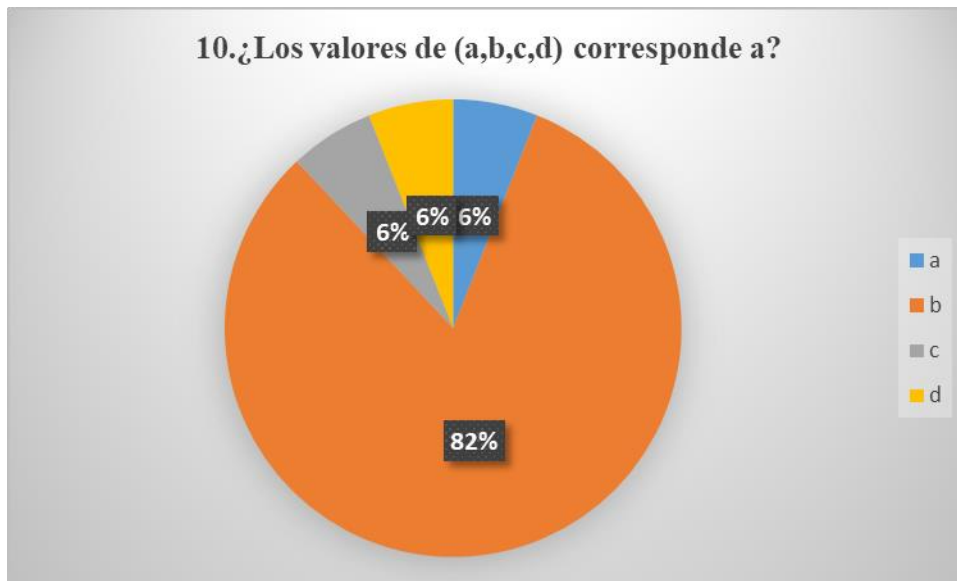
Fuente: elaboración Propia

La novena pregunta consiste en definir la cantidad de moles que existen en 156 gramos de cromo puro. Para ello, el interrogante expone una imagen que sirve de base en la resolución del problema. No obstante, otra vez, los estudiantes, en su mayoría, respondieron inadecuadamente, siendo sólo el 6% quienes acertaron al seleccionar la opción **A**. El resto escogieron la B, C y D, respuestas que demuestran una confusión generalizada en el grupo de alumnos posiblemente por el uso inadecuado de la calculadora o la relación que hay entre 1 mol de sustancia y su masa.

Para Bernal y González (2015) un sistema de conocimientos requiere de saberes anteriores, los cuales son considerados como prerrequisitos. A manera de ilustración, esto significa que cuando un niño o niña aprende un determinado concepto o ecuación para poder recordarlo, posteriormente, con éxito debe tener bases anteriores, es decir, conocimientos previos. Cuando no los tiene, el resultado es negativo porque significa que no podrá establecer las relaciones mentales adecuadas

para sostener su aprendizaje a largo plazo. Si a lo anterior se le suma que los estudiantes no tienen interés activo por el conocimiento estequiométrico o químico, el resultado es la incapacidad para resolver interrogantes como el de la novena pregunta del test.

Gráfica 10. Pregunta 10 pretest



Fuente: elaboración propia

La décima pregunta del test es la 10. Al igual que los anteriores interrogantes, los estudiantes contestaron erróneamente, en otras palabras, el 82% señalaron la B, la cual era una de las opciones incorrectas, el 6% contestó la opción C, el 6% la opción D, lo que conlleva a pensar la gran confusión entre lo que representa un subíndice y el coeficiente estequiométrico. Solo el 6% eligió la **A**, la opción acertada, esto indica que los valores resultantes a lado izquierdo de las sustancias de una ecuación química pertenecen a los coeficientes estequiométricos.

En resumen, después del análisis de los resultados que los estudiantes no tienen claridad en:

- Concepto de estequiometria,
- Coeficientes y subíndices
- Cálculos matemáticos
- Concepto de mol
- Masa molecular
- Ecuación química
- Ley de la conservación de la materia

En conclusión, el test revela los temas que se deben tratar en la construcción del OA (masa molecular, fórmula química, ecuación química, balanceo de ecuaciones, razón molar y los tipos de cálculos estequiométricos que es la finalidad del objeto de aprendizaje) lo cual si no se aborda de esta manera tendría serias dificultades para la enseñanza de la estequiometria.

4.2 Encuesta de percepción OA en escala de Likert

Las siguientes preguntas van dirigidas a analizar la experiencia de los estudiantes con la metodología aplicada para la enseñanza de la estequiometria. En total son diez los estudiantes encuestados del grado décimo, no 20. Esto, porque solo la mitad disponía de acceso a internet y a una computadora. Ahora bien, la actividad consistió en calificar cada pregunta formulada con la puntuación de 1 a 5, siendo uno el puntaje más bajo, cinco el más alto y los demás números intermedios. Este ejercicio se hizo con el propósito de identificar las opiniones de los participantes sobre el OA.

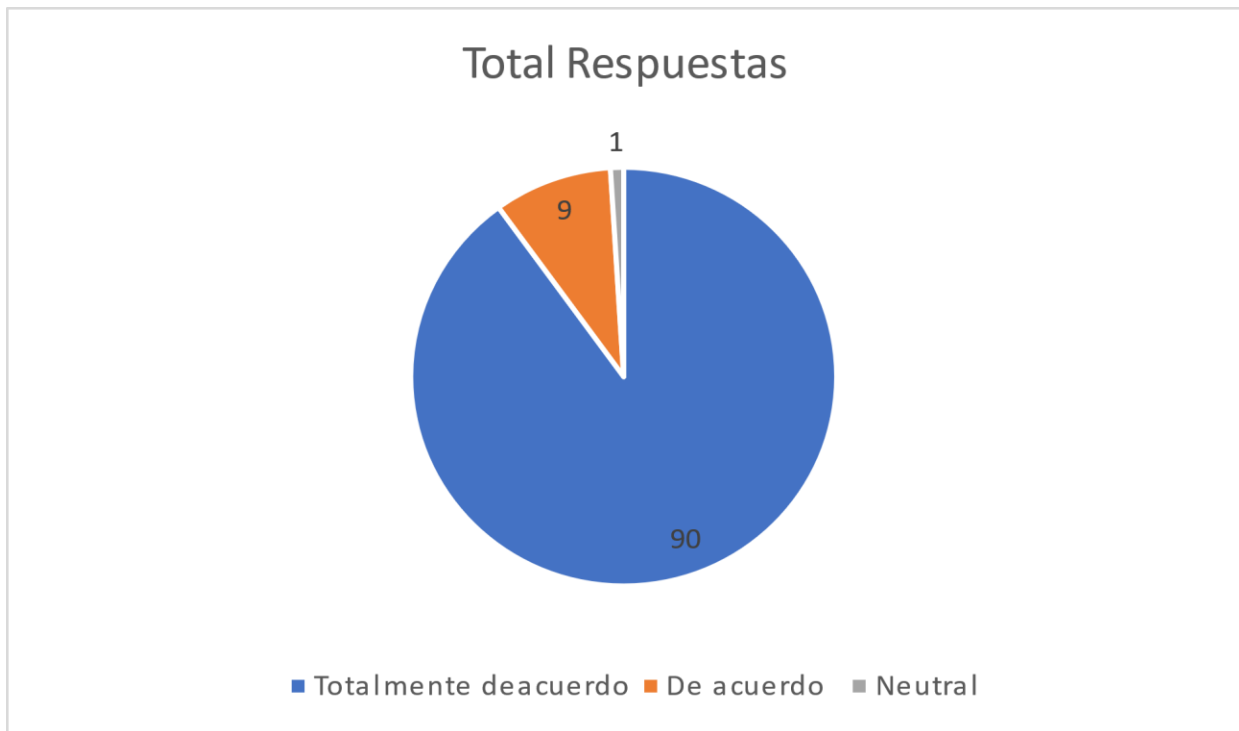
Tabla 2.

Encuesta de percepción

PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1) ¿Hay claridad sobre la información suministrada para el desarrollo del objeto de aprendizaje (OA)?				2	8
2) ¿El Objeto de aprendizaje que usted desarrollo aporta a una mejor experiencia para adquirir nuevos conocimientos?				3	7
3) ¿Fueron divertidas las actividades de las temáticas desarrolladas en el (OA)?				1	9
4) ¿Se utilizaron medios audiovisuales acordes, para la implementación del (OA)?				2	8
5) ¿Se evidencio fluidez en la secuencia y presentación de las actividades?					10
6) ¿El objeto de aprendizaje cumple con los objetivos propuestos por la docente?					10
7) ¿Las dinámicas y las actividades propuestas en el OA ayudan a la comprensión de la estequiometría?					10
8) ¿La estructura del OA le genera más interés por el aprendizaje de la estequiometría?				1	9
9) ¿Se utiliza un lenguaje claro en las explicaciones?					10
10) ¿La información suministrada sirvió para la comprensión de la estequiometría?			1		9

Fuente: elaboración propia

Gráfica 11. Encuesta de percepción

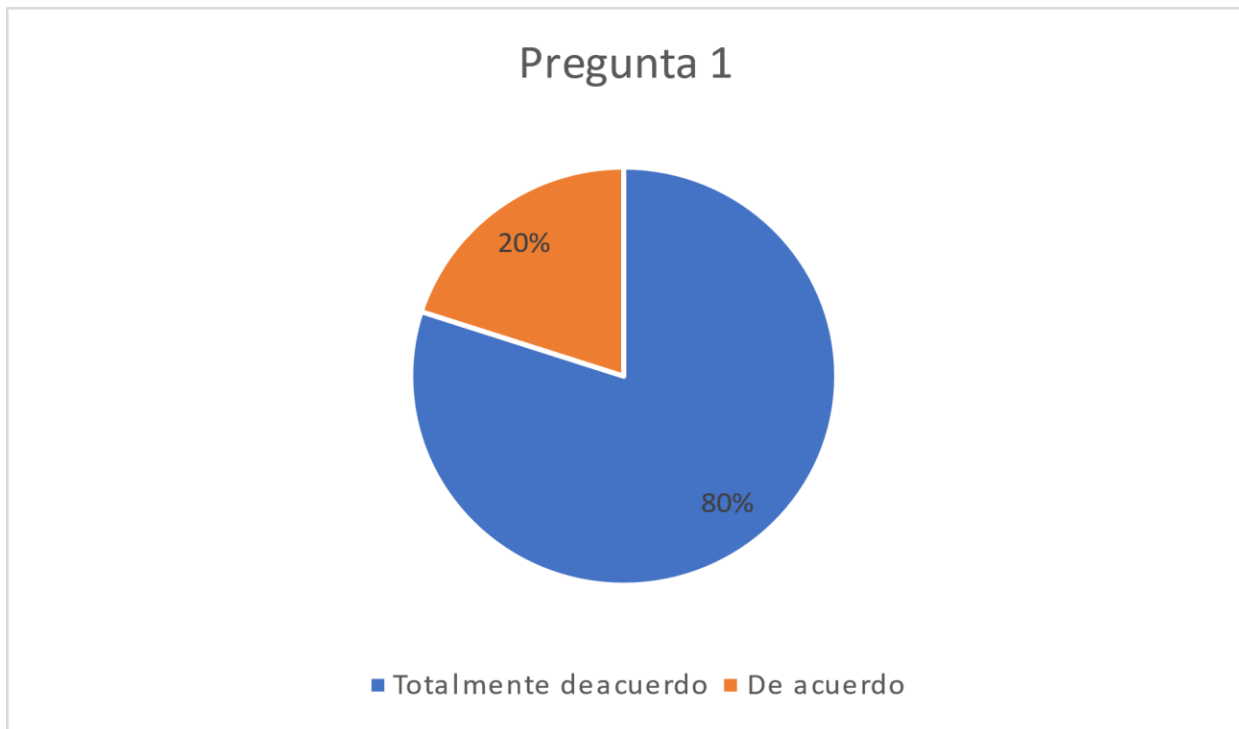


Fuente: elaboración propia

Análisis de las preguntas

1. ¿Hay claridad sobre la información suministrada para el desarrollo del objeto de aprendizaje (OA)?

Gráfica 12. Pregunta 1, encuesta de percepción.

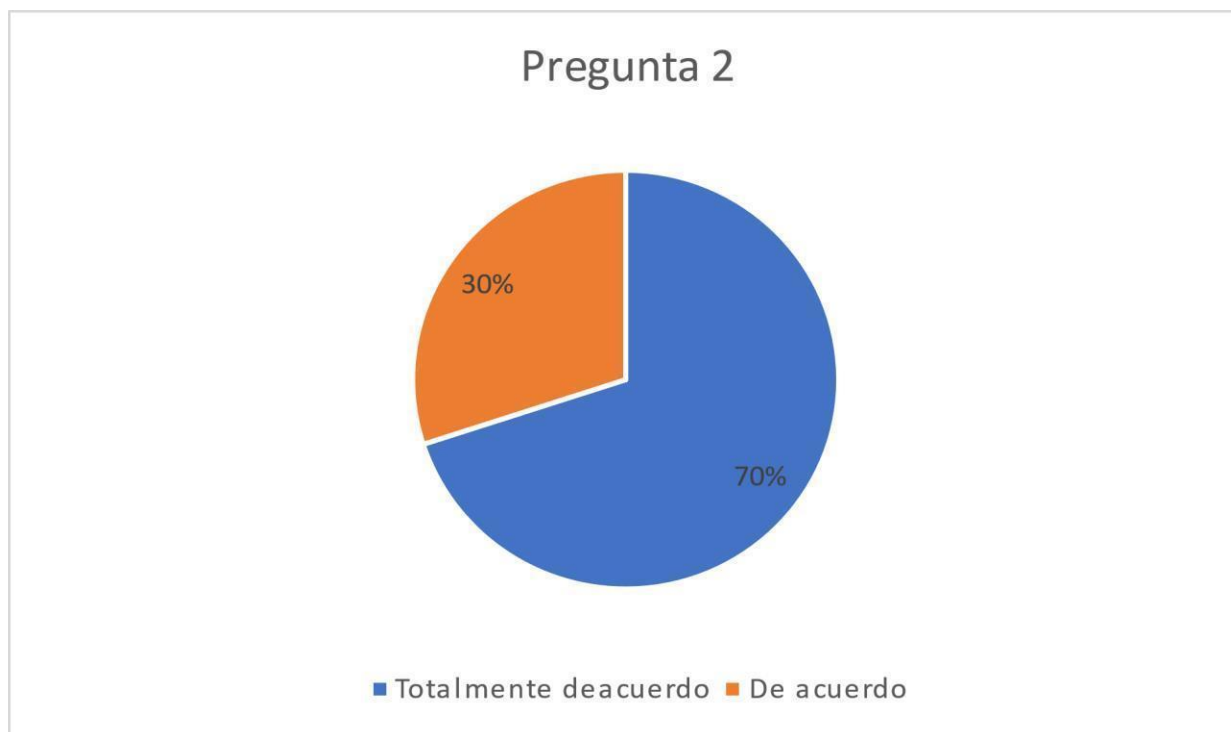


Fuente: elaboración propia

Según el análisis de la encuesta desarrollada el 80% de los estudiantes considera que es satisfactoria la manera en que se presenta el OA, esto se debe a su composición que está basada en criterios de claridad, coherencia, armonía y precisión. Según Salazar (2020) los OA deben estar estructurados de forma clara y coherente porque de esta forma se facilita el aprendizaje a través de este tipo de recursos. Conforme a esto, el OA cumple con las condiciones suficientes y necesarias.

2. ¿El Objeto de aprendizaje que usted desarrollo aporta a una mejor experiencia para adquirir nuevos conocimientos?

Gráfica 13. Pregunta 2, encuesta de percepción

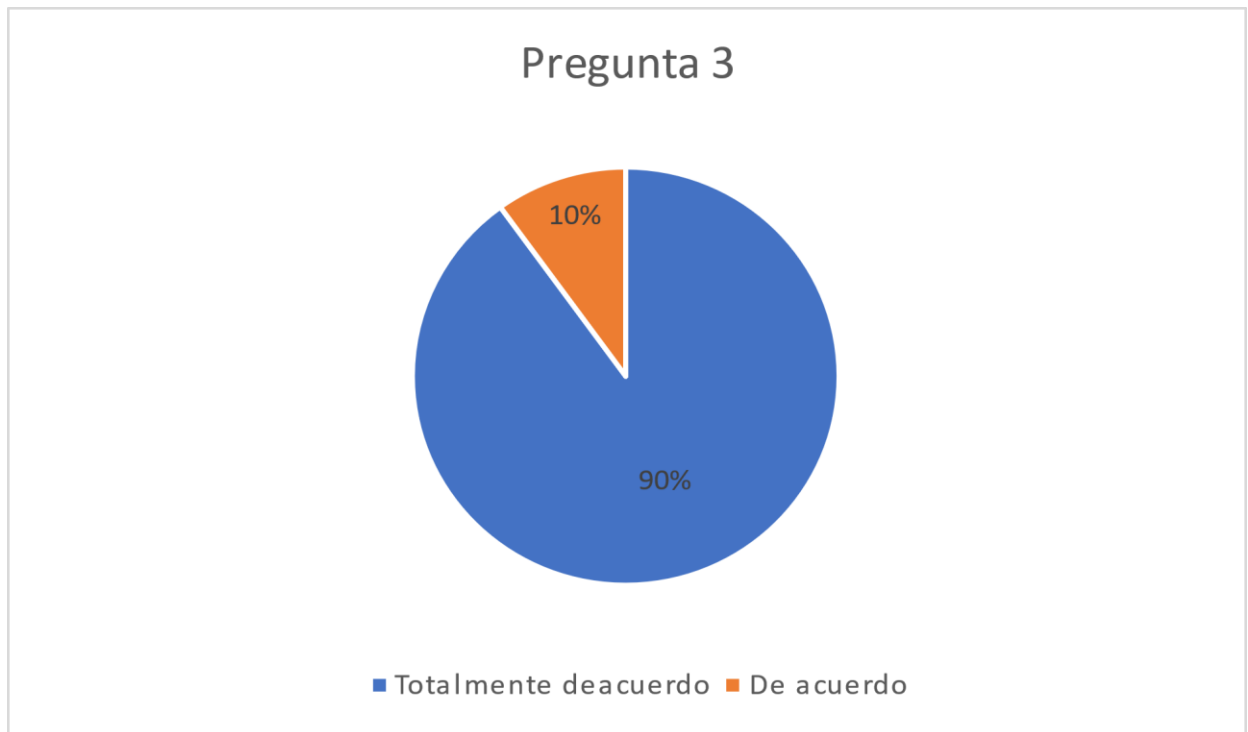


Fuente: elaboración propia

El 70% estudiantes dio una calificación positiva para el OA. El fin de la herramienta didáctica es mejorar la experiencia en la adquisición de nuevo conceptos en este caso sobre la estequiometria.

3. ¿Fueron divertidas las actividades de las temáticas desarrolladas en el (OA)?

Gráfica 14. Pregunta 3, encuesta de percepción

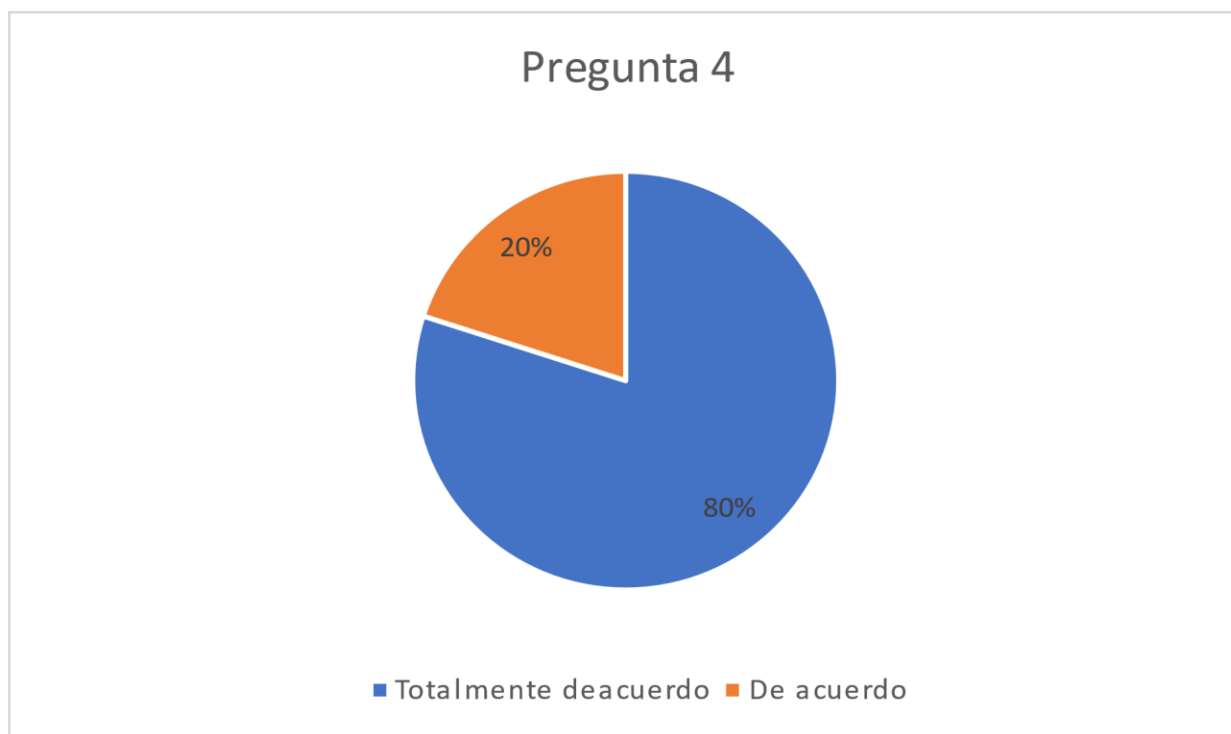


Fuente: elaboración propia

El 90% de los estudiantes considera que, si fueron divertidas las actividades de las temáticas, permitiendo un mejor enfoque del objeto de aprendizaje. Que promovieron y fortalecieron el conocimiento adquirido que se aborda mediante una forma más flexible y novedosa como lo indica Santana (2020). Por medio de actividades realizadas en educaplay.

4. ¿Se utilizaron medios audiovisuales acordes, para la implementación del (OA)?

Gráfica 15. Pregunta 4, encuesta de percepción

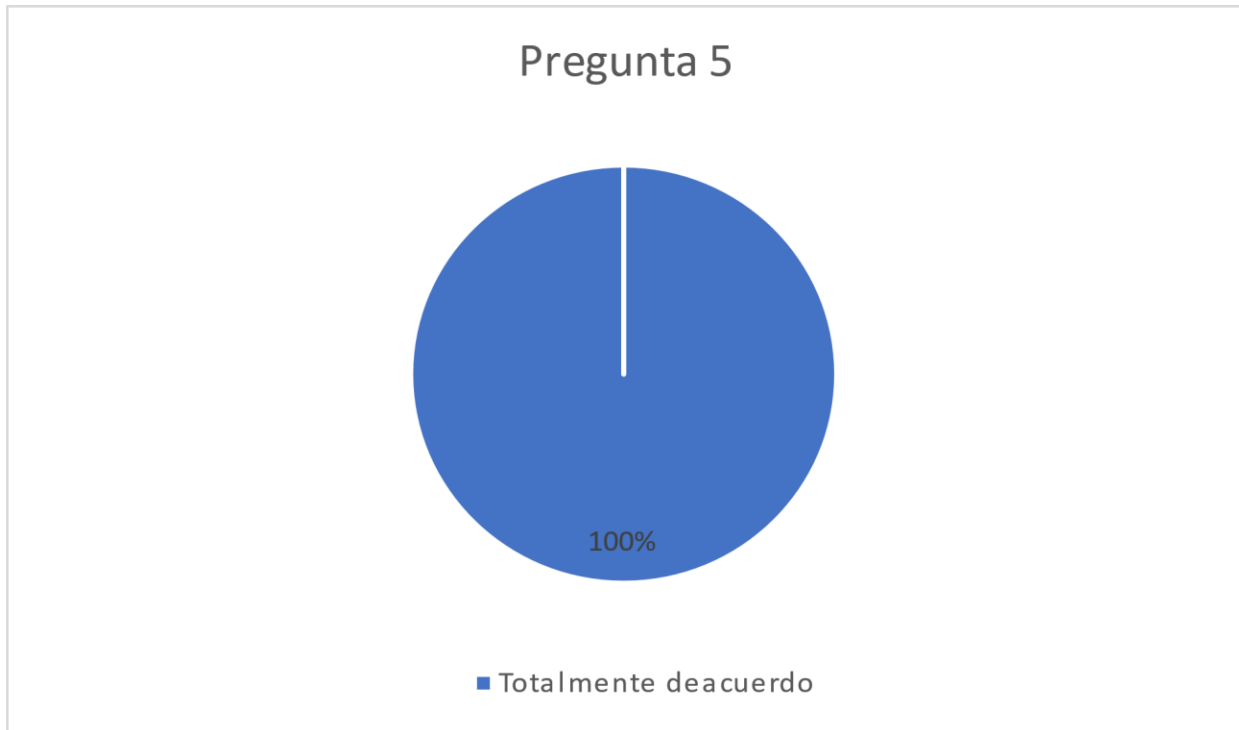


Fuente: elaboración propia

El 80% de los estudiantes manifiesta que los medios audiovisuales fueron pertinentes y de gran ayuda para el objetivo buscado por el OA. Una idea también muy importante que se tiene en el desarrollo de este tipo de ejercicios que la tecnología sea también una fuente del conocimiento, una herramienta destinada al saber.

5. ¿Se evidencio fluidez en la secuencia y presentación de las actividades?

Gráfica 16. Pregunta 5, encuesta de percepción

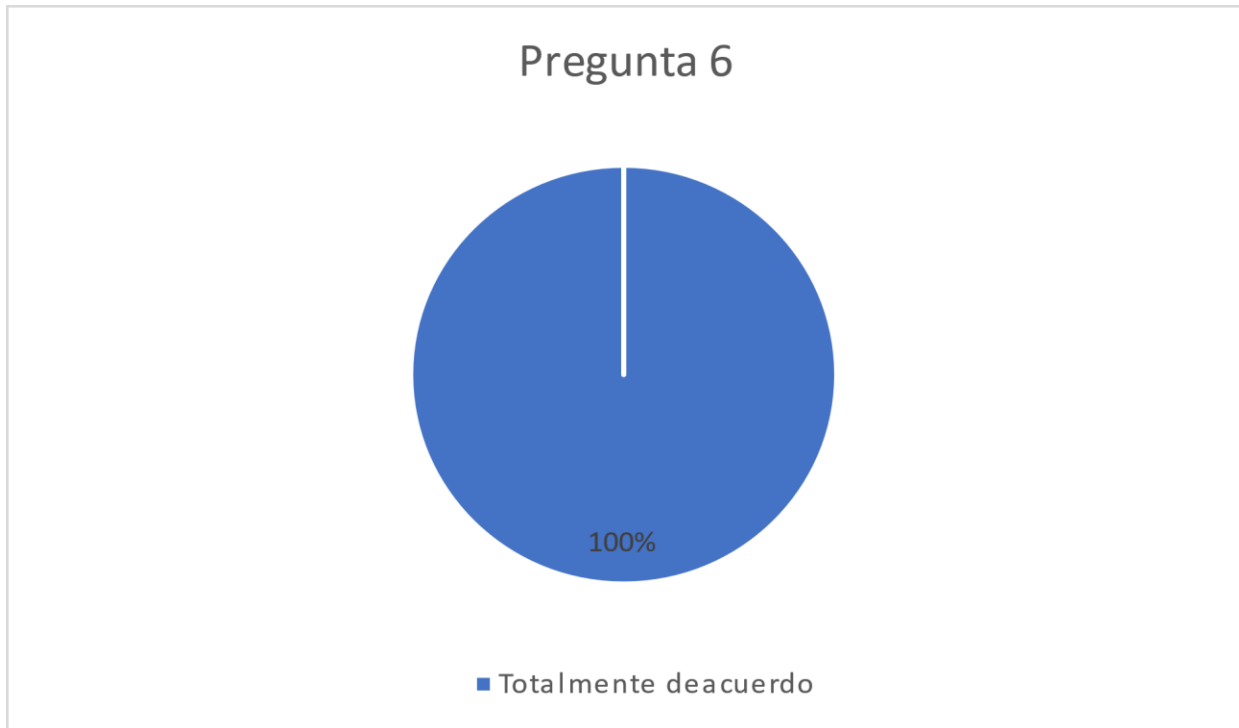


Fuente: elaboración propia

El 100% de los estudiantes vio una correcta fluidez en las actividades tratadas, además de una adecuada y correcta presentación. Esta es una muestra muy positiva de la eficacia en la metodología utilizada, mostrando fehacientemente que sí se obtienen los objetivos propuestos en el OA, como lo refleja Mezza (2017), cuando los OA están debidamente diseñados es posible la comprensión de un tema.

6. ¿El objeto de aprendizaje cumple con los objetivos propuestos por la docente?

Gráfica 17. Pregunta 6, encuesta de percepción

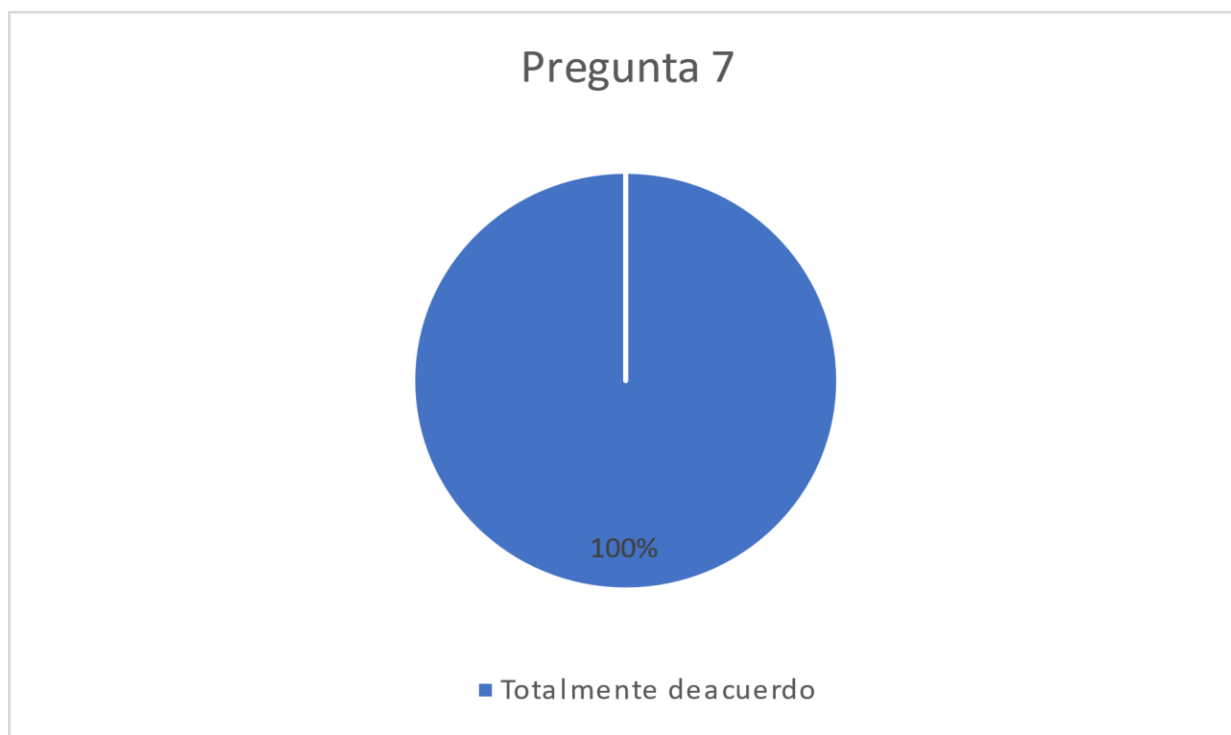


Fuente: elaboración propia

El 100% del estudiantado contestó afirmativamente. Esto es: según su perspectiva los objetivos fueron alcanzados de forma satisfactoria dejando ver claramente el éxito logrado por el OA. De acuerdo con los criterios anteriormente mencionados que son la esencia misma del aprendizaje, el OA posee claridad, coherencia, armonía y precisión (Salazar, 2020).

7. ¿Las dinámicas y las actividades propuestas en el OA ayudan a la comprensión de la estequiometría?

Gráfica 18. Pregunta 7, encuesta de percepción

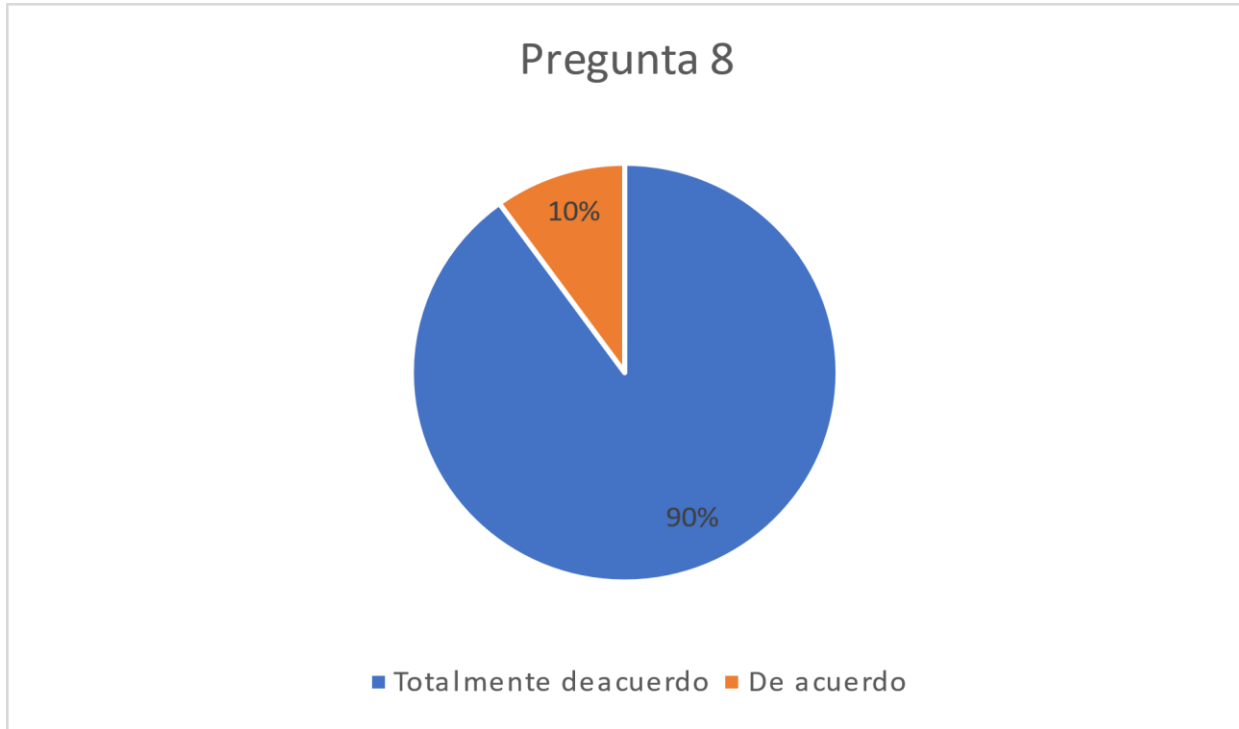


Fuente: elaboración propia

El 100% de los estudiantes concordaron en decir que efectivamente en la comprensión de la estequiometría si tuvieron un papel muy importante las dinámicas y actividades propuestas. Gracias a ello se podía interactuar con el objeto de estudio de forma mucho más profunda y clara para comprender con ello este concepto del área de la química. En síntesis, es una herramienta que permite abordar el tema de forma más actualizada (Santana, 2020).

8. ¿La estructura del OA le genera más interés por el aprendizaje de la estequiometría?

Gráfica 19. Pregunta 8, encuesta de percepción

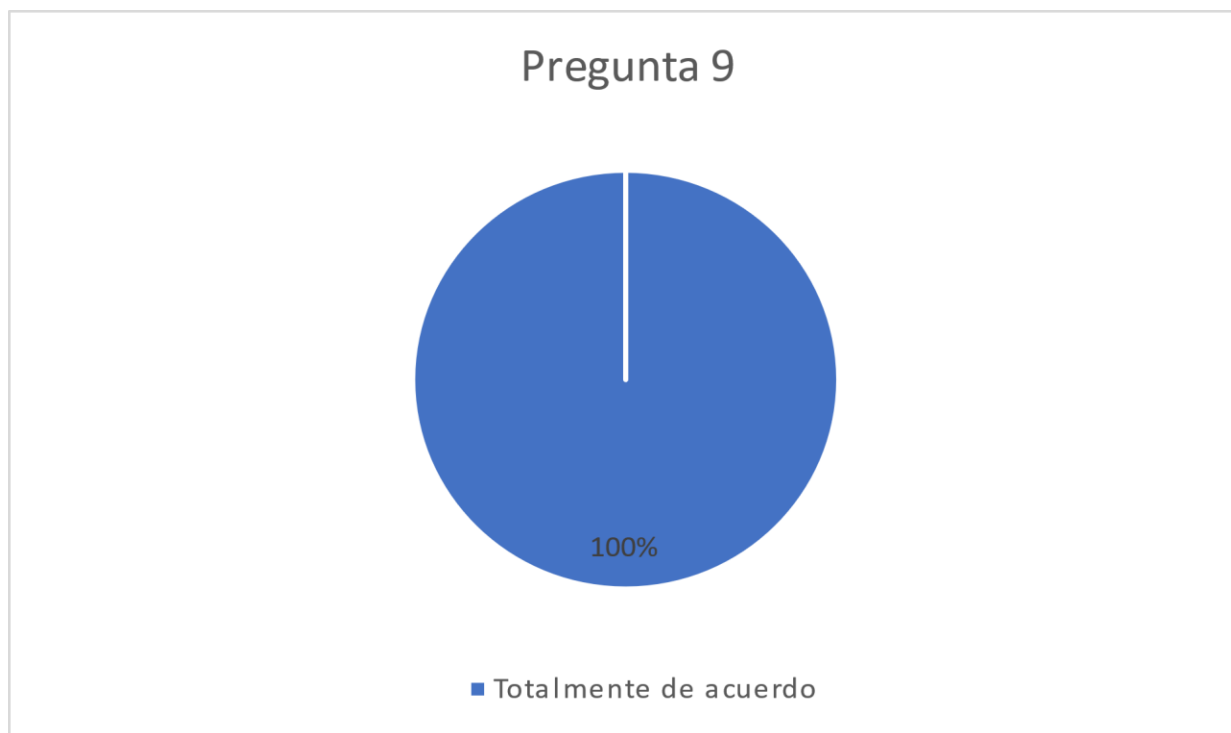


Fuente: elaboración propia

El 90% de los encuestados indica que la herramienta incentiva el aprendizaje de la estequiometría porque facilita la comprensión de temas relativamente complejos. En palabras de Soto y Gonzáles (2003), la tecnología simplifica conceptos o propone perspectivas de abordaje más sencillas o acordes a ciertos contextos educativos.

9. ¿Se utiliza un lenguaje claro en las explicaciones?

Gráfica 20. Pregunta 9, encuesta de percepción

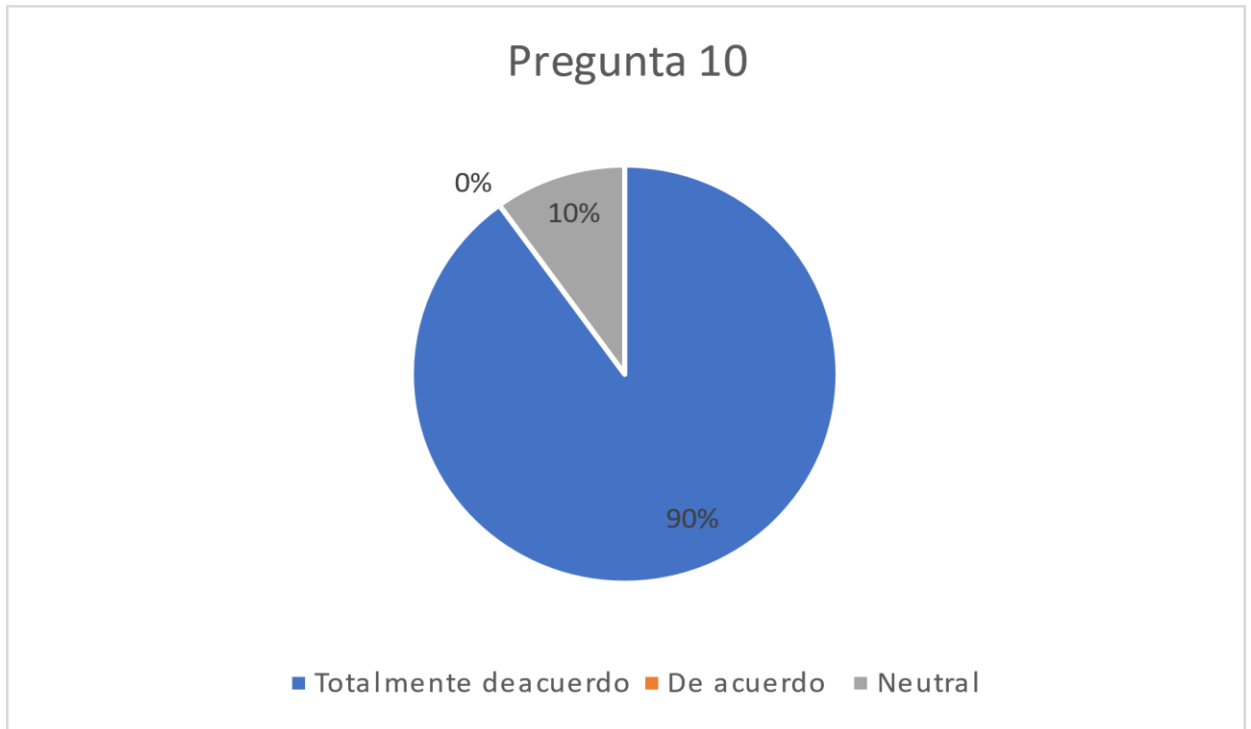


Fuente: elaboración propia

El 100% de los alumnos responde que efectivamente el lenguaje utilizado al momento de abordar las explicaciones es claro y preciso. Estas características del lenguaje permiten la efectividad del OA dentro de la metodología, pues, se garantiza con ello que mayor cantidad de estudiantes asimilen los conceptos claves de la estequiometría o eleven su rendimiento escolar en el área. Alfaro (2017).

10. ¿La información suministrada sirvió para la comprensión de la estequiometría?

Gráfica 21. Pregunta 10, encuesta de percepción



Fuente: elaboración propia

El 90% de los jóvenes reconoció una fuente de información valiosa y útil en el OA. Las razones: explicaciones detalladas, variedad de ejercicios, uso de la tecnología, interactividad y acompañamiento del docente durante las secciones, por otro lado, el 10% de los alumnos tuvieron una posición neutra en cuanto a la utilización de esta herramienta la cual se refleja en la poca interacción que pueden tener con los computadores y las aplicaciones virtuales por la poca disponibilidad de servidores de internet en las zonas rurales y el deficiente servicio de este.

Se puede concluir con base a las preguntas formuladas y a las respuestas aportadas que la experiencia entre los estudiantes fue altamente positiva y aclaradora del tema de estudio. Esto, porque la mayoría de los estudiantes respondieron a las preguntas con una puntuación sobre 5 y 4, lo que representa una muy buena aceptación y valoración de la herramienta didáctica. Por otra parte, las valoraciones negativas fueron inexistentes.

Las preguntas mejor evaluadas con el mayor puntaje en 5 de calificación positiva son:

- La pregunta número cinco que trata sobre la fluidez en la secuencia y presentación de las actividades, demuestra una buena estructura y planeación de los temas de estudio.
- La pregunta número seis que consulta si el objeto de aprendizaje (OA) e informativo cumplen con los objetivos propuestos, indica que para los estudiantes la herramienta didáctica es viable para la aplicación.
- El número siete trata acerca de si las dinámicas y las actividades propuestas en el OA ayudan a la comprensión de la estequiometría, el ejercicio realizado cumple su objetivo, ya que las actividades y las dinámicas clarifican mucho más el tema de estudio haciéndolo más entendible

Los resultados concuerdan con las investigaciones de Ramírez y Feria (2019), Mojica (2013), Marcano (2015) y Gómez (2019), pues, para ellos el OA en efecto contribuye al aprendizaje de una ciencia, en este caso de una rama de la química como la estequiometría. Por consiguiente, se deben integrar:

- Estrategias para motivar el aprendizaje de los alumnos al momento de estudiar o comprender un tema de la química.
- Mejorar los resultados académicos en la asignatura de química.
- Desarrollo del pensamiento reflexivo en relación con la química y la estequiometría.
- Aprendizaje colaborativo, comunicación asertiva y participación en el proceso académico.
- Guía para profesores durante la planificación del contenido académico o selección de estrategias didácticas.
- Pruebas de la importancia de utilizar material manipulativo o TIC en la formación educativa.
- Necesidad de construir estrategias educativas a partir de las particularidades del contexto educativo

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

Después de describir el problema de investigación, exponer el marco teórico, justificar la investigación y concretar una metodología, sigue responder a los objetivos. En primer lugar, los hallazgos muestran que fue posible diseñar e implementar un Objeto de Aprendizaje (OA) que sirviera como estrategia didáctica de apoyo a los estudiantes de grado décimo en la adecuada apropiación del manejo de la estequiometría. En otras palabras, se logró acercar a los estudiantes, por medio del recurso digital, a la estequiometría.

Lo que permitió estos resultados fue:

- 1) Ejercicios a partir de problemas que simulan situaciones imaginarias
- 2) Manejo de la tecnología, la cual, como se dijo en el marco teórico, ofrece un mundo de posibilidades a la educación.

De otro lado, al reconocer los saberes previos de los estudiantes respecto a la estequiometría permitió recopilar la información necesaria, para diseñar actividades dinámicas acordes a los temas identificados (masa molecular, fórmula química, ecuación química, balanceo de ecuaciones, razón molar, entre otros). La evidencia se encuentra en el pretest.

A continuación, se construyó el OA de acuerdo con los criterios establecidos en el marco teórico y en el análisis de los resultados obtenidos en el pretest, con el fin de acercar al estudiante a la estequiometría. El proceso se basó en interactividad accesibilidad, flexibilidad, modularidad, reutilización y portabilidad del OA. Al mismo tiempo, en los conceptos claves de la estequiometría como mol, ley de la conservación de la materia, ecuación, número atómico y demás categorías.

Por último, se propuso una encuesta dirigida a analizar la experiencia con esta metodología de enseñanza. En total fueron diez los estudiantes encuestados del grado décimo de secundaria y la actividad consistió en calificar cada pregunta con la puntuación de 1 a 5, siendo uno el puntaje más bajo, cinco el más alto y los demás números intermedios. Los resultados mostraron que los escolares interpretan el OA como un producto digital, preciso, interactivo, portátil y accesible.

5.2 Recomendaciones

- Implementar diversos OA en otras instituciones educativas para complementar el aprendizaje de la química y otras asignaturas.
- Distribuir el OA para impulsar el aprendizaje desde el hogar.
- Trabajar otros temas en futuras investigaciones sobre la química mediante el OA. Por ejemplo, las reacciones químicas.

REFERENCIAS

- Abad, A. (2017). *Aula virtual interactiva para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de estequiometria a través de las tecnologías de la información y la comunicación. Universidad Industrial de Santander.* [Archivo PDF].<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2017/170641.pdf>
- Agudelo, G., Aignerren, M., Ruiz, J. (2008). *Diseños de investigación experimental y no experimental.* [Archivo PDF].[http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/2622/1/Agudelo Gabriel_2008_DisenosInvestigacionExperiental.pdf](http://bibliotecadigital.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/2622/1/AgudeloGabriel_2008_DisenosInvestigacionExperiental.pdf)
- Alfaro, L. (2017). Influencia de la Guía Didáctica QA -1 en el rendimiento académico de los estudiantes de Didáctica de la Química de la Facultad de Educación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Educación, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.
- Alonso, F. (2012). *Historia general de la educación.* Editorial Siglo XXI.
- Belloch, F. (2018). *Las nuevas formas de ver el mundo: la tecnología y el desarrollo.* México D.F: Editorial siglo XXI.

- Benítez, S., Campos, C. y Amador, M. (2020). Educación y retos de los gobiernos en el tema de la química. *Revista I&Q Industria y Química*, 3 (2),20-39.
- Bernal, M., y González, S. (2015). Dificultades en la educación química. *Revista I&Q Industria y Química*, 5, 14-56.
- Cárdenas, F. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação (Bauru)*, 12 (3),333-346. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=251019510007>.
- Delgado, F. (2017). *Unidad didáctica para fortalecer la competencia de indagación en la resolución de problemas estequiométricos en el grado 10 de la I.E. Evaristo García, a través del aprendizaje basado en problemas*. Universidad ICESI, 1-151. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/82300/1/delgado_competencia_indagacion_2017.pdf
- Delors, J. (1994). *Los cuatro pilares de la educación*. <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/PPP-DC-Delors-Los-cuatro-pilares.pdf>
- Díaz, M. (2018). Enseñanza de las reacciones químicas a través de metodologías activas para 3° de e.s.o en el contexto de la vida cotidiana. Bogotá: Ministerio Nacional de Educación.
- El Tiempo (6 de marzo 2019). *Cómo están los estudiantes en Biología*. <https://www.eltiempo.com/vida/ciencia>.
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M., & Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(2), 351-360. <https://www.redalyc.org/pdf/2510/251038426006.pdf>

- García, A. (2013). *Origen y Evolución de los OVAs* [Archivo PDF].<http://ovaprojectoinformatica.blogspot.com/2013/06/origen-y-evolucion-de-los-ovas.html>
- Gómez Galvis, D. (2016). Objeto de aprendizaje para la enseñanza de enlace químico partiendo de las ideas previas de los estudiantes de grado Séptimo de la I. E. Divino Niño.
- Gómez, C. (2019). Las TIC's, el poder en las manos. *Ciencia y tecnología*, 2 (10), 1-20.
- González, S. y Mostue, C. (2018). Los niveles en la biología y la estequiometría. *Revista peruana de educación*, 2(18),1-19.
- Henao, M. (2018). Aportes a la educación en química. *Ciência & Educação (Bauru)*, 4(1), 3-30.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F: Mc Graw Hill.
- Hodgins, W. (2000). "Into the future: A vision paper", for American Society for Training and development (ASTD) and National Governors' Association (NGA) Commission on Technology and Adult Learning, 2000. p. 27.
- Jaramillo García, J. (2016). Diseño de un objeto virtual para la enseñanza-aprendizaje de los conceptos matemáticos de nivelación previos al estudio de la química general.
- Learning Tecnology Standards Committee (LTSC)(2017). OVA [Archivo PDF].<https://ieee-sa.imeetcentral.com/ltsc/>
- León, A. (2017). Qué es la educación. *Educere*, 11 (39): 595-604.
- Mancilla, A. (2017). *Diseño de una guía de aprendizaje sobre estequiometría utilizando la herramienta drive para estudiantes de 10° grado del municipio Palmar Santander*.

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 1-85. [Archivo PDF].
<http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1908/1/30877.pdf>

Marcano, K. (2015). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de investigación*, 39(84), 181-204. <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v39n84/art09.pdf>

Martínez, L. M. (2015). La evolución histórica de la química y su utilidad didáctica. *Real Sociedad Española de Química*, 111(4), 230–238.

Martínez, L., Hinojo., Aznar, I. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza- Aprendizaje por parte de los Profesores de Química.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642018000200041&script=sci_arttext.

Mejía, M. (2018). *Nociones básicas de química*. Norma Editorial.

Mezza, L. (2017). *Tecnologías revolucionarias para la educación, ensayos cortos*. Episteme editorial

Ministerio Nacional de Educación. (2016). *OVAS*. <http://www.minti>

Ministerio Nacional de Educación. (2018). Análisis de la educación en Colombia [Archivo PDF].https://micrositios.mintic.gov.co/plan_tic_2018_2022/pdf/plan_tic_2018_2022_20191121.pdf

Ministerio Nacional de Educación. (2019). *Estándares de Química y temas afines* [Archivo PDF].<http://www.mintic.gov.co/>

Mojica, D. (2013). *Ambiente de aprendizaje virtual como apoyo para la enseñanza de la estequiometría en grado décimo* [Tesis de postgrado, Universidad Nacional de

Colombia Facultad de Ciencias Bogotá, Colombia].
<https://core.ac.uk/download/pdf/77269368.pdf>

Molano, LC. (2017). Estudio del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) como herramientas de transferencia de tecnología en el sector agropecuario colombiano: caso Corpoica. <http://hdl.handle.net/10251/90228>.

Moreira, M. y Ausubel, C. (2008). Aprendizaje significativo [Archivo PDF].<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>

Murillo Quiñones, N. (2020). Objeto de aprendizaje para la enseñanza de las secciones cónicas incorporando los conceptos matemáticos, la teoría de representaciones y las aplicaciones.

Pérez, M. (2016). Enseñanza de la reacción química con un enfoque CTS. *Universidad Internacional de La Rioja*, 1-66.
<https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3951/PEREZ%20REQUES%2C%20MARIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ramírez, M., & Feria, M. (2019). Estrategia mediada por la metacognición en la resolución de situaciones estequiométricas. *Foro EMAD investigación e innovación en educación matemática*, 33-40.
http://funes.uniandes.edu.co/14003/1/Ramirez2019Estrategia_Documento.pdf

Raviolo, A., & Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*, 195-204.
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X16300040>

Robles, M. (2018). Fundamentos de conceptos básicos de Estequiometría para ciencias de la tierra. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 1-57.
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/14577/Material%20did%C3%A1ctico.pdf?sequence=3>

Rojas, C. (2015). *Objetos virtuales de aprendizaje como herramienta para la enseñanza del álgebra en el grado octavo de la Institución Educativa Ana de Castrillón* [Archivo PDF].<http://www.bdigital.unal.edu.co/51453/101/98587117.2016.pdf>

Rodríguez, M. (2008). *La estequiometría y sus dificultades*. Editorial Siglo XXI.

Rodríguez, A. (2010). *Evolución de la educación* [Archivo PDF].
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3391388.pdf>

Rodríguez, M.R., López, A. & Martín, I (2017). *Percepciones de los estudiantes de ciencias de la educación sobre las redes sociales como metodología didáctica*. Universidad de Sevilla, España 77-93.

Salazar, A. (2020). *5 herramientas para desarrollar Objetos Virtuales de aprendizaje* [Archivo PDF].<http://elearningmasters.galileo.edu/2019/02/01/objetos-virtuales-de-aprendizaje/>

Santana, N. (2020). Ovas y sus beneficios. *Panorama*, 4,19-20.

Soto, C. y González, Y. (2003), "Adopción de la tecnología informática en profesores de educación secundaria en México", *Tecnología y Comunicación Educativas*, n.º 37, pp. 80-91.

Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) (2018). *La Química y la educación científica* [Archivo PDF].
<https://www.un.org/ruleoflaw/es/un-and-the-rule-of-law/united-nations-educational-scientific-and-cultural-organization/>

Velandia, F. (2020). Tlc en el Aula de Química; incidencia en los procesos de aprendizaje de conceptos básicos de estequiometría en estduiantes de grado décimo de educación

media. *Universidad de la Sabana, Cundinamarca*, 1-28.
<https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/42756/Felix%20Martin%20Velandia-79595807-Art%20Investigaci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Villareal, J., & Sánchez, L. (2018). Incidencia de la implementación de una unidad didáctica diseñada en el modelo de Investigación Dirigida en el aprendizaje de la Estequiometría. *Universidad de Antioquia*, 1-117.
http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/12283/1/VillarrealJaime_2018_Estequiometr%c3%adaIncidencialImplementacionUnidad.pdf

Whitten, K. W., Gailey, K. D., Davis, M. R., Peck & G. G., Stanley. (2015). *Química 10ª edición*. McGraw-Hill.

ANEXOS

Anexo A. CONSENTIMIENTO INFORMADO

CONSENTIMIENTO INFORMADO DIRIGIDO A LOS ACUDIENTES DE LOS ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO DE LA INSTITUCIÓN BUENAVISTA, LA DORADA, CALDAS

El docente _____ está adelantando su investigación en el marco de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales y requiere de una autorización para recolectar información de los participantes. Las actividades que realizará serán las siguientes.

1. Dos test al inicio y al final del estudio conocidos como “pretest” y en cuenta de percepción
2. Participación en el desarrollo de la temática abordada en el aula que consisten implementar un OA para mejorar el aprendizaje de la Estequiometría
3. Recolección y captura de algunas imágenes que servirán como evidencia del proceso de las actividades sugeridas.

Notas: Es importante destacar que los datos, imágenes y demás evidencias que se obtengan serán usados únicamente de forma académica por lo tanto está prohibida su difusión para propósitos distintos. De esta forma la identidad de los participantes será confidencial y solo el maestrante tendrá acceso a esta información.

Nombre del participante

Documento de identidad:

Nombre del acudiente

Documento de identidad

Anexo B. PETICIÓN

SEÑOR
NESTOR RUBIEL GARZON

ASUNTO:
PETICIÓN

BUENOS DIAS

Yo Leidy Bibiana suaza Cardona con cedula número 1053790082 de Manizales, me dirijo a usted para solicitar la autorización para recolección de información y aplicación de una experiencia significativa (Aprendizaje de cálculos estequiométricos por medio de un “OA” objeto de aprendizaje e informativo) con estudiantes de la institución educativa Buenavista de grado 10°, cuyos resultados servirán como información de estudio en procesos académicos de la institución en el área de química, además de material invaluable para el desarrollo del trabajo de grado, que se está elaborando y lleva el mismo nombre, siendo aspirante al título de “ magister en enseñanza de las ciencias exactas y naturales”.

Muchas gracias por la atención prestada

Agradezco que la aprobación o desaprobación de esta solicitud se haga de forma escrita.

Leidy Bibiana Suaza Cardona

Anexo C. PRUEBA DE SABERES PREVIOS “PRETEST”

Pretest para determinar los conocimientos que poseen los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Buenavista, la Dorada, Caldas, en los cálculos estequiométricos

Nombre _____ Edad _____ Sexo _____

Lea con atención cada una de las preguntas y elija una opción como respuesta.

1. La estequiometría es el cálculo que se realiza entre las relaciones cuantitativas, entre los reactivos y productos en el trayecto de una reacción química. Estas relaciones se pueden deducir a partir de las leyes ponderables y la teoría atómica, cabe resaltar la importancia del conocimiento de la composición de la materia para cualquier situación relacionada con dicha rama de la química. Si 4 gramos de hidrógeno reaccionan con 32 gramos de oxígeno, ¿Cuántos gramos de agua se producen?

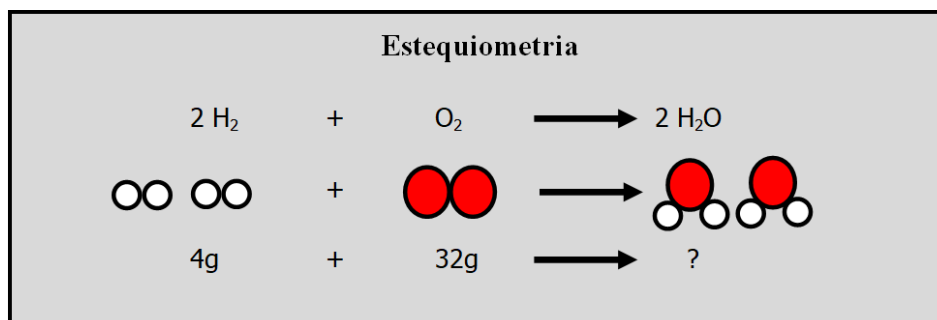
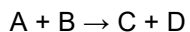


Imagen 3. Estequiometría.
Fuente: Elaboración propia.

- a. 36 g de H_2O .
- b. 37 g de H_2O .
- c. 34 g de H_2O .
- d. 35 g de H_2O .

2. En una reacción química la cantidad de materia es constante, lo que significa que cuando ocurre una reacción en un sistema cerrado, la masa de los reactivos es igual a la de los productos.

¿Podrías predecir la cantidad de oxígeno que está presente en la reacción?



$$\text{Masa A} + \text{Masa B} = \text{Masa C} + \text{Masa D}$$



Imagen 4. Ley de la conservación de la materia
Fuente: <http://elbibliote.com>

- a. 7 g
- b. 6 g
- c. 3 g
- d. .8 g

3. Una fórmula química es la representación de la composición de una sustancia, es decir, de los elementos que conforman la molécula y sus proporciones. Los elementos se representan con su símbolo químico, mientras que las proporciones mediante un subíndice al lado derecho del símbolo.

¿Indica cuál es la fórmula molecular del agua?

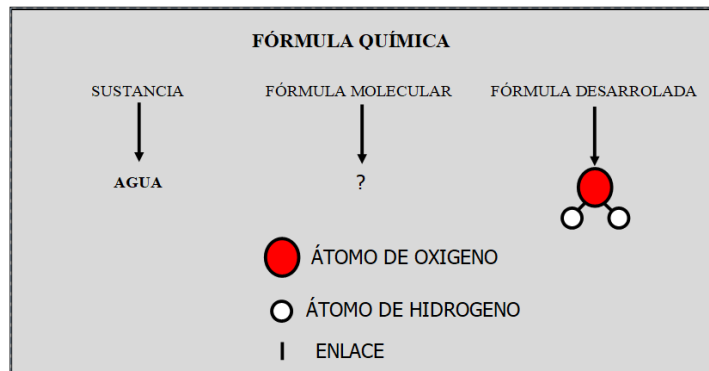


Imagen 5. Fórmula química.
Fuente: Elaboración propia.

a. H₂O

b. H₃O

c. H₂

d. H₂O₂

4. Ecuación química es la representación por medio de símbolos y números de una reacción química. evidencian las sustancias que reaccionan y las sustancias que se producen. (reactivos y productos).

Completa la imagen con los nombres correctos respectivamente:

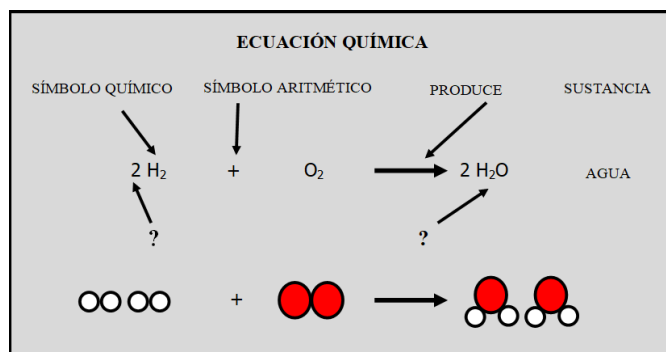


Imagen 6. Fórmula química.
Fuente: Elaboración propia.

a. Molécula - Átomo.

b. Coeficiente estequiométrico – Subíndice.

c. Hidrogeno – Oxígeno.

d. Produce – Símbolo.

5. Para hornear un pastel con la receta familiar necesitamos estos ingredientes:

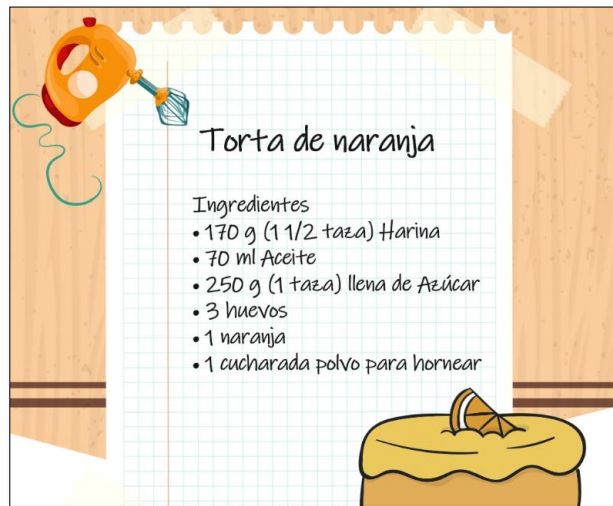


Imagen 7. Formula química.

Fuente: <http://www.febo.com.uy/>.

¿El resultado final sería un?

a. Reactante

b. Reactivo

c. Sustancia

d. Producto

6. ¿Cuándo se utiliza el método de balanceo de ecuaciones químicas por tanteo, se asignan coeficientes estequiométricos a las moléculas? Si tengo la siguiente ecuación $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

¿Cuál sería el coeficiente estequiométrico del H_2 ?

- a. 1
- b. 2**
- c. 3
- d. 4

7. La ley de la conservación de la materia plantea que la materia no se crea ni se destruye durante una reacción química, solo se transforma.

¿Qué coeficientes se deben asignar a la siguiente reacción para que cumpla con dicha ley?

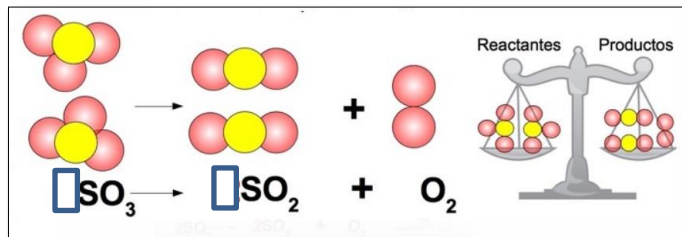


Imagen 8. Ley de la conservación de la materia.

Fuente: <http://www.febo.com.uy/>.

- a. 3:2:1
- b. 2:2:1**
- c. 1:1:1
- d. 4:2:2

8. ¿Cuál es el coeficiente estequiométrico de la siguiente molécula H_2SO_4 según la reacción $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$?

- a. 1
- b. 2
- c. 3**
- d. 4

9. ¿Esta relación permite conocer la cantidad de moles, átomos o moléculas que existen en una determinada masa de un elemento o compuesto y viceversa? De acuerdo con esto, ¿cuántas moles de cromo existen en 156 gramos de cromo puro?:

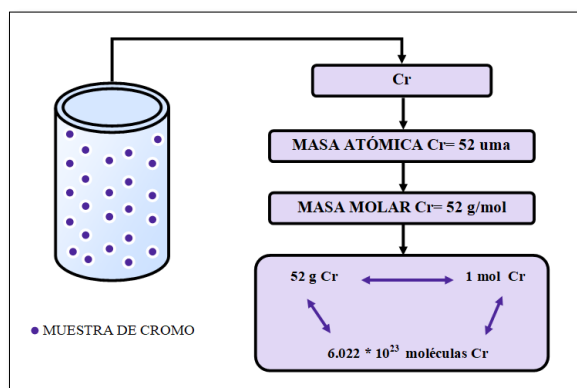


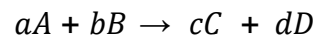
Imagen 9. Formula química.
Fuente: Elaboración propia.

- a. En 156 gramos de cromo puro hay 3 moles de cromo.**
- b. No tiene moles porque el cromo no tiene peso
- c. 1 mol de Cr
- d. En 156 gramos de cromo puro hay 6 moles de cromo.

10. Al balancear una ecuación química se asigna un valor a la letra A y con esta luego se obtiene el valor de todas las otras letras

¿Los valores de (a, b, c, d) corresponde a?:

Ejemplo: Reactivos → Productos



a. Coeficientes estequiométricos.

b. Subíndices

c. Reactivos.

d. Productos.

Anexo D. ENCUESTA DE PERCEPCION

ENCUESTA DE PERCEPCION	 UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MANIZALES
------------------------	---

Objetivo: identificar el grado de satisfacción en estudiante de grado undécimo de la institución educativa Buenavista a quienes se les aplicó el objeto de aprendizaje e informativo.

Nombre:	Grado:	Año:	Asignatura:
---------	--------	------	-------------

Valore de 1 a 5 donde. 5-Totalmente de acuerdo, 4-De acuerdo, 3-Neutral, 2-En desacuerdo y 1-Totalmente en desacuerdo

PREGUNTAS	1	2	3	4	5
1) ¿Hay claridad sobre la información suministrada para el desarrollo del objeto de aprendizaje (OA)?					
2) ¿El Objeto de aprendizaje que usted desarrollo aporta a una mejor experiencia para adquirir nuevos conocimientos?					
3) ¿Fueron divertidas las actividades de las temáticas desarrolladas en el (OA)?					
4) ¿Se utilizaron medios audiovisuales acordes, para la implementación del (OA)?					
5) ¿Se evidencio fluidez en la secuencia y presentación de las actividades?					
6) ¿El objeto de aprendizaje cumple con los objetivos propuestos por la docente?					
7) ¿Las dinámicas y las actividades propuestas en el OA ayudan a la comprensión de la estequiometría?					
8) ¿La estructura del OA le genera más interés por el aprendizaje de la estequiometría?					

9) ¿Se utiliza un lenguaje claro en las explicaciones?					
10) ¿La información suministrada sirvió para la comprensión de la estequiometría?					

Anexo E. ESTRUCTURA DEL OA

INTRODUCCIÓN: Breve descripción de lo que es estequiometría, aplicaciones prácticas

La estequiometría corresponde a la rama de la química que se encarga de establecer las relaciones cuantitativas entre sustancias iniciales y finales presentes en una reacción química. La palabra *estequiometría* proviene de los vocablos griegos “stroichein” que significa “primer principio elemento”. La estequiometría se puede dividir en dos tipos:

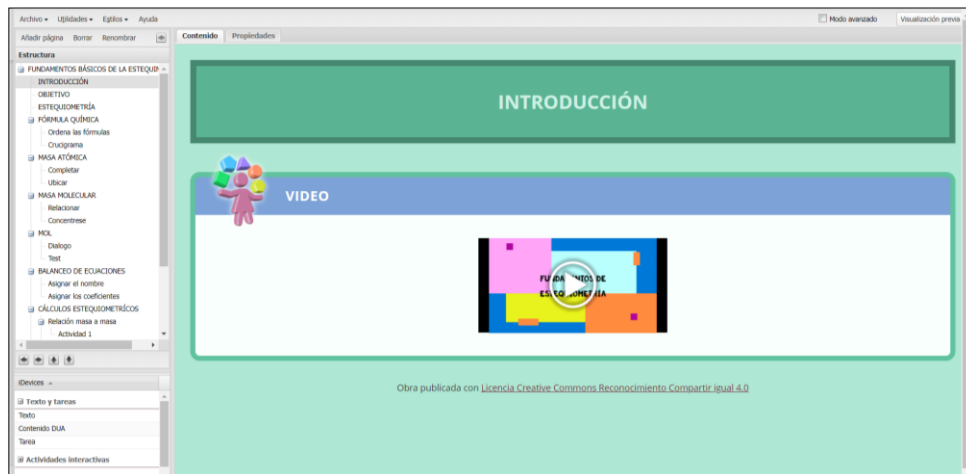


Imagen 10. Video introductorio sobre la estequiometría en el OA.

1. Estequiometría de composición: se encarga de estudiar las relaciones entre los elementos que conforman una molécula o compuesto químico.

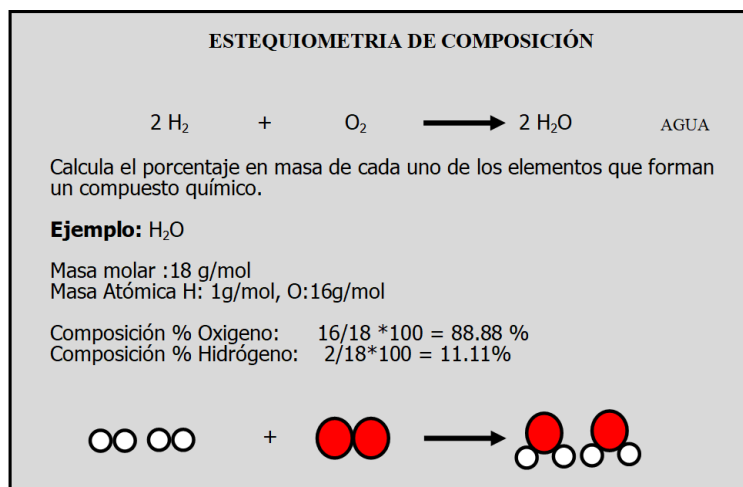


Imagen 11: estequiometría de composición

Fuente: elaboración propia

2. Estequiometría de reacción: se encarga de estudiar las relaciones entre las sustancias (elementos y moléculas) involucradas en reacciones químicas.

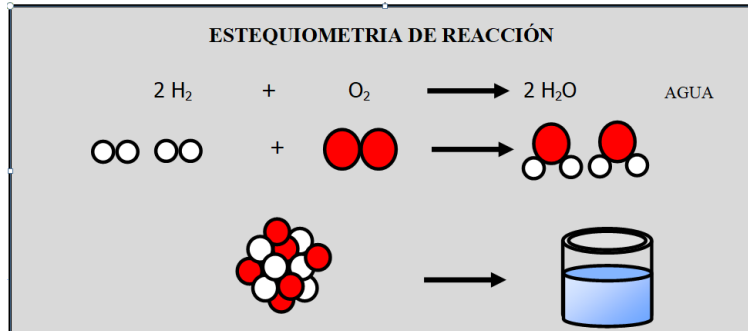


Imagen 12: estequiometría de reacción
Fuente: elaboración propia

La principal aplicación práctica de la estequiometría nos rodea continuamente en forma de diversos compuestos químicos que compramos todos los días, entre los que se encuentran elementos de aseo, combustible, alimentos, metales, plásticos, o cualquier otra sustancia que se produzca a partir de una reacción química. La estequiometría es utilizada en la industria para calcular la cantidad necesaria de reactivos para alcanzar una determinada cantidad de producto, por ejemplo, cuantos kilogramos de ácidos grasos y soda caustica son necesarios para generar una tonelada de jabón. Whitten et al (2015).

OBJETIVO:

Objetivo general: Comprender los conceptos asociados a la estequiometría y sus aplicaciones prácticas.




Imagen 13. Video objetivo del OA.

¿Qué vas a aprender hoy?: subtemas de estequiometria (definición) con ejemplos

1. Fórmula química:

La fórmula química de una molécula o compuesto químico es la representación de la composición de dicha sustancia, es decir, de los elementos que conforman la molécula y sus proporciones. Los

elementos se representan con su símbolo químico, mientras que las proporciones mediante un subíndice al lado derecho del símbolo. Por otra parte, se tiene la fórmula estructural que da información adicional de cómo están unidos los elementos dentro del compuesto. Los elementos se unen a partir de enlaces químicos, representados como líneas entre un par de elementos. Whitten et al (2015).

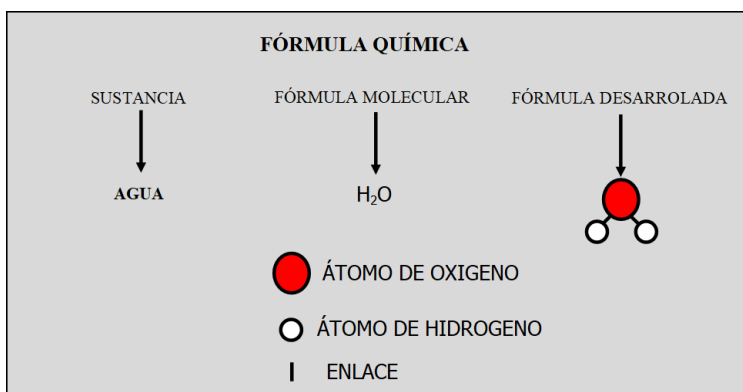


Imagen 14: Fórmula química

Fuente: elaboración

propia

Tipo de fórmula	Ejemplo	Interpretación
Fórmula química	H ₂ O	La molécula tiene dos átomos de hidrogeno (H) y uno de oxígeno(O)
Fórmula estructural	H-O-H	Presenta la información de la fórmula química y adicionalmente que el oxígeno esta unido a los dos átomos de hidrogeno.

The image shows a screenshot of a web-based educational application. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Contains the text "Ordena las fórmulas" (Order the formulas) in a green box.
- Activity Header:** A blue bar with the text "Actividad 1" (Activity 1) and a small orange abacus icon.
- Main Content Area:** A dark green/black area with a central graphic. The graphic features a green square with a white 'e' logo at the top. Below it, the words "ORDENAR LETRAS" (Order Letters) are arranged in a circular pattern. To the right, the text "FORMULA QUIMICA" (Chemical Formula) is displayed above "Ordenar Letras".
- Bottom Bar:** A green bar with a white icon of a person and the text "Pulsa aquí para identificarte" (Click here to identify yourself).
- Left Sidebar:** A navigation menu with a tree structure. The selected path is: FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA ESTEQUIOMETRÍA > ESTEQUIOMETRÍA > FÓRMULA QUÍMICA > Ordena las fórmulas.
- Bottom Left:** A section labeled "iDispositivos" (Devices) with options for "Texto y tareas" (Text and tasks), "Texto" (Text), "Contenido DUA" (DUA Content), "Tarea" (Task), and "Actividades interactivas" (Interactive activities).

Imagen 15. Actividad “fórmula química” desarrollada en educaplay.

2. Masa atómica

De forma simple, la masa atómica de un elemento indica el peso de un átomo de ese elemento y se define en unidades de masa atómica o “uma”. Un uma se define como “1/12 de la masa de un átomo de carbono 12” y equivale a 1 gramo/mol del elemento. La masa atómica puede ser calculada de manera aproximada mediante la suma de protones y neutrones de un átomo. Whitten et al (2015).

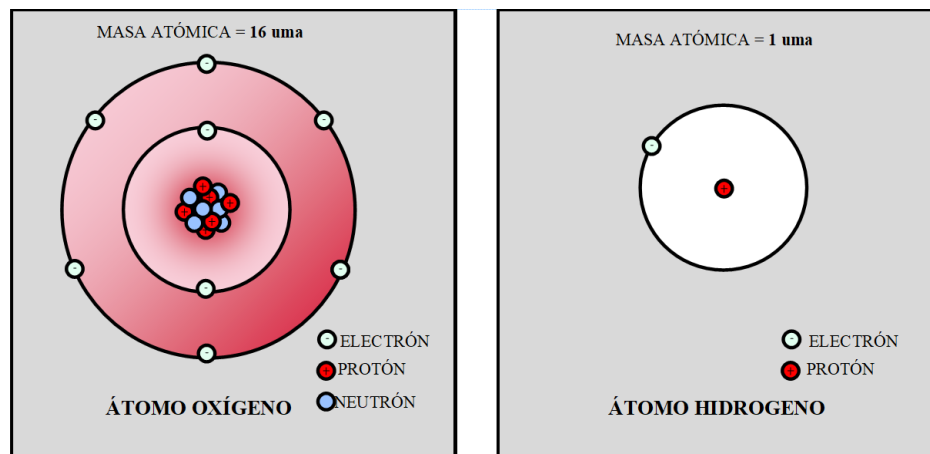


Figura 4: Masa atómica

Fuente: elaboración propia

Elemento	Protones	Neutrones	Masa atómica aproximada
Hidrogeno (H)	1	0	1 uma
Oxigeno (O)	8	8	16 uma
Plomo (Pb)	82	126	208 uma

The image shows a screenshot of the Educaplay software interface. On the left, there is a navigation tree under the heading 'Estructura'. The tree includes categories like 'FUNDAMENTOS BÁSICOS DE LA ESTEQUIOMETRÍA', 'FÓRMULA QUÍMICA', 'MASA ATÓMICA', 'MASA MOLECULAR', 'MOL', 'BALANCEO DE ECUACIONES', and 'CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS'. Under 'CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS', 'Relación mol a masa' is expanded to show 'Actividad 1'. The main content area is titled 'Actividad 1' and features a green background with the text 'Masa atómica'. Below the title, there is a definition of atomic mass and a large green button with the number '5' and the text 'NUM. INTENTOS'. At the bottom of the activity area, there is a link that says 'Pulsa aquí para identificarte'. The top of the interface has a green bar with the word 'Completar' and a status bar with 'Modo avanzado' and 'Visualización previa'.

Imagen 16. Actividad “masa atómica” desarrollada en educaplay.

3. Masa molecular

La masa molecular se define como la suma de las masas atómicas de todos los elementos que forman el compuesto químico. Para hacer este cálculo es necesario conocer la fórmula química de la sustancia. Se toma la masa atómica de cada elemento y se multiplica por la cantidad de átomos de ese elemento presentes en la molécula, finalmente, se suman todas las masas calculadas en el paso anterior para obtener la masa molecular. Whitten et al (2015).

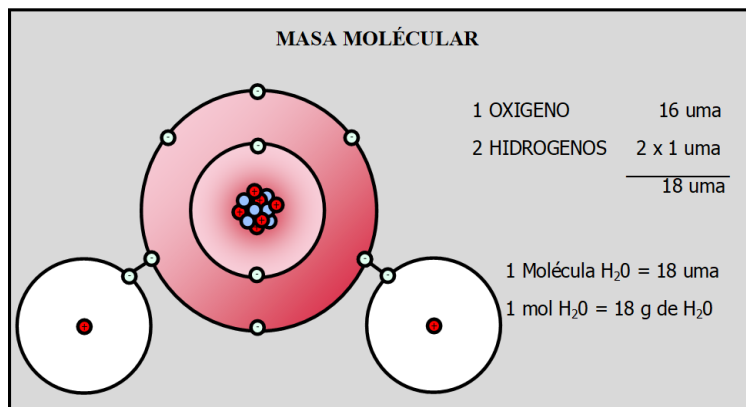


Figura 5: masa molecular

Fuente: elaboración propia

Por ejemplo, la masa molecular del agua H₂O:

Elemento	Masa atómica	Número de átomos	Masa total del elemento
H	1 uma	2	2 uma
O	16 uma	1	16 uma
Total			18 uma

El peso o masa molecular del agua es aproximadamente 18 uma o 18 gramos/mol.

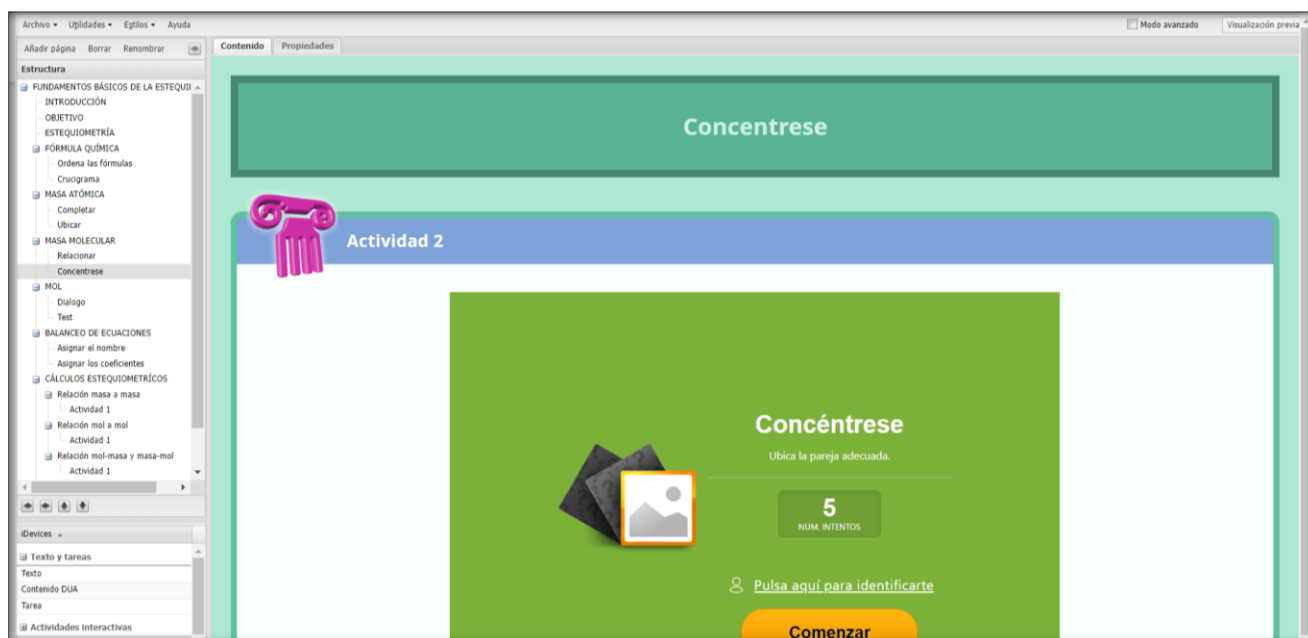


Imagen 17. Actividad “masa molecular” desarrollada en educaplay.

4. Mol

Un mol de sustancia puede definirse como la *cantidad* de sustancia que contiene 6.022×10^{23} átomos o moléculas de dicho elemento o compuesto químico. El número 6.022×10^{23} se conoce como Número de Avogadro. A partir de esta información es posible establecer la siguiente relación:

$$1 \text{ mol} = 6.022 \times 10^{23} \text{ átomos o moléculas} = \text{uma total del compuesto o elemento}$$

Esta relación permite conocer la cantidad de moles, átomos o moléculas que existen en una determinada masa de un elemento o compuesto y viceversa.

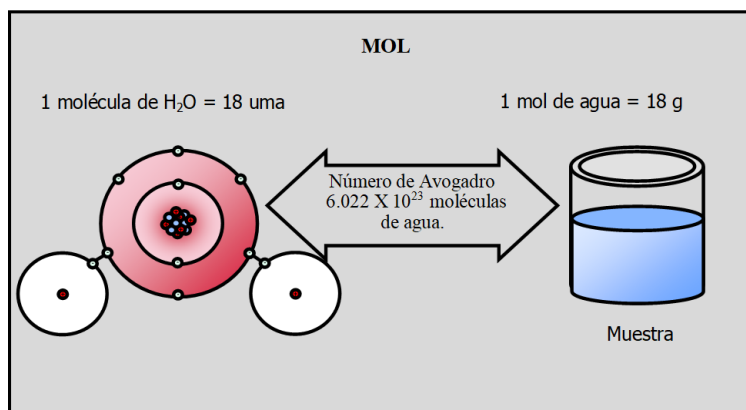


Figura 6: mol

Fuente: elaboración propia

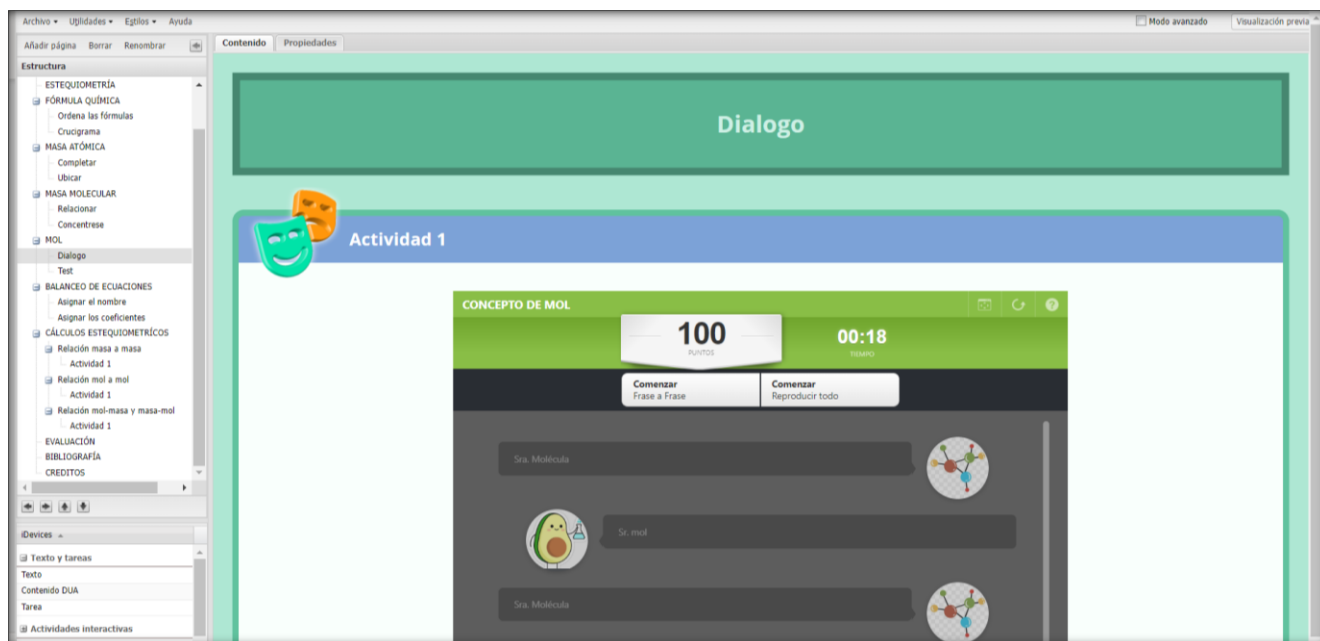


Imagen 18. Actividad “mol” desarrollada en educaplay.

Ejemplo 1:

¿Cuántas moles de cromo existen en 156 gramos de cromo puro?

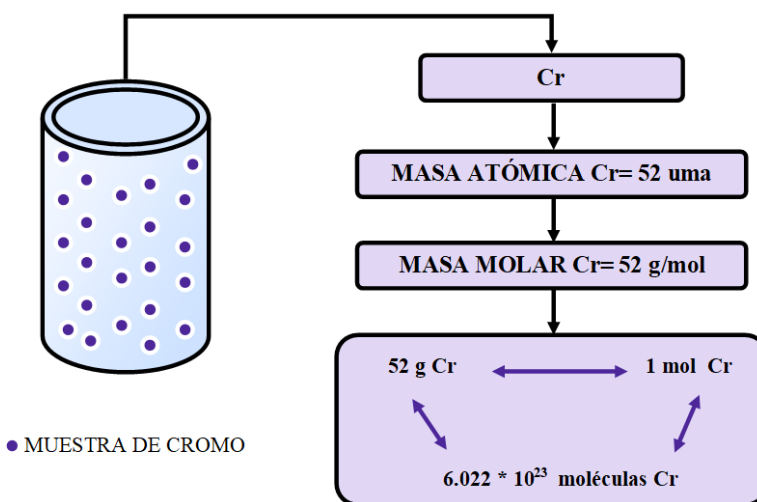


Figura 7: Relación masa, mol y número de Avogadro.

Fuente: elaboración propia

Según la tabla periódica el cromo tiene un peso molecular aproximado de 52 uma, lo que según la relación explicada anteriormente equivale a 52 g/mol. Tomando en cuenta esta información se plantea la regla de 3:

52 g de cromo	Equivalen a	1 mol cromo
156 g de cromo		¿cuántas moles de cromo?

Para conocer entonces las moles de cromo se aplica la siguiente operación:

$$\text{¿moles de cromo?} = \frac{156 \text{ g cromo} \times 1 \text{ mol cromo}}{52 \text{ g cromo}}$$

Es posible cancelar la unidad de gramos de cromo ya que esta tanto en el numerador como en el denominador:

$$\text{¿moles de cromo?} = \frac{156 \cancel{\text{ g-cromo}} \times 1 \text{ mol}}{\cancel{52 \text{ g-cromo}}}$$

Por lo que al final la respuesta se da en las unidades que nos pregunta el ejercicio:

$$\text{¿moles de cromo?} = \frac{156 \times 1 \text{ mol cromo}}{52} = 3 \text{ moles de cromo}$$

La respuesta final es: en 156 gramos de cromo puro hay 3 moles de cromo.

Ejemplo 2:

¿Cuántas moléculas existen en 2 moles de etanol

(C₂H₅OH)? De forma similar al Ejercicio 1, se plantea la

regla de 3:

1 mol etanol	Equivalen a	6.022x10 ²³ moléculas de etanol
2 mol etanol		¿cuántas moléculas de etanol?

Se realiza la siguiente operación:

$$\text{¿moléculas de etanol?} = \frac{2 \text{ mol etanol} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas de etanol}}{1 \text{ mol etanol}}$$

Se cancelan unidades:

$$\text{¿moléculas de etanol?} = \frac{2 \cancel{\text{ mol etanol}} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas de etanol}}{1 \cancel{\text{ mol etanol}}}$$

$$\text{¿moléculas de etanol?} = \frac{2 \times 6.022 \times 10^{23} \text{ moléculas de etanol}}{1}$$

Se realizan las operaciones matemáticas y se obtiene la respuesta:

$$\text{¿moléculas de etanol?} = 1.2 \times 10^{24} \text{ moléculas de etanol}$$

La respuesta final es: en 2 moles de etanol se tienen 1.2x10²⁴ moléculas de etanol.

Ejemplo 3:

¿Cuántos átomos existen en 96 gramo de azufre (S)?

Por la relación descrita se sabe que por cada mol de sustancia hay 6.022×10^{23} átomos o moléculas, sin embargo, dan la masa del azufre. En necesario entonces calcular primero las moles de azufre presentes en 96 gramos de azufre, se plantea la regla de 3:

1 mol S	Equivalen a	32 g S
¿cuántas mol de S?		96 g S

Se realiza la siguiente operación:

$$\text{¿moléculas S?} = \frac{1 \text{ mol S} \times 96 \text{ g S}}{32 \text{ g S}}$$

Se cancelan unidades:

$$\text{¿moléculas S?} = \frac{1 \text{ mol S} \times 96 \cancel{\text{ g S}}}{32 \cancel{\text{ g S}}}$$

$$\text{¿moléculas S?} = \frac{1 \text{ mol S} \times 96}{32}$$

Se realizan las operaciones matemáticas y se obtiene la respuesta:

$$\text{¿moléculas S?} = 3 \text{ mol S}$$

Ahora como se conoce que 96 gramos de azufre tienen 3 moles, es posible calcular la cantidad de átomos de azufre con la siguiente regla de 3:

1 mol S	Equivalen a	6.022×10^{23} átomos de S
3 mol S		¿cuántos átomos de S?

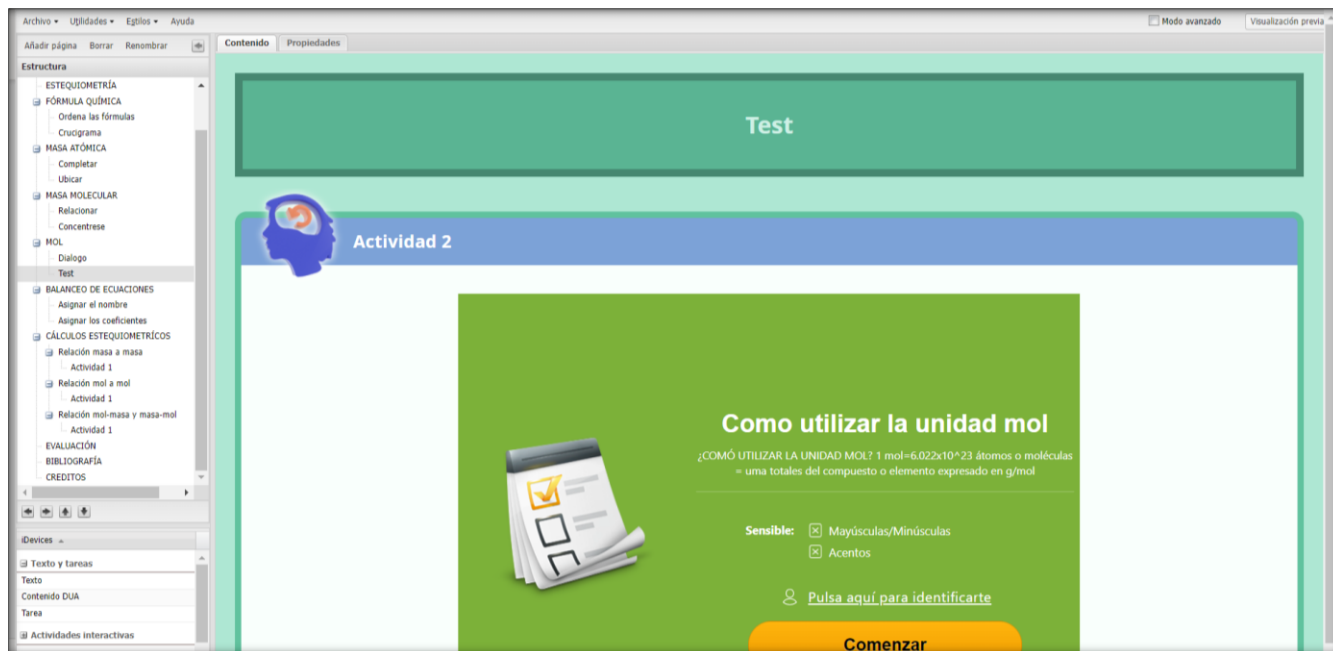
Se realiza la siguiente operación:

$$\text{¿átomos de S?} = \frac{3 \text{ mol S} \times 6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de S}}{1 \text{ mol S}}$$

Cancelando unidades y haciendo la operación se tiene:

$$\text{¿átomos de S?} = 1.8 \times 10^{24} \text{ átomos de S}$$

La respuesta final es: en 96 gramos de azufre puro se tienen 1.8×10^{24} átomos de azufre.



The image shows a screenshot of the Educaplay software interface. On the left is a navigation menu with categories like ESTEQUIOMETRÍA, BALANCEO DE ECUACIONES, and CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS. The main content area is titled 'Actividad 2' and features a green background with the heading 'Como utilizar la unidad mol'. Below the heading, there is a question: '¿COMO UTILIZAR LA UNIDAD MOL? 1 mol = 6.022 x 10²³ átomos o moléculas = una total del compuesto o elemento expresado en g/mol'. There are checkboxes for 'Sensible' with options for 'Mayúsculas/Minúsculas' and 'Acentos'. A login link 'Pulsa aquí para identificarte' and a 'Comenzar' button are also visible.

Imagen 19. Actividad “mol” desarrollada en educaplay.

5. Balanceo por tanteo

Las reacciones químicas pueden ser descritas como una *ecuación química*. La ecuación química presenta como los reactivos (sustancias que se consumen en la reacción química) se transforman en productos (sustancias producidas en la reacción química). Por convención, los reactivos se presentan a lado izquierdo de la flecha de reacción (\rightarrow o \leftrightarrow) y los productos a la derecha de esta, de la siguiente manera:

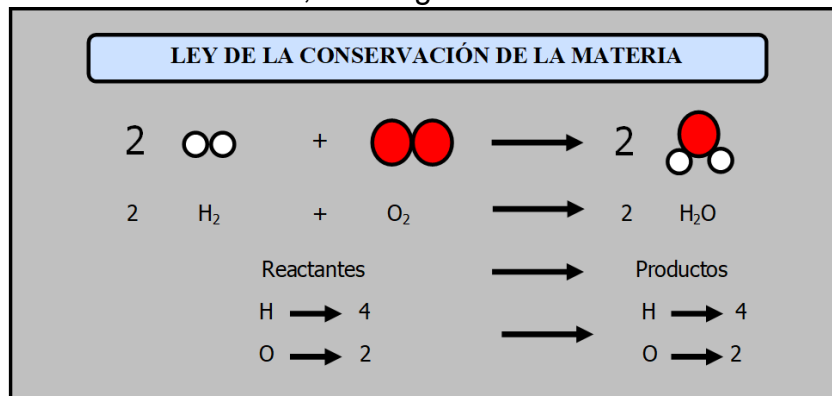
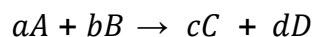


Figura 8: Ley de la conservación de la materia

Fuente: elaboración propia

Reactivos \rightarrow *Productos*



En donde A , B , C y D son sustancias químicas y a , b , c y d son *coeficientes estequiométricos*. Un coeficiente estequiométrico indica cuantas moléculas o átomos de una sustancia química se consumen o producen durante la reacción.

El balanceo es un procedimiento que permite equilibrar o “balancear” los átomos presentes en una reacción química, de tal manera que en la ecuación de reacción la cantidad total de átomos en los reactivos y productos sea igual, como lo establece el principio de conservación de la materia. Dado que las moléculas tienen una estructura fija (fórmula estructural), para equilibrar la ecuación de reacción solo es posible modificar los coeficientes estequiométricos, mas no las sustancias químicas. El balanceo por tanteo permite determinar entonces los coeficientes estequiométricos a partir de un proceso de ensayo y error (tanteo). El proceso se describe a continuación:

a) Realizar la siguiente tabla:

$aA + bB \rightarrow cC + dD$		
Átomo	Reactivos	Productos
Metal		
No metal		
H		
O		

- b) Balancear los metales cambiando a, b, c o d .
- c) Balancear los no metales cambiando a, b, c o d .
- d) Balancear los hidrógenos cambiando a, b, c o d .
- e) Balancear los oxígenos cambiando a, b, c o d .

Con cada cambio realizado a, b, c o d es necesario actualizar la tabla reescribiendo las nuevas cantidades de átomos ya sea en reactivos o productos. Whitten et al (2015).

Ejemplo:

a) Se verifican las cantidades iniciales de cada átomo:

$Al_2O_3 + H_2SO_4$ $\rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$		
Átomo	Reactivo s	Productos
<i>Al</i>	2	2
<i>S</i>	1	3
<i>H</i>	2	2
<i>O</i>	7	13

Como la cantidad de átomos es diferente en reactivos y productos es necesario balancear la ecuación.

b) Se balancean los metales:

$Al_2O_3 + H_2SO_4$ $\rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$		
Atomo	Reactivo s	Productos
<i>Al</i>	2	2
<i>S</i>	1	3
<i>H</i>	2	2
<i>O</i>	7	13

El metal (aluminio) ya se encuentra balanceado

c) Se balancean los no metales:

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4$		
$\rightarrow Al_2(SO_4)_3 + H_2O$		
Atomo	Reactivos	Productos
<i>Al</i>	2	2
<i>S</i>	3	3
<i>H</i>	6	2
<i>O</i>	15	13

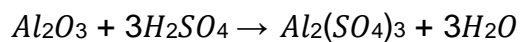
d) Se balancean los hidrógenos:

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4$		
$\rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$		
Atomo	Reactivos	Productos
<i>Al</i>	2	2
<i>S</i>	3	3
<i>H</i>	6	6
<i>O</i>	15	15

e) Se balancean los oxígenos:

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4$		
$\rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$		
Atomo	Reactivos	Productos
<i>Al</i>	2	2
<i>S</i>	3	3
<i>H</i>	6	6
<i>O</i>	15	15

Como la cantidad de átomos en reactivos y productos es igual, la reacción balanceada es:



Esto indica que un mol de óxido de aluminio (Al_2O_3) reacciona con tres moles de ácido sulfúrico (H_2SO_4) para producir un mol de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) y tres moles de agua (H_2O).

Imagen 20. Actividad “balanceo de ecuaciones” desarrollada en educaplay.

Imagen 21. Actividad “balanceo de ecuaciones” desarrollada en educaplay.

6. Cálculos estequiométricos

Una vez balanceada la ecuación química, es posible realizar cálculos estequiométricos. Los cálculos estequiométricos permiten conocer las cantidades en masa o moles que reaccionan o se producen durante una reacción química. Otras formas de referirse a los cálculos estequiométrico son relaciones masa a masa, relaciones mol a mol o relaciones masa a mol o mol a masa.

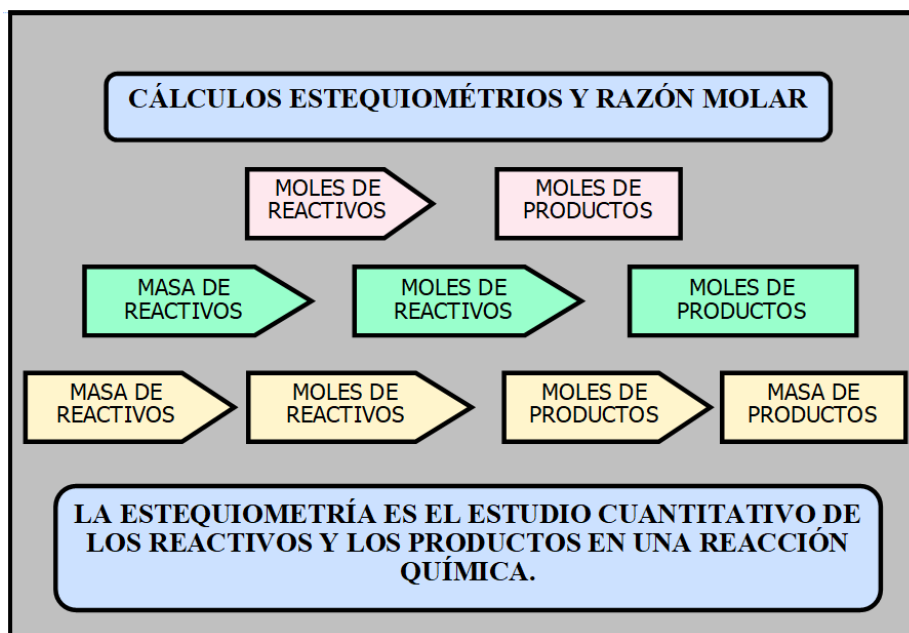


Figura 9: Tipos de cálculos estequiométricos

Fuente: elaboración propia

La imagen muestra una interfaz de usuario de una actividad interactiva en Educaplay. El título de la actividad es "Actividad 1" y el tema es "Cálculos masa a masa". El contenido principal muestra un problema de cálculo estequiométrico:

Cálculos masa a masa

0:02 | 100 PUNTOS | 00:08 TIEMPO

¿Cuántos gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ se producen a partir de 10 gramos de Al_2O_3 ? Primero se calculan las masas de los reactivos y productos en la reacción multiplicando la masa de la sustancia por su coeficiente estequiométrico:
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

¿Cuántos gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ se producen a partir de 100 gramos de Al_2O_3 ? Primero se calculan las masas de los reactivos y productos en la reacción multiplicando la masa de la sustancia por su coeficiente estequiométrico:
 $\text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Las opciones de respuesta son:

- Se producen 215,6 gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- Se producen 67 gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- Se producen 33,5 gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- Se producen 335 gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.
- Se producen 100,6 gramos de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Imagen 22. Actividad "cálculos estequiométricos" desarrollada en educaplay.

Ejemplo 1: relaciones masa a masa

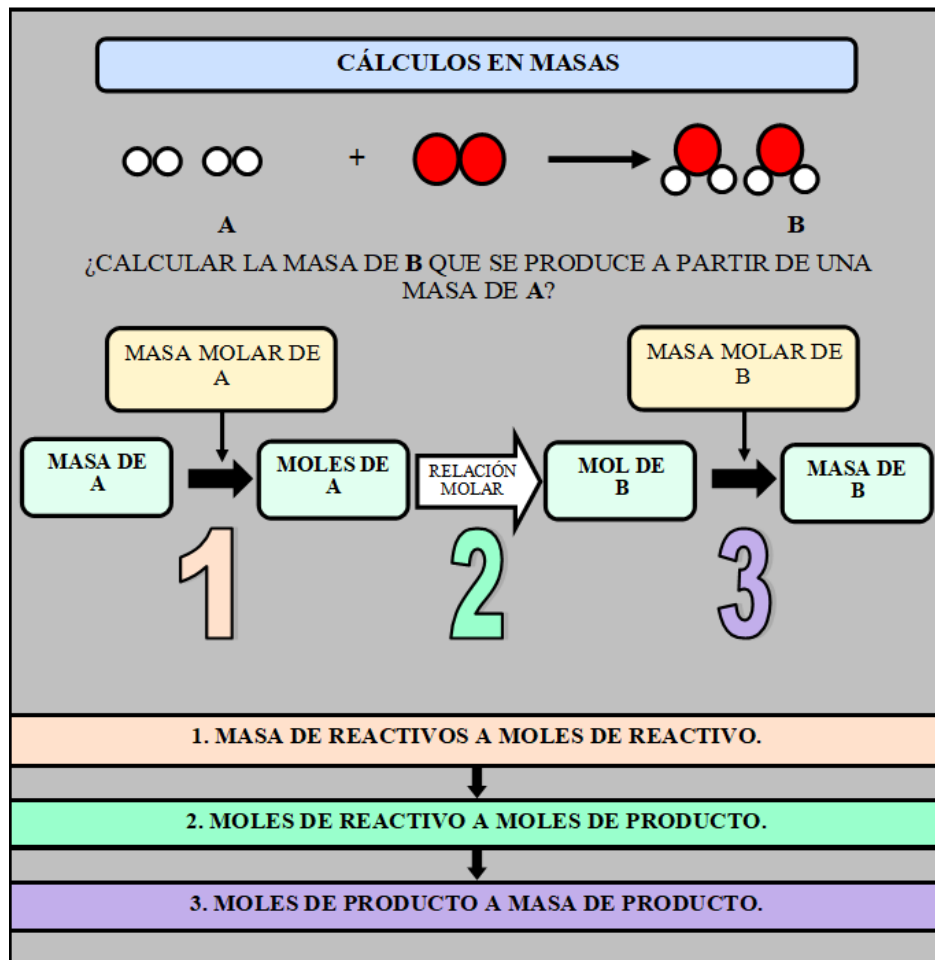


Figura 10: Cálculos en masa- masa

Fuente: elaboración propia

¿Cuántos gramos de $Al_2(SO_4)_3$ se producen a partir de 50 gramos de Al_2O_3 ?

Si la reacción ya balanceada es: $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

Primer se calculan las masas de los reactivos y productos en la reacción multiplicando la masa de la sustancia por su coeficiente estequiométrico:

Sustancia	Masa de sustancia	Coeficiente estequiométrico	Masa de reacción
Al_2O_3	102 g/mol	1 mol	102 g
H_2SO_4	98 g/mol	3 mol	294 g
$Al_2(SO_4)_3$	342 g/mol	1 mol	342 g
H_2O	18 g/mol	3 mol	54 g

Para comprobar que las masas de reacción sean correctas, la suma de las masas de los reactivos debe ser igual que la suma de las masas de los productos, en este caso 396 g.

Ahora se plantea la regla de 3 con las sustancias dadas en el ejercicio y las masas de reacción:

102 g Al_2O_3	producen	342 g $Al_2(SO_4)_3$
50 g Al_2O_3		¿cuántos gramos de $Al_2(SO_4)_3$?

$$\text{¿g de } Al_2(SO_4)_3 ? = \frac{342 \text{ g } Al_2(SO_4)_3 \times 50 \text{ g } Al_2O_3}{102 \text{ g } Al_2O_3} = 167.64 \text{ g } Al_2(SO_4)_3$$

Respuesta: 50 gramos de Al_2O_3 producen 167.64 gramos de $Al_2(SO_4)_3$.

Ejemplo 2: Relaciones mol a mol

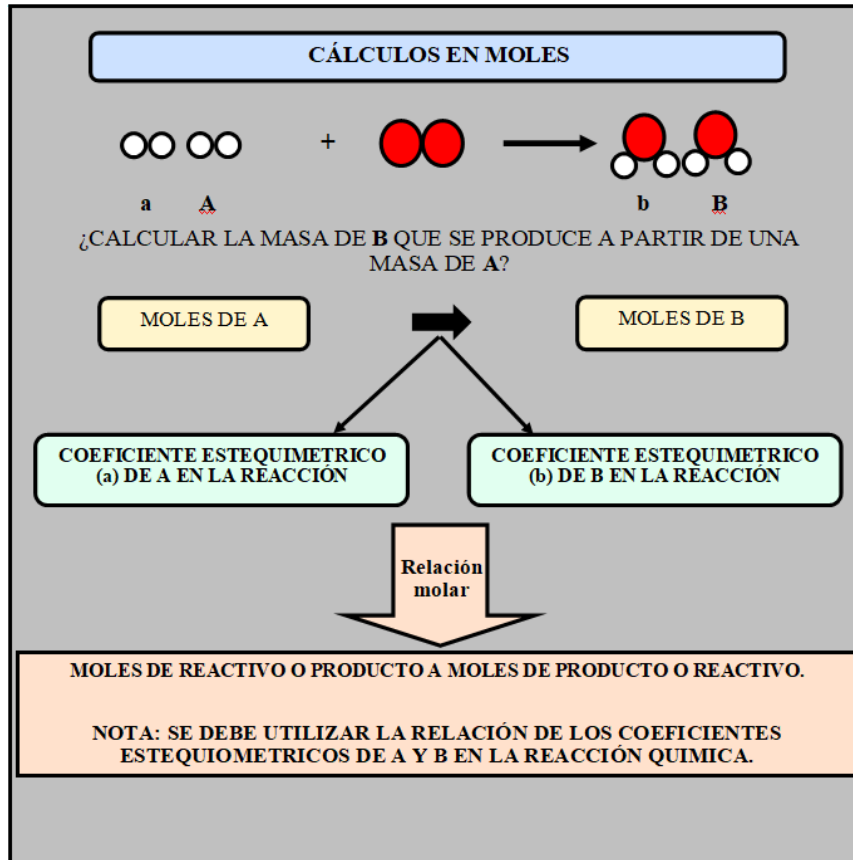


Figura 11: Cálculos en moles

Fuente: elaboración propia

¿Cuántas moles de agua se producen a partir de 10 moles de H_2SO_4 ?

Si la reacción ya balanceada es: $SO_3 + H_2O \Rightarrow H_2SO_4$

En las relaciones mol a mol solo se requiere tener la ecuación de reacción balanceada, se procede entonces a realizar la regla de 3:

3 mol H_2O	Se producen a partir de	3 mol H_2SO_4
¿Cuántas moles de H_2O ?		10 mol H_2SO_4

$$\text{¿mol de } H_2O? = \frac{10 \text{ mol } H_2SO_4 \times 3 \text{ mol } H_2O}{3 \text{ mol } H_2SO_4} = 10 \text{ mol } H_2O$$

Respuesta: a partir de 10 moles de H_2SO_4 se producen 10 moles de agua.

Ejemplo 3: Relaciones masa a mol o mol a masa

¿Cuántos gramos de ácido sulfúrico se requieren para producir 4 moles de sulfato de aluminio?
Si la reacción ya balanceada es: $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

En las relaciones mol a masa o masa a mol se requiere de la ecuación química balanceada y las masas de reacción, una vez se tiene esta información se procede a plantear la regla de 3:

1 mol $Al_2(SO_4)_3$	Se producen a partir de	294 g H_2SO_4
4 mol $Al_2(SO_4)_3$		¿Cuántos gramos de H_2SO_4 ?

$$\text{¿gramos de } H_2SO_4? = \frac{294 \text{ g } H_2SO_4 \times 4 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3}{1 \text{ mol } Al_2(SO_4)_3} = 1176 \text{ g } H_2SO_4$$

Respuesta: se requieren 1176 gramos de ácido sulfúrico para producir 4 moles de sulfato de aluminio.

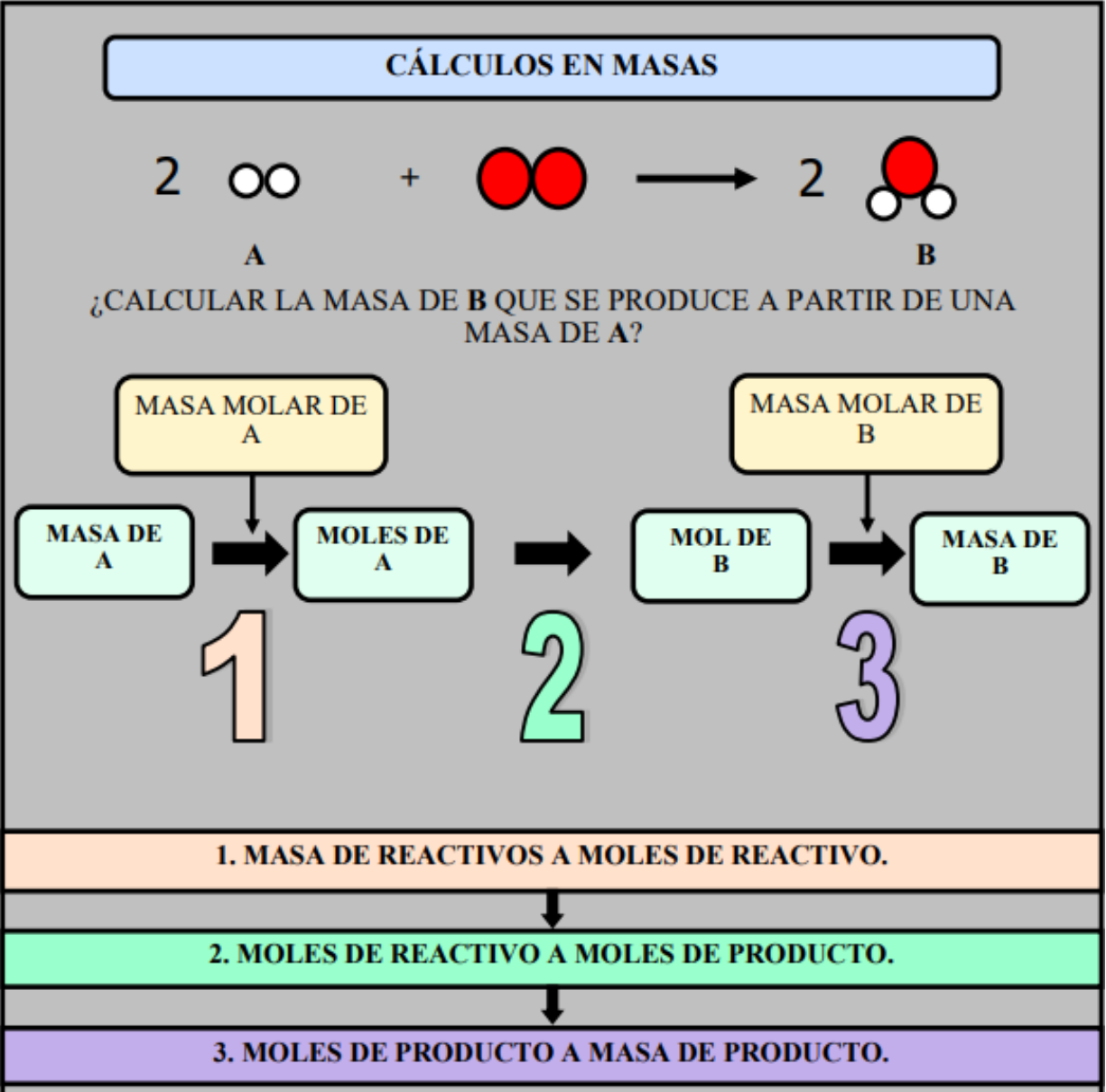


Figura 12: Cálculos masa- mol, mol- masa.

Fuente: elaboración propia

7. Pureza de reactivo

Por regla general, en la naturaleza no es posible encontrar sustancias completamente puras. Cuando se realizan reacciones químicas es necesario entonces considerar las impurezas presentes en los reactivos. Whitten et al (2015).

¿Cuántos gramos de ácido sulfúrico con una pureza del 98% se necesitan para producir 300 gramos de sulfato de aluminio?

Si la reacción ya balanceada es: $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

Primero se calculan los gramos de ácido sulfúrico como si tuviera una pureza del 100%:

342 g $Al_2(SO_4)_3$	Se producen a partir de	294 g H_2SO_4
300 g $Al_2(SO_4)_3$		¿Cuántos gramos de H_2SO_4 ?

$$\text{¿ g de } H_2SO_4? = \frac{300 \text{ g } Al_2(SO_4)_3 \times 294 \text{ g } H_2SO_4}{342 \text{ g } Al_2(SO_4)_3} = 257.89 \text{ g } H_2SO_4$$

Luego se considera la pureza de la siguiente manera:

$$\text{¿ gramos de } H_2SO_4 \text{ impuro?} = \frac{257.89 \text{ g } H_2SO_4 \text{ puro} \times \text{pureza } 100\%}{\text{pureza } 98\%} = 263.15 \text{ g } H_2SO_4$$

Respuesta: se requieren 263.15 gramos de ácidos sulfúrico con una pureza del 98% para producir 300 gramos de sulfato de aluminio

Nota: en ejercicios de pureza de reactivo la cantidad impura SIEMPRE ES MAYOR que la cantidad 100% pura, esto es debido a que se requiere de mayor cantidad de sustancia para compensar la presencia de impurezas.

8. Eficiencia de reacción

La eficiencia de una reacción química corresponde al grado de transformación de reactivos en productos. Comúnmente las reacciones químicas no presentan una eficiencia del 100%, es decir, la cantidad total de reactivos no se convierte en productos. Whitten et al (2015).

¿Cuántos gramos de agua se producen a partir de 2 moles de óxido de aluminio si la eficiencia de reacción es del 80%?

Si la reacción ya balanceada es: $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$.

Primero se resuelve el ejercicio considerando una eficiencia de reacción del 100%:

1 mol Al_2O_3	Produce	54 g H_2O
2 mol Al_2O_3		¿Cuántos gramos de H_2O ?

$$\text{¿g de } H_2O? = \frac{2 \text{ mol } Al_2O_3 \times 54 \text{ g } H_2O}{1 \text{ mol } Al_2O_3} = 108 \text{ g } H_2O$$

Luego se considera la eficiencia de la reacción de la siguiente manera:

$$\text{¿gramos de } H_2O \text{ al } 60\%? = 108 \text{ g } H_2O \times \frac{\text{eficiencia } 60\%}{\text{eficiencia } 100\%} = 64.8 \text{ g } H_2O$$

Respuesta: a partir de 2 moles de óxido de aluminio se producen 64.8 gramos de agua con una eficiencia de reacción del 60%.

Nota: en ejercicios de eficiencia de reacción la cantidad de producto generado SIEMPRE ES MENOR que cuando la eficiencia es completa (100%), debido a que los reactivos no se convierten por completo en productos.

9. Reactivo límite

Dado que las reacciones químicas se dan en proporciones específicas, dadas por la estequiometría de la reacción, esta finalizará cuando se consuma por completo el reactivo que se encuentre en menor proporción. A este reactivo se le conoce como reactivo límite. Whitten et al (2015).

Ejemplo:

30 gramos de ácido sulfúrico reaccionan con 60 gramos de óxido de aluminio, ¿Cuál es el reactivo límite?

Si la reacción ya balanceada es: $Al_2O_3 + 3H_2SO_4 \rightarrow Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

Para resolver este tipo de problemas, es necesario primero considerar las proporciones en masa o moles, según lo especifique el ejercicio. En este caso:

Sustancia	Masa de sustancia	Coficiente estequiométrico	Masa de reacción
Al_2O_3	102 g/mol	1 mol	102 g
H_2SO_4	98 g/mol	3 mol	294 g

Una vez se tienen las relaciones estequiométricas de la reacción, se dividen las cantidades dadas en el ejercicio por su relación estequiométrica:

Sustancia	Masa de reacción	Masa de ejercicio	Relación
Al_2O_3	102 g	60 g	0.5882
H_2SO_4	294 g	30 g	0.1020

Aquella sustancia con menor relación es el reactivo límite. Para este ejercicio el reactivo límite es entonces el ácido sulfúrico, es decir, esta sustancia se consumirá por completo dejando óxido de aluminio sin reaccionar.

EJERCICIOS PROPUESTOS

- ¿A cuántas moles de agua equivale 1 kilogramo de agua?
- ¿Cuántos átomos están presentes en 25 kilogramos de hierro metálico?
- Balancee las siguientes reacciones químicas:
 - $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
 - $HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + H_2O$
 - $P + O_2 \rightarrow P_2O_3$
 - $Na + H_2O \rightarrow NaOH + H_2$
 - $P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$
 - $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$
 - $Fe + HCl \rightarrow FeCl_3 + H_2$
 - $NaOH + CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 + NaCl$
- ¿Cuántos gramos de ácido fosfórico se producen a partir de 100 gramos de óxido de fósforo? $P_2O_5 + H_2O \rightarrow H_3PO_4$
- ¿Cuántas moles de hidróxido de sodio se necesitan para producir 150 gramos de hidróxido de cobre? $NaOH + CuCl_2 \rightarrow Cu(OH)_2 + NaCl$
- ¿Cuántas moles de hidróxido de calcio al 55% puro se necesitan para producir 5 moles de cloruro de calcio? $HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + H_2O$
- ¿Cuántos gramos de cloruro de potasio se producen a partir de 3 moles de clorato de potasio si la reacción tiene una eficiencia del 85%? $KClO_3 \rightarrow KCl + O_2$
- 50 gramos de zinc metálico reaccionan con 30 gramos de ácido clorhídrico. ¿Cuál es el reactivo límite y cuántos gramos de cloruro de zinc se producen? $Zn + HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$.

Anexo F. EVALUACIÓN FINAL DEL OA.

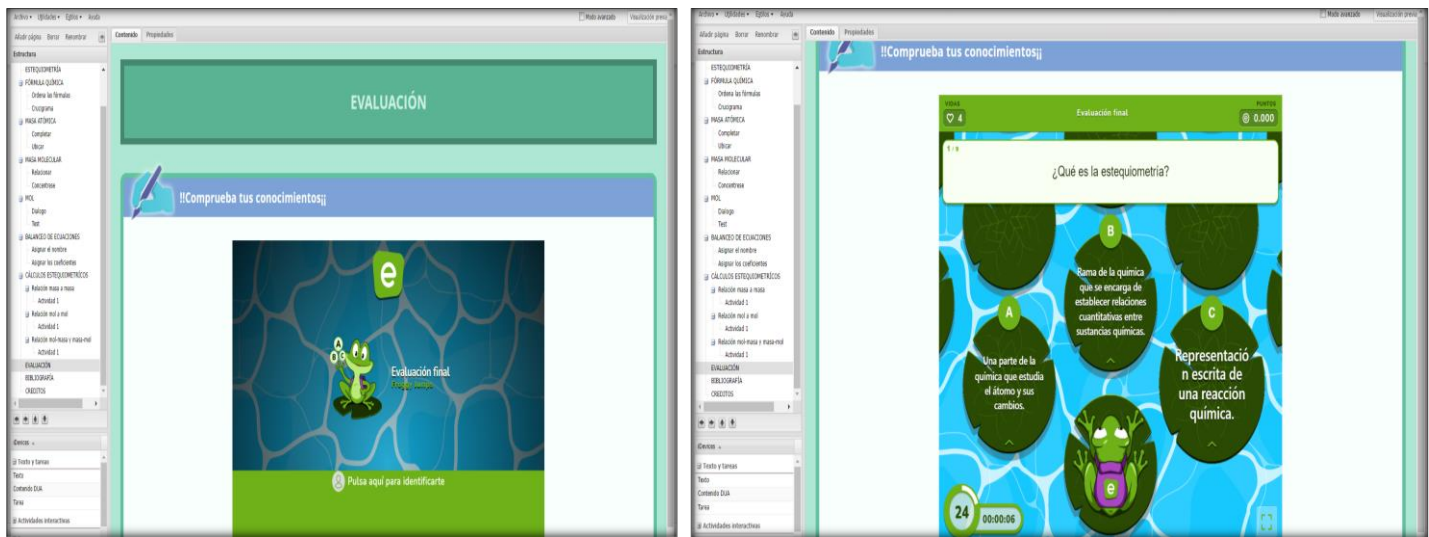


Imagen 23. Actividad “evaluación final” desarrollada en educaplay.



Imagen 24. Interacción de los alumnos con el OA.