

**UNA PROPUESTA DESDE EL ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA
APLICACIÓN CONTEXTUALIZADA DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTEQUIOMETRÍA
EN EDUCACIÓN MEDIA**

AZAEI SINISTERRA OROBIO

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ
2017**

**UNA PROPUESTA DESDE EL ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO PARA LA
APLICACIÓN CONTEXTUALIZADA DE LAS MATEMÁTICAS EN ESTEQUIOMETRÍA
EN EDUCACIÓN MEDIA**

AZael SINISTERRA OROBIO

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Magister en Docencia de la Química**

**Director
Dr. JAIME AUGUSTO CASAS MATEUS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ
2017**

DEDICATORIA

A mi esposa, motivación permanente para progresar, en el ámbito profesional y laboral.

A mi hija, por que debo constituirme en ejemplo a seguir, mis triunfos marcaran las metas que ella se puede fijar alcanzar.

A mi padre, porque en lo profundo de su corazón, se siente totalmente feliz. Esta meta alcanzada, es una manifestación de "el amor por el conocimiento" que, el me transmitió.

A mi familia, por todo su amor, motivación permanente y por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Pedagógica Nacional, institución de alta calidad humana y profesional, generadora de espacios académicos, en que se puede progresar intelectualmente. A los docentes directores de los seminarios de esta maestría, cada uno con su particular estilo de enseñanza, ayudó a moldear y fortalecer mis criterios pedagógicos y a decantar mis didácticas aplicadas en el aula.

A mi director de tesis, Dr. Jaime Augusto Casas Mateus, orientador, maestro oportuno, en sus indicaciones y enseñanzas, para centrar el tema de tesis, corregir y estructurar este documento.


A la Secretaria de Educación del Distrito, quien favorece con su financiamiento, el inicio y la culminación de estos procesos de capacitación profesional.

A los Colegas maestrantes, quienes marcan un punto especialmente alto, de exigencia intelectual y fraternidad.

Al colegio I.E.D. Carlos Arturo Torres, sus directivas y compañeros profesores, facilitaron espacios, dieron apoyo y motivación en todo momento.

A los estudiantes del curso 1001, se conectaron rápidamente con la metodología, ayudaron a construir el nuevo ambiente de aprendizaje, fueron muy productivos, respondieron bien a la nueva dinámica de consulta de temas, talleres y evaluaciones, debates sobre la praxis, revisión y socialización de experiencias, acercándose, de esta manera, al ideal de la metacognición, mejoraron su enfoque y reconocieron su propio ritmo de aprendizaje.

"Para todos los efectos declaro que este trabajo es original y de mi total autoria; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos"

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	<i>FORMATO</i>	
	<i>RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE</i>	
Código:FOR020GIB	Versión: 01	
Fecha de Aprobación: 10-10-2012	Página 1 de 9	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Grado de Maestría
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	una propuesta desde el alineamiento constructivo para la aplicación contextualizada de las matemáticas en estequiometría en educación media
Autor(es)	Sinisterra Orobio, Azael
Director	Casas Mateus, Jaime Augusto
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017, 172 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	ESTEQUIOMETRÍA; CANTIDAD DE SUSTANCIA; HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS; ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO; ENFOQUES DE APRENDIZAJE.

2. Descripción

La presente investigación se enmarcó en la línea de investigación 'Interdisciplinariedad y química en contexto' del Grupo Didáctica y sus Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional, desde una perspectiva experimental, para explorar la posibilidad de implementar didácticas que, puedan innovar y favorecer el aprendizaje de la estequiometría, con un abordaje desde las herramientas matemáticas aplicadas, en actividades de enseñanza-aprendizaje, centradas en la forma en que el estudiante aprende.

Las anteriores consideraciones tienen como soporte epistemológico, los principios y metodologías del alineamiento constructivo como lo expresa Biggs (2006) y la transposición contextualizada propuesta expuesta por Camarena (2001).

Con este desarrollo investigativo, se pretendió una mejor integración de los contenidos curriculares de matemática y química, teniendo como ejes, el concepto de estequiometría y el concepto de Mol, de manera tal que, coadyuvara a superar dificultades en el aprendizaje, favoreciera la apropiación de procedimientos estequiométricos y en tal medida, ayudara a disminuir los porcentajes de reprobación de

la asignatura química en la población intervenida, así como también aumentar la aceptación de la teoría y la comprensión de la praxis químicas.

3. Fuentes

Aldana, J.W. (2011). *Estrategia de aula para generar el aprendizaje significativo del concepto de Mol y desarrollar habilidades de pensamiento para la solución de problemas en química*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia

Alemán, M. E. (2006). *El concepto de número*. Ensayo. Michoacán: Universidad Pedagógica Nacional.

Baldor, A. (1996). *Álgebra*, México, Ed.

Balocchi, E. Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes, F. y Garritz, A. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. PARTE II. Concepciones alternativas de 'reacción química'. Anexo: Cuadernillo 'Masas atómicas relativas de los elementos'. *Educación Química*, 16(4), 550- 567.

Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. (5ª. ed.). España: Narcea, S.A. de Ediciones

Biggs, J.B. (1996). Mejoramiento de la enseñanza mediante la alineación constructiva. *Higher Education*, (32), 347-364.

Cáceres. D. y Muñoz, J. (2002). *Comentarios sobre el discurso químico en la escuela*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Camarena Gallardo, P. (2009, enero-marzo). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*. Vol. 9(46), 15-25. Instituto Politécnico Internacional. México: Versión Online ISSN: 1665-273

Camarena, G. P. (2001). Las Funciones Generalizadas en Ingeniería, construcción de una alternativa didáctica. México, D. F.: Editorial Anuies, Colección de investigaciones.

Camarena, P. (2010) *Aportaciones de investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en ingeniería*. Doctorado en ciencias en matemática educativa. México.

Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa "matemática en el contexto de las ciencias". *Innovación educativa* 13(62), 17-44.

- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Carrera P. W. (2011). *Metodología tradicional en la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico de los alumnos del primer año de bachillerato de la especialidad de química y biología del instituto nacional mejía, periodo 2009-2010*. Tesis de maestría. Ambato. Ecuador. Universidad técnica de Ambato.
- Castelán, M., y Hernández, G. (2012). *Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías*. X congreso nacional de investigación. 1-10.
- Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. *Revista psicología cognitiva y educación*, 3.
- Chevallard, Y. (1997). *La trasposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. (3ª edición). Buenos Aires: Aique. p. 45. ISBN 950-701-380-6.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática. La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, Vol. 9(1), 143-168.
- Egg, A. (1999). Que es y que no es Interdisciplinariedad en educación. Argentina. Editorial Magisterio.
- Egg, A. (1999). La interdisciplinariedad en educación. Recuperado de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/13056_41617.pdf
- Eraso, C. (2013) *Reorientación de la enseñanza de la matemática de las matemáticas para licenciados en química: un ejercicio de transformación del currículo*. Tesis de pregrado. Bogotá. Colombia. Universidad Pedagógica Nacional.
- Fernández C, R. y Aguirre C. (2010). Actitudes iniciales hacia las matemáticas de los alumnos de grado de magisterio de educación primaria: estudio de una situación en el EEES. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 23, 107-116
- Font Moll, V. & Díaz Godino, N.P. (2011). Matemáticas. Investigación, innovación y buenas prácticas.
- Font, V. (2006). Problemas en un contexto cotidiano. *Cuadernos de pedagogía*, (355), 52-54
- Furió, C. & Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el Mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (17),55-74

- Furió, C. y Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el Mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. (17), 55-74
- Furió, C.; Azcona, R. y Guisasola, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de Mol. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 359-376.
- Furió, C.; Azcona, R. y Aranzábal, J. G. (2006). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de Mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las ciencias* 24(1), 43-58.
- Furió, C.; Azcona, R. y Guisasola, J. (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y Mol. *Enseñanza de las ciencias* 20(2), 229-242.
- Gallego, R.; Pérez, R. y Molina, R.F. (2010). La matematización de los procesos químicos. Primera parte. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis* 27, 94-107.
- Gallego, R.; Pérez, R., y Gallego, A.P. (2010). Matematización de los procesos químicos. Segunda parte. *Revista TED, Tecné, Episteme y Didaxis* (28), 101-109
- Garritz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones: CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, 30.
- Garritz, A., Rueda C., Robles C., & Vázquez-Alonso Á. (2011). Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos. *Educación Química*. 22(2), pp.141-154.
- Guisado García, A. F. A. (2014). *Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Luna, A. (2003). *Estudio diagnóstico: factores dependientes del alumno que influyen en la reprobación en el área de matemáticas en el primer semestre de la carrera de químico farmacéutico biólogo de la facultad de ciencias químicas de la UNAL*. Tesis de maestría. Nuevo León. México. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Luna, J.M. (1999). *Formación de habilidades matemáticas para la resolución de problemas de química II en el nivel medio superior*. Tesis de maestría. Nuevo León. México. Universidad autónoma de nuevo león.
- Marcano Godoy, K.A. (2015, enero-abril). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de*

Investigación. Vol. 9(84), 181-204. Caracas, Venezuela.

Mendoza, M. A. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 1, 83-115.

Mina, I. (2016). *Estrategias didácticas para desarrollar el cálculo mental en los estudiantes del décimo año de educación general básica*. Tesis de maestría. Esmeraldas. Ecuador. Pontificia Universidad Católica de Ecuador.

Molina, M., Carriazo, J. & Casas, J. (2013) Estudio transversal de las Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Revista Tecné Episteme y Dídaxis* (33), 103-122

Molina, M. F.; Palomeque, L. A.; Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre ciencia e ingeniería*, 10(20), 76-81. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1909-83672016000200011&lng=en&tlng=es

Nelson, R. (1997). Redox Challenges. *Journal of Chemical Education*. Vo. 74 (11).1256-1257

Padilla, K.; Furió-más, C.; Azcona, R. (2005). Las visiones deformadas de la ciencia en la enseñanza universitaria de los conceptos de cantidad de sustancia y Mol. pp.1-5. *Enseñanza de las ciencias* (extra).

Penagos, L.U. (2013) *estrategia para la enseñanza de la conversión molar en resolución de problemas estequiométricos*. Tesis de maestría. Bogotá. Colombia Universidad nacional de Colombia.

Peralta, J. (2009). Principios didácticos e históricos para la enseñanza de la matemática. *Innovación educativa* 9(46), enero-marzo, 15-25

Quintanilla, M.; Joglar, C.; Labarrere, A.; Merino, C.; Cuellar, L. y Oponen.I. (2014). Qué piensan los profesores de química en ejercicio acerca de la resolución de problemas científicos escolares y sobre las competencias de pensamiento científico. *Estudios pedagógicos*, 40(2), 283-302.

Raviolo, A. y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación química*. 27(3), 195-204.

Regalado, A.; Delgado, F.; Martínez, R. y Peralta, E. (2014). Balanceo de ecuaciones químicas integrando las asignaturas de química general, álgebra lineal y computación: un enfoque de aprendizaje activo. *Formación universitaria*, 7(2), 29-40.

Restrepo, G. (2005). Química matemática y la Universidad de Pamplona. *Bistua: Revista*

de la Facultad de Ciencias Básicas, 3(1).

Reza, J.; Ortiz, L.; Feregrino, V.; Dosal, M. & Córdova, J. (2009). Resolución algebraica de problemas estequiométricos. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1650-1655. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap1650.pdf

Rico, L., y Castro, E. (1994). Errores y dificultades del pensamiento numérico. Departamento de matemáticas. Universidad de Granada. España. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/518/1/RicoL94-148.PDF>

Romero, N.I. (2014) *Relaciones cuantitativas en química y proporcionalidad*. Tesis de maestría. Bogotá. Colombia. Universidad Nacional de Colombia.

Salinas, G.; Gallardo, A. y Mendoza, E. (2015). Entrecruzamiento de los sistemas matemáticos de signos y los sistemas químicos de signos. *Investigación en educación Matemática*, 19, 492-501.

Soler, M. (2015). *Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: posibles relaciones entre sí y con el logro académico de los estudiantes en evaluaciones externas*. Tesis doctoral. Bogotá. Colombia. Doctorado Interinstitucional. Universidad Pedagógica Nacional.

Sosa, P. (2014). Representación algebraica del método de Kauffman para asignar números de oxidación. *Educación Química*, 25, 223-228.

Taham, M., & Sáez, F. (1972). *El hombre que calculaba*. Verón Editor.

Valenzuela, T. (2003). *Estudio de la influencia de la relación entre los problemas, el conocimiento previo del sujeto y la instrucción sobre el transfer en ciencias*. Tesis de maestría. Valencia. España. Universidad de Valencia.

Vega, J.L.; Rivera Huizar, A. & Presbítero Peralez, A. (2003). Opinión de los estudiantes de QFB sobre la importancia de las matemáticas en su formación profesional. *Educación matemática*. Vol. 15 (3), 77-89.

Villalonga, M.; Ugarte, M.; Aguirre, N. y García, R. (2016). Actividades interdisciplinarias en las asignaturas ingeniería de procesos I y química general I en primer año de la carrera de ingeniería química. *Revista cubana de química*, 28(1), 394-408.

los estudiantes participantes en este estudio, con edades entre los 15 y 19 años, pertenecen al grado decimo, curso 1001, del colegio I.E.D. Carlos Arturo Torres, jornada tarde, localidad Kennedy, en Bogotá.

El presente proyecto planteó la estructuración de una propuesta de intervención contextualizada, sustentada en la formulación de situaciones problema de química, para ser abordadas desde una fundamentación matemática, con la acción de profesores reconocidos en su rol, tanto de docentes como de investigadores, dentro de la pretensión institucional y gubernamental de mejorar la calidad del aprendizaje.

De acuerdo a las pretensiones de esta tesis, se especificaron tres objetivos: establecer el estado inicial del grupo objetivo, en términos de los conocimientos sobre estequiometría; estructurar y aplicar una propuesta de alineamiento constructivo, desde la articulación de las matemáticas en la temática pretexto y, evaluar la pertinencia de la propuesta en su conjunto, en términos de la promoción del enfoque profundo del aprendizaje en los estudiantes.

El documento se estructuró en nueve títulos asociados a los tres objetivos mencionados, agrupados inicialmente alrededor del aspecto teórico de la investigación, en que se incluye: la introducción, el planteamiento del problema, los antecedentes y el marco teórico; en seguida, se incluyeron los apartados correspondientes al desarrollo empírico de la investigación: diseño metodológico, resultados y conclusiones, complementados con los referentes bibliográficos y los anexos.

5. Metodología

Dentro del marco del paradigma de investigación cualitativa y cuantitativa, en el que esta propuesta se inscribe, se interviene un espacio de aprendizaje específico en el colegio Carlos Arturo Torres, con el fin de lograr cambios en el aprendizaje de la estequiometría, desde una perspectiva interdisciplinar; para ello, en el marco del alineamiento constructivo, se aplicó la metodología 3P, con sus tres fases: Pronóstico (diagnóstico), Proceso y Producto; esta se aplicó, en cinco niveles progresivos de intervención, estructurados como etapas de un proceso, de tal manera que, los insumos de cada nivel, fueron útiles para comprender y desarrollar el siguiente.

Los diagnósticos indagaron sobre conceptos, percepciones, actitudes y hábitos de estudio; para evidenciar el progreso en los niveles de comprensión, las rúbricas de evaluación de la fase producto, se estructuraron con base en la taxonomía SOLO y, a los datos obtenidos, en las tres fases, se aplicó el tratamiento estadístico prueba no paramétrica, de rangos con signo, de Wilcoxon, con ello se pudo dar cuenta de los cambios y el progreso cognitivo.

6. Conclusiones

El desconocimiento de las herramientas y los preconceptos matemáticas asociados a los cálculos químicos por parte de los estudiantes, la ausencia de interdisciplinariedad, la escasa interrelación entre los conceptos químicos y los matemáticos, la ausencia de una estructuración por parte de los docentes, en la que ellos enfatizan el entrecruzamiento de los sistemas matemáticos de símbolos (SMS), con los sistemas químicos de símbolos (SQS), son determinantes en la baja comprensión del concepto químico y de las dificultades en la operatividad, para resolver problemas y ejercicios de estequiometría.

El trabajo interdisciplinar entre los docentes de química y matemática, el conocimiento de la malla curricular del área de matemática, por parte de los docentes de química, y la integración de los contenidos de las dos mencionadas asignaturas, liderados por el profesor de química, favorece la comprensión funcional de los conceptos estequiométricos por parte de los estudiantes.

En consecuencia, de lo anterior, dicha propuesta realizada en el aula, aporta a la línea "interdisciplinariedad y química en contexto", la identificación de las herramientas matemáticas específicas, de uso relevante en la resolución de problemas de estequiometría en educación media. A partir de este estudio se tiene también, una metodología definida desde el alineamiento constructivo, que, aplicada gradualmente, según la estructuración por niveles de complejidad creciente, de la taxonomía SOLO, contribuye significativamente a mejorar los niveles de comprensión de los conceptos estequiométricos abordados desde la matemática.

Elaborado por:	Azael Sinisterra Orobio
Revisado por:	Dr. Jaime Augusto Casas Mateus

Fecha de elaboración del Resumen:	20	01	2017
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	20
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
1.1 Problema de Investigación	21
1.1.1 Definición del problema.....	23
1.1.2 Pregunta de investigación	23
1.2 OBJETIVOS	23
1.2.1 Objetivo general	23
1.2.2 Objetivos específicos	24
1.3 JUSTIFICACIÓN	24
2. ANTECEDENTES	26
2.1 Aproximación desde la matemática.....	26
2.2 Dificultades conceptuales desde la química.....	31
3. MARCO TEÓRICO.....	35
3.1 INTERDISCIPLINARIEDAD	36
3.1.1. Transposición didáctica y transposición contextualizada	37
3.1.2. Pensamiento numérico.....	39
3.1.3 Problemas en un contexto cotidiano	39
3.2 ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO	40
3.2.1 Enfoques del aprendizaje	41
3.2.2. Metodología 3P	42
3.2.3. Taxonomía SOLO	44
3.2.3.1. <i>Rúbrica de evaluación basada en la taxonomía SOLO</i>	46

	15
4. DISEÑO METODOLÓGICO.....	48
4.1 DE LA INVESTIGACIÓN.....	48
4.2 PARTICIPANTES.....	48
4.3 HIPOTESIS	49
4.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN	49
4.4.1 Primera Fase.....	49
4.4.2 Segunda fase	50
4.4.3. Tercera fase	50
4.5 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	50
4.5.1 Entrevista	51
4.5.2 Cuestionario	51
4.5.2.1 Cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA.....	51
4.5.2.2. Cuestionarios de conceptos y percepciones-CCP-pretest	52
4.6 ESTRUCTURACIÓN DE INTERVENCIÓN EN EL AULA	53
4.6.1 Consideraciones previas	53
4.6.2 Descripción de la estructuración por niveles	56
4.6.2.1. Nivel 1. Actividad de enseñanza-aprendizaje “viaje al país de los símbolos” ...	56
4.6.2.2. Nivel 2. Actividad de enseñanza-aprendizaje “Ahora estás en la revolución francesa, balancea bien, sin perder la cabeza”	57
4.6.2.5. Nivel 5, actividad de enseñanza-aprendizaje: “alitemos y usemos nuestra caja de herramientas”	61
5. RESULTADOS.....	62
5.1 FASE 1	62
5.1.1. Diagnóstico 1, Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje-CEA, pretest	62
5.1.2. Diagnostico 2, Cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA, postest	66
5.1.3 Instrumento cuestionario de conceptos y percepciones-CCP, pretest	71
5.1.3.1 <i>Análisis de resultados del cuestionario CCP</i>	72
5.1.4. Consideraciones finales sobre los diagnósticos CEA y CCP	80
5.2.1. Diagnóstico 2, cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA, postest	82
5.2.2. Resultados por niveles.	82

	16
5.2.2.1 Nivel 1, “viaje al país de los símbolos”	83
5.2.2.2. Nivel 2: “Ahora estás en la revolución francesa, balancea bien, sin perder la cabeza”	86
5.2.2.3. NIVEL 3, “si en el laboratorio sales quieres formar, las leyes ponderales debes aplicar,”	88
5.2.2.4. NIVEL4. “Viajemos a Arabia y saludemos a MalbaTaham”.....	89
5.3 Fase 3	97
5.3.1. Consideraciones finales	97
6. CONCLUSIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101
ANEXOS	107
Anexo 1. FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA.....	107
Anexo 2. TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTAS.....	108
Anexo 3. DIAGNOSTICO 1. CUESTIONARIO CEA.....	114
Anexo 4. DIAGNOSTICO 2. CUESTIONARIO CCP	116
Anexo 5. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. GUÍA 1.1.....	118
Anexo 6. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.1.....	122
Anexo 7. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.2.....	125
Anexo 8. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.3.....	127
Anexo 9. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.4.....	130
Anexo 10. NIVEL 2. GUÍA 2.1 BALANCEO DE ECUACIONES, POR EL MÉTODO ALGEBRAICO	132
Anexo 11. NIVEL 2. TALLER 2.1 BALANCEO DE ECUACIONES, POR EL MÉTODO ALGEBRAICO	137
Anexo 12. NIVEL 3. GUÍA 3.2”VIAJEMOS A ARABIA Y SALUDEMOS A MALBA TAHAM”	139
Anexo 13. NIVEL 3. TALLER 3.1. LABORATORIO DE FORMACIÓN DE SALES	141
Anexo 14. NIVEL 4.GUÍA 4.1PROPORCIONALIDAD, CONVERSIÓN Y	

HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS	17 144
Anexo 15. NIVEL 4. TALLER 4.1.LABORATORIO: ANALOGIA PARA CONTAR UNIDADES.....	147
Anexo 16. NIVEL 5.TALLER5.1 FINAL POR PAREJAS	150
Anexo 17. NIVEL 5 TALLER 5.2 FINAL INDIVIDUAL	154
Anexo 18. NIVEL 5.TALLER 5.3 CUESTIONARIO DE CONCEPTOS Y PERCEPCIONES-CCP POSTEST	156
Anexo 19. FOTOS CON RESPUESTAS A LOS CUESTIONARIOS Y TALLERES, DESARROLLADOS POR LOS ESTUDIANTES.....	158

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Dos modalidades de transposición para matemáticas en ciencias	38
Tabla 2. Niveles de comprensión, desde la taxonomía SOLO	45
Tabla 3. Rúbrica de evaluación basada en la taxonomía SOLO	47
Tabla 4. Relación de conceptos y herramientas matemáticas, con los conceptos estequiométricos	55
Tabla 5. Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje-CEA.....	63
Tabla 6. Promedios de las categorías del enfoque superficial	65
Tabla 7. Puntuación en el cuestionario de enfoques de aprendizaje. CEA -postest	66
Tabla 8. Promedio de las categorías del enfoque profundo-postest	67
Tabla 9. Comparación de promedios, de las categorías del enfoque profundo	67
Tabla 10. Comparación de promedios, de las categorías del enfoque superficial, Pretest. vs. Postest	67
Tabla 11. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon.....	68
Tabla 12. Migración global	70
Tabla 13 . Resultados cuestionario de conceptos y percepciones CCP-Pretest.....	72
Tabla 14. Porcentaje de acierto en las categorías del CCP	79
Tabla 15. Entrevista a docentes.....	82
Tabla 16. Progreso en la habilidad para cambiar el registro de representación y nivel de comprensión.....	85
Tabla 17. Porcentaje de aciertos en el nivel relacional, taller 5.1, final por parejas	92
Tabla 18. Porcentaje de aciertos en el nivel relacional, taller final individual	93
Tabla 19. Cuestionario de conceptos y percepciones CCP-postest.....	94
Tabla 20. Comparación de % de acierto, por categorías en el CCP, pretest vs postest.....	95
Tabla 21. Prueba no paramétrica, de rangos con signo de Wilcoxon	95

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metodología 3P Para la implementación de este proyecto de investigación ..	44
Figura 2. Relación entre niveles de comprensión y enfoques de aprendizaje.....	46

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentajes de enfoques de aprendizaje Profundo, superficial e intermedio	64
Gráfica 2. Comparación entre porcentajes, en enfoque profundo y enfoque superficial- pretest	64
Gráfica 3. Comparación de Pretest y postest de las categorías de aprendizaje	68
Gráfica 4. Comparación de pretest y pos-test de las categorías del enfoque superficial	70
Gráfica 5. Comparación de porcentajes de enfoques, migración total	71
Gráfica 6. Resultados CCP por categorías	79
Gráfica 7. Progreso en el Manejo del álgebra	84
Gráfica 8. Habilidad para cambiar el registro de representación, puntuación basada en el S.I.E.....	85
Gráfica 9. Balanceo por el método algebraico y manejo de algoritmo	87
Gráfica 10. Nivel de comprensión del método algebraico	88
Gráfica 11. Puntuación según SIE, Taller 5.1 final por parejas	91
Gráfica 12. Puntuación según SIE, Taller 5.2 final individual	92
Gráfica 13. Visualización de las categorías evaluadas en el CCP, pretest y postest....	96

INTRODUCCION

Esta investigación se realizó porque el autor, a través de su ejercicio profesional y fundamentado en referentes, de investigadores en pedagogía y didáctica de la química, ha identificado que, en múltiples escenarios, matemática y química establecen una relación en la cual, especialmente se ve favorecida la segunda, por los aportes de la primera; a pesar de ello y específicamente, en la enseñanza de algunos conceptos químicos, esta relación lejos de ser favorable, enfrenta dificultades, por la subyacente o explícita fundamentación matemática requerida (Peralta, 2009). Estas dos ciencias al ser enseñadas a nivel de bachillerato presentan resistencia en su aceptación y bajas puntuaciones en el desempeño de los estudiantes, de manera particular el tema referente a la estequiometría, con sus conceptos estructurantes, sus leyes y su particular operatividad, presenta dificultades en su enseñanza y aprendizaje (Molina, Carriazo, Casas, 2013).

Dentro de la pretensión institucional y gubernamental de mejorar la calidad del aprendizaje, se desarrolló esta investigación, en la que participaron estudiantes con edades entre los 15 y 19 años, del grado decimo, Curso 1001, Colegio I.E.D. Carlos Arturo Torres, jornada tarde, localidad Kennedy, en Bogotá. En síntesis, los tres primeros capítulos hacen referencia al sustento conceptual y por ello incluyen el planteamiento del problema, soportado en antecedentes que abordan sus posibles soluciones, desde la matemática y la química; en seguida se define la pregunta de investigación y se exponen los argumentos que la justifican. Lo anterior deriva en los objetivos, general y específicos que, consolidan las pretensiones de esta investigación. En este orden de presentación, se continua con el capítulo “marco teórico”, en él se realiza la presentación de los constructos del alineamiento constructivo y de la transposición contextualizada que son ejes centrales para esta investigación, junto con otros como interdisciplinariedad y pensamiento numérico que robustecen el aspecto conceptual.

En los siguientes tres capítulos, se plasma la intervención en el aula, estructurada en el “diseño metodológico” que define las tres fases de la investigación, fundamentadas en

la metodología 3P, allí se describen los instrumentos de recolección de la información y las cinco actividades de enseñanza-aprendizaje que hicieron parte integral de este proceso. En consecuencia, el capítulo “resultados” procesa y discute los datos obtenidos que derivan en conclusiones, enfocadas a revisar el cumplimiento de los objetivos y hacer explícitas las dificultades encontradas.

Durante este desarrollo se alinearon constructivamente, los contenidos de estequiometría, abordados desde los prerrequisitos conceptuales y herramientas matemáticas que le son inherentes, con las actividades de enseñanza-aprendizaje y evaluaciones, ajustadas al enfoque de aprendizaje de los estudiantes, tipificado en la etapa diagnóstica.

En conclusión, los alumnos participantes mejoraron su aprendizaje y motivación porque la metodología estuvo basada, entre otros aspectos, en la forma en que el estudiante aprende. En ellos, su desempeño es mejor, cuando tienen un docente que los orienta, les genera confianza y les permite expresar sus ideas alternativas. Los estudiantes se sintieron cómodos, bajo el esquema de aprendizaje colaborativo, la socialización y retroalimentación de sus actividades, sin embargo, dadas sus condiciones específicas, desde lo familiar, institucional y gubernamental, se requiere continuar este tipo de intervención, para consolidar la migración hacia el enfoque de aprendizaje profundo.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Problema de Investigación

La enseñanza de la química a nivel de educación media y secundaria, enfrenta una gran cantidad de retos, algunos de ellos tienen que ver con las maneras de efectuar la aproximación a la resolución de problemas, desde lo conceptual, experimental o interdisciplinar.

En este orden de ideas, en la socialización de experiencias didácticas relacionadas con la enseñanza de la química se resalta que, los estudiantes presentan dificultad para resolver de manera autónoma, satisfactoria y eficiente los ejercicios de química

que involucran resultados cuantitativos, siendo así que muchas veces, el estudiante presenta dificultades para seleccionar y aplicar conceptos, procedimientos y herramientas matemáticas, tales como las razones y proporciones, pensamiento variacional, regla de tres, transposición de términos, manejo de exponentes, simplificaciones y otras que le garantizan emitir una respuesta asertiva, en forma cuantitativa o numérica del problema o situación química propuesta (Quintanilla, 2014).

Al parecer, aun cuando los estudiantes obtienen resultados y calificaciones básicas o altas en ejercicios, actividades y talleres de matemáticas, en las ocasiones en que se requiere aplicar sus conocimientos y procedimientos matemáticos, para resolver ejercicios o problemas de química, se evidencia que, muchas veces no logran encontrar la herramienta matemática y su correcta aplicación, al concepto químico estudiado.

Es de suponer entonces que, en algún momento del proceso cognitivo, se generó una desconexión entre estas dos ciencias, presentándose elevados niveles de frustración, confusión y bajos resultados en las pruebas de química. En tal sentido, algunos profesores enfatizan en el procedimiento matemático sin cuestionamientos profundos acerca del concepto químico involucrado y las razones que llevan a esos procedimientos, sin embargo, otros profesores emplean una aproximación matemática para abordar conceptos cruciales asociados al concepto de reacción química o inclusive sobre la naturaleza corpuscular de la materia (Garritz, Rueda, Robles, y Vásquez, 2011).

Por otra parte, es pertinente resaltar que, los estudiantes del ciclo quinto (grado décimo y undécimo) de educación media, deben interiorizar una serie de conceptos y leyes en química que, son difíciles de comprender, tales como el concepto de Mol, la ley de las proporciones múltiples y la ley de las proporciones definidas, por nombrar algunas; adicional a ello, son los cálculos cuantitativos que se deben realizar en

química los que dificultan la aplicación de dichas leyes y por tanto su comprensión, como lo sostienen Castelán, M., y Hernández, G.(2012).

El presente estudio efectúa un aporte en el sentido de recoger una visión instrumental de las matemáticas, al servicio de la comprensión de temáticas químicas y en esta dirección, plantea una propuesta de intervención didáctica que fue implementada en el grado décimo de educación media, en la I.E.D. Carlos Arturo Torres, Bogotá, Colombia.

1.1.1 Definición del problema

Con base en la revisión de la literatura referente al problema, en esta investigación se plantea la necesidad de estructurar, implementar y evaluar un ejercicio de transposición contextualizado que permita promover el enfoque profundo de aprendizaje, de estudiantes de grado décimo de educación media, en situaciones químicas donde las matemáticas favorezcan la comprensión de conceptos estequiométricos que implican cálculos cuantitativos.

1.1.2 Pregunta de investigación

¿Cómo estructurar una propuesta basada en los principios del alineamiento constructivo, para la resolución de problemas estequiométricos, desde un enfoque de aprendizaje profundo, apoyado en la transposición contextualizada?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Estructurar e Implementar una propuesta desde el alineamiento constructivo, que favorezca el aprendizaje profundo de la estequiometría, con fundamento en las herramientas matemáticas que le son inherentes.

1.2.2 Objetivos específicos

- Establecer el estado inicial del grupo objetivo en términos de los conocimientos sobre estequiometría.
- implementar una propuesta desde el alineamiento constructivo, para la articulación de las matemáticas en la temática pretexto.
- Evaluar la pertinencia de la propuesta en su conjunto, en términos de la promoción del enfoque profundo del aprendizaje en los estudiantes.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente proyecto plantea la estructuración de una propuesta de intervención contextualizada, sustentada en la formulación de situaciones problema de química, para ser abordadas desde una fundamentación matemática, con la acción de profesores reconocidos en su rol, tanto de docentes como de investigadores.

En relación con lo recién expuesto, las matemáticas son un conjunto de conocimientos científicos que permean otras ciencias y múltiples instancias dentro de las actividades humanas cotidianas. En tal sentido, las matemáticas contribuyen a desarrollar habilidades de pensamiento y operaciones mentales que permiten explicar y comprender diversos fenómenos en sus diferentes niveles de complejidad, mientras que, por otro lado, la química se constituye en un escenario para la implementación de ejercicios de transposición contextualizados que redunden en el aprendizaje de sus constructos.

Desde los puntos de vista histórico y epistemológico, la presente propuesta de intervención en el aula, se justifica en la medida en que hace referencia al desarrollo de la química moderna a partir de los trabajos realizados por Antoine Laurent Lavoisier, presentados en su libro tratado de química elemental de 1789, en que fija las bases de la química cuantitativa, que incluye la lógica matemática (en cuanto a la igualdad en la

ecuación química y los símbolos matemáticos) para dar cuenta de un proceso químico, e identifica las sustancias inicial y final, las cuales hoy se conocen como reactivos y productos respectivamente y, por primera vez, se plantea en forma incipiente, una relación entre sustancias que, puede expresarse, como una “ecuación química”.

Lavoisier inicia las leyes ponderales o másicas, dentro del paradigma equivalentista que, recibe el aporte de L. Proust y Richter, siendo este último un matemático aficionado a la química, quien define el término estequiometría como una manera de cuantificar las masas de las entidades químicas que se combinan en una reacción química, Richter encontró que las proporciones de las masas de los reactivos eran constantes (Garriz, et, al., 2011).

Además de lo anterior, es importante recalcar que, desde sus inicios, a finales del siglo XVIII, en el análisis de las reacciones químicas, se ha evidenciado la dificultad en la interpretación de la estructura y composición de las entidades químicas participantes, esto en cuanto a su denominación como compuestos, moléculas o elementos, y también hay dificultad en el adecuado manejo matemático de las relaciones cuantitativas en unidades de masa o en unidades de cantidad de sustancia. Después de años de discusión, confusión y revisión en 1971, en el sistema internacional de medida (SI), se tiene una definición de una nueva magnitud física, llamada “cantidad de sustancia” y su unidad el Mol, con su símbolo n , siendo así que, el Mol es la única unidad química en el SI y permite el tránsito entre el nivel molar y el nivel molecular.

Esta dirección es comprensible que la química moderna, desde la época de Lavoisier, fundamenta su desarrollo en la cuantificación de los procesos, desde entonces, las mediciones y la matemática están ligadas a la química, por ello, con este desarrollo investigativo, se pretende una mejor integración de los contenidos curriculares de estas dos ciencias, teniendo como ejes, el concepto de estequiometría y el concepto de Mol, de manera tal que, coadyuve a superar dificultades en el aprendizaje, mejorar la apropiación de estos procedimientos, y, en tal medida ayudar

a disminuir los porcentajes de reprobación de la asignatura química en educación media.

2. ANTECEDENTES

En los antecedentes se consignan referentes de investigaciones sobre aproximaciones desde la matemática y, dificultades y estrategias para la comprensión del concepto de Mol.

2.1 Aproximación desde la matemática

A continuación, se presenta una serie de antecedentes que, documentan investigaciones efectuadas, en el marco del empleo de las aproximaciones matemáticas, a la resolución de problemas de química:

Por otro lado, Rico (1994), en su artículo sobre errores y dificultades del pensamiento numérico, sostiene que, el estudio de errores y dificultades de comprensión de los escolares en España, constituye una línea de investigación potente y productiva en Educación Matemática. En tal sentido, conviene resaltar que, la producción en este campo es amplia, pero en muchas ocasiones, se ha presentado de manera poco articulada. Los autores proponen una fundamentación y una aproximación metodológica para este tipo de estudios y en tal dirección, presentan un ejemplo de trabajo realizado en el aula, en el que participan 36 estudiantes con edades entre los 13 y 14 años, que cursan el grado 8º de educación general básica. Para el trabajo en el aula, se aplicaron talleres que, incluían representaciones puntuales de secuencias numéricas. Los autores fundamentan sus conclusiones, en el análisis de la descripción coherente que, hacen los estudiantes sobre el concepto y procedimiento matemático utilizado, para resolver las situaciones planteadas en los talleres. En su investigación concluyen que la utilización de sistemas figurativos de representación en el estudio de conceptos numéricos proporciona mayor riqueza conceptual, moviliza el pensamiento visual y favorece una mejor comprensión de los escolares mediante el uso de sistemas simbólicos diferentes.

Por otra parte, en su trabajo de grado, reorientación de la enseñanza de las matemáticas para licenciados en química: un ejercicio de transformación del currículo, Eraso (2013), estructuró y aplicó una propuesta para transformar el currículo, reorientando la enseñanza de las matemáticas para estudiantes de licenciatura en química, en virtud a que, en los profesores en formación de la licenciatura en química, de la Universidad Pedagógica Nacional, de Colombia, se vislumbraba una brecha apreciable entre el conocimiento teórico en matemáticas y su respectiva aplicación en temas propios del dominio de la química. Tal problemática implicaba una escasa conexión interdisciplinar como está planteado en el currículo, especialmente en los espacios de formación matemática. En vista de lo anterior, la autora formuló y desarrolló una propuesta que posibilitó una mejor articulación de la enseñanza de las matemáticas con el ámbito propio del profesor de química, en lo referente a la enseñanza de temáticas de química.

Así mismo, (Romero, 2014) en la tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, de la Universidad Nacional de Colombia, diseñó una unidad didáctica para el proceso de enseñanza–aprendizaje de los cálculos cuantitativos o estequiometría en el área de química, orientada a los estudiantes de grado décimo, en la que se manejaron conceptos previos como Mol, átomo, elemento y molécula, así como las razones y las proporciones del ámbito de las matemáticas, esto, debido a su utilidad en la comprensión del planteamiento de las relaciones que se presentan en los cálculos cuantitativos.

En el precitado trabajo se encontró que, en la práctica docente no se advierte la diferencia entre las expresiones matemáticas: fracción, razón y proporción, y división. Para la elaboración de la unidad didáctica, se utilizó la plataforma Moodle como elemento innovador y motivador para los estudiantes que, permitió una mejor organización de las actividades de enseñanza-aprendizaje.

En la línea de investigación, sobre interdisciplinariedad y química en contexto, con propuestas innovadoras que, busca motivar más a los estudiantes, se cita la propuesta

lúdica realizada por Marcano (2015), encaminada a determinar la efectividad de un juego didáctico, aplicado como estrategia pedagógica en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estequiometría, en estudiantes del tercer año de educación media general. La investigación fue aplicada durante cuatro períodos académicos desde el año 2010 hasta el año 2014 a un total de 235 estudiantes, con edades entre 14 y 17 años, bajo una modalidad cuasi experimental. Los resultados muestran una aceptación del 88,9% en el grupo estudiado. Con base en los resultados obtenidos la investigación concluye que la estrategia pedagógica aplicada impacta motivacionalmente en el grupo objetivo, genera aprendizajes significativos y rompe los esquemas rutinarios en el aula de clases para la enseñanza de la estequiometría.

Así mismo, Camarena (2009, enero-marzo) enfatiza en la alta presencia de las matemáticas en otras ciencias; este investigador, luego de treinta años de la propuesta sobre teoría educativa, llamada “Matemática en el Contexto de las ciencias” muestra el impacto de las matemáticas en las ciencias (Camarena, 2013).

En la investigación de Carrera (2011), se revisa la metodología tradicional en la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico, de los alumnos del primer año de bachillerato, de la especialidad de Química y Biología del Instituto Nacional Mejía; a partir de dicha revisión, escribe un texto que incluye teoría, ejemplos y actividades, para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes. El problema del rendimiento académico también es abordado por Luna (2003), al diagnosticar los factores que influyen en la reprobación en el área de matemáticas, en el primer semestre de la carrera de químico farmacéutico en la facultad de ciencias químicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León. En este estudio se evidencia que los alumnos no comprenden la importancia de las ciencias exactas en una licenciatura científica y no saben razonar los problemas, por lo cual se les dificulta hacer los ejercicios fuera de clases.

En otro estudio, Fernández y Aguirre (2010), presentan una investigación de las actitudes iniciales hacia las matemáticas, de los alumnos de grado de magisterio de

Educación Primaria, en la que se concluye sobre una actitud afectuosa de parte de los docentes, que tiene como efecto la disminución de la ansiedad y el aumento la confianza y la motivación.

La importancia de integrar matemática y química es referenciada por (Villalonga, 2016) quienes desarrollan actividades interdisciplinarias, entre los contenidos de ingeniería de procesos I y química general I, en el que los estudiantes ampliaron y profundizaron sus conocimientos en seminarios de integración, análisis y síntesis de trabajo grupal, y defensa de proyectos de curso, lo cual evidencia que la matemática permea la química en diferentes áreas y niveles.

En apoyo a lo anterior está el trabajo de Gallego (2010) quien, en dos artículos, da cuenta de la matemática aplicada en la química, en un nivel superior al álgebra que, puede utilizarse en los primeros cursos universitarios. Adicional a ello, Valenzuela (2003) desarrolla tres experimentos, en que se plantea ver si el fracaso en la resolución de problemas en física y química, es debido a la falta de conocimientos y herramientas matemáticas, que incluyen los procesos de generalización y traducción de los enunciados de los problemas a expresiones algebraicas. El autor concluye que la práctica en el proceso de traducción algebraica, junto a la explicación de las analogías estructurales de los problemas, mejora significativamente el éxito, en la resolución de problemas algebraicos de física y química. Por otro lado, estos aspectos algebraicos son estudiados por Reza, Ortiz, Feregrino, Dosal y Córdova (2007), quienes desarrollan estrategias para resolución algebraica de problemas estequiométricos.

Otro trabajo realizado en México, concluye que, los alumnos mejoran su comprensión de conceptos y procedimientos estequiométricos, su creatividad y aptitud para la vida laboral, cuando desarrollan un programa computacional para balancear ecuaciones químicas por el método algebraico. El trabajo interdisciplinar entre computación y química mejoró los resultados en las dos disciplinas. (Regalado, Delgado, Martínez, Peralta, 2014).

En su investigación Duval (2006) se interroga sobre el tipo de funcionamiento cognitivo que requiere la actividad y el pensamiento matemático, y se plantea dos cuestiones esenciales: ¿el funcionamiento del pensamiento matemático, es independiente del lenguaje y de otros sistemas de representación semióticos utilizados?, ¿el pensamiento funciona en matemáticas de la misma manera que en otros dominios de conocimiento? En respuesta a estas cuestiones el autor afirma que la actividad matemática se realiza necesariamente en un “contexto de representación”. De acuerdo a ello, su trabajo de investigación enfatiza la necesidad de desarrollar en el estudiante, la habilidad para cambiar el registro de representación semiótica, que se materializa como la capacidad para traducir al lenguaje matemático, textos y situaciones problemas de esta o de otras disciplinas. Tal argumentación se relaciona con el trabajo de Salinas, G., Gallardo, A. y Mendoza, E. (2005), dado que, para ellos, hay dificultades derivadas del entrecruzamiento de los sistemas matemáticos de símbolos (en adelante SMS), con los sistemas químicos de símbolos (en adelante SQS), para los autores se requiere interpretar correctamente los símbolos, identificando su significado dentro de los escenarios particulares en que se utilizan, por ejemplo, la operación de restar en matemática puede dar un resultado diferente cuando se realiza en el contexto químico.

En cuanto a otras estrategias, se relaciona a Sosa (2014), que presenta en su trabajo, una expresión matemática del método de Kauffman para asignar números de oxidación, aplicable a compuestos orgánicos e inorgánicos. Así, dentro de la fundamentación en procedimientos matemáticos, que pueden aplicarse a los cálculos químicos, se tiene la referencia de Mina (2016), quien propone estrategias para desarrollar habilidades mentales y ejecutar cálculos mentales en estudiantes de grado decimo; la autora recomienda evitar la repetición mecánica y realizar ejercicios contextualizados. Se infiere de lo anterior, que algunos preconceptos matemáticos necesarios en estequiometría están ausentes en algunos estudiantes y corresponde solucionar esta deficiencia a partir de un trabajo interdisciplinar. En esta línea se encuentran el trabajo de Vega, Rivera y Presbítero (2003), quienes retoman el enfoque de matemáticas significativas, para dar relevancia a la pertinencia de las matemáticas en las ciencias experimentales, y la investigación de Penagos (2013), quien desarrolla

una estrategia para la enseñanza de la estequiometría; en su estudio, el autor hace énfasis en el análisis dimensional, el factor molar y el de conversión, como punto de partida para solucionar las dificultades encontradas.

En un estudio no menos riguroso que los anteriores, Luna (1999), plantea una serie de ejercicios, para la formación de habilidades matemáticas en la resolución de problemas de química II, en el nivel medio superior; en su estudio, presenta un cuadro en que, relaciona los instrumentos, conocimientos y habilidades matemáticas con sus correspondientes conceptos químicos.

2.2 Dificultades conceptuales desde la química

En estequiometría, se presenta como muy relevante el concepto de mol, en este sentido Mora y Parga (2015), presentan un estudio del estado del arte de las investigaciones, sobre ideas previas y percepciones acerca de los conceptos mol y cantidad de sustancia, mostrando que, respecto a ellos, existen suficientes diagnósticos sobre sus problemas de aprendizaje, en las que tales dificultades pueden tener su origen en el conocimiento didáctico del contenido, historia y epistemología en los estudiantes (Furió 2002).

1.2.2.1. Conocimiento didáctico del contenido, historia y epistemología.

Col (1978) citado por Furió (2002), afirma que es importante entender el concepto de Mol, para entender estequiometría; en tal sentido, el Mol se enseña omitiendo o desconociendo su origen, evolución, características, multiplicidad de definiciones, así como también su definición formal emitida por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, IUPAC, y por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada, IUPAP. Se omite también presentar este concepto, como una unidad de las siete magnitudes del sistema internacional de medida. Cáceres (2002), afirma que hay dificultad porque tiene múltiples significados, en los que puede considerarse o utilizarse como una unidad, una cantidad, un número, o una masa y puede también visualizarse desde el

nivel molar hasta en el nivel molecular y viceversa, lo que exige un alto nivel de abstracción (Furió et al 2002).

En otro estudio, Herrera (2014), partió de la revisión histórica del concepto y de la identificación de las ideas previas, con el fin de encontrar los obstáculos que presentan los estudiantes del grado décimo, y concluyó que en los textos relacionados con la enseñanza del concepto de mol y número de Avogadro, hay poca claridad en los conceptos y en su evolución histórica, hay poco material de apoyo en los que el mol se enseña como un concepto matemático y abstracto. Así mismo, Furió (2003), expone la inconsistencia de introducir, al mismo tiempo, los conceptos de equivalente y de mol, en la enseñanza de la estequiometría, además realiza un recorrido histórico y epistemológico, mostrando cómo se formularon problemas, las interpretaciones y paradigmas generados para solucionarlos, así como las contribuciones particulares o grupales de los científicos en cada época.

Además de lo anteriormente citado, hay una clara crítica en García (2009), cuando describe el conocimiento didáctico del contenido curricular, en adelante CDCC, del concepto de mol, en el contexto de los paradigmas equivalentista y atomista, que afirma que, en el diseño curricular del profesorado, predomina el conocimiento disciplinar y, en menor grado, el conocimiento didáctico. En esta dirección, está la conclusión de Garriz (2011), quien en sus últimas investigaciones sobre conocimiento didáctico del contenido y estequiometría defiende que la afectividad forma parte del CDCC.

Por su parte, Bonilla (2009), presenta un análisis del trabajo de Amadeo Avogadro, desde una perspectiva histórica-epistemológica, empezando con la reconstrucción de las teorías formuladas por Dalton y Gay-Lussac, y destaca la contribución de Cannizzaro para la aceptación de la teoría de Avogadro, lo que constituye un fundamento importante que contribuye al necesario conocimiento didáctico del contenido y las referencias histórico-epistemológicas que favorecen el aprendizaje del concepto de estequiometría.

1.2.2.2. Dificultad en los estudiantes

Conviene afirmar que, por otra parte, hay otras dificultades que, se originan en el nivel de desarrollo cognitivo y la madurez o edad mental del estudiante (Furió et al 2002). En tal sentido afirma que ellos no tienen una concepción científica del Mol, obtienen baja puntuación en las evaluaciones, poseen significados erróneos, lo manejan solo desde la perspectiva matemática y algorítmica, y carecen de los preconceptos químicos o, matemáticos, que le son inherentes. De igual manera Rojas (1999), describe el rendimiento académico y concepciones alternativas en estequiometría y concentración de soluciones; en tal dirección, en su investigación encontró que, para superar sus propias dificultades, los estudiantes realizan cálculos en gramos y no en moles.

1.2.2.3. Dificultades en la formación de profesores

Conviene, por otra parte, citar a Padilla (2005), quien investigó las deficiencias conceptuales y epistemológicas, referentes a la enseñanza universitaria de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. El autor, en tal sentido, supone, a título de hipótesis, que estas deficiencias están basadas en visiones deformadas de la ciencia (en particular, la visión histórica) que tienen algunos profesores y que también se presentan en libros de texto universitario.

Respecto a este punto, afirma que una mayoría de profesores asocia el concepto de mol con el de número de Avogadro y con el concepto de masa, mientras que un menor porcentaje de profesores lo enseña como unidad de una magnitud llamada "cantidad de sustancia". Adicionalmente Strömdahl et al (1994), citado por Furió et al (2002), afirma que, las concepciones deformadas de los profesores se transmiten a los estudiantes y permanecen así, porque estos no están en capacidad de mejorarlas. Otra práctica desfavorable está dada porque algunos profesores, explican el concepto sin presentar su evolución epistemológica, cuando este es interpretado desde el paradigma equivalentista y luego se interpreta desde el paradigma atomista (Furió et al, 2002).

1.2.3. Estrategias para enseñanza-aprendizaje de la estequiometría

1.2.3.1 Estrategias desde el aprendizaje significativo.

En esta línea, Herrera (2014), expresa que se necesita aplicar estrategias desde el aprendizaje significativo, para superar las dificultades encontradas; en tal sentido realizó un trabajo en que utilizó herramientas virtuales, lúdicas y applets, para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de Mol y número de Avogadro. Por su parte, Furió (2006), desarrolló una exitosa investigación en el aula, sobre la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol, logrando que los estudiantes utilizaran comprensivamente, conceptos de alto nivel de dificultad, a partir de un contexto de enseñanza-aprendizaje como investigación orientada.

Así mismo, Hurtado (2016), presenta un artículo en que, muestra los resultados de un estudio piloto sobre la incidencia de dos estrategias didácticas de enseñanza: el aprendizaje basado en problemas (ABP) y la enseñanza para la comprensión (EPC).

Por su parte, Lunal (2014), propone una secuencia de enseñanza del tema estequiometría, en educación media general, dirigido a los docentes de Química en el Municipio Naguanagua, Estado Carabobo, en Venezuela. El autor concluye que la estequiometría debe enseñarse tomando como referencia realidades cercanas a los estudiantes, para las que los profesores estuvieron receptivos a la implementación de la secuencia, aspecto que favoreció el aprendizaje.

1.2.3.2. Enseñanza lúdica

Una primera referencia en esta línea es de Marcano (2015), quien realiza una investigación, para determinar la efectividad que tiene la aplicación de un juego didáctico. Para el autor, los resultados del estudio muestran que la estrategia pedagógica, impacta motivacionalmente en los estudiantes, genera aprendizajes significativos y rompe los esquemas rutinarios en el aula de clases para la enseñanza de la estequiometría.

Otra referencia a citar es la propuesta metodológica de Molina (2016), basada en kits didácticos elaborados por los estudiantes y profesores, dentro de investigaciones científicas escolares dirigidas. En síntesis, el estudio concluyó que los kits permiten desarrollar mejores procesos activos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia, logran que los estudiantes se motiven y mejoren sus actitudes hacia la ciencia, construyan modelos explicativos y realicen investigaciones sin la necesidad de contar con un laboratorio o materiales especializados.

1.2.3.3 Uso de analogías

Respecto al uso de analogías es pertinente citar a Raviolo (2014), quien afirma que en Internet hay muchos ejemplos de analogías, pero escasas propuestas sistematizadas y con poco fundamento. Así mismo, Guarín (2011) y Raviolo (2016), demuestran que el aprendizaje y enseñanza de la estequiometría se ve favorecido por el uso de analogías y en tal sentido se pueden referenciar los trabajos de Sánchez (2012), Guisado (2014) y Marín (2012), con analogías que llevan de lo concreto a lo abstracto, usando tuercas, tornillos, arandelas, leguminosas y productos alimenticios.

Revisadas las referencias, se plantean estrategias que pueden resumirse en los siguientes tópicos:

Enseñar estequiometría centrando la atención en los prerrequisitos conceptuales. Establecer secuencia de contenidos con base en jerarquías de aprendizaje y de allí, definir metodologías, que involucren aprendizaje significativo.

Mejorar de la formación docente, fundamentándose en la historia, epistemología y didáctica.

Aplicar herramientas matemáticas, para abordar la comprensión de conceptos químicos y mejorar resultados al realizar cálculos estequiométricos.

Utilizar como nuevas estrategias de enseñanza, las analogías o el uso de las TIC, con simulaciones por ordenador.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 INTERDISCIPLINARIEDAD

En educación, y en especial en las áreas de conocimiento, la interdisciplinariedad exige que cada uno de los que intervengan tenga competencia en su propia disciplina y un cierto conocimiento de los contenidos y métodos de las otras, como lo menciona Egg (1999). En este sentido, la interdisciplinariedad debe tener, entre otros elementos: resultados comunicables, una finalidad que la oriente, capacidad de actuar ante los diferentes componentes y modelos de estructura disciplinar, poseer método, instrumentos, modelos, conceptos, diferentes enfoques en el modo de abordar la realidad, distintas lógicas de construcción del objeto, en las que todos los participantes deben conocer los conceptos propios de cada una de las disciplinas implicadas.

En este orden de ideas, con el abordaje interdisciplinar, se busca un mejor tratamiento de problemas prácticos, una mayor calidad y profundidad en las investigaciones científicas, en el sentido de dar respuesta a problemas complejos (Egg, 1999). Adicionalmente Egg (1999) refiere a que la interdisciplinariedad intenta recuperar la unidad del saber, perdida por el desarrollo de la ciencia y por la fragmentación del conocimiento en ramas de saberes autónomos o especialización dadas en el siglo XX.

Según lo recién argumentado, se entiende que la interdisciplinariedad entre química y matemática se podría aplicar a los conceptos de estequiometría desarrollados por Jeremías Benjamín Richter. (Citado por Garritz, 2011).

Finalmente, cabe mencionar que la presente investigación aporta a la Línea de Investigación 'Interdisciplinariedad y química en contexto' del Grupo Didáctica y sus Ciencias de la Universidad Pedagógica Nacional, la posibilidad de implementar didácticas innovadoras que favorezcan el aprendizaje de la estequiometría, con un aprendizaje centrado en la forma en que el estudiante aprende.

3.1.1. Transposición didáctica y transposición contextualizada

La transposición didáctica es un concepto que se difunde desde las matemáticas hacia otras comunidades académicas (Chevallard, 1997). En este sentido la transposición didáctica se puede enmarcar dentro de la teoría constructivista del aprendizaje, relacionándose directamente con el aprendizaje significativo, por cuanto considera la posibilidad de cambios en la estructura cognoscitiva del sujeto que aprende y desde Piaget tiene en cuenta los estadios de desarrollo cognitivo y neurológico de quien aprende.

Sobre el particular Chevallard (1991) define transposición didáctica como el paso, los pasos, el procedimiento, o las maneras como el saber sabio de los llamados eruditos, investigadores, profesionales, o científicos, llega hasta quienes aprenden, es decir cómo se convierte el saber sabio en saber enseñado. El citado autor considera que, los medios para hacer llegar ese saber sabio hasta su destino, son los docentes y los libros de texto.

Es importante aquí señalar que Chevallard es matemático y se declara positivista, en la medida que evidencia la necesidad de aplicar un método científico o una ciencia en que reconoce un objeto real de estudio, con una existencia independiente del investigador o estudioso del objeto.

Con referencia a lo anteriormente expuesto, la transposición didáctica es una herramienta para lograr el objetivo de pasar del sabio al saber enseñado y también es una herramienta de análisis para identificar cómo se está dando ese paso Chevallard (1991), (citado por Ramírez Bravo, 2005, pp.33-45). Dado lo anterior, para que un determinado objeto de saber sea meramente o al menos posible de ser enseñado, deberá haber sufrido ciertas deformaciones; porque por ejemplo los conceptos científicos que aprehenden los niños en primaria, tienen una fuerte estructura de proposiciones y relaciones con otros conceptos, y hay otros que a nivel de educación secundaria y media, requieren un gran nivel de abstracción como el concepto de Mol,

átomo, molécula, entidad química, nivel electrónico, orbital, enlace químico, cambio químico; estos requieren ser transformados desde su versión original emitida por los científicos, para adaptarlos al contexto, edad mental y estructura conceptual de quien aprende (Mendoza, 2005).

En este orden de ideas, el conocimiento aprendido implica su ubicación, instalación adaptación, sustitución y acomodación en la estructura conceptual de quien enseña y del sujeto que aprende, siendo relevante tener en cuenta que la “didáctica se ocupa de la enseñanza y el aprendizaje, que se desglosa en cuatro objetos que son: el que enseña, el que aprende, el saber o contenido y los medios”. (Guisado García, 2014).

Para la presente investigación el marco conceptual se sustenta, también, en lo que se ha dado en llamar: ‘transposición contextualizada’, en la que el énfasis se da en que la matemática aprendida por los estudiantes ha de ser transformada para adaptarse o moldearse a la manera de trabajar de otras ciencias (Camarena, 2001 y 2010). Su estructura básica se presenta en el siguiente diagrama:

Tabla 1. Dos modalidades de transposición para matemáticas en ciencias

CONOCIMIENTO ERUDITO	TRANSPOSICIÓN	CONOCIMIENTO A SER ENSEÑADO	TRANSPOSICIÓN	CONOCIMIENTO A SER APLICADO
TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA		TRANSPOSICIÓN CONTEXTUALIZADA		

Fuente: Camarena Gallardo, P. (2010)

En el caso de educación media y debido al componente matemático mayoritario, se han seleccionado los conceptos de Mol, estequiometría, pensamiento variacional y otros expresados, que serán transformados y adaptados al lenguaje y contexto educativo de la población estudiantil intervenida.

3.1.2. Pensamiento numérico

El denominado pensamiento numérico, se constituye en una línea de investigación estructurada desde el departamento de didáctica de la matemática en la universidad de Granada, España, que se ocupa de los fenómenos de enseñanza, aprendizaje y comunicación de los conceptos numéricos, en el sistema educativo y en el medio social.

En tal sentido, el pensamiento numérico estudia los diferentes procesos cognitivos y culturales con que los seres humanos asignan y comparten significados, utilizando diferentes estructuras numéricas, siendo así que esta línea de investigación ha trabajado en la elaboración, codificación y comunicación de sistemas simbólicos con los que expresar los conceptos y relaciones de estructuras numéricas (Rico, 1994).

Por otra parte, en el contexto local, en Colombia, José Luis Villaveces, químico, y Guillermo Restrepo, matemático, lideran el grupo que, se ocupa de la interdisciplinariedad y los problemas de la enseñanza de la química y la matemática (Restrepo, G. 2005).

3.1.3 Problemas en un contexto cotidiano

Al abordar el tema Font (2011), menciona que las experiencias de aprendizaje en matemáticas son significativas cuando parten de la experiencia real de los estudiantes. Esta conclusión se puede ampliar al aprendizaje de otras ciencias, de modo que puede afirmarse que los conocimientos se construyen cuando se utilizan en contextos reales. En tal dirección, la afirmación anterior lleva a estudiar el problema de la transferencia del conocimiento aprendido en la escuela a las situaciones prácticas de la vida cotidiana y viceversa, pero en buena medida también dirige la atención a estudiar cómo se aplican los conocimientos de matemáticas en otras áreas.

En consecuencia de lo recién expuesto, dentro de esta propuesta de intervención en el aula, es pertinente que, el estudiante identifique y desarrolle sus propios procedimientos para resolver las situaciones interdisciplinarias planteadas, esto implica

que el estudiante será motivado a ir más allá de los algoritmos establecidos en la medida que puede analizar y clasificar las situaciones, en forma tal que pueda tener un punto de partida para elegir los procedimientos, los conceptos y las herramientas que le garanticen resolver el problema contextualizado. Esta opción es considerada por Font (2006), al afirmar que integrar los problemas contextualizados al currículo permite que los estudiantes vean la utilidad de las matemáticas, tanto para resolver problemas de otras áreas como para resolver situaciones de la vida cotidiana.

Con base en lo anterior, la clasificación de los problemas contextualizados lleva a visualizar dos grupos: en un extremo, los problemas contextualizados que se han diseñado para activar procesos complejos de modelización, mientras que en el otro extremo se tendrían problemas relativamente sencillos, cuyo objetivo es la aplicación de los conceptos matemáticos previamente estudiados; en tal sentido es comprensible que en esta investigación, los problemas contextualizados propuestos por y para el grupo objetivo intervenido, se ubicaran, entre estos dos extremos.

3.2 ALINEAMIENTO CONSTRUCTIVO

El alineamiento constructivo es un sistema basado en la forma en que el estudiante aprende y para materializar el alineamiento constructivo debe existir una asociación o una dirección común entre los contenidos, el método de enseñanza y la evaluación de la enseñanza. Con base en lo anterior, para Biggs (2006), la clave de la enseñanza está en analizar la forma como aprende el estudiante, siendo así que la calidad del aprendizaje, depende de la calidad de la enseñanza y de la evaluación.

Por otro lado, para el análisis del aprendizaje, el alineamiento constructivo se apoya en la psicología de las diferencias individuales y en la psicología cognitiva, y en términos de la enseñanza está sustentado en el constructivismo, en forma tal que, el autor propone un enfoque profundo en la enseñanza, para que el aprehendiente elabore o construya el significado de los significantes a partir de su propia estructura cognitiva y a partir de las actividades prácticas de utilización del concepto, integrando

los elementos y actividades iniciales suministradas por el docente, siendo así que las premisas anteriores generan un ambiente de aprendizaje en que la motivación es una consecuencia de la buena enseñanza y no al contrario.

Dentro del alineamiento constructivo se tienen las siguientes consideraciones:

3.2.1 Enfoques del aprendizaje

Para priorizar los objetivos de la presente investigación, conviene recordar que el aprendizaje constituye un proceso de asimilación, acomodación y reestructuración conceptual por parte de quien recibe el conocimiento; en tal sentido, se incorpora la propuesta de Biggs (2006), sobre alineamiento constructivo que, incluye también, la clasificación de los enfoques en el aprendizaje como aprendizaje superficial y aprendizaje profundo.

Es importante recalcar que lo deseable es el aprendizaje profundo en que, el estudiante se interesa genuinamente por aprehender, comprender, asimilar, acomodar conceptos y modificar su estructura conceptual. Mientras que, en el enfoque superficial, el estudiante parte del propósito de realizar el mínimo esfuerzo para cumplir con la tarea y memoriza datos aislados; para él, aprender se convierte en una carga y no en una actividad placentera. Adicionalmente, “el enfoque superficial se ve favorecido por docentes que enseñan de una manera poco sistemática, con conceptos poco estructurados, aplican evaluaciones de bajo nivel cognitivo y mantienen una actitud que sugiere pocas probabilidades de éxito en los estudiantes” (Biggs, 2006).

Por otra parte, en referencia a la evaluación, ella implica múltiples actividades y enfoques, pero dentro de las posibilidades de mayor aceptación esta la evaluación continua y auténtica que: tiene en cuenta el quehacer, el desempeño y progreso del estudiante en diferentes escenarios a través del periodo evaluado. Si hay un enfoque profundo del aprendizaje también se logrará diseñar y resolver evaluaciones que evidencian el tránsito del conocimiento declarativo al conocimiento funcional; siendo así

que en el conocimiento declarativo, se definen conceptos de manera exigua o en ocasiones con lujos de detalles pero sin la deseable integración de los mismos, mientras que el conocimiento funcional es comprensivo con asociaciones, que involucra conocimientos útiles al individuo, para permitirle actuar e interactuar de manera eficiente con su medio ambiente y de manera ambiciosa controlar su mundo (Biggs, 2006).

Finalmente, cabe afirmar que los contenidos dentro de esta perspectiva constructivista y el enfoque profundo de la enseñanza y aprendizaje serán propuestos por ambos sujetos del proceso de enseñanza-aprendizaje, puede darse una propuesta inicial del profesor que será ampliada, complementada y especificada por el estudiante, porque el alineamiento constructivo se centra en la forma en que aprende y por tanto el estudiante será más participativo de su proceso logrando metacogniciones dentro de la alternativa del aprendizaje basado en problemas o también, aprendizaje colaborativo

3.2.2. Metodología 3P

Esta metodología presenta la enseñanza como un sistema equilibrado en el que todos los componentes se apoyan entre sí. En ella, se tiene en cuenta, tres momentos para cumplir con el proceso enseñanza-aprendizaje: pronóstico, proceso y producto; ellos se explican en detalle a continuación.

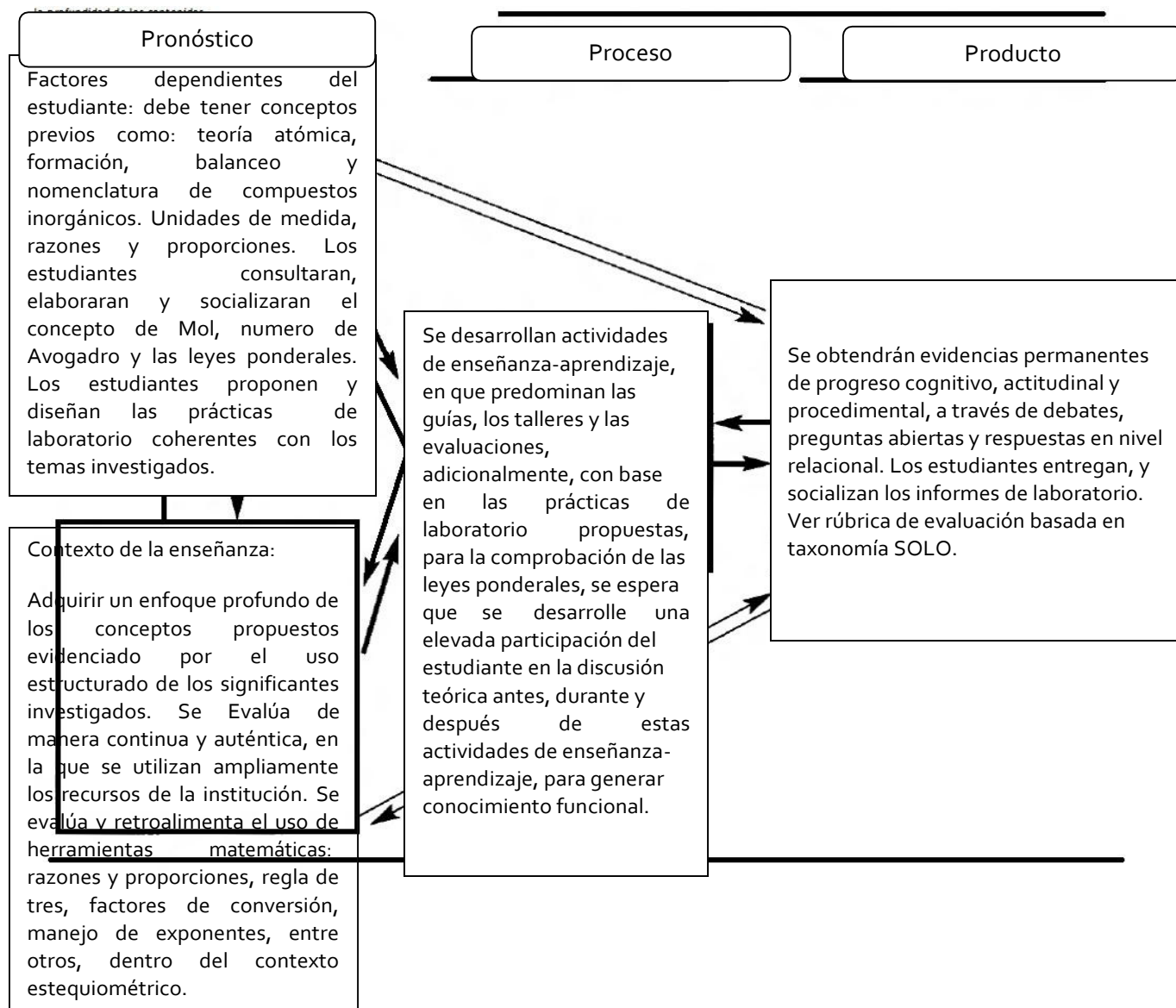
Pronóstico: es sinónimo de diagnóstico, es la revisión inicial, realizada antes de desarrollar el contenido, para precisamente indagar por las concepciones previas y las ideas alternativas de los estudiantes. La variable pronóstico coadyuva a determinar cómo se desarrollará el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Proceso: Se refiere a la realización de aquello previamente planificado en el pronóstico, y constituye todas las actividades desarrolladas durante el aprendizaje.

Producto: Es el resultado de las dos variables anteriores, pronóstico y proceso, en forma tal que este resultado debe ser valorado para establecer el cumplimiento de los objetivos, siendo así, la variable producto se asocia con evaluación.

El cuadro colocado abajo, muestra un modelo de intervención en el aula para la solución de problemas estequiométricos, con los tres momentos de la metodología 3P y se complementa con la rúbrica de evaluación estructurada con base en la taxonomía SOLO para analizar el nivel de comprensión.

Figura 1. Metodología 3P Para la implementación de este proyecto de investigación



Fuente: Biggs, J. (2006).

3.2.3. Taxonomía SOLO

La taxonomía SOLO (por sus siglas en inglés SOLO: Structure of the Observed Learning Outcome, en español ERAO: Estructura de Resultados de Aprendizaje Observado) es un método de análisis de la calidad de los aprendizajes que,

proporciona un modo sistemático de describir, cómo el desempeño de los estudiantes, crece en complejidad, cuando este domina muchas tareas académicas (Biggs, 1996). En esta taxonomía, el avance de los estudiantes se evalúa, a través de cinco niveles de comprensión, como se muestra en la siguiente tabla:

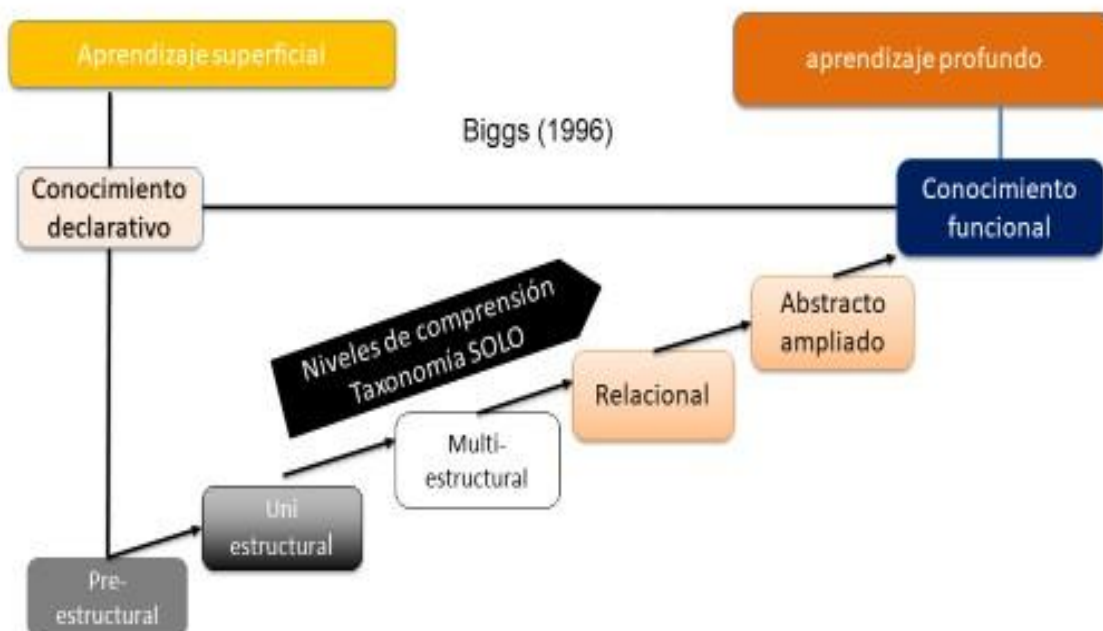
Tabla 2. Niveles de comprensión, desde la taxonomía SOLO

NIVEL	DESCRIPCION	VERBOS PARA EVALUACION	VALORACION JERÁRQUICA DE LA COMPRENSION
PREESTRUCTURAL	La tarea no es abordada adecuadamente. El estudiante no comprende el punto. Respuestas erradas o ausencia de respuesta.		insatisfactorio
UNIESTRUCTURAL	Uno o unos pocos aspectos de la tarea son logrados con dificultad y usados para describirla. Las definiciones o descripciones son exiguas.	Identificar, realizar un procedimiento sencillo	Escasamente satisfactorio
MULTIESTRUCTURAL	Se han aprendido diversos aspectos de la tarea pero son tratados separadamente, hay repetición memorística de conceptos, en ocasiones con lujo de detalles.	Enumerar, describir, hacer una lista, construir algoritmos	Moderadamente satisfactorio
RELACIONAL	Los conocimientos son integrados, de manera autónoma, en un todo coherente.	Comparar, explicar causas, analizar, relacionar, aplicar	Muy deseable
ABSTRACTO AMPLIADO	Comprensión integrada que permite generalización a nuevos temas o áreas.	Teorizar, generalizar, formular hipótesis, reflexionar.	Totalmente deseable

Fuente: Adaptado de Biggs, J. (2006).

Los niveles de comprensión son presentados en la figura 2. Allí se describe cómo los tres primeros niveles corresponden al conocimiento declarativo y se asocian al enfoque de aprendizaje superficial, mientras que los dos últimos niveles tipifican el conocimiento funcional y se correlacionan con el enfoque de aprendizaje profundo.

Figura 2. Relación entre niveles de comprensión y enfoques de aprendizaje



Fuente: Biggs, J. (2006).

3.2.3.1. Rúbrica de evaluación basada en la taxonomía SOLO

Esta rúbrica de evaluación pretende identificar el nivel de comprensión y el enfoque de aprendizaje de los estudiantes, de la población y muestra intervenida y se constituye en un insumo pedagógico para que estudiantes y docente, puedan alinear los contenidos y la metodología, con las actividades de enseñanza- aprendizaje.

Tabla 3. Rúbrica de evaluación basada en la taxonomía SOLO

Nivel Temáticas	Pre-estructural 1 punto	Uniestructural 2 puntos	Multiestructural 3 puntos	Relacional 4 puntos	Abstracto Ampliado 5 puntos	Total
Consulta y socialización de las leyes ponderales	Presenta investigación incompleta, no hay aportes en la socialización, no participa.	Identifica las leyes ponderales a partir de su definición	Describe las leyes ponderales y los científicos que las postulan.	Establece similitudes y diferencias entre las leyes ponderales, relacionándolas con el contexto histórico en que se formularon. Balancea reacciones	Explica y argumenta los resultados de las prácticas de laboratorio	
Uso comprensivo del concepto de Mol	Define de manera confusa o inexacta el concepto de Mol	Expresa el concepto de Mol ajustado a la definición del sistema internacional de medida (SI).	Describe diferentes conceptos de Mol y los categoriza según su complejidad	Relaciona el Mol con otras unidades de medida, realiza conversiones	Reflexiona sobre la aplicación química y matemática del concepto de Mol	
Uso de herramienta matemática en problemas de química	Utiliza herramientas matemáticas de manera asistida	Identifica las herramientas matemáticas	Describe cada uno de los pasos para la aplicación de herramientas matemáticas	Analiza las ventajas y desventajas del uso de herramientas matemáticas específicas	Propone de manera autónoma las herramientas matemáticas adecuadas para resolver problemas de química	
Diseño de prácticas de laboratorio	Diseña prácticas de laboratorio incompletas, sin estructuración	Estructura un procedimiento para comprobar las leyes ponderales	Comenta y justifica el procedimiento de laboratorio diseñado	Relaciona los resultados obtenido con las leyes ponderales	Explica los resultados de laboratorio integrando los conceptos químicos y matemáticos	

Fuente: El autor

La anterior rubrica de evaluación es un modelo general, que no se aplicó específicamente, pero que sirvió de referente para construir las guías, talleres y evaluaciones de las actividades de enseñanza y aprendizaje, implementadas durante la intervención en el aula.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1 DE LA INVESTIGACIÓN

Esta investigación intervino un espacio de aprendizaje específico en el colegio Carlos Arturo Torres, con el fin de lograr un cambio en el proceso de aprendizaje de la estequiometría desde una perspectiva interdisciplinar. Los paradigmas cualitativo y cuantitativo confluyen en la presente investigación en términos del manejo de la información y de los datos recopilados, lo que permite ubicarla en un estudio de tipo mixto, en el que son aplicables ambos paradigmas (Paramo y Otálvaro, 2006).

Apartados como el de la taxonomía SOLO, con la tabla 2, que incluye la valoración Jerárquica de la comprensión, suministra adjetivos para evaluar el desempeño del estudiante y, las entrevistas a los docentes que son comentadas en el numeral 5.1.5, son contenidos que, enmarcan esta investigación dentro el paradigma cualitativo. De otro lado, la tabulación y tratamiento estadístico de datos, se corresponden con el paradigma cuantitativo. Dado lo anterior, se aplicaron los dos paradigmas y este es un estudio de tipo mixto.

4.2 PARTICIPANTES

Estudiantes con edades entre los 15 y 19 años, del grado decimo, Curso 1001, Colegio I.E.D. Carlos Arturo Torres, jornada tarde, localidad Kennedy, en Bogotá.

4.3. HIPÓTESIS

Se plantea como hipótesis de base que hay relaciones positivas entre la variable alineamiento constructivo y aprendizaje profundo, esto implica:

Hipótesis nula H_0 : La alineación constructiva de los contenidos, la metodología y la evaluación, NO se relaciona con migración de los estudiantes hacia el enfoque de aprendizaje profundo.

Hipótesis alternativa H_1 : La alineación constructiva de los contenidos, la metodología y la evaluación se relaciona con migración de los estudiantes hacia el enfoque de aprendizaje profundo.

Hipótesis nula H_0 , La alineación constructiva de los contenidos, la metodología y la evaluación, NO se relaciona con incrementos en los niveles de comprensión de los conceptos estequiométricos, abordados desde el manejo contextualizado de las herramientas matemáticas.

Hipótesis alternativa H_1 , La alineación constructiva de los contenidos, la metodología y la evaluación, se relaciona con incrementos en los niveles de comprensión de los conceptos estequiométricos, abordados desde el manejo contextualizado de las herramientas matemáticas.

La investigación se organizó en tres fases que se desglosan a continuación.

4.4. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

4.4.1 Primera Fase

En esta fase se revisaron los planes de estudio de las asignaturas de química y matemática y se entrevistó a docentes, para reconocer sus percepciones sobre los tópicos de didáctica e interdisciplinariedad (la transcripción de las entrevistas se muestra en el anexo 1 y 2). Adicionalmente, se aplicaron pruebas diagnósticas a los estudiantes, con el fin de establecer sus percepciones sobre sus conceptos estequiométricos, visiones y dificultades en el aprendizaje de la química, manejo y conocimientos matemáticos relativos a la estequiometría, actitudes y hábitos de estudio; posteriormente se revisaron textos de educación secundaria y media, en cuanto al manejo del tema de estequiometría.

4.4.2 Segunda fase

Para cumplir con el segundo objetivo específico, que hace referencia a estructurar y aplicar una propuesta de alineamiento constructivo, desde la articulación de las matemáticas en la temática pretexto, se diseñaron instrumentos teórico-prácticos (guías, talleres y laboratorios) para promover la interdisciplinariedad y el manejo de las herramientas matemáticas aplicadas a la química, estableciendo un *antes* y un *después* de la intervención, que se desarrolló en un tiempo aproximado de cuatro meses.

4.4.3. Tercera fase

En esta fase, asociada al cumplimiento del tercer objetivo específico, se cumplió con evaluar la pertinencia de la propuesta en su conjunto, en términos de la adquisición del enfoque profundo del aprendizaje y de la transición del conocimiento declarativo al conocimiento funcional, por ello, en esta fase, se hizo la evaluación integral de la intervención, con el correspondiente análisis de resultados globales y formulación de conclusiones.

4.5 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Aunque algunos proyectos de investigación requieren que en la fase de anteproyecto se precise y se tenga validado el instrumento para la recolección de la información, especialmente en las investigaciones relacionadas con el comportamiento de las personas, hay proyectos, como el presente, en los que el diseño y la validación de los instrumentos de recolección de la información son objetos de la investigación y por consiguiente, este proceso se realiza en la fase de desarrollo o de trabajo de campo; no obstante lo anterior, se describen algunos de los instrumentos que fueron empleados para dar cuenta de la efectividad de la propuesta en su conjunto para promocionar aprendizaje profundo en el grupo objetivo.

4.5.1 Entrevista

La entrevista es una técnica que consiste en recoger información mediante un proceso directo de comunicación entre entrevistador(es) y entrevistado(s), en el cual el segundo responde a cuestiones, previamente diseñadas en función de las dimensiones que se pretenden estudiar, planteadas por el entrevistador, en la que los tipos de entrevista que se podrían emplear son estructurada, semi-estructurada y no estructurada.

Para el tipo de investigación se aplicó una entrevista semi-estructurada, con un determinado grado de flexibilidad, tanto en el formato como en el orden y en los términos de realización de la misma para las diferentes personas a quien estuvo dirigida.

4.5.2 Cuestionario

El cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios, con el propósito de alcanzar los objetivos del proyecto de investigación, en el que se buscaba recabar información de la unidad de análisis objeto de estudio y centro del problema de investigación. A continuación, se describen los cuestionarios aplicados en la fase pronóstico.

4.5.2.1 Cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA.

Consta de 22 ítems, que se puntúan utilizando una escala tipo Likert, en el que once de estos ítems dan cuenta del enfoque de aprendizaje profundo y los otros once, corresponden al enfoque superficial.

La distribución y características de los ítems, son presentados por Soler (2015) así:

Categorías en el enfoque profundo

- Interés intrínseco (ítems: 1, 5 y 9)
- Compromiso de trabajar (ítems: 13, 17, 19 y 21) o Estrategia profunda

- Relacionar ideas (ítems: 2 y 6)
- Comprensión (ítems: 10 y 14)

Categorías en el Enfoque superficial

- Miedo al fracaso (ítems: 3 y 7)
- Objetivo para calificación (ítems: 11 y 15) o Estrategia superficial
- Minimizar ámbito de estudio (ítems: 4, 8, 12 y 16)
- Memorización (ítems: 18, 20 y 22)

Los ítems 1, 5, 9, 13, 17, 19, 21, 6, 2,10, y 14 se suman para totalizar el puntaje que corresponde al enfoque profundo. Como complemento, los ítems 3, 7, 11, 4, 15, 8, 12, 16, 18,20 y 22, se suman para totalizar el puntaje que corresponde al enfoque de aprendizaje superficial. Una vez obtenidos estos totales, se establece la diferencia entre ambos, si el total de la diferencia de los enfoques es (+) el enfoque es profundo, si es (-) el enfoque es superficial. Si la diferencia es cero, se clasifica como enfoque intermedio. En referencia a la intensidad del enfoque, para interpretar los resultados se tiene la siguiente escala: los valores entre 0 y +/-14 la intensidad es débil, valores entre +/- 15 y +/- 30 su intensidad es moderada y valores superiores +/-31 su intensidad es fuerte. Esto dará lugar a clasificar a los estudiantes en el sentido que pueden tener enfoques de aprendizaje profundo débil, moderado o intenso, y en la otra categoría, pueden tener enfoque de aprendizaje superficial débil, moderado o intenso.

Los resultados de la aplicación de los cuestionarios CEA, se presentan en las tablas 4,5,6,7,8,9,10,11 y 12, y las gráficas 1,2,3,4, y 5, en el apartado 6.1 fase 1.

4.5.2.2. Cuestionarios de conceptos y percepciones-CCP-pretest.

Respecto de los conceptos y herramientas considerados en el apartado correspondiente (descripción del problema) este diagnóstico fue diseñado que revele el manejo contextualizado que realmente hace el estudiante, de modo que, con los resultados se confirma o niega las opiniones subjetivas emitidas.

Este diagnóstico, conformado por 20 ítems, pretendió revisar la comprensión y establecer el manejo que los estudiantes hacen de conceptos químicos y herramientas

matemáticas; para ello estuvo distribuido en dos bloques de preguntas. En el primero, es relevante el aspecto químico y se indaga sobre los conceptos de Mol y estequiometría, ítem 1,7,12, 13 y 19, luego en los ítems 2,3,5,8, y 15 se abordan las leyes ponderales, sumando un total de 10 preguntas.

En el segundo bloque se abordó el aspecto matemático. En los ítems 4, 11,16 y 17, se indagó sobre el manejo del álgebra en contexto. Luego, el uso de herramientas matemáticas, entre ellas los algoritmos, la ley de signos y la transposición de términos, fue evaluado a partir del ítem 6, 9, 10, 14,18, y 20, para generar un total de 10 preguntas.

4.6 ESTRUCTURACIÓN DE INTERVENCIÓN EN EL AULA

4.6.1 Consideraciones previas

Se partió de la premisa que, el desconocimiento de las herramientas y los preconceptos matemáticos asociados a los cálculos químicos, son determinantes de dificultades en la operatividad para resolver problemas y ejercicios de estequiometría. En tal sentido, Soler (2015), hace alusión a que las estrategias cognitivas de bajo nivel, no permiten desarrollar competencias interpretativas, argumentativas y propositivas, lo que les impide indagar, explicar fenómenos y hacer uso comprensivo del conocimiento científico, siendo así que estas competencias son fundamentales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias experimentales a nivel de educación básica secundaria y media en Colombia, y por otro lado, las estrategias y actividades cognitivas de alto orden implican comprensión de significados, relación de ellos dentro de lo disciplinar y también capacidad de relacionarlos en lo interdisciplinar, en estas actividades el estudiante contrasta, relaciona, explica, formula hipótesis y hace análisis.

Con base en lo anterior, se estructuró la presente propuesta, para favorecer el manejo asertivo de los ejercicios y problemas de estequiometría que implican balancear reacciones y realizar conversiones en las unidades de las magnitudes masa y cantidad de sustancia.

En tal sentido, la metodología 3P, con sus tres fases: Diagnóstico, Proceso y Producto, se aplicó, en cinco niveles progresivos de intervención, para las que antes de iniciar cada nivel, los estudiantes recibieron con días de anticipación, una guía que contenía las ideas principales y procedimientos que fue ampliada en la intervención del docente.

Los niveles fueron secuenciales, estructurados como etapas de un proceso, en que los insumos de cada nivel, fueron útiles para comprender y desarrollar el siguiente. En todos ellos, se indagó por la herramienta matemática usada y el concepto químico tratado; en tal sentido, las actividades de aprendizaje avanzaron para alcanzar altos niveles cognitivos y las preguntas se estructuraron de modo que, se evidenciara si el estudiante superó el conocimiento declarativo, propio del ámbito memorístico y logró el conocimiento funcional, como lo propone (Biggs, 2006).

En síntesis, se aplicaron dos instrumentos diagnósticos generales iniciales, el primero indagó sobre actitudes y hábitos de estudio, para ello se aplicó el cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA, (Anexo 3). En El segundo diagnóstico, cuestionario de conceptos y percepciones-CCP (Anexo 4,), se indagó sobre las herramientas, conceptos matemáticos y químicos; posteriormente se aplicó un tercer diagnóstico, que corresponde al postest del cuestionario enfoques de aprendizaje. Establecido el diagnóstico se estructuró y aplicó la propuesta de alineamiento constructivo, conformada por cinco actividades de enseñanza-aprendizaje; en ellas, uno de los pilares fundamentales es, la forma en que el estudiante aprende. (Soler, 2015).

Como punto de partida para el desarrollo de este proyecto, se especificaron las herramientas y conceptos matemáticos que, se aplicaron a las temáticas y conceptos de estequiometría, que se consignan en la tabla 4 que da cuenta de que los estudiantes reconocieron, incorporaron y aplicaron estas herramientas a la resolución de problemas de estequiometría.

Tabla 4. Relación de conceptos y herramientas matemáticas, con los conceptos estequiométricos

conceptos y Herramientas matemáticas	Conceptos estequiométricos
Número. Conjuntos Numéricos. Razón y Proporción. Pensamiento variacional. Álgebra. Sistemas matemáticos de símbolos (SMS).	Estequiometría. Mol. Leyes ponderales. Balanceo de ecuaciones
Operaciones aritméticas con números reales. Ley de signos. Simplificación. Transposición de términos.	
Soluciones a ecuaciones lineales de primer grado con una o más variables. Método algebraico para balancear ecuaciones químicas.	
Algoritmos. Regla de tres. Razones y proporciones. Factores de conversión (análisis dimensional). Ecuación de la recta, propiedades de los exponentes.	

Fuente: Luna (1999).

Es importante resaltar aquí, que lograr una visión integral e interdisciplinar de estas herramientas y conceptos, fue fundamental para el cumplimiento de los objetivos de esta tesis de maestría, la transposición contextualizada que se aplicó en este estudio, tiene como punto de partida, esta asociación entre matemática y química que se muestra en la anterior tabla y que se consolidó en el proceso de intervención.

4.6.2 Descripción de la estructuración por niveles

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, las herramientas matemáticas y conceptos químicos, estuvieron integrados en actividades de enseñanza-aprendizaje que, se organizaron en cinco niveles, de complejidad creciente, en el que cada nivel se estructuró de acuerdo a las tres etapas de la metodología 3P, e incluye una guía, talleres de aplicación y evaluación; para las que en el último nivel (nivel 5), se aplicaron cuestionarios para la evaluación integral de esta intervención.

4.6.2.1. Nivel 1. Actividad de enseñanza-aprendizaje “viaje al país de los símbolos”

Este nivel se fundamentó en proveer una visión histórica y epistemológica de los conceptos de número y de símbolo de los elementos químicos, adicional a lo anterior, se desarrolló en el estudiante la habilidad para cambiar el registro de representación. Para ello, se utilizaron los insumos de la Guía 1.1 (Anexo 5), taller de aplicación 1.1 (Anexo 6), taller de aplicación 1.2 (Anexo 7), Evaluación 1.3 (Anexo 8), evaluación 1.4 (Anexo 9).

Herramientas matemáticas: sistema matemático de símbolos, conjuntos de números, operaciones aritméticas con números reales, ley de signos, transposición de términos, métodos para balancear ecuaciones.

Concepto químico: sistema químico de símbolos (SQS), leyes ponderales, balanceo, estructura de la materia.

Objetivos: Se pretendió que el estudiante reconociera y construyera cifras con los símbolos de los números que se usaron, en diferentes culturas y épocas, y a partir de este conocimiento, propusiera sus propios símbolos y les asignara valores.

Se pretendió que el estudiante reconociera la importancia y la necesidad del aspecto simbólico en la enseñanza y el aprendizaje de la química. Adicionalmente, en

la asignación de números y cantidades a los símbolos químicos, se tuvo como propósito que el estudiante empezara a establecer puentes, entre la matemática y la química, en la medida que evidenciara la sinergia entre los SMS y los SQS. En tal sentido, la intencionalidad pedagógica estuvo enfocada a que el estudiante desarrollara autonomía, creatividad y confianza en el manejo de símbolos y justificara su uso integral.

Fase Diagnóstico. Para la conducta de entrada se aplicó el taller 1.1 (Anexo 6), en que se indaga por el concepto de número, pensamiento numérico, fundamentos de álgebra y nomenclatura química, además del significado de los números que están alrededor del símbolo químico.

Fase Proceso. Insumos utilizados: Guía 1.1 (Anexo 5) y taller 1.2 (Anexo 7). En sesiones lideradas por el docente, se hizo la presentación y socialización de los temas: concepto de número, conjuntos numéricos, operaciones aritméticas, fundamentos de álgebra, símbolos químicos en el siglo XVIII. A partir de este conocimiento, los estudiantes se ejercitaron en desarrollar habilidad para cambiar el registro de representación.

Fase Producto: se aplicó evaluación y retroalimentación, apoyados en los talleres 1.3 y 1.4 (Anexos 8 y 9)

4.6.2.2. Nivel 2. Actividad de enseñanza-aprendizaje “Ahora estás en la revolución francesa, balancea bien, sin perder la cabeza”

En este nivel, se consolidó la habilidad para cambiar el registro de representación estableciendo un nuevo puente entre las matemáticas y la estequiometría, con la participación del balanceo por método algebraico, como un nuevo soporte conceptual y operativo, que amplió la visión y el nivel de comprensión de las relaciones cuantitativas en las ecuaciones químicas. Los insumos utilizados en este nivel fueron: Guía 2.1 (Anexo 10) y Taller 2.1 (Anexo 11).

Herramientas matemáticas: sistema matemático de símbolos, operaciones aritméticas con números reales, ley de signos, transposición de términos, método algebraico para balancear ecuaciones químicas, algoritmos, razones y proporciones
Concepto químico: Sistema químico de símbolos (SQS), cantidad de sustancia, estequiometría, leyes ponderales, balanceo, estructura de la materia.

Objetivos: integrar los conocimientos adquiridos en el nivel anterior con el método algebraico de balanceo de ecuaciones químicas y la fundamentación química que, tiene como punto de partida, las leyes ponderales, en particular, la ley de la conservación de la masa.

Fase diagnóstica: para el diagnóstico, se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos, en el cuestionario CCP (Anexo 4), en las categorías: balanceo, leyes ponderales, álgebra y algoritmos, presentadas en la tabla 14 y gráfica 6.

Fase Proceso: con base en la guía 2.1, el docente lideró la socialización, de los aspectos históricos y epistemológicos de las leyes ponderales, incluyendo los científicos que las propusieron, la fundamentación en álgebra con los métodos para solucionar ecuaciones lineales de primer grado, la resolución de ejercicios contextualizados y aplicación del método algebraico en el balanceo de reacciones químicas.

Fase Producto: se aplicó la evaluación-taller 2.1, y la correspondiente retroalimentación.

4.6.2.3 Nivel 3. Actividad de enseñanza-aprendizaje “Si en el laboratorio sales quieres formar, las leyes ponderales debes aplicar”.

En este nivel se planteó la necesidad de realizar experiencias de laboratorio, estructuradas a partir de la comprensión de las leyes ponderales y la necesidad de su comprobación. Siguiendo los principios y pautas del alineamiento constructivo, el

docente actuó como mediador y motivador, permitiendo el protagonismo de los estudiantes, y así reafirmar el enfoque fundamental de una enseñanza basada en la forma en que el estudiante aprende, por ello los estudiantes debatieron, propusieron y estructuraron prácticas de laboratorio, orientadas a verificar relaciones estequiométricas en reacciones químicas, utilizando sustancias y equipos, ajustados a las condiciones particulares del laboratorio de la IED Carlos Arturo Torres. Los insumos utilizados en este nivel fueron: Guía 3.1 (ver anexo 12), y taller 3.1 (ver anexo 13).

Herramientas matemáticas: sistema matemático de símbolos, operaciones aritméticas con números reales, ley de signos, transposición de términos, métodos para balancear ecuaciones, razones y proporciones, ecuación de la recta, pendiente de la recta, gráfica en plano cartesiano, algoritmos.

Concepto químico: sistema químico de símbolos (SQS), estequiometría, cantidad de sustancia, Mol, reacción química, leyes ponderales, balanceo, estructura de la materia.

Fase Diagnóstico: se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos, en el cuestionario CCP, en las categorías: balanceo, leyes ponderales, álgebra y algoritmos, presentadas en la tabla 14 y gráfica 6.

Fase Proceso: con la mediación de docente, se socializaron indicaciones y recomendaciones específicas, para el desarrollo de la práctica de laboratorio los estudiantes realizaron actividades que incluyeron: la realización de la práctica de laboratorio basada en el taller 3.1 y el procesamiento de los datos obtenidos.

Fase Producto: se discutieron los resultados obtenidos en el marco del cumplimiento de los objetivos preestablecidos en el taller 3.1; de esta socialización se identificó la necesidad de retroalimentación en el manejo de la gráfica y análisis de la pendiente de la recta. La evaluación se realizó a partir de los talleres 5.1 y 5.2 (Ver Anexos 16 y 17) y el diagnóstico CCP final (ver Anexo 18).

4.6.2.4. Nivel 4, Actividad de enseñanza-aprendizaje: “Viajemos a Arabia y saludemos a MalbaTaham” (Taham, 1972).

En este nivel se abordó el concepto de Mol, porque ya se habían establecido las bases conceptuales y operativas, desde la matemática y la química, adicionalmente se dimensionaron cantidades muy pequeñas y muy grandes, pasando de lo concreto a lo abstracto (Garritz, 2002).

Herramientas matemáticas: regla de tres, razones y proporciones, factores de conversión (análisis dimensional) exponentes, SMS, operaciones aritméticas con números reales, transposición de términos, métodos para balancear ecuaciones,

Concepto químico: cantidad de sustancia, Mol, estequiometría, reacción química, sistema químico de símbolos (SQS), leyes ponderales, balanceo, estructura de la materia.

Objetivo: lograr una aproximación al concepto de Mol y transitar desde el nivel macro al nivel micro.

Fase Diagnóstico: el concepto Mol se evaluó en los ítems 7, 12 y 19, del cuestionario CCP-pretest. Los resultados presentados en la tabla 14, confirmaron la necesidad de mejorar la comprensión de este constructo, por ello en el marco del alineamiento constructivo, teniendo en cuenta la descripción de dificultades y estrategias en la enseñanza y aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y Mol expresadas por Furió (2002), Aldana (2011), Marín (2012) y Raviolo (2016). Aquí se estructuró la guía 4.1 (anexo 14), y el laboratorio-taller 4.1 (anexo 15).

Fase Proceso: Se desarrolló el laboratorio a partir de las propuestas expresadas por los estudiantes, enfocadas a contar unidades y partículas cada vez más pequeñas.

Fase Producto: Los estudiantes establecieron métodos de conteo de partículas asociados a la masa, entendieron la necesidad de desarrollar unidades de conteo para partículas impalpables y realizaron conversiones a partir de las equivalencias entre masa y cantidad de partículas. La evaluación se realizó a partir de los talleres 5.1 y 5.2 (Ver Anexos 16 y 17) y el diagnóstico CCP-postest (Ver anexo 18).

4.6.2.5. Nivel 5, actividad de enseñanza-aprendizaje: “alitemos y usemos nuestra caja de herramientas”

En este nivel se consolidaron las herramientas y conceptos matemáticos utilizados para resolver problemas de estequiometría. Esto significa que el estudiante estuvo en capacidad de discriminar cuáles, y cuántas herramientas matemáticas posee, cuáles asimiló o incorporó a su estructura cognitiva y decidir, de manera autónoma, cuáles necesitaba aplicar para resolver los problemas estequiométricos propuestos. En este caso, se consideraron relevantes la creatividad, la autonomía, la expresión verbal y la capacidad de explicar a otros el conocimiento adquirido.

Para lo anterior, los insumos utilizados fueron los talleres 5.1 y 5.2 y el diagnóstico CCP final. Los resultados de estos instrumentos se analizaron y compararon con los diagnósticos iniciales, ello permitió evaluar integralmente esta intervención en el aula.

5. RESULTADOS

5.1 FASE 1.

5.1.1. Diagnóstico 1, Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje-CEA, pretest

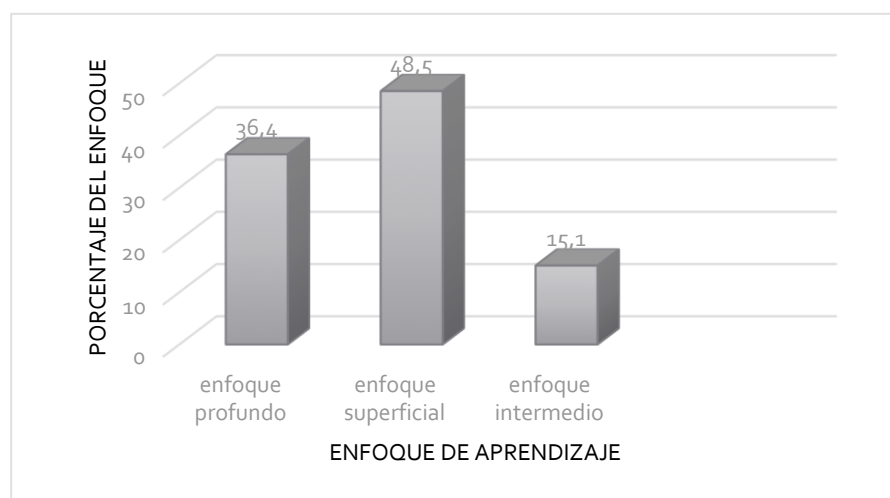
En los datos procesados se encuentran 16 diferencias negativas, 12 diferencias positivas y 5 valores de cero. Estas diferencias, procesadas como porcentajes indican que, el 36,4% de los estudiantes tienen un enfoque de aprendizaje profundo y respecto de la intensidad, los valores se ubican en intensidad débil y solo hay un valor en intensidad moderada. De otro lado, el 48,5% de los estudiantes presentan enfoque de aprendizaje superficial, mientras que el 15,1% de los estudiantes presenta un enfoque intermedio.

Tabla 5. Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje-CEA

estudiante	ITEMS																					CONSOLIDADOS					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	E.P.	E.S.	e.p- e.s.	enfoque	intensidad
1	4	2	3	5	2	4	5	1	5	3	1	1	3	2	1	1	4	2	4	1	5	1	38	22	16	profundo	moderada
2	2	2	3	1	4	3	2	2	3	1	5	1	2	2	5	1	1	2	2	5	5	1	27	28	-1	superficial	débil
3	3	1	4	3	2	4	3	3	3	2	4	2	4	4	4	3	2	4	5	4	4	3	34	37	-3	superficial	débil
4	4	4	3	2	3	4	5	3	3	4	4	4	3	4	4	2	3	4	4	3	3	4	39	38	1	profundo	débil
5	2	1	2	1	2	1	3	2	3	2	5	1	2	2	5	2	3	2	2	2	2	3	22	28	-6	superficial	débil
6	2	1	3	3	3	2	4	4	3	2	3	4	2	3	3	4	2	3	2	4	4	3	26	38	-12	superficial	débil
7	2	2	3	3	3	2	3	2	2	3	4	3	1	3	3	3	2	2	1	3	2	4	23	33	-10	superficial	débil
8	2	1	5	3	3	2	4	4	3	2	3	4	1	1	4	3	2	3	1	3	3	2	21	38	-17	superficial	moderada
9	1	3	4	2	4	3	4	3	3	3	4	3	2	2	4	2	2	1	4	3	2	2	29	32	-3	superficial	débil
10	4	2	4	4	5	1	4	4	3	1	4	1	3	4	5	1	2	3	3	4	4	5	32	39	-7	superficial	débil
11	3	2	1	2	3	1	2	3	4	2	3	2	4	3	5	1	1	4	3	2	3	4	29	29	0	intermedio	
12	2	3	2	1	2	2	3	1	4	4	4	2	2	5	5	2	4	4	3	2	4	2	35	28	7	profundo	débil
13	2	2	1	2	3	4	2	3	2	3	2	3	3	4	4	2	2	3	2	3	4	2	31	27	4	profundo	débil
14	4	4	4	1	4	3	5	2	5	5	5	2	5	5	5	2	5	2	5	5	5	5	50	38	12	profundo	débil
15	3	4	2	3	4	2	1	3	3	1	4	3	1	2	5	3	2	2	1	4	3	2	26	32	-6	superficial	débil
16	2	2	3	1	5	4	4	2	3	4	5	1	3	5	4	1	1	4	5	1	3	3	37	29	8	profundo	débil
17	4	4	5	3	5	4	4	3	4	3	5	4	3	4	5	4	2	5	3	5	3	4	39	47	-8	superficial	débil
18	3	4	1	2	4	3	5	3	3	2	5	3	2	5	5	2	3	4	5	4	3	3	37	37	0	intermedio	
19	3	1	4	2	4	2	5	3	4	2	4	1	2	2	5	1	4	2	1	2	4	4	29	33	-4	superficial	débil
20	3	4	5	1	3	4	3	1	3	3	4	3	2	3	4	1	3	4	3	2	3	2	34	30	4	profundo	débil
21	5	3	5	1	5	4	5	2	5	4	5	1	5	5	5	1	2	2	3	4	5	2	46	33	13	profundo	débil
22	3	2	3	2	4	3	4	2	4	3	4	2	3	2	5	1	2	2	1	3	2	2	29	30	-1	superficial	débil
23	2	1	3	1	3	4	1	3	5	2	3	5	4	3	3	5	3	3	3	3	4	4	34	34	0	intermedio	
24	4	4	5	2	4	5	5	3	3	4	4	2	3	4	4	3	4	3	3	2	4	5	42	38	4	profundo	débil
25	3	2	4	1	5	2	5	4	3	4	5	2	4	5	5	1	2	3	4	4	3	3	37	37	0	intermedio	
26	2	2	2	1	4	2	1	1	2	3	3	2	1	5	2	4	2	3	1	4	2	1	26	24	2	profundo	débil
27	2	3	2	3	1	2	3	2	2	1	1	3	2	5	4	4	1	2	1	3	2	4	22	31	-9	superficial	débil
28	3	2	3	5	2	2	5	3	3	3	2	3	4	2	4	4	2	4	1	3	3	4	27	40	-13	superficial	débil
29	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	4	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	29	27	2	profundo	débil
30	3	1	5	1	5	3	5	2	5	1	4	1	1	3	3	1	1	4	2	2	4	1	29	29	0	intermedio	
31	2	3	3	1	3	2	4	4	2	5	4	3	2	5	2	3	3	4	3	2	3	2	33	32	1	profundo	Débil
32	3	2	2	3	4	1	3	4	5	3	5	2	2	4	5	2	1	2	1	2	4	4	30	34	-4	superficial	Débil
33	4	4	3	3	3	2	4	5	4	3	5	4	3	4	5	3	5	4	2	5	4	3	38	44	-6	superficial	Débil
promedio	2,8	2,5	3,2	2,2	3,5	2,7	3,6	2,7	3,4	2,8	3,8	2,4	2,6	3,5	4,1	2,3	2,4	3,0	2,6	3,1	3,4	2,9	32,1	33,2	-1.1	superficial	débil

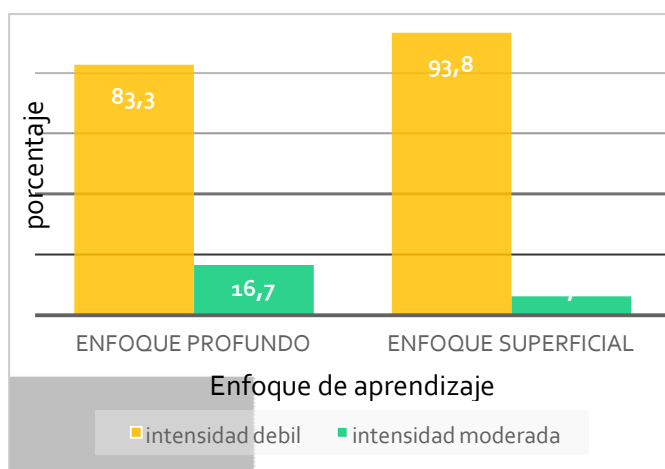
Fuente: El autor

Gráfica 1. Porcentajes de enfoques de aprendizaje Profundo, superficial e intermedio



Con respecto a la intensidad, en el 83,3% de los 12 estudiantes que presentan enfoque de aprendizaje profundo, su intensidad es débil; estos resultados se complementan con los 16 estudiantes que tienen enfoque superficial, de ellos, 93,8% se ubica en la intensidad débil.

Gráfica 2. Comparación entre porcentajes, en enfoque profundo y enfoque superficial- pretest



Al revisar los resultados por categorías especificadas en el Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje-CEA se obtiene la siguiente tabla de datos.

Tabla 6. Promedios de las categorías del enfoque superficial

Enfoque	categoría	Promedio
ENFOQUE PROFUNDO	Interés intrínseco (ítems: 1, 5 y 9)	3,2
	Compromiso de trabajar (ítems: 13, 17, 19 y 21) o Estrategia profunda	2,8
	Relacionar ideas (ítems: 2 y 6)	2,6
	Comprensión (ítems: 10 y 14)	3,2
ENFOQUE SUPERFICIAL	Miedo al fracaso (ítems: 3 y 7)	3,4
	Objetivo para calificación (ítems: 11 y 15) o Estrategia superficial	4
	Minimizar ámbito de estudio (ítems: 4, 8, 12 y 16)	2,4
	Memorización (ítems: 18, 20 y 22)	3

Fuente: El autor

Estos resultados llevaron a considerar la viabilidad de superar esta situación con una propuesta didáctica, unas metodologías y unos contenidos que respondieran a los principios del alineamiento constructivo, abordando la temática específica de estequiometría, definida en el problema y objetos de esta investigación, de modo que se produjera una migración hacia el aprendizaje profundo. En relación a lo anterior, no puede dejar de considerarse la posibilidad contraria, en el sentido de un desplazamiento de los estudiantes que tienen un enfoque de aprendizaje profundo pero débil, hacia un enfoque superficial, situación indeseable pero evitable.

Correspondió, por tanto, aplicar estrategias para generar mayor satisfacción, confianza, motivación, interés, compromiso, capacidad de análisis y conocimiento funcional.

5.1.2. Diagnostico 2, Cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA, postest

Tabla 7. Puntuación en el cuestionario de enfoques de aprendizaje. CEA -postest

estudiantes	ITEMS																						CONSOLIDADOS				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	E.P.	E.S.	E.P. - E.S.	ENFOQUE	INTENSIDAD
1	3	2	5	4	5	2	5	3	3	1	5	3	3	2	5	2	1	2	3	3	4	2	29	39	-10	SUPERFICIAL	DEBIL
2	3	2	5	3	4	3	4	2	4	4	3	3	3	4	4	5	1	4	3	3	3	4	34	40	-6	SUPERFICIAL	DEBIL
3	5	4	3	2	4	4	4	5	4	4	4	5	2	4	4	2	5	3	3	4	2	3	41	39	2	PROFUNDO	DEBIL
4	3	2	4	2	5	3	4	2	3	2	4	3	2	3	5	1	4	4	2	4	3	4	32	37	-5	SUPERFICIAL	DEBIL
5	2	2	4	4	3	2	4	5	3	3	2	4	3	3	3	3	2	4	2	4	3	4	28	41	-13	SUPERFICIAL	DEBIL
6	1	2	3	3	2	2	4	3	2	2	3	3	2	4	3	3	3	3	2	3	2	4	24	35	-11	SUPERFICIAL	DEBIL
7	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	4	3	2	3	5	3	2	3	2	3	2	2	25	33	-8	SUPERFICIAL	DEBIL
8	4	3	4	2	5	4	3	2	4	2	4	3	3	5	5	2	2	4	3	4	3	2	38	35	3	PROFUNDO	DEBIL
9	3	4	5	3	4	3	2	3	3	3	4	4	5	2	3	1	2	1	3	3	5	1	37	30	7	PROFUNDO	DEBIL
10	3	4	2	2	3	4	2	3	3	4	3	4	2	5	4	2	2	3	3	4	3	3	36	32	4	PROFUNDO	DEBIL
11	2	4	5	2	4	2	4	1	3	4	4	2	2	4	4	2	3	3	4	3	2		34	30	4	PROFUNDO	DEBIL
12	3	4	2	3	3	2	1	3	4	2	4	3	1	3	5	3	2	3	2	3	3	2	29	32	-3	SUPERFICIAL	DEBIL
13	4	5	2	1	5	3	4	3	4	2	5	4	1	5	5	1	5	4	2	5	4	2	40	36	4	PROFUNDO	DEBIL
14	3	3	4	2	5	3	4	2	3	3	4	3	2	4	5	1	5	4	2	4	3	4	36	37	-1	SUPERFICIAL	DEBIL
15	3	4	5	1	2	3	4	1	4	3	5	1	3	3	5	1	1	1	4	4	3	2	33	30	3	PROFUNDO	DEBIL
16	5	4	5	3	5	3	5	1	4	3	5	2	5	5	5	1	2	3	4	5	5	2	45	37	8	PROFUNDO	DEBIL
17	5	3	3	2	4	3	3	2	4	3	4	3	3	3	5	3	3	4	3	4	3	3	37	36	1	PROFUNDO	DEBIL
18	4	2	4	3	4	4	5	2	4	3	5	4	3	4	5	1	2	4	3	5	4	4	37	42	-5	SUPERFICIAL	DEBIL
19	5	3	4	2	4	5	5	3	3	4	5	3	2	5	5	1	2	3	4	3	4	2	41	36	5	PROFUNDO	DEBIL
20	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	3	5	2	3	3	2	1	3	2	31	31	0	INTERMEDIO	
21	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	3	3	5	3	3	4	5	3	4	4	35	38	-3	SUPERFICIAL	DEBIL
22	3	2	5	4	5	2	5	2	3	1	5	3	3	2	5	2	1	2	5	3	4	2	31	38	-7	SUPERFICIAL	DEBIL
23	4	2	4	1	4	3	2	1	5	2	4	1	3	5	1	1	2	2	2	2	4	1	36	20	16	PROFUNDO	MODERADA
24	3	4	5	4	4	3	5	4	3	4	4	2	3	3	3	2	2	3	2	3	3	2	34	37	-3	SUPERFICIAL	DEBIL
25	4	3	4	3	3	3	2	5	4	3	5	3	4	5	5	3	4	4	3	4	1	3	37	41	-4	SUPERFICIAL	DEBIL
promedio	3,3	3,0	3,8	2,6	3,8	3,0	3,6	2,7	3,4	2,8	4,1	3,0	2,7	3,7	4,4	2,0	2,6	3,1	2,9	3,5	3,2	2,7	34,4	35,3	-0,9	SUPERFICIAL	DEBIL

Fuente: El autor

Tabla 8. Promedio de las categorías del enfoque profundo-postest

ENFOQUE PROFUNDO	Postest
Interés intrínseco (ítems: 1, 5 y 9)	3,5
Compromiso de trabajar (ítems: 13, 17, 19 y 21) o Estrategia profunda	2,9
Relacionar ideas (ítems: 2 y 6)	3
Comprensión (ítems: 10 y 14)	3,3

Fuente: El autor

ENFOQUE SUPERFICIAL	Postest
Miedo al fracaso (ítems: 3 y 7)	3,7
Objetivo para calificación (ítems: 11 y 15) o Estrategia superficial	4,3
Minimizar ámbito de estudio (ítems: 4, 8, 12 y 16)	2,6
Memorización (ítems: 18, 20 y 22)	3,1

Fuente: El autor

Comparando los dos diagnósticos se obtuvo:

Tabla 9. Comparación de promedios, de las categorías del enfoque profundo

ENFOQUE PROFUNDO	Pretest	Postest
Interés intrínseco (ítems: 1, 5 y 9)	3,2	3,5
Compromiso de trabajar (ítems: 13, 17, 19 y 21) o Estrategia profunda	2,8	2,9
Relacionar ideas (ítems: 2 y 6)	2,6	3
Comprensión (ítems: 10 y 14)	3,2	3,3

Tabla 10. Comparación de promedios, de las categorías del enfoque superficial, Pretest. vs. Postest

ENFOQUE SUPERFICIAL	Pretest	Postest
Miedo al fracaso (ítems: 3 y 7)	3,4	3,7
Objetivo para calificación (ítems: 11 y 15) o Estrategia superficial	4	4,3
Minimizar ámbito de estudio (ítems: 4, 8, 12 y 16)	2,4	2,6
Memorización (ítems: 18, 20 y 22)	3	3,1

Fuente: El autor

De la anterior tabla se obtiene el siguiente diagrama de barras:

Gráfica 3. Comparación de Pretest y postest de las categorías de aprendizaje

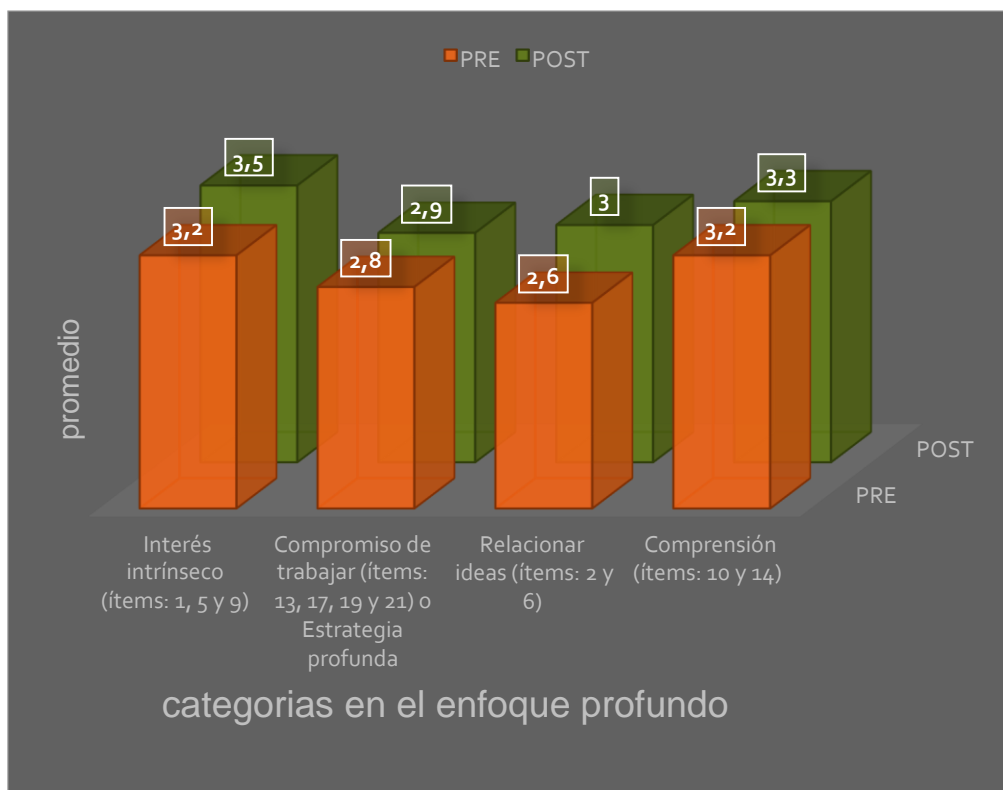


Tabla 11. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

Rangos

	N	Rango promedio	Suma de rangos
POST-PRE Rangos negativos	1 ^a	2,00	2,0
Rangos positivos	3 ^b	2,67	8,0
Empates	0 ^c		
Total	4		

- a. POST < PRE
- b. POST > PRE
- c. POST = PRE

Estadísticos de contraste^a

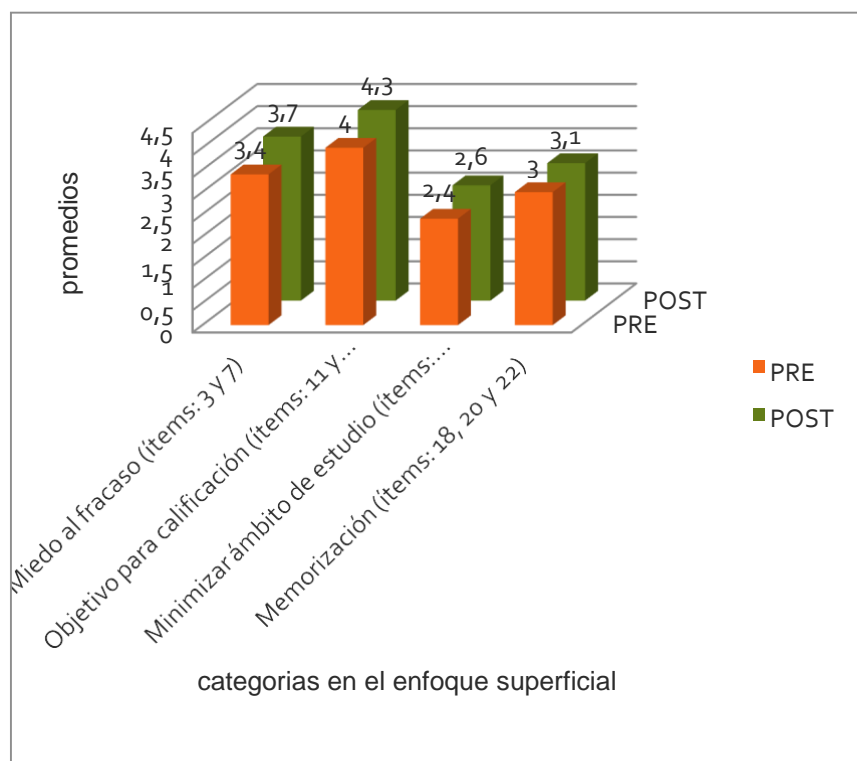
	POST - PRE
Z	-1,095 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,273

- a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
- b. Basado en los rangos negativos

Fuente: El autor

Estadísticamente no hay diferencia significativa entre el pre y el post, sin embargo hay cambio en el enfoque de aprendizaje profundo, que implica una migración evidenciada por un incremento en los valores de las categorías, pero que mayores desplazamientos en este enfoque de aprendizaje, requiere ahondar en las condiciones establecidas, para cambiar hábitos de estudio, actitudes y motivación en los estudiantes.

Por otro lado, para el enfoque superficial se obtienen los resultados que se presentan en la siguiente gráfica.

Gráfica 4. Comparación de pretest y pos-test de las categorías del enfoque superficial

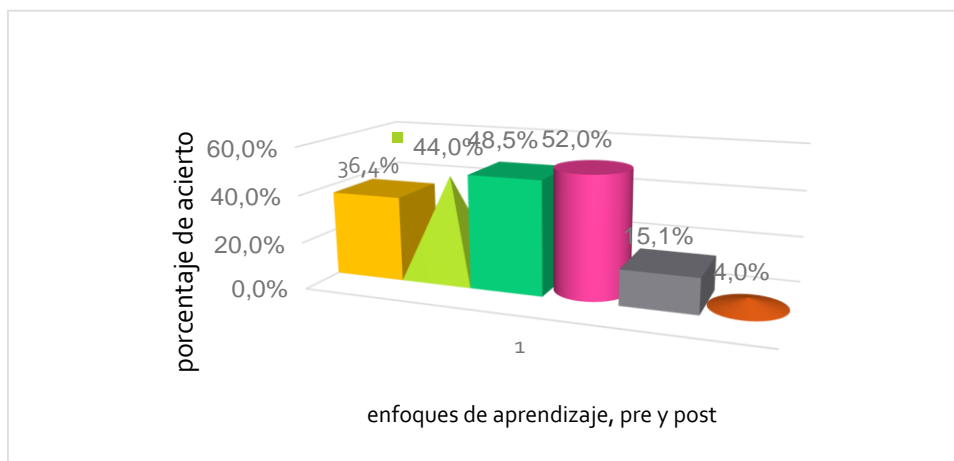
Para analizar la migración global de los tres tipos de enfoques se toman como base los datos de la siguiente tabla.

Tabla 12. Migración global

Enfoque	porcentaje	diferencia
Enfoque profundo-pre	36,4%	7,6%
Enfoque profundo-post	44,0%	
Enfoque superficial-pre	48,5%	3,5%
Enfoque superficial-post	52,0%	
Enfoque intermedio -pre	15,1%	11,1%
Enfoque intermedio-post	4,0%	

Fuente: El autor

Estos valores se visualizan en la gráfica 5

Gráfica 5. Comparación de porcentajes de enfoques, migración total

Los valores muestran la migración, desde el enfoque intermedio hacia el enfoque profundo y también, hacia el enfoque superficial, sin embargo, es de anotar que, es mayor la migración en puntos porcentuales hacia el enfoque profundo, en este caso el incremento es de 7,6 puntos porcentuales, mientras que, en el enfoque superficial, el incremento es de 3,5 puntos porcentuales. Esta es una medida que confirma que después de la intervención se logró parcialmente, el cambio establecido como objetivo, dado que se evidencia migración hacia el enfoque profundo.

5.1.3 Instrumento cuestionario de conceptos y percepciones-CCP, pretest

Este cuestionario se estructuró para evaluar el conocimiento que los estudiantes tenían sobre los conceptos químicos de estequiometría, balanceo, leyes ponderales y Mol, en él se evaluó también el desempeño operativo en la aplicación de las herramientas matemáticas: álgebra, transposición de términos, ley de signos y elaboración de algoritmos.

Tabla 13 . Resultados cuestionario de conceptos y percepciones CCP-Pretest

estudiante	ITEMS																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	3	2	5	5	1	5	2	5	3	3	4	5	5	4	5	5	5	4	5
2	5	3	4	5	5	4	5	3	5	3	1	5	1	5	5	5	5	5	5	4
3	2	3	2	3	2	3	3	3	2	5	3	3	2	1	2	1	3	4	2	4
4	5	5	3	5	5	4	5	4	3	5	3	5	1	5	5	5	5	5	5	3
5	3	2	3	4	4	3	5	4	4	4	2	4	3	4	4	4	5	4	3	4
6	3	2	2	3	4	3	3	3	4	3	3	3	2	5	3	5	5	1	2	3
7	3	3	3	4	4	3	4	3	5	3	3	4	3	4	2	5	2	5	3	4
8	2	2	3	4	1	1	1	2	4	2	1	1	4	4	3	4	5	4	2	1
9	3	3	3	4	4	3	4	2	3	2	3	4	2	4	4	3	3	2	3	3
10	1	2	2	3	4	2	5	4	4	2	1	1	5	5	3	1	4	5	3	3
11	4	2	4	3	5	3	4	2	4	3	3	3	2	5	4	4	5	4	5	3
12	3	3	3	4	5	2	5	2	5	3	2	5	1	4	3	4	1	5	5	4
13	4	3	4	3	4	2	4	4	3	4	3	5	4	5	5	3	2	5	4	3
14	4	2	2	3	5	4	4	1	4	3	2	5	1	5	4	5	5	5	4	3
15	5	3	3	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	3	3	3	3	5	3	3
16	3	4	3	5	3	4	4	3	2	3	1	4	1	5	4	5	5	5	4	3
17	2	3	4	3	4	2	3	2	3	1	3	4	3	3	4	5	5	5	3	3
18	3	4	4	5	5	4	5	1	5	4	1	5	4	5	5	1	3	1	4	4
19	4	3	4	4	5	4	4	3	5	4	2	4	3	4	3	4	5	5	4	4
20	4	4	5	3	5	2	5	3	5	4	1	5	1	4	5	5	5	5	5	4
21	5	3	4	5	5	4	5	3	5	3	1	5	1	5	5	5	5	5	5	4
22	3	2	4	4	3	3	3	2	3	4	2	4	2	4	4	3	3	4	3	4
23	4	3	3	2	3	1	5	2	2	2	3	4	1	4	3	3	5	4	3	3
24	5	2	4	4	3	2	4	1	3	5	5	3	5	1	3	2	3	4	5	5
25	3	4	4	5	5	4	5	1	5	4	1	5	4	5	5	1	3	1	4	4
26	2	2	3	2	4	3	2	2	3	2	3	3	5	5	4	3	1	5	4	2
27	2	2	2	4	4	2	3	3	4	3	3	3	2	4	1	4	3	5	2	4
28	3	2	2	3	4	2	2	2	2	2	3	2	2	4	3	4	5	5	4	4
29	5	3	3	4	5	2	4	3	3	1	3	4	1	4	3	2	1	5	3	3
30	3	2	1	2	4	1	4	2	3	2	3	1	3	4	3	4	5	4	3	2
31	3	3	3	5	4	3	2	2	5	3	3	5	1	4	3	4	4	5	5	4
32	5	3	4	2	5	1	5	2	5	3	3	5	4	5	5	5	3	5	5	4
promedio	3,4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	2	4	3	4	4	4	4	4	4	3

5.1.3.1 Análisis de resultados del cuestionario CCP

En el ítem 1. “Entiendo que la estequiometría es una rama de la química que trata de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en las reacciones químicas”. Esta afirmación contiene un concepto de estequiometría ajustado al planteamiento de Jeremías Benjamín Richter, quien fundamenta y desarrolla esta disciplina, en la posibilidad de cuantificar las masas de las entidades químicas que se combinan en una

reacción química, Richter encontró que las proporciones de las masas de los reactivos eran constantes (Garritz, 2011).

Es de anotar que 14 estudiantes responden con una puntuación entre 4 y 5 (Este ítem fue frecuentemente cierto para mí, y este ítem fue casi siempre cierto para mí). Ello significa que, menos del 42% de los estudiantes, acierta en el señalar que la afirmación respecto al concepto es correcta. Cerca del 15% desconocen el concepto y, el restante 43% de los estudiantes, duda sobre aceptar o rechazar la afirmación. Los porcentajes anteriores demuestran que cerca del 58% de los estudiantes desconoce o no está seguro del significado de estequiometría. La pretensión fue la de revertir esta situación, estructurando y aplicando una propuesta de alineamiento constructivo que aumentará significativamente el porcentaje de estudiantes que alcanzarán el conocimiento funcional del concepto.

El Ítem 2. “Comprendo que las leyes ponderales relacionan las masas y las cantidades de átomos de las sustancias que intervienen en las reacciones”. Cerca del 80% de los estudiantes responde que no comprende el significado de las leyes ponderales y que tiene dudas sobre la veracidad de la afirmación expresada en este ítem, este 80% de los estudiantes marcaron las opciones 2 y 3 que corresponden a dudar o no saber. En consecuencia, se evidencia desconocimiento del significado de las leyes ponderales, por parte de los estudiantes. En profundidad se analiza que pueden tener un conocimiento intuitivo y empírico, pero no formal.

Ítem 3. Acepto que la afirmación “cuando se combinan elementos para formar un compuesto, lo hacen en una relación específica (constante) de sus masas”, que es una ley ponderal. El 34% de los estudiantes reconoce que la afirmación es una ley ponderal, el restante porcentaje, 65% desconoce o tiene dudas respecto de la verdad contenida en la afirmación. Se evidencia desconocimiento de las leyes ponderales y se confirma el vacío conceptual mostrado a partir de las respuestas de ítem 2.

Ítem 4 “puedo encontrar coeficientes que balancean correctamente ecuaciones químicas planteando sistemas de ecuaciones lineales con una o más incógnitas”. Un

alto porcentaje de estudiantes, 79%, afirman que pueden plantear sistemas de ecuaciones, pero realmente no logran hacerlo, como queda evidenciado en el ítem 17. Ítem 5 “Considero que, en las prácticas de laboratorio, que incluyen reacciones químicas, es muy importante conocer las cantidades utilizadas, de cada uno de los reactivos”. Un alto porcentaje de estudiantes, cerca del 80%, da importancia a la cuantificación en química. Esta opinión favorable al manejo cuantitativo tiene su origen en las prácticas de laboratorio realizadas, en las que se dió importancia a la necesidad de pesar los reactivos y productos.

Ítem 6 “Desarrollo mis propios algoritmos para balancear ecuaciones químicas” el 67 % de los estudiantes expresa que no puede desarrollar sus propios algoritmos, en este porcentaje es de resaltar la presencia de 5 estudiantes que marcan la opción 1 (este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí) este resultado puede interpretarse desde dos vías, en primer lugar puede ser que una parte de la población intervenida, desconoce el significado de la palabra algoritmo, esto debido a que el curso en mención está formado por dos grupos, que fueron conducidos por docentes de química diferentes, y presentan como situación adicional, las ausencias temporales del docente de matemáticas, durante el año lectivo anterior. En segundo lugar, se reitera el enfoque no formal, intuitivo y empírico para abordar la resolución de problemas de química o matemática.

Ítem 7 “Leí o escuché la palabra Mol, en mis consultas bibliográficas y en mis clases de química” se pretende indagar con este ítem, las posibles aproximaciones que los estudiantes han tenido, con el concepto de Mol, sin comprometerlos en el conocimiento declarativo o funcional del mismo, la mayoría de estudiantes, 76%, considera tener esa mínima familiaridad o acercamiento con el referido concepto. Aseguran con un puntaje que no deja dudas, por su valoración 4 (frecuentemente cierto para mí) y 5 (casi siempre cierto para mí), el hecho cierto de haber leído o escuchado la palabra Mol.

Ítem 8. “Si en una reacción química la masa total de los reactivos es diferente a la masa total de los productos, puedo explicar por qué”. Este ítem se refiere a un conocimiento funcional de las leyes ponderales, en particular la ley de Lavoisier, sobre la conservación de las masas en una reacción química. En las respuestas, el 84% de los estudiantes muestran que no pueden explicar el posible aumento o disminución de masa, entre reactivos y productos, en una reacción química, estas respuestas relacionadas con los ítems 2 y 3, confirma el desconocimiento de las leyes ponderales y su aplicación contextualizada. Los estudiantes no alcanzan el nivel pre-estructural de comprensión y aplicación de las leyes ponderales.

Ítem 9. “Puedo realizar conversiones usando regla de tres” los estudiantes recibieron entrenamiento, en construcción de algoritmos, para resolver ejercicios de conversión de unidades físicas de la magnitud masa, por regla de tres, desde el área de matemáticas y química, este precedente confirma el resultado del 65% de estudiantes que se considera capaz de realizar conversiones usando regla de tres, en una próxima instancia debe determinarse la eficiente aplicación de esta herramienta matemática.

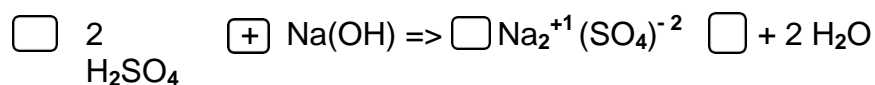
Ítem 10 “Es difícil hacer transposición de términos, que me permitan despejar una incógnita dentro de una formula y hallar el valor desconocido” se indaga, en este ítem, por el manejo de esta herramienta matemática, de uso cotidiano en los espacios pedagógicos. 62 % afirma estar en capacidad de hacer transposición de términos sin dificultades.

Ítem 11 “No conozco métodos para resolver ecuaciones lineales de primer grado con una o más incógnitas”. Una doble negación se convierte en una afirmación , el 93% de los estudiantes niega no conocer métodos para resolver ecuaciones lineales, por lo tanto su respuesta se convierte en una afirmación, que da lugar a concluir que conocen los referidos métodos, sin embargo, contrario a la respuesta, en que se hace evidente una confusión en la interpretación de este ítem 11, en la situación cotidiana, real y en los ítems 16 y 17, la mayoría de estudiantes no logra plantear y resolver adecuadamente, las ecuaciones que necesita, para solucionar la situación propuesta.

Ítem 12 “La palabra “*Mol*”, es una expresión abreviada de la palabra *Molécula*”.

Esta es una proposición falsa aceptada como cierta por el 64% de los estudiantes, por tanto, se confirmó la apreciación equivocada que tienen del concepto de Mol, creen erróneamente que la palabra Mol es una abreviatura de la palabra molécula, puede suponerse que respondieron sin detenerse a analizar con mayor rigor el ítem en mención, ello es parte del enfoque de aprendizaje superficial que predomina en los estudiantes objeto de esta intervención. Esta respuesta ubica a la mayoría de los estudiantes en el nivel Uniestructural.

Ítem 13. “Los coeficientes colocados balancean correctamente la reacción”



Este ítem les presenta una ecuación que no está balanceada y el 50% de los encuestados opinan equivocadamente que, si está balanceada, esto es un porcentaje demasiado alto, en un tema que, por los antecedentes de manejo en el aula, ya debería manejarse con mayor porcentaje de eficacia.

Ítem 14. “Conozco la diferencia entre números reales y números enteros” el 90% responde afirmativamente a este ítem, que se revisa la aproximación de los estudiantes con los conjuntos de números; en el periodo en que se realiza este estudio, el docente de matemáticas reitero a los estudiantes la conformación y evolución epistemológica de los conjuntos de números y en la socialización de este tema, dentro de la clase de química, se estableció la correspondiente interdisciplinariedad.

Ítem 15. “Para comprobar hipótesis, puedo diseñar guías de laboratorio completamente estructuradas, que incluyan: título, objetivos, procedimiento, materiales y reactivos”. Aquí la opinión es dividida respecto de si pueden, 50%, o no, 50%, diseñar guías de laboratorio, pero con tendencia a afirmar que si pueden elaborar guías de laboratorio. Esta posibilidad y su real ejecución, colocará a los estudiantes en el nivel relacional, objetivo que puede cumplirse al final de este proceso de intervención.

Ítem 16 No pude pesar todos y cada uno de los animales de mi granja, en ella hay tres gallos que pesan 9 kilos. Al colocar en la balanza, un gato y un gallo pesan 14 kilos. Mi caballo preferido menos el gato, pesa 150 kilos. ¿Puedes ayudarme? Por favor calcula cuanto será la suma de los pesos de estos tres animales: caballo (c), gato (g), y gallo (Ga).

$$C + g + Ga =$$

En este ítem, solo el 30% acertó la respuesta correcta, se evidencia dificultad en representación algebraica, resolución de ecuaciones y en el cálculo mental.

Ítem 17. Se hallaron las siguientes relaciones: 3 cantidades de carbono(C) pesan 48 gramos, 2 cantidades de Carbono pesan lo mismo que una cantidad de Magnesio (Mg), 4 cantidades de Carbono pesan lo mismo que 3 cantidades de Oxígeno (O). Con la información anterior puedo plantear ecuaciones algebraicas y determinar cuántos gramos pesa 1 cantidad de cada uno de los referidos elementos químicos. Por favor escribe las ecuaciones en el espacio disponible

Aun cuando el 56% obtuvo respuestas acertadas, Para este ítem solo el 30% planteó ecuaciones, esto contradice las respuestas del ítem 4 y 11, porque en ellos afirman estar en capacidad de plantear ecuaciones que les permitan resolver situaciones problema de este tipo.

Ítem 18 “Si resto un numero negativo a otro número negativo el resultado es un numero positivo, porque la ley de signos expresa que (-) (-) = (+)” un porcentaje demasiado alto, 87%, de estudiantes confundió la aplicación de la ley de signos en el contexto de suma y resta, y su posterior aplicación en multiplicación. Esto conduce a

reiterar la necesidad de aprehender los conceptos, las herramientas matemáticas y su uso contextualizado.

Ítem 19 “El concepto de Mol hace referencia a cantidad de sustancia con partículas que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones”, solo el 60% acepta como cierta esta definición del concepto de Mol que está ajustada en esencia a la definición dada por la IUPAQ. Se requiere por lo tanto intervenir para que este concepto sea incorporado, acomodado a la estructura cognitiva de los estudiantes. Estas respuestas se relacionan, coherentemente, con las obtenidas en el ítem 12, porque en ese caso, los estudiantes muestran poseer un concepto errado del significante Mol.

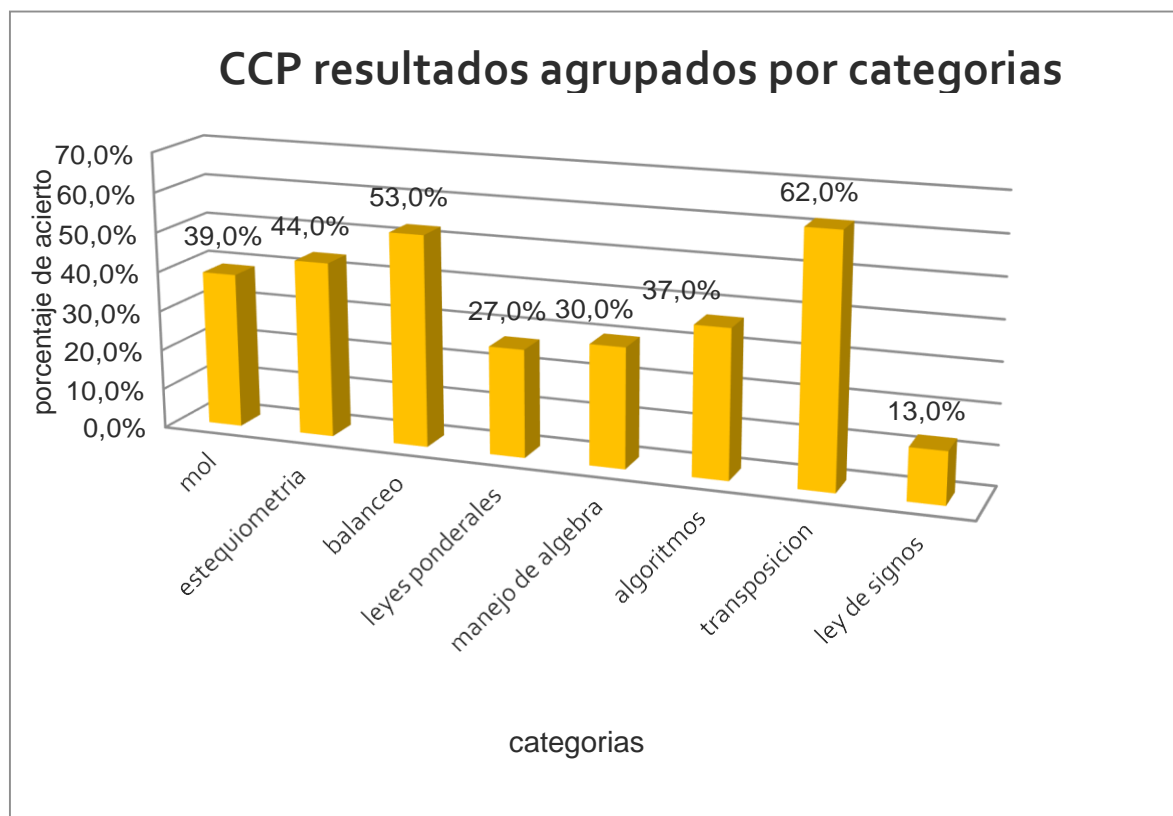
Ítem 20. “Para calcular la cantidad de producto formado, en una reacción, utilizo la herramienta matemática llamada factor de conversión” el 51% responde afirmativamente a este ítem, es un porcentaje que demuestra inseguridad en el uso de esta herramienta matemática, o preferencia en el uso de la regla de tres, que sería una alternativa, con la cual se sienten más cómodos.

Los resultados, correspondientes a las respuestas correctas sobre las categorías evaluadas en este cuestionario, se tabulan abajo.

Tabla 14. Porcentaje de acierto en las categorías del CCP

Categoría	porcentaje de aciertos
Mol	39%
estequiometría	44%
balanceo	53%
leyes ponderales	27%
manejo de álgebra	30%
algoritmos	37%
transposición	62%
Ley de signos	13%

Los valores anteriores se visualizan en la siguiente gráfica.

Gráfica 6. Resultados CCP por categorías

Fuente: El autor

5.1.4. Consideraciones finales sobre los diagnósticos CEA y CCP

A partir de los bajos resultados del diagnóstico CCP, presentados en la tabla 14 y en la gráfica 6, en las categorías de los conceptos químicos: estequiometría, Mol, balanceo, y leyes ponderales, se confirmó la necesidad de mejorar la comprensión de tales conceptos. De otro lado, en relación a las herramientas matemáticas, teniendo en cuenta los resultados de los diagnósticos precedentes, los estudiantes de la población intervenida, se diagnosticó que los estudiantes se mostraron esencialmente intuitivos, empíricos, rechazaban las matemáticas y que no realizaban desarrollos matemáticos formales para lograr respuestas cuantitativas correctas. En particular, presentaron dificultades para elaborar representaciones algebraicas de las situaciones; para Duval (2006) significa que, presentaron dificultades para cambiar el registro de representación, desconociendo u olvidando los métodos algebraicos para resolver ecuaciones lineales de primer grado con una o dos incógnitas, adicional a lo anterior, presentaron confusión al interpretar la ley de signos, con un manejo de algoritmos “escasamente satisfactorio” y, de estas herramientas matemáticas, solo en la transposición de términos, alcanzan un porcentaje del 62% de acierto que los ubica en la valoración jerárquica “moderadamente satisfactorio” (Ver tabla 1 niveles de comprensión).

Esta revisión de los resultados del manejo, operatividad y comprensión de las herramientas matemáticas, reforzó y confirmó la necesidad de abordar, la enseñanza de las mismas, de manera integral e interdisciplinar, para poder garantizar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Las anteriores consideraciones sobre el diagnóstico CCP, relacionadas con las consideraciones derivadas del diagnóstico CEA y con las pautas del alineamiento constructivo, llevaron a incluir dentro de la estructuración de la intervención en el aula, la premisa: los estudiantes estarán motivados a aprender por la calidad de la enseñanza y no al contrario. En este orden de ideas, dado que los estudiantes, adicional a necesitar un mediador, para mejorar la interpretación de situaciones

problema, requieren también el diálogo entre pares, dentro del desarrollo de la intervención en el aula e igualmente atendiendo a las pautas del alineamiento constructivo, sugeridas por Biggs (2006), se promovieron los espacios pedagógicos en que se desarrolló un aprendizaje colaborativo.

Con Lo anteriormente evaluado, se cumple el primer objetivo específico de esta tesis, en la medida que se logró establecer el estado inicial del grupo objetivo, en términos de los conocimientos sobre estequiometría y los prerrequisitos conceptuales que le son necesarios. Por tanto, fundamentado en la taxonomía SOLO, se establece que, los estudiantes del curso 1001 de la I.E.D. Carlos Arturo Torres, respecto del conocimiento de la estequiometría, no alcanzan el muy deseable nivel relacional, por el contrario, la mayoría de estos estudiantes, se ubica en la zona del conocimiento declarativo, con resultados “escasamente satisfactorios”, dentro de la escala de la valoración jerárquica de la comprensión.

5.1.5 Entrevistas a docentes

Las respuestas de las entrevistas a docentes, se consignan en la tabla 15. Estos resultados muestran como predomina en ellos, la visión de dificultades en la enseñanza de la estequiometría, derivadas de la fundamentación en matemática. Se muestra que, el deficiente manejo o el desconocimiento de la herramienta factor de conversión, el sentido de las proporciones y el concepto estequiométrico de balanceo, dificultan avanzar en la comprensión de los conceptos químicos. A pesar de ello, la opinión es dividida, en cuanto a los requerimientos de la formación que, en matemáticas debe tener el docente de química, dado que, solo el 57% de los entrevistados, considera necesaria una mayor formación.

Tabla 15. Entrevista a docentes

Item	Entrevistados						
	1	2	3	4	5	6	7
dificultades al enseñar estequiometría	matematicas, mol	matematicas, mol	nivel academico bajo	proporciones	proporciones	mecanización de procedimient	matematicas basicas
concepto de mayor dificultad	reactante limite, conversiones	reactante limite, conversiones	balanceo	balanceo	mol, conversion	balanceo, proporcion	mol, reactante limite,
herramientas matematicas	factores de conversion - proporciones	factores de conversion - proporciones	factor de conversion	todas	factor de conversion- matematica	sentido de las proporciones	regla de tres , transposicion
formacion del docente en matematicas	no	no	si	no	si	si	si

Los datos obtenidos en estas entrevistas, se constituyen en un insumo importante, dentro de la estructuración, desarrollo y evaluación de esta propuesta, porque confirman la necesidad, de solucionar las dificultades en la enseñanza aprendizaje de la estequiometría, derivadas del inadecuado manejo matemático, observadas desde la perspectiva de docentes maestrantes.

5.2. Fase 2

5.2.1. Diagnóstico 2, cuestionario de enfoques de aprendizaje-CEA, postest

El postest del diagnóstico CEA, que se aplicó dos meses después de haber aplicado el pretest, se analizó individualmente y se comparó con el diagnóstico 1 en el numeral 6.1 de la fase 1. Los resultados obtenidos condujeron a enfatizar las actividades de enseñanza-aprendizaje, hacia la necesidad de disminuir la puntuación, en las categorías: Miedo al fracaso, Objetivo para calificación (o Estrategia Superficial), ámbito de estudio, y Memorización, propias del enfoque superficial y, de otro lado, se tiene el propósito de aumentar la puntuación en las categorías Interés intrínseco, Compromiso de trabajar (o Estrategia Profunda), Relacionar ideas y Comprensión, inherentes al enfoque profundo.

5.2.2. Resultados por niveles.

De acuerdo con la metodología establecida, los constructos de la fundamentación teórica y la particular estructura de intervención en el aula, se obtienen y analizan los siguientes resultados

5.2.2.1 Nivel 1, “viaje al país de los símbolos”

Respecto del concepto de número, los sistemas figurativos de representación, la necesidad de dar más importancia a las ciencias exactas y la interdisciplinariedad, las actividades de enseñanza-aprendizaje de este nivel, se estructuraron teniendo en cuenta la conceptualización expresada por los siguientes autores: alemán (2006), Duval (2006), Luna (2003), Rico (1994). En este orden de ideas, consciente de la necesidad de desarrollar “habilidades para cambiar el registro de representación”, como prerrequisito para mejorar la comprensión de las situaciones problema y así avanzar en su acertada resolución, el taller 1.3 se estructuró en tres etapas, que implican tres niveles de complejidad conceptual y operativas, estas etapas son: 1) Representación, que se corresponde con el nivel Uniestructural. 2) conversión, corresponde al nivel Multiestructural y 3) resolución, para ubicar a los estudiantes en el nivel relacional, de la taxonomía SOLO.

Con las actividades propuestas, el estudiante construyó las primeras bases conceptuales y operativas, de manera que incorporó a su estructura conceptual, herramientas y conceptos matemáticos que le permitieron comprender y expresarse en el lenguaje de la matemática y de la estequiometría, se genera de esta manera, la aplicación de la transposición contextualizada, porque la matemática se adaptó, para ser aplicada en el ámbito de situaciones químicas; en tal sentido, posibilitó futuros desarrollos matemáticos más formales, cambiando actitudinal y operativamente sus desempeños, en el ámbito requerido.

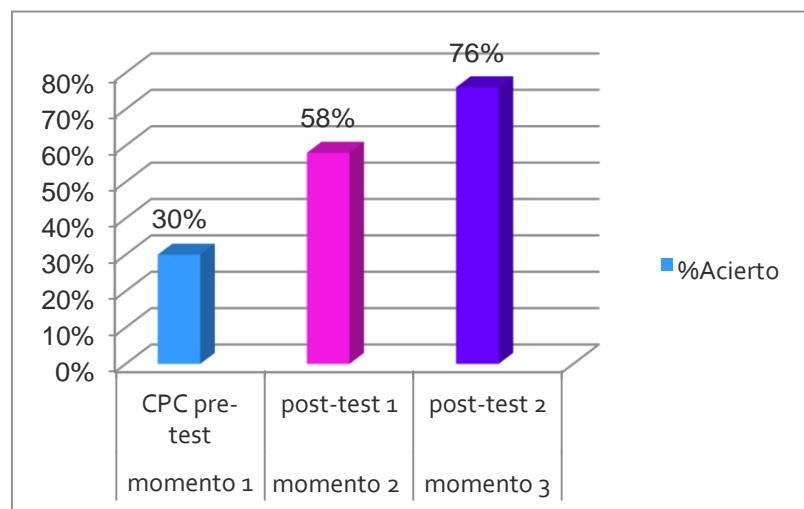
Este primer nivel fue fundamental, para empezar a abordar la solución integral del problema de investigación planteado, dado que los estudiantes evidenciaron la interdisciplinariedad entre matemática y química, desde el conocimiento y manejo de los sistemas matemáticos de símbolos, relacionándolos con la evolución de la representación simbólica de las sustancias químicas. Además, Sobre las visiones epistemológicas e históricas de estas dos ciencias, los estudiantes construyeron los puentes conceptuales entre matemática y química, reconocieron el entrecruzamiento entre los SMS y los SQS (Salinas, et. al, 2015). Se puede en tal dirección conceptualizar

que para ellos se volvió importante interpretar adecuadamente, el significado de cada sistema de símbolos de manera independiente, es decir dentro de cada ciencia, y establecer en qué forma y en qué grado hay sinergia entre los dos sistemas.

Dentro de este logro, es pertinente destacar que, para los estudiantes fue necesario este ejercicio, dado que resolvió varias aplicaciones confusas que se daban al manejar situaciones químicas, que incluían: número de oxidación, subíndice y coeficiente estequiométricos, relacionados estos directamente con las ecuaciones químicas. Como está indicado en el trabajo de Duval (2006), teniendo en cuenta el objetivo propuesto en este trabajo y de acuerdo a las pautas del alineamiento constructivo y de la transposición contextualizada, los insumos de este nivel se desarrollaron y aplicaron de manera tal que, el estudiante avanzó gradualmente hacia niveles superiores de comprensión y operatividad en el manejo de situaciones estequiométricas desde la matemática.

Los resultados numéricos que soportan las afirmaciones anteriores, se muestran en la gráfica 7, en ella se evidencia el progreso en la transposición contextualizada para el manejo del álgebra.

Gráfica 7. Progreso en el Manejo del álgebra



Fuente: El autor

El porcentaje de aciertos, al resolver las situaciones contextualizadas que se propusieron, se incrementa desde el 30% inicial, puntuado en el diagnóstico CCP-pretest, hasta el 76%, en el postest-2. (Ver tabla 14, CCP resultados agrupados por categorías), así, se destaca que los estudiantes se apropiaron del concepto y del nuevo procedimiento, mejorando los resultados respecto del desempeño mostrado en la prueba diagnóstica CCP, tabla 14, página 45; paralelo a este avance en el acertado manejo contextualizado del álgebra, avanzando en el desarrollo de la “habilidad para cambiar el registro de representación”, en el que los resultados se detallan en la tabla 16.

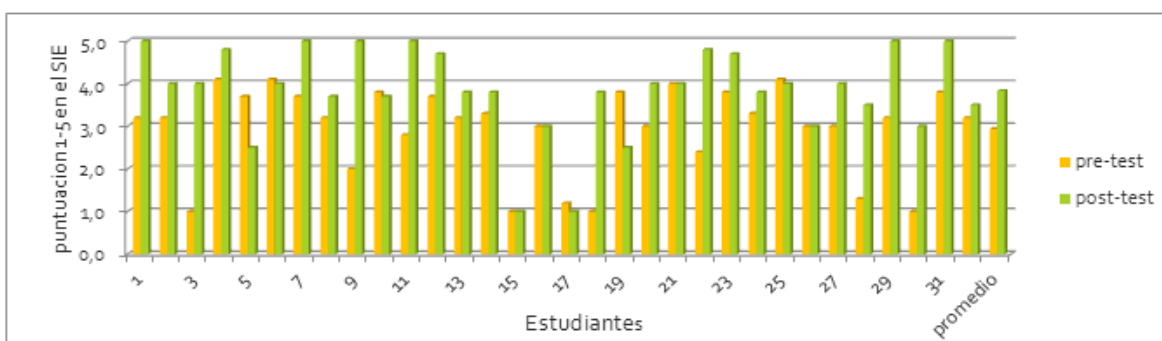
Tabla 16. Progreso en la habilidad para cambiar el registro de representación y nivel de comprensión

Etapa	Taxonomía SOLO-nivel de comprensión	momento 2 postest -1	momento 3 postest-2
representación	NIVEL UNIESTRUCTURAL	87%	100%
conversión	NIVEL MULTIESTRUCTURAL	69%	75%
resolución	NIVEL RELACIONAL	19%	66%

Fuente: El autor

La gráfica 8 muestra el porcentaje de aprobación de los talleres aplicados, en una escala de 1-5 dentro del sistema institucional de evaluación, del I.E.D Carlos Arturo Torres, siendo 3 el mínimo para aprobar.

Gráfica 8. Habilidad para cambiar el registro de representación, puntuación basada en el S.I.E



Los resultados mostrados en las anteriores gráficas 7, 8 y tabla 16, y las conclusiones que de ellos se derivaron se constituyeron en un insumo de gran importancia para el desarrollo de las actividades de enseñanza-aprendizaje de los siguientes niveles.

5222 Nivel 2: “Ahora estás en la revolución francesa, balancea bien, sin perder la cabeza”.

Desde las actividades de enseñanza aprendizaje de este nivel 2, se pretendió que los estudiantes, en el contexto de la transposición contextualizada, adquirieran el método algebraico para balancear ecuaciones químicas, dado que era totalmente desconocido para ellos. Las actividades de enseñanza-aprendizaje se estructuraron teniendo en cuenta los referentes Regalado, Martínez, Peralta (2014), Nelson (1997) y Valenzuela (2003), en que se balancean reacciones químicas de formación y de oxidorreducción por el método algebraico, mejorando la comprensión de las dos disciplinas. Dados estos referentes e incorporando el avance cognitivo y operacional logrado en el nivel anterior, la comprensión de los estudiantes, se evaluó a partir del taller 2.1, con elementos que incluyeron el manejo de los SMS y los SQS. (Salinas, et, al, 2015). En el taller, cada ítem se solucionó en tres etapas que incluyeron “representación, conversión, y resolución” (Duval, 2006).

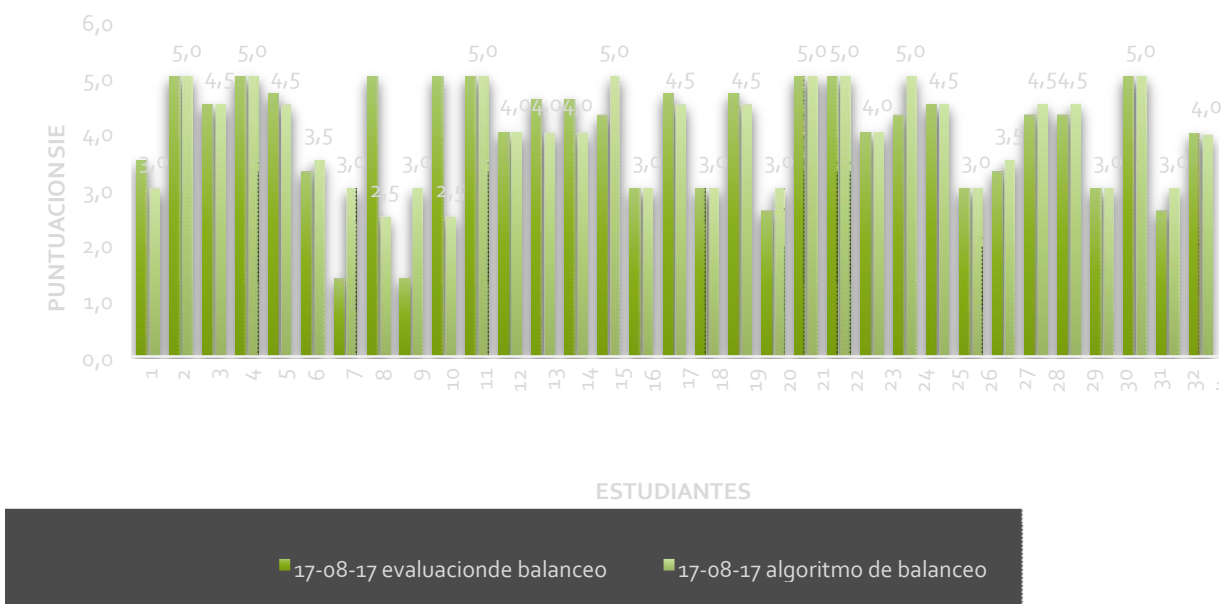
Dentro de este manejo conceptual y operativo, y teniendo en cuenta los resultados del diagnóstico CCP-pretest, se determinó como muy pertinente el trabajo con algoritmos, como herramienta matemática y operativa, dado que favoreció el proceso de asimilación y formalizó, por su capacidad descriptiva, los desarrollos matemáticos y las operaciones mentales que le eran inherentes. Aquí es menester tener en cuenta que, los estudiantes presentaron dificultades para verbalizar y escribir formalmente su conocimiento, esto debido, entre otras razones, a su enfoque de aprendizaje superficial que, los llevaba a esforzarse lo menos posible.

Así las cosas, en este nivel, comparado con la prueba diagnóstica CCP, los estudiantes pasan del 53% al 80% de porcentaje de acierto en el balanceo de

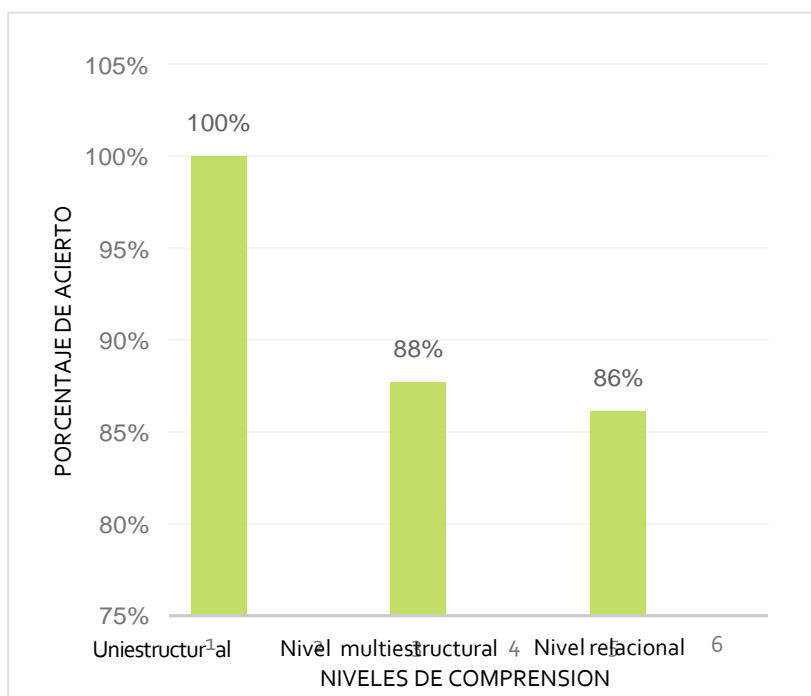
ecuaciones químicas y, en lo referente al nivel de comprensión, asociado al cambio en el registro de representación, más del 80% de los estudiantes alcanzó el nivel relacional en la medida en que operaron satisfactoriamente en las tres etapas denominadas, representación, conversión y resolución, inherentes a la habilidad para cambiar el registro de representación.

Los resultados de la intervención, indican que, en el manejo de algoritmos, se superó el 37% inicial y se llegó al 75% de aciertos. En concordancia con lo anterior, se tuvo en cuenta que, esta herramienta es mencionada por Biggs (2006) (ver tabla 1), dentro del conjunto de actividades para clasificar la comprensión en el nivel Multiestructural, en este contexto, manejar algoritmos asertivamente, favoreció alcanzar los objetivos de esta intervención.

Gráfica 9. Balanceo por el método algebraico y manejo de algoritmo



Fuente: El autor

Gráfica 10. Nivel de comprensión del método algebraico

Fuente: El autor

5223.NIVEL 3, “si en el laboratorio sales quieres formar, las leyes ponderales debes aplicar,”

De manera concertada con los estudiantes, con base en las herramientas y conceptos matemáticos adquiridos en los niveles anteriores, con el fin de lograr mayor comprensión de los conceptos estequiométricos y de acuerdo con las particulares condiciones del laboratorio, se estructuró la actividad de enseñanza-aprendizaje, denominada taller 3.1 “laboratorio de formación de sales”.

Inicialmente los estudiantes analizaron los datos en que se evidenció la variación de la cantidad de producto obtenido, en relación con los cambios en la cantidad de uno de los reactantes, y cuando se graficaron los datos, en que se obtuvo una recta con pendiente positiva, los estudiantes interpretaron correctamente, con mediación del docente, la razón y proporción entre reactante y producto. Esta vivencia operativa, experimental y cartesiana de las relaciones cuantitativas de las sustancias en una reacción, llevó a los estudiantes a consolidar el nivel declarativo de su conocimiento

sobre estequiometría y transitar hacia el nivel de conocimiento funcional. De esta manera, se aumentó la implementación del constructo transposición contextualizada, pilar fundamental del marco teórico, por que la matemática se transformó para ser aplicada al trabajo específico en los temas de estequiometría y sirvió como herramienta para interpretar los procesos y conceptos químicos, se logra que el saber sabio, gradualmente, se convierta en saber enseñado.

De acuerdo a lo anterior, se realizó la evaluación del nivel de comprensión adquirido, utilizando como insumos los talleres 5.1 y 5.2 (anexos 16 y 17) y el diagnóstico CCP final (anexo 18). Los resultados consignados en las tablas 17 y 18, y en las gráficas 11 y 12 muestran el avance en la comprensión de la estequiometría y constituyen una confirmación de los diagnósticos iniciales, mostrando la efectividad de la metodología utilizada, la pertinencia de la estructuración de la intervención en el aula y de las herramientas matemáticas utilizadas, así como la conveniencia de la manera gradual en que fueron introducidos los conceptos, desde la necesidad del manejo interdisciplinar entre matemática y estequiometría, y en tal dirección, confirmaron la necesidad de manejar determinados prerrequisitos conceptuales para posteriormente abordar los conceptos estequiométricos.

5224. NIVEL 4. “Viajemos a Arabia y saludemos a MalbaTaham”.

En este nivel, se estructuró la actividad de enseñanza-aprendizaje 4.1, “Analogía para contar unidades”, teniendo en cuenta las aproximaciones al concepto de Mol, expuesta por Garritz, et. al (2002) y por otros investigadores como Castellán (2012), en que las analogías que, proponen y desarrollan estos investigadores tienen como base ir de lo concreto a lo abstracto, transitar de lo macro a lo micro; por ello, teniendo en cuenta los citados trabajos de investigación y con base en el marco metodológico de esta tesis, se estructuró una analogía, en que se avanzó gradualmente, desde la operatividad con partículas tangibles, hasta la conceptualización de entidades elementales y en consecuencia, se transitó desde el nivel molar al nivel molecular y la comprensión se incrementó, desde lo Multiestructural hasta lo relacional.

Esta actividad de enseñanza-aprendizaje (ver anexos 14 y 15) se desarrolló en el laboratorio, a partir del conteo de granos de leguminosas y cristales de azúcar, y la determinación de su masa en gramos; con esta información los estudiantes construyeron su propia unidad de cantidad de partículas, lo que permitió, por analogía, abordar el nivel molecular, con un tránsito gradual, desde el nivel macroscópico o molar, en consecuencia asimilaron el concepto de Mol, desde su expresión formal y especificada dada en el sistema internacional de medidas (SI), hasta la comprensión del mismo en su relación con otros conceptos como masa, masa atómica, masa molecular, número de Avogadro, balanceo y conversiones. Este proceso, en este nivel, dio lugar a una nueva ocasión, para plasmar la transposición contextualizada, dado que el concepto de número, cantidad, proporcionalidad y las herramientas transposición de términos y dentro de las conversiones, se aplicó a situaciones químicas específicas.

Dado que contar individualmente, la cantidad de granos en una gran masa es una tarea tediosa y que ocupa demasiado tiempo, los estudiantes aceptaron la necesidad de desarrollar y utilizar una unidad que permitiera relacionar la masa en gramos con la cantidad de partículas que podía contener, por ello a partir del trabajo de contar granos de leguminosas y cristales de azúcar los estudiantes construyeron su propia unidad de conteo, que posibilitó la conversión de las unidades de masa a unidades de cantidad de partículas; de esta manera, establecieron una relación de proporcionalidad entre la masa en gramos y la cantidad de partículas.

Con la anterior conceptualización, aceptaron, justificaron y comprendieron el uso del Mol, como una unidad que, les permite transitar desde el nivel molar hasta el nivel molecular y adicional a ello, esta unidad de la magnitud física “cantidad de sustancia”, desde el punto de vista matemático, se constituyó en una herramienta, para realizar conversiones entre magnitudes y desde el punto de vista químico, constituyó un concepto útil para interpretar las relaciones estequiométricas, entre las sustancias que participan en una reacción. Así, una vez más, se consolida la implementación de lo expresado por Camarena (2001) en lo referente a que, la matemática debe ser

adaptada o transformada al modo de trabajar en otras ciencias, esto, dentro del fundamento de la transposición contextualizada.

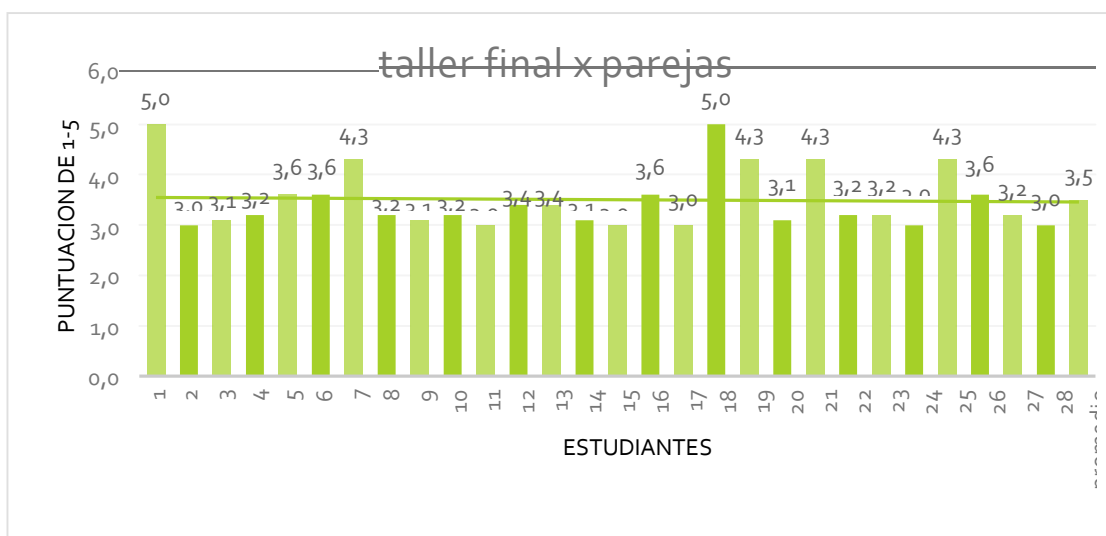
El concepto de Mol permitió pensar en las sustancias, desde una visión de sus partículas constitutivas, materialmente imposibles de cuantificar, dado que no son tangibles y no hay equipos o instrumentación que agilice su conteo, hasta llegar a una manifestación física, al utilizar las correspondientes equivalencias y hacer la conversión de cantidad de partículas a cantidad en gramos.

5225. NIVEL 5 “alitemos y usemos nuestra caja de herramientas”.

Para consolidar el proceso de intervención, y reunir evidencias sobre la migración de los estudiantes, hacia niveles de comprensión que los ubicaran en la jerarquía “muy deseable” del nivel funcional, o en la jerarquía “moderadamente satisfactorio” del nivel declarativo, se aplicaron dos talleres finales (Anexos 16 y 17) y un cuestionario de conceptos y percepciones (CCP) (Anexo18); los resultados son presentados en las siguientes tablas y gráficas.

La grafica 11, informa sobre los estudiantes que aprobaron el taller final.

Gráfica 11. Puntuación según SIE, taller 5.1 final por parejas

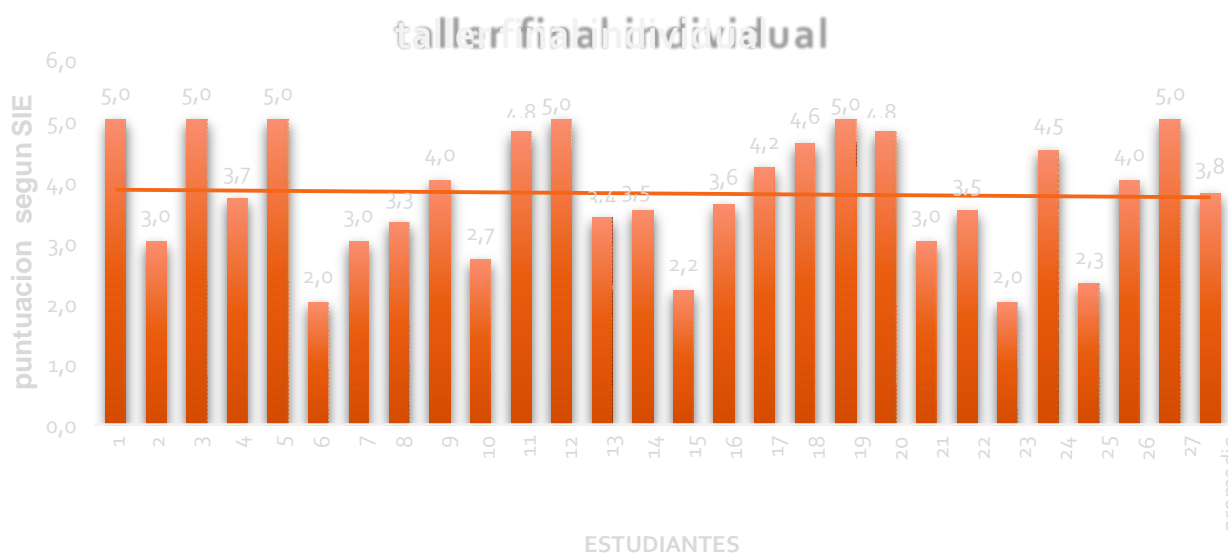


Fuente: El autor

Tabla 17. Porcentaje de aciertos en el nivel relacional, taller 5.1, final por parejas

concepto	estequiometría			Mol	
	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
nivel funcional	Relacional	Relacional	Relacional	Relacional	Relacional
porcentaje de aciertos	100%	93%	86%	64%	57%
promedio de aciertos	93%			61%	

Los anteriores resultados muestran el porcentaje de estudiantes que asimila los conceptos de estequiometría y Mol, en el nivel relacional, categoría “muy deseable”

Gráfica 12. Puntuación según SIE, taller 5.2 final individual.

Fuente: El autor

En la gráfica anterior se evidencia cómo el 81.5% de los estudiantes aprobó el taller final.

Tabla 18. Porcentaje de aciertos en el nivel relacional, taller final individual

concepto	estequiometría	mol		
Ítem	4	2	3	5
Nivel Funcional	Relacional	Relacional	Relacional	Relacional
Porcentaje de aciertos	81%	59%	74%	63%
promedio de aciertos	81%	65%		

Fuente: El autor

La tabla 17 muestra el porcentaje de estudiantes que alcanzaron el nivel relacional en la categoría “muy deseable”, para la comprensión de los conceptos estequiometría y Mol.

Es de anotar que, este cuestionario final, sobre conceptos y percepciones (Anexo 18), se diseñó para evaluar las categorías Mol (ítem 3,7,10), estequiometría (ítem 1), balanceo (ítem 8), leyes ponderales (ítems 2 y 4), transposición de términos (ítems 5 y 6) y ley de signos (ítem 9), los resultados fueron contrastados con los obtenidos en el cuestionario CCP-pretest, para así dar cuenta del cambio conceptual en la población intervenida y cumplir con el tercer objetivo de esta tesis de maestría, de modo que, a partir de esta evidencia, se evaluó integralmente la pertinencia de la propuesta en su conjunto, en términos de la promoción del enfoque profundo del aprendizaje en los estudiantes y superación del conocimiento declarativo para acceder al funcional.

Tabla 19. Cuestionario de conceptos y percepciones CCP-postest

estudiante	Ítem									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	4	5	2	5	5	5	1	1	5
2	3	4	5	3	4	4	5	5	3	3
3	5	3	5	2	5	4	5	1	5	5
4	3	4	5	3	4	4	5	5	5	3
5	4	3	4	4	3	3	4	1	1	3
6	5	5	5	3	3	5	5	1	5	5
7	3	4	5	3	5	5	5	1	1	5
8	5	4	5	3	5	4	1	1	3	5
9	3	4	5	3	5	5	5	1	1	5
10	3	4	5	3	4	4	5	5	5	3
11	3	4	5	3	4	4	5	5	5	3
12	4	4	5	3	5	5	3	5	5	5
13	3	4	5	3	4	5	3	2	1	5
14	3	4	5	3	4	5	3	2	1	5
15	3	4	5	3	4	4	5	5	5	3
16	4	4	5	3	5	5	3	5	5	5
17	5	5	5	3	3	5	5	1	5	5
18	5	5	4	3	5	5	1	1	1	5
19	5	4	5	3	5	5	5	1	1	5
20	5	4	5	3	5	4	1	1	3	5
21	3	4	5	3	4	4	5	5	5	3
22	5	3	5	3	5	4	5	1	5	5
23	5	5	5	3	3	5	1	1	1	5
24	3	4	5	3	5	5	5	1	1	5
25	4	3	4	3	3	3	4	1	1	3
26	3	4	5	3	4	4	5	5	3	3
27	5	5	5	3	3	5	1	1	1	5
28	3	4	5	3	5	5	5	1	1	5
29	3	4	5	3	4	4	5	5	5	3
30	5	5	4	3	5	5	1	1	1	5
suma	118	122	146	89	128	134	116	72	86	130
promedio	3,9	4,1	4,9	3,0	4,3	4,5	3,9	2,4	2,9	4,3

Fuente: El autor

Tabla 20. Comparación de % de acierto, por categorías en el CCP, pretest vs postest

Categoría	pre	post
mol	39,0%	82,0%
estequiometría -balanceo	44,0%	53,0%
balanceo	53,0%	66,0%
leyes ponderales	31,0%	90,0%
manejo de álgebra	30,0%	80,0%
algoritmos	37,0%	75,0%
Transposición	62,0%	93,0%
ley de signos	13,0%	47,0%

Fuente: El autor

Tabla 21. Prueba no paramétrica, de rangos con signo de Wilcoxon**Rangos**

	N	Rango promedio	Suma de rangos
POST-PRE Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
Rangos positivos	8 ^b	4,50	36,00
Empates	0 ^c		
Total	8		

- a. POST < PRE
- b. POST > PRE
- c. POST = PRE

Estadísticos de contraste^a

	POST - PRE
Z	-2,521 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,012

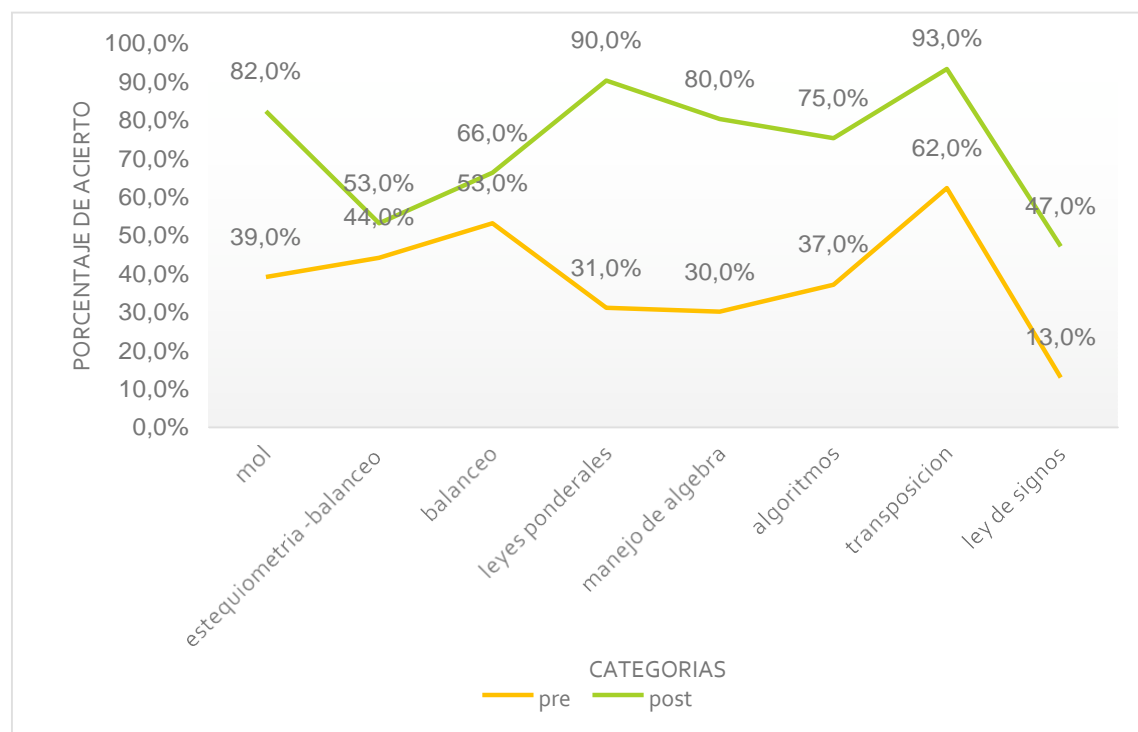
- a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
- b. Basado en los rangos negativos

Fuente: El autor

La tabla 20, muestra los resultados de los cuestionarios CCP -pretest y CCP-postest. En estos valores, se evidencia cambio en la comprensión de los conceptos químicos y cambio en el manejo contextualizado de las herramientas matemáticas. La anterior afirmación se confirma con los resultados del tratamiento estadístico, Prueba no paramétrica, de rangos con signo de Wilcoxon, presentados en la tabla 21, que registra un valor asintótico bilateral menor que 0.05, Así las cosas, esta propuesta logró solucionar el problema identificado y cumplir con los objetivos establecidos.

Nota: los valores de las categorías “balanceo” y “algoritmo” se tomaron del postest del nivel 2, ver resultados en las gráficas9 y 10.

Gráfica 13. Visualización de las categorías evaluadas en el CCP, pretest y postest



Fuente: El autor

5.3 Fase 3

5.3.1. Consideraciones finales

Las discusiones de resultados realizadas en la fase 1 y fase 2, dan cuenta del cumplimiento de los objetivos de esta tesis de maestría; en tal sentido, en las mencionadas fases, se muestra como desde el primer nivel, se establecieron bases conceptuales y operativas pertinentes, enfocadas en suplir los vacíos conceptuales, generados por desconocimiento absoluto, o por olvido parcial, por parte de los estudiantes, de contenidos en las áreas de matemática y química, especificados en las mallas curriculares de la I.E.D. Carlos Arturo Torres. En este orden de ideas, se vislumbró una brecha considerable entre el conocimiento de algunos contenidos de matemáticas y su respectiva aplicación en temas propios del dominio de la química.

En este proceso de intervención en el aula, con estudiantes del grado décimo, se implementó de manera gradual el manejo de herramientas matemáticas específicas que son de uso reiterado en la resolución de problemas de estequiometría; en tal sentido, esta introducción progresiva e interdisciplinar, conllevó a resultados satisfactorios en el cambio conceptual y actitudinal de los estudiantes, lo anterior evidenciado por una mayor aceptación de los conceptos y herramientas matemáticas.

6. CONCLUSIONES

La migración de los estudiantes desde un enfoque de aprendizaje superficial y un enfoque intermedio, hacia un el aprendizaje profundo, puede lograrse en mayor medida, a partir de un cambio en el sistema institucional de evaluación del colegio Carlos Arturo Torres y parece lograrse con un cambio a mediano y largo plazo en los hábitos de estudio. Adicional a las condiciones anteriores, se podría postular a modo de hipótesis que algunas políticas educativas emanadas del Ministerio de Educación Nacional, han inducido a los estudiantes a ubicarse en las categorías “limitación en el ámbito de estudio” y “objetivo para la calificación”, propias del aprendizaje superficial.

Para mejorar los resultados en el cambio cognitivo de los estudiantes y acceder a la jerarquía “muy deseable” del nivel relacional, se requiere un trabajo continuo, integral, interdisciplinar e institucional, en el cual la motivación constante, la mediación, la actitud del docente y el trabajo colaborativo, en otras palabras, se hace imperativo tener en cuenta, “la forma en que el estudiante aprende” y así coadyuvar al alcance de los objetivos propuestos.

Las estrategias para solucionar dificultades en el aprendizaje de la estequiometría, incluyeron presentar a los estudiantes el desarrollo histórico y usar analogías para manejar el concepto de Mol, que exige altos niveles de abstracción, explicar las matemáticas involucradas en los cálculos que le son inherentes y partir del supuesto que en los estudiantes hay muy escasas ideas alternativas y pocas ideas previas.

Es necesario alcanzar un aprendizaje profundo de la estequiometría, con fundamento en el conocimiento didáctico del contenido por parte del docente, lo histórico, lo epistemológico, y lo operativo; de esta manera se logró que el estudiante se interesara genuinamente por aprehender, comprender, asimilar y modificar su estructura conceptual.

En la investigación realizada fue evidente la pertinencia de desarrollar estrategias que integren matemática y química dentro de la temática de estequiometría, de tal manera que el estudiante desarrolle una comprensión del concepto químico y aplique la correspondiente herramienta matemática que le permita entender y solucionar asertivamente las situaciones problema del citado concepto, esto es, aplicar el fundamento de la transposición contextualizada.

Discutir las ideas alternativas de los estudiantes para definir los conceptos de manera consensuada, formal y unificada, es parte de una metodología asertiva que logra superar las dificultades en el aprendizaje de los conceptos estequiométricos. El aprendizaje en los estudiantes resultó favorecido cuando el profesor realizó una enseñanza personalizada y cuando hubo colaboración y apoyo de sus pares.

Al aplicar los principios del alineamiento constructivo, se estructuró esta propuesta de intervención en el aula, en forma tal que, el aprendizaje se centró en lo que el

estudiante hace, en este sentido, las actividades de enseñanza-aprendizaje, se diseñaron de manera que, los contenidos, la metodología y la evaluación funcionaran de manera integrada; en tal sentido las evaluaciones se diseñaron de manera tal que garantizaron los objetivos del aprendizaje y la metodología aplicada en la fase proceso, que a su vez se fundamentó en las temáticas para que, de manera gradual, los estudiantes asimilaran los contenidos. Esta estrecha relación permitió cumplir con el objetivo propuesto de lograr alinear el contenido, con la metodología y la evaluación, en consecuencia, el aprendizaje mejoró significativamente, los estudiantes alcanzaron mayores niveles de comprensión de los conceptos químicos y mejoraron su habilidad para operar integralmente las herramientas matemáticas propuestas.

Cumpliendo con los objetivos específicos de este trabajo de investigación, durante la fase 2, los estudiantes identificaron y establecieron puentes, entre la matemática y la química, lograron un cambio en sus niveles de comprensión, pasando del conocimiento declarativo al conocimiento funcional; en esta dirección, migraron desde el enfoque intermedio y superficial hacia el enfoque profundo.

Esta propuesta se evaluó a partir de los resultados obtenidos, y permite concluir que, el desconocimiento de las herramientas matemáticas y los preconceptos matemáticos asociados a los cálculos químicos por parte de los estudiantes, la ausencia de interdisciplinariedad, la escasa interrelación entre los conceptos químicos y matemáticos, la ausencia de una estructuración por parte de los docentes, en la que ellos enfatizan el entrecruzamiento de los sistemas matemáticos de símbolos (SMS), con los sistemas químicos de símbolos (SQS), son determinantes en la baja comprensión del concepto químico y de las dificultades en la operatividad para resolver problemas y ejercicios de estequiometría.

Al aplicar los fundamentos de la transposición contextualizada, los estudiantes lograron interpretar y resolver con un mayor porcentaje de acierto, los problemas de estequiometría y lograr un mejor desempeño, motivación, comprensión y operatividad, durante las actividades de enseñanza aprendizaje realizadas. El conocimiento

matemático y químico se adaptó a las condiciones particulares de los participantes, se logra que el saber sabio, gradualmente, se convierta en saber enseñado.

En consecuencia, de lo anterior, este trabajo de investigación en el aula, aporta a la línea “interdisciplinariedad y química en contexto” en términos de la identificación de las herramientas matemáticas específicas, de uso relevante en la resolución de problemas de estequiometría. A partir de este estudio se tiene también, una metodología definida desde el alineamiento constructivo que, aplicada gradualmente, según la estructuración por niveles de complejidad creciente, de la taxonomía SOLO, contribuye significativamente a mejorar los niveles de comprensión de los conceptos estequiométricos abordados desde la matemática.

Sugerencias

El trabajo interdisciplinar entre los docentes de química y matemática, el conocimiento de la malla curricular del área de matemática, por parte de los profesores de química, y la integración de los contenidos de las dos mencionadas asignaturas, lideradas por el profesor de química, favorece la comprensión funcional de los conceptos estequiométricos por parte de los estudiantes, por ello se sugiere, mantener una comunicación permanente, entre docentes de estas dos ciencias, para identificar y aplicar los puentes que le son inherentes, de modo que se produzca una deseable sinergia que favorezca los niveles de comprensión y la calidad del aprendizaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, J.W. (2011). *Estrategia de aula para generar el aprendizaje significativo del concepto de Mol y desarrollar habilidades de pensamiento para la solución de problemas en química*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia
- Alemán, M. E. (2006). *El concepto de número*. Ensayo. Michoacán: Universidad Pedagógica Nacional.
- Alemán, M. E. H. (2006). *El concepto de número* (Doctoral dissertation, UPN-162).
- Baldor, A. (1996). *Álgebra*, México, Ed.
- Balocchi, E. Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes, F. y Garritz, A. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. PARTE II. Concepciones alternativas de 'reacción química'. Anexo: Cuadernillo 'Masas atómicas relativas de los elementos'. *Educación Química*, 16(4), 550- 567.
- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. (5ª. ed.). España: Narcea, S.A. de Ediciones
- Biggs, J.B. (1996). Mejoramiento de la enseñanza mediante la alineación constructiva. *Higher Education*, (32), 347-364.
- Cáceres. D. y Muñoz, J. (2002). *Comentarios sobre el discurso químico en la escuela*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Camarena Gallardo, P. (2009, enero-marzo). La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa*. Vol. 9(46), 15-25. Instituto Politécnico Internacional. México: Versión Online ISSN: 1665-273-
- Camarena, G. P. (2001). Las Funciones Generalizadas en Ingeniería, construcción de una alternativa didáctica. México, D. F.: Editorial Anuies, Colección de investigaciones.
- Camarena, P. (2010) *Aportaciones de investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en ingeniería*. Doctorado en ciencias en matemática educativa. México.
- Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa "matemática en el contexto de las ciencias". *Innovación educativa* 13(62), 17-44.

- Carr, W., & Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza: la investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Ediciones Martínez Roca.
- Carrera P. W. (2011). *Metodología tradicional en la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico de los alumnos del primer año de bachillerato de la especialidad de química y biología del instituto nacional mejía, periodo 2009-2010*. Tesis de maestría. Ambato. Ecuador. Universidad técnica de Ambato.
- Castelán, M., & Hernández, G. (2012). Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. *X congreso nacional de investigación*.1-10
- Chevallard, Y. (1991). La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado. *Revista psicología cognitiva y educación*, 3
- Chevallard, Y. (1997). *La trasposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. (3ª edición). Buenos Aires: Aique. p. 45. ISBN 950-701-380-6.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, 9(1), 143-168.
- Egg, A. (1999). Que es y que no es Interdisciplinariedad en educación. Argentina: Editorial Magisterio.
- Egg, A. (1999). La interdisciplinariedad en educación. Recuperado de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/blog/docentes/trabajos/13056_41617.pdf
- Eraso, C. (2013) *Reorientación de la enseñanza de la matemática de las matemáticas para licenciados en química: un ejercicio de transformación del currículo*. Tesis de pregrado. Bogotá. Colombia. Universidad Pedagógica Nacional.
- Fernández C, R. y Aguirre C. (2010). Actitudes iniciales hacia las matemáticas de los alumnos de grado de magisterio de educación primaria: estudio de una situación en el EEES. *Revista iberoamericana de educación matemática*, 23, 107-116
- Font Moll, V. & Díaz Godino, N.P. (2011). Matemáticas. Investigación, innovación y buenas prácticas.
- Font, V. (2006). Problemas en un contexto cotidiano. *Cuadernos de pedagogía*, (355), 52-54

- Furió, C. & Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el Mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, (17),55-74
- Furió, C.; Azcona, R. y Guisasola, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de Mol. *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 359-376.
- Furió, C.; Azcona, R y Aranzábal, J. G. (2006). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de Mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las ciencias* 24(1), 43-58.
- Furió, C; Azcona, R. y Guisasola, J (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y Mol. *Enseñanza de las ciencias* 20(2), 229-242.
- Gallego, R.; Pérez, R. y Molina, R.F. (2010). La matematización de los procesos químicos. Primera parte. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis* 27, 94-107.
- Gallego, R.; Pérez, R., y Gallego, A.P. (2010). Matematización de los procesos químicos. Segunda parte. *Revista TED, Tecné, Episteme y Didaxis* (28),101-109
- García, A.; Parga, D. (2009). Conocimiento didáctico del contenido curricular en la enseñanza de la cantidad de sustancia y Mol. *Enseñanza de las ciencias, (extra)*, 3312-3315. Recuperado de:https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap3312.pdf
- Garriz, A. (2011). Conocimiento didáctico del contenido. Mis últimas investigaciones: CDC en lo afectivo, sobre la estequiometría y la indagación. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, 30.
- Garriz, A., Rueda C., Robles C., & Vázquez-Alonso Á. (2011). Actitudes sobre la naturaleza de ciencia y tecnología en profesores y estudiantes mexicanos del bachillerato y la universidad públicos. *Educación Química*. 22(2), pp.141-154.
- Guisado García, A. F. A. (2014). *Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).
- Luna, A. (2003). *Estudio diagnóstico: factores dependientes del alumno que influyen en la reprobación en el área de matemáticas en el primer semestre de la carrera de químico farmacéutico biólogo de la facultad de ciencias químicas de la UNAL*. Tesis de maestría. Nuevo León. México. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Luna, J.M. (1999). *Formación de habilidades matemáticas para la resolución de problemas de química II en el nivel medio superior*. Tesis de maestría. Nuevo León. México. Universidad autónoma de nuevo león.
- Marcano Godoy, K.A. (2015, enero-abril). Aplicación de un juego didáctico como estrategia pedagógica para la enseñanza de la estequiometría. *Revista de Investigación*. Vol. 9(84), 181-204. Caracas, Venezuela.
- Mendoza, M. A. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 1, 83-115.
- Mina, I. (2016). *Estrategias didácticas para desarrollar el cálculo mental en los estudiantes del décimo año de educación general básica*. Tesis de maestría. Esmeraldas. Ecuador. Pontificia Universidad Católica de Ecuador.
- Molina, M., Carriazo, J. & Casas, J. (2013) Estudio transversal de las Actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quinto a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. *Revista Tecnó Episteme y Dídaxis* (33), 103-122
- Molina, M. F.; Palomeque, L. A.; Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre ciencia e ingeniería*, 10(20), 76-81. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1909-83672016000200011&lng=en&tlng=es
- Nelson, R. (1997). Redox Challenges. *Journal of Chemical Education*. Vo. 74 (11).1256-1257
- Padilla, K.; Furió-más, C.; Azcona, R. (2005). Las visiones deformadas de la ciencia en la enseñanza universitaria de los conceptos de cantidad de sustancia y Mol. pp.1-5. *Enseñanza de las ciencias* (extra).
- Penagos, L.U. (2013) *estrategia para la enseñanza de la conversión molar en resolución de problemas estequiométricos*. Tesis de maestría. Bogotá. Colombia Universidad nacional de Colombia.
- Peralta, J. (2009). Principios didácticos e históricos para la enseñanza de la matemática. *Innovación educativa* 9(46), enero-marzo, 15-25
- Quintanilla, M.; Joglar, C.; Labarrere, A.; Merino, C.; Cuellar, L. y Oponen.I. (2014). Qué piensan los profesores de química en ejercicio acerca de la resolución de problemas científicos escolares y sobre las competencias de pensamiento científico. *Estudios pedagógicos*, 40(2), 283-302.
- Raviolo, A. y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación química*. 27(3), 195-204.

- Regalado, A.; Delgado, F.; Martínez, R. y Peralta, E. (2014). Balanceo de ecuaciones químicas integrando las asignaturas de química general, álgebra lineal y computación: un enfoque de aprendizaje activo. *Formación universitaria*, 7(2), 29-40.
- Restrepo, G. (2005). Química matemática y la Universidad de Pamplona. *Bistua: Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, 3(1).
- Reza, J.; Ortiz, L.; Feregrino, V.; Dosal, M. & Córdova, J. (2009). Resolución algebraica de problemas estequiométricos. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1650-1655. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap1650.pdf
- Rico, L., y Castro, E. (1994). Errores y dificultades en el desarrollo del pensamiento numérico. *Repositorio digital de documentos en educación matemática*. Bogotá. Funes. Universidad de los andes.
- Rojas, L.; Britt Mostue, M. (1999). Rendimiento académico y concepciones alternativas en estequiometría y soluciones. *Revista saber*, (11),1-3. Recuperado de: http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/3474/1/%5B12%5D-Vol_11-Nro_1-1999-824-2200-1-SM.pdf
- Romero, N.I. (2014) *Relaciones cuantitativas en química y proporcionalidad*. Tesis de maestría. Bogotá. Colombia. Universidad Nacional de Colombia.
- Salinas, G.; Gallardo, A. y Mendoza, E. (2015). Entrecruzamiento de los sistemas matemáticos de signos y los sistemas químicos de signos. *Investigación en educación Matemática*, 19, 492-501.
- Soler, M. (2015). *Enfoques de enseñanza y enfoques de aprendizaje: posibles relaciones entre sí y con el logro académico de los estudiantes en evaluaciones externas*. Tesis doctoral. Bogotá. Colombia. Doctorado Interinstitucional. Universidad Pedagógica Nacional.
- Sosa, P. (2014). Representación algebraica del método de Kauffman para asignar números de oxidación. *Educación Química*, 25, 223-228.
- Taham, M., & Sáez, F. (1972). *El hombre que calculaba*. Verón Editor.
- Valenzuela, T. (2003). *Estudio de la influencia de la relación entre los problemas, el conocimiento previo del sujeto y la instrucción sobre el transfer en ciencias*. Tesis de maestría. Valencia. España. Universidad de Valencia.

Vega, J.L.; Rivera Huizar, A. & Presbítero Peralez, A. (2003). Opinión de los estudiantes de QFB sobre la importancia de las matemáticas en su formación profesional. *Educación matemática*. Vol. 15 (3), 77-89.

Villalonga, M.; Ugarte, M.; Aguirre, N. y García, R. (2016). Actividades interdisciplinarias en las asignaturas ingeniería de procesos I y química general I en primer año de la carrera de ingeniería química. *Revista cubana de química*, 28(1), 394-408.

ANEXOS

Anexo 1. FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409



FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado:

Entrevistador: Azael SinisterraOrobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría?

2. Cual tema de estequiometría o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante limite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, numero de Avogadro?

3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora.

4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas?

Anexo 2. TRANSCRIPCIÓN DE ENTREVISTAS



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado: maestrantes 1 y 2

Entrevistador: Azael Sinisterra Orobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría? **R/**Las relaciones matemáticas y la interpretación de la cantidad de sustancia y su unidad el Mol, relacionar las masas moleculares relativas y plantear factores de conversión.
 2. ¿o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante límite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, número de Avogadro? **R/**Reactante límite y conversiones.
 3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora. **R/**Factores de conversión y sentido de las proporciones
 4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas? **R/**Aunque es necesario el uso de operaciones como razones y proporciones, conteo, etc., NO se requieren matemáticas más allá de las básicas, nuestro objeto de estudio son las sustancias y sus transformaciones.
-



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado: maestrante 3

Entrevistador: Azael Sinisterra Orobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría? **R/ falta de conocimiento, nivel bajo, en estudiantes y docentes**
 2. Cual tema de estequiometría o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante límite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, número de Avogadro? **R/ Balanceo de reacciones por el método de ion electrón**
 3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora. **R/ Factores de conversión**
 4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas? **R/ mayor formación**
-



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado: Maestrante 4

Entrevistador: Azael Sinisterra Orobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría? **R/ dificultad en el reconocimiento o manejo de proporciones**
 2. Cual tema de estequiometría o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante límite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, número de Avogadro? **R/ conversiones, balance, número de Avogadro asociado a exponentes**
 3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora. **R/ todos los temas de matemática presentan dificultad**
 4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas? **R/ los profesores NO, son los estudiantes quienes requieren una mayor preparación en matemática.**
-



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado: maestrante 5

Entrevistador: Azael Sinisterra Orobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría? **R/ las relaciones matemáticas y las proporciones**
 2. Cual tema de estequiometría o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante limite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, numero de Avogadro? **R/ Mol y conversiones**
 3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora. **R/ factores de conversión y matemáticas básicas.**
 4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas? **Si, porque en bastantes temáticas se necesitan las matemáticas para dar una explicación.**
-



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409



FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado: maestrante 6

Entrevistador: Azael Sinisterra Orobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría? **R/** que se interprete únicamente como un proceso mecánico, en donde se requiere una interpretación diferente, puede fallar o faltar la relación entre conceptos. Es de aclarar que, si se requiere una explicación, debe entenderse la naturaleza del concepto.
 2. Cual tema de estequiometría o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante limite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, numero de Avogadro? **R/** El concepto de mayor dificultad es el de las proporciones, asociado al balance de ecuaciones, cuando se asemeja a representaciones de situaciones reales como disolución, saturación, solubilidad, equilibrio y acomplejamiento.
 3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora. **R/** Todos. sin embargo, el problema radica en comprender la proporción.
 4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas? **R/** es indispensable, pues permite superar las dificultades de comprender y proponer modelamientos.
-



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409



FORMATO DE ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

Fecha y lugar: 09-12-16, Universidad Pedagógica Nacional

Entrevistado: maestrante 7

Entrevistador: Azael Sinisterra Orobio

Objetivo: conocer las percepciones sobre la enseñanza interdisciplinar de la estequiometría.

1. ¿Cuáles son las dificultades al enseñar estequiometría? **R/ El manejo matemático básico en los estudiantes**
 2. Cual tema de estequiometría o concepto presenta mayor dificultad para ser asimilado: ¿Mol, reactante limite, conversiones, balanceo, peso atómico, peso molecular, numero de Avogadro? **R/ Mol, reactante limite y numero de Avogadro**
 3. Seleccione los temas de matemática involucrados en estequiometría, que presentan dificultad: regla de tres, factores de conversión, sentido de las proporciones, logaritmos y sus leyes, exponentes, cifras significativas, simplificaciones, operaciones matemáticas básicas, transposición de términos, manejo de calculadora. **R/ la regla de tres que, implica mal manejo de operaciones básicas como multiplicar y dividir. Otros temas son: logaritmos y sus leyes, transposición de términos. No se debe usar calculadora**
 4. ¿Cree que los profesores de química requieren una mayor y mejor formación en matemáticas? **R/ No solo los docentes, también los estudiantes que toman la asignatura de química**
-

Anexo 3. DIAGNOSTICO 1. CUESTIONARIO CEA



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / nit 800179768-9 / e-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b n 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

DATOS DE LA INSTITUCIÓN

Tipo de institución: Oficial ___ Privada ___
Sede _____ Jornada _____ Grado _____

DATOS DEL ESTUDIANTE

Género: Masculino ___ Femenino ___ Edad (años cumplidos) _____ Estrato _____

Instrucciones para llenar el Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje (CEA)
CUESTIONARIO DE PROCESOS DE APRENDIZAJE Este cuestionario tiene un número de preguntas sobre tus actitudes hacia tu estudio y tu manera cotidiana de aprender. No existe una manera correcta de estudiar. Depende de qué se adapta a tu propio estilo y al tema que estás aprendiendo. Por lo tanto, es muy importante que seas tan sincero(a) como puedas. No te preocupes de dar una buena o mala imagen, tus respuestas son confidenciales por lo que no las sabrá nadie.

Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. No pierdas demasiado tiempo en cada ítem, tu primera reacción es probablemente la mejor. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí en esta asignatura.
- 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí en esta asignatura.
- 3- Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces en esta asignatura.
- 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí en esta asignatura.
- 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí en esta asignatura.

ITEM	ENUNCIADO	OPCIONES				
		1	2	3	4	5
1.	Encuentro que, en ocasiones, estudiar me hace sentir realmente feliz y satisfecho.					
2.	Intento relacionar lo que he aprendido en esta asignatura con lo que he aprendido en otras.					
3.	Me siento demasiado con una baja nota en un examen y preocupado sobre cómo voy a hacer en el siguiente examen.					
4.	No veo sentido en aprender aquello que sé que no me va a salir en los exámenes.					
5.	Siento que casi cualquier tema puede ser muy					

	interesante una vez que profundizo en él.					
6.	Me gusta construir teorías para encajar distintos conceptos.	1	2	3	4	5
7.	Incluso cuando he estudiado duro para un examen, estoy preocupado de que puede que no sea capaz de hacerlo bien.	1	2	3	4	5
8.	Siempre que sienta que hago lo suficiente para aprobar, dedico el mínimo tiempo posible que puedo a estudiar. Hay muchas más cosas interesantes que hacer.	1	2	3	4	5
9.	Trabajo duro en mis estudios porque encuentro las asignaturas interesantes.	1	2	3	4	5
10.	Intento relacionar un nuevo material, mientras lo leo, con lo que ya conozco sobre un tema.	1	2	3	4	5
11.	Me guste o no me guste, puedo ver que estudiando en la institución es una buena manera para obtener un trabajo bien pagado.	1	2	3	4	5
12.	Normalmente reduzco mi esfuerzo a lo que específicamente me señalan en clase. Pues creo que es innecesario hacer algo extra.	1	2	3	4	5
13.	Empleo bastante de mi tiempo libre profundizando en temas que considero interesantes y que han sido tratados en diferentes clases.	1	2	3	4	5
14.	Cuando leo un libro de texto, intento entender lo que el autor quiere decir	1	2	3	4	5
15.	Tengo intención de terminar el grado undécimo porque siento que entonces seré capaz de conseguir un trabajo mejor.	1	2	3	4	5
16.	Encuentro que estudiar los temas en profundidad no ayuda. Realmente no necesitamos saber tanto para aprobar esta asignatura.	1	2	3	4	5
17.	Acudo a la mayoría de las clases con preguntas que me han surgido y que quiero que me respondan.	1	2	3	4	5
18.	Aprendo algunas cosas mecánicamente hasta que me las sé de memoria incluso si no las entiendo.	1	2	3	4	5
19.	Encuentro que estoy continuamente recordando temas estudiados, cuando estoy en el autobús, andando, acostado en la cama, etc.	1	2	3	4	5
20.	Encuentro que la mejor manera de aprobar los exámenes es intentar recordar respuestas para las preguntas que más posibilidades tienen de salir.	1	2	3	4	5
21.	Me gusta trabajar suficiente en un tema para poder formarme mi propia conclusión y así quedar satisfecho.	1	2	3	4	5
22.	Encuentro que puedo aprobar la mayoría de los exámenes memorizando partes esenciales en vez de intentar comprenderlas	1	2	3	4	5

Anexo 4. DIAGNOSTICO 2. CUESTIONARIO CCP



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / nit 800179768-9 / e-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b n 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Sede _____ Jornada _____ Grado _____ fecha _____

DATOS DEL ESTUDIANTE

Género: Masculino ___ Femenino ___ Edad (años cumplidos) ___ Estrato ___
 nombre _____

Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí.
- 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí.
- 3- Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces.
- 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí.
- 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí.

Ítem	Enunciado	Opciones				
		1	2	3	4	5
1	Entiendo que la estequiometría es una rama de la química que trata de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en las reacciones químicas	1	2	3	4	5
2	Comprendo que las leyes ponderales relacionan las masas de las sustancias que intervienen en las reacciones y relacionan las cantidades de átomos en una sustancia	1	2	3	4	5
3	Acepto que la afirmación "cuando se combinan elementos para formar un compuesto, lo hacen en una relación específica (constante) de sus masas", es una ley ponderal	1	2	3	4	5
4	puedo encontrar coeficientes que balancean correctamente ecuaciones químicas planteando sistemas de ecuaciones lineales con una o más incógnitas	1	2	3	4	5
5	Considero que en las prácticas de laboratorio, que incluyen reacciones químicas, es muy importante conocer las cantidades utilizadas, de cada uno de los reactivos	1	2	3	4	5
6	Desarrollo mis propios algoritmos para balancear ecuaciones químicas	1	2	3	4	5
7	Leí o escuche la palabra Mol, en mis consultas bibliográficas y en mis clases de química	1	2	3	4	5
8	Si en una reacción química la masa total de los reactivos es diferente a la masa total de los productos, puedo explicar por qué.	1	2	3	4	5
9	Puedo realizar conversiones usando regla de tres	1	2	3	4	5
10	Es difícil hacer transposición de términos, que me permitan despejar una incógnita dentro de una fórmula y hallar el valor desconocido	1	2	3	4	5
11	No conozco métodos para resolver ecuaciones lineales de primer grado con una o más incógnitas	1	2	3	4	5
12	La palabra "Mol", es una expresión abreviada de la palabra <i>Molécula</i>	1	2	3	4	5

15	Para comprobar hipótesis, puedo diseñar guías de laboratorio completamente estructuradas, que incluyan: título, objetivos, procedimiento, materiales y reactivos.	1	2	3	4	5
19	El concepto de Mol hace referencia a cantidad de sustancia con partículas que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones....	1	2	3	4	5

13	Los coeficientes colocados balancean correctamente la reacción $\boxed{2} \text{H}_2\text{SO}_4 + \boxed{} \text{Na(OH)} \Rightarrow \text{Na} \boxed{+1} (\text{SO}_4)^{-2} + 2\text{H}_2\text{O} \quad \boxed{}$	SI	NO
14	Conozco la diferencia entre números reales y números enteros	SI	NO
16	No pude pesar todos y cada uno de los animales de mi granja, en ella hay tres gallos que pesan 9 kilos. Al colocar en la balanza, un gato y un gallo pesan 14 kilos. Mi caballo preferido menos el gato, pesa 150 kilos. ¿Puedes ayudarme? Por favor calcula cuanto será la suma de los pesos de estos tres animales: caballo (c), gato (g), y gallo (Ga). $\boxed{C + g + Ga =}$	SI	NO
17	Se hallaron las siguientes relaciones: 3 cantidades de carbono(C) pesan 48 gramos, 2 cantidades de Carbono pesan lo mismo que una cantidad de Magnesio (Mg), 4 cantidades de Carbono pesan lo mismo que 3 cantidades de Oxígeno (O). Con la información anterior puedo plantear ecuaciones algebraicas y determinar cuántos gramos pesa 1 cantidad de cada uno de los referidos elementos químicos. Por favor escribe las ecuaciones en el espacio disponible $\boxed{}$	SI	NO
18	Si resto un número negativo a otro número negativo el resultado es un número positivo, porque la ley de signos expresa que $(-)(-) = (+)$	SI	NO
20	Para calcular la cantidad de producto formado, en una reacción, utilizo la herramienta matemática llamada factor de conversión	SI	NO

Nota: las preguntas 13,14,16,17 18 y 20, se analizan bajo las opciones SI / NO, en el entendido que no deben generar ambigüedades, u opciones intermedias. Modificación sugerida por el juicio de expertos.

Anexo 5. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. GUÍA 1.1



COLEGIO “CARLOS ARTURO TORRES I.E.D.”



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co
Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Guía 1.1” viaje al país de los símbolos”

Objetivo:

- Adquirir prerrequisitos conceptuales para resolver asertivamente problemas de estequiometría
- Utilizar los sistemas matemáticos de símbolos que ayudan a interpretar los sistemas químicos de símbolos.
- Identificar el desarrollo histórico y epistemológico de los símbolos matemáticos y químicos.

Herramientas matemáticas: las cuatro operaciones aritméticas, transposición de términos, álgebra, métodos para solucionar ecuaciones lineales de primer grado, fraccionarios, ley de signos. Redondeo de cifras. Propiedades de los exponentes.

Conceptos matemáticos: número, símbolo, cantidad, exponentes, logaritmos, conjuntos de números

Conceptos químicos: estequiometría, reacción química, balanceo de reacciones, número atómico, partículas subatómicas, nivel molar, nivel molecular, nivel simbólico, nomenclatura.

Desarrollo de temas

Las matemáticas influyen en múltiples aspectos de la vida y se relaciona con otras ciencias como una herramienta útil para representar situaciones y resolver problemas. El pensamiento matemático se diversifica en pensamiento numérico, espacial, variacional y aleatorio. En esta diversidad de pensamiento matemático merece mención especial el concepto de número, la teoría de conjuntos y el álgebra.

Concepto de número: el número es la representación simbólica, física o escrita de la cantidad. El conteo se inicia hace aprox. 30000 años en zonas del medio oriente y Egipto, para ello se utilizaban piedras y marcas en pedazos de hueso. Los sistemas numéricos eran aditivos, posicionales o mixtos. Los conteos podían ser decimales (egipcio y romano, se establece a partir del 10), dodecimales (con base en el 20- sistema numérico azteca y maya), hexadecimales (la base es 60 unidades- desarrollado por los babilónicos).

Hacia el año 2000 a.c. se extiende el sistema posicional, ejecutado por los indios, mayas, los chinos y los babilónicos (hexadecimal- 60). Además de contar, el número sirve para clasificar o medir magnitudes, en estos casos irá acompañado de la unidad en que se mide la magnitud. Ejemplos: 10 m, 35,5 Kg, 60 s, 3 A (amperios), 273,16 K, 2 moles, 683cd (candelas)

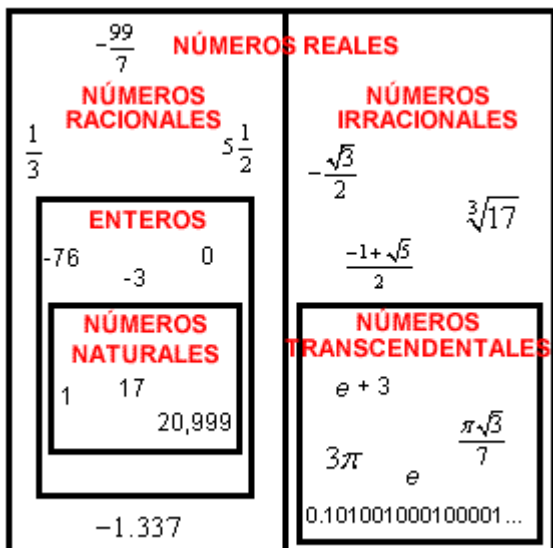
EGIPCIOS	I	II	III	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	IIII	∩	e	⌘
BABILÓNICOS	Y	YY	YYY	YYYY	YYYY	YYYY	YYYY	YYYY	YYYY	◁		
ROMANOS (primitivos)	I	II	III	IIII	V	VI	VII	VIII	IX	X	C	CI
CHINOS	一	二	三	四	五	六	七	八	九	十	百	千
INDOSTANOS	२	३	४	५	६	७	८	९	१०	१००	१०००	
MAYAS	•	••	•••	••••	—	—•	—••	—•••	—••••	=	—	—
ARÁBIGOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	100	1000

Escribe estos números en números romanos y egipcios

1250

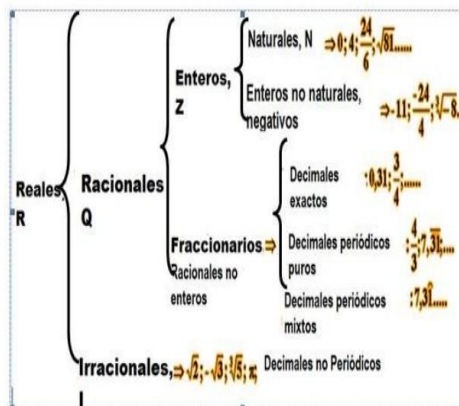
530

Conjunto de números: números naturales (0, 1,2, 3...), números enteros(los naturales más los negativos), números racionales (división entre enteros), reales (decimales que no son racionales) y números complejos, números trascendentales (π e)



Los Números Reales

Esquema de clasificación de los números Reales



Álgebra: El álgebra conforma una de las grandes áreas de las matemáticas, junto a la teoría de números, la geometría y el análisis. La palabra «álgebra» proviene del vocablo árabe الجبر *al-yabar* que se traduce como 'restauración' o reintegración'. Puede considerarse al álgebra como el arte de hacer cálculos del mismo modo que en aritmética, pero con objetos matemáticos *no-numéricos*. El álgebra uso símbolos o letras (incógnitas o variables) y números (coeficientes), establece ecuaciones o sistemas de ecuaciones para representar situaciones problema, y con diferentes métodos determina los valores numéricos de las incógnitas o variables. Ejemplo: el triple de un número es 6, ¿cuál es ese número?

Se resuelve

$$3X = 6: X = 6 / 3 : X = 2$$

Operaciones mentales matemáticas: clasificar, seriar

Operaciones mentales en el conocimiento declarativo: repetir, memorizar, mecanizar.

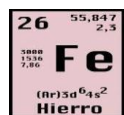
Operaciones mentales en el conocimiento funcional: relacionar, explicar, analizar, formular hipótesis.

Conceptos Químicos:

Leyes ponderales: Ley de Lavoisier (conservación de la masa), ley de Proust (proporciones constantes), ley de Dalton (proporciones múltiples)



Símbolos químicos:



Otros conceptos: número atómico (Z), numero masa(A), numero de oxidación (#ox, +, -, 0), coeficiente estequiométrico, subíndice, modelo atómico, teoría atómica

Algunas preguntas preliminares:

Qué cantidad de electrones adicionados o sustraídos, respecto del estado neutro, presentan los átomos de los siguientes elementos, $_{17}\text{Cl}^{-1}$, C^{+4} , N^{-3} ? ¿Qué proceso mental realiza para responder la pregunta, que operaciones matemáticas utilizó, que herramientas matemáticas utilizó.

Compare las ventajas y desventajas del sistema egipcio contra el romano, el egipcio contra el actual o arábigo y el romano contra el actual, emplearía el romano en algunos casos, conoce algunos casos de la utilización de esos sistemas de numeración en química, que sistemas de numeración y que conjuntos de números se utilizan en química.

Preguntas orientadoras: ¿qué tema de química fue difícil de aprender, que tema de matemática fue difícil de aprender, porque fue difícil aprender ese tema?

Cambio del registro de representación.

Modelo de resolución en tres etapas.

El Carbono y el Hidrogeno pueden formar dos compuestos. El primer compuesto formado por una masa de Carbono y cuatro masas de Hidrogeno pesa 64 gr. El segundo compuesto está formado por dos masas de Carbono y seis masas de Hidrogeno pesa 120 gr. Por favor calcula las masas de cada elemento participante.

1. Etapa Representación:

$$\text{Carbono} = x \qquad \text{Hidrogeno} = y$$

2. Etapa Conversión:
 Primer compuesto $x + 4y = 64$
 Segundo compuesto $2x + 6y = 120$

3. Etapa Resolución

3.1. Método de sustitución

$$x = 64 - 4y$$

$$2(64 - 4y) + 6y = 120$$

$$128 - 8y + 6y = 120$$

$$-2y = 120 - 128$$

$$-2y = -8$$

$$y = \frac{01}{02} = 4$$

$$x = 64 - 4(4)$$

$$x = 64 - 16 = 48$$

Método de igualación

$$x + 4y = 64 \quad (* -2)$$

$$2x + 6y = 120$$

$$-2x - 8y = -128$$

$$\underline{2x + 6y = 120}$$

$$-2y = -8$$

$$y = \frac{01}{02} = 4$$

$$x = 64 - 4(4)$$

$$x = 64 - 16 = 48$$

R/ La masa de Carbono es 48 gr y la de Hidrogeno es 4 gr.

Anexo 6. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.1.



COLEGIO “CARLOS ARTURO TORRES I.E.D.”



Resolución de aprobación nº 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / nit 800179768-9 / e-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Nivel 1 “viaje al país de los símbolos”

Taller 1.1

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Sede _____ Jornada _____ Grado _____ fecha _____

DATOS DEL ESTUDIANTE

Género: Masculino ___ Femenino ___ Edad (años cumplidos) _____ Estrato _____
 nombre _____

Estimado estudiante, responda por favor cada una de las preguntas, marque la opción que mejor representa su actuar, su sentir o su pensar. No hay respuestas buenas o malas, lo importante es conocerse a sí mismo y proponerse mejorar. Esta actividad es parte de su proceso para avanzar intelectual y emocionalmente.

Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí.
- 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí.
- 3- Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces.
- 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí.
- 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí.

ítem	Enunciado	1	2	3	4	5
1	La operación de restar en química puede ser diferente a restar en matemática	1	2	3	4	5
2	en los símbolos que utilizamos para representar los números predominan los símbolos heredados de la cultura Hindú	1	2	3	4	5
3	matemática y química deben aprenderse por separado	1	2	3	4	5
4	el origen y la imagen de los numéricos dependen de la particular cultura en que se desarrollaron	1	2	3	4	5

5	Los sistemas de números y los símbolos químicos tienen un patrón lógico	1	2	3	4	5
6	La secuencia lógica en la evolución de los conjuntos de números es: enteros, naturales, racionales, reales.	1	2	3	4	5
7	Los números inicialmente se usaron para realizar operaciones matemáticas y luego para representar cantidades	1	2	3	4	5

8. Puedo completar el cuadro

	Símbolo antiguo	planeta	Símbolo químico actual
Hierro			
Hidrogeno			
Oxigeno			
Azufre			

9. propongo y desarrollo un sistema matemático de símbolos que no sea decimal, ni dodecimal, ni hexadecimal.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0							

10. propongo y desarrollo un sistema químico de símbolos para los elementos hidrogeno, oxigeno, azufre, hierro y represento las moléculas de ácido sulfúrico, hidróxido férrico y sulfato ferroso. Utiliza tu sistema matemático de símbolos para asignar coeficientes y subíndices.

sustancia	Símbolo/formula
Hidrogeno	
Oxigeno	
Azufre	
Hierro	
ácido sulfúrico	
Hidróxido férrico	
Sulfato ferroso	

Anexo 7. NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.2.



COLEGIO “CARLOS ARTURO TORRES I.E.D.”



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b no. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Nivel 1 “Viaje al país de los símbolos”

Taller 1.2

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Objetivos: relacionar los Sistema matemáticos de símbolos-SMS y los sistemas químicos de símbolos-SQS

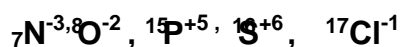
NOMBRES _____

1.Cuál es el resultado de

$$10 + 3 = \underline{\quad\quad} \quad 10 + (-3) = \underline{\quad\quad} \quad (-10) - (-3) = \underline{\quad\quad}$$

$$10 - 3 = \underline{\quad\quad} \quad 10 - (-3) = \underline{\quad\quad} \quad (-10) - (-3) = \underline{\quad\quad}$$

2. ¿De los siguientes elementos químicos, opine si gano o perdió electrones y luego cuantos gano, o cuantos perdió, Y con cuantos quedo?



3. No pude pesar todos y cada uno de los animales de mi granja, en ella hay tres gallos que pesan doce kilos. Al colocar en la balanza, un gato y un gallo pesan 14 kilos. Mi caballo preferido menos el gato pesan 152 kilos. Puedes ayudarme por favor, calcula cuanto será la suma de los pesos de estos tres animales: caballo, gato, y gallo.

4. Al colocar un gato y un conejo en una balanza entre los dos pesan 10K, Si luego en la misma balanza se pesa al mismo conejo con un perro entre los

dos pesan 20K. cuando coloca al perro y al gato pesan 24 kilos. si están los tres, es decir, si peso al mismo tiempo al gato al conejo y al perro, ¿cuánto pesaran?

5. Carlos y Oscar son hermanos, la edad de Carlos más la edad de Oscar suman 28 años, el doble de la edad de Oscar más la edad de Carlos es 44 años, qué edad tiene cada uno?
 6. Si $X = 2Y$, $2Z = Y$, $X = 4$, ¿Cuánto vale cada una de las otras incógnitas?
 7. El Carbono y el Oxígeno forman dos compuestos, el primer compuesto que está formado por una cantidad de Carbono y una cantidad de Oxígeno pesa 28 gramos, el segundo compuesto formado por una cantidad de Carbono y dos cantidades de Oxígeno pesa 44 gramos, ¿con cuántos gramos hay de Carbono y cuántos de oxígeno en cada uno de los compuestos?
-

8. El azufre y el oxígeno forman dos compuestos **SO₂** y **SO₃** el primer compuesto pesa 80g y el segundo compuesto pesa 64g, ¿cuánto pesa el azufre?
-
-

9. Por favor balancee $\underline{\quad} \text{K} + \underline{\quad} \text{O}_2 \Rightarrow \underline{\quad} \text{K}_2\text{O}$
-
-
-
-
-

10. Por favor balancee $\underline{\quad} \text{Fe} + \underline{\quad} \text{O}_2 \Rightarrow \underline{\quad} \text{Fe}_2\text{O}_3$
-

Anexo 8.NIVEL 1. “VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS”. TALLER 1.3.



CARLOS ARTURO TORRES I.E.D.”



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co
DIRECCIÓN: Transversal 72 B N 44 C-19 SUR / TELÉFONO: 2043143 – 7410946 -

2707409

Nivel 1 “Viaje al país de los símbolos”

Taller 1.3

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Nombre de la institución _____

Sede _____ Jornada _____ Grado _____ fecha _____

DATOS DEL ESTUDIANTE

nombre _____

Objetivo: medir el avance en el planteamiento y resolución de sistemas de ecuaciones lineales

1. Susana y carolina son hermanas, tres veces la edad de carolina más la edad de Susana es igual a 40 años, dos veces la edad de carolina más la edad de Susana es igual a 32 años, qué edad tiene cada una.

1. Representación _____

2. Conversión _____

3. Resolución _____

2. El azufre y el oxígeno pueden formar dos compuestos. El primer compuesto formado por tres masas de oxígeno y una masa de azufre, pesa 160 gramos. El segundo compuesto formado por una masa de azufre, más dos masas de oxígeno,

pesa 128 gramos. ¿Cuánta masa de oxígeno y cuanta masa de azufre está participando en cada compuesto?

1. Representación _____

2. Conversión _____

3. Resolución _____

3. El Oxígeno y el Cloro pueden formar dos compuestos. El primer compuesto formado por dos masas de Cloro y siete masas de Oxígeno, pesa 91,5 gramos. El segundo compuesto formado por cinco masas de Oxígeno y dos masas de Cloro pesa 75,5 gramos. Por favor calcula las masas de cada elemento químico participante.

1. Representación _____

2. Conversión _____

3. Resolución _____

4. El Hierro y el Oxígeno forman dos óxidos, el óxido más simple que contiene una cantidad de Oxígeno y una cantidad de Hierro, pesa 143,7 gramos. El otro óxido contiene dos cantidades de Hierro y tres cantidades de Oxígeno, y pesa 319,4 gramos. Por favor calcula la masa en gramos de Oxígeno y de Hierro.

1. Representación _____

2. Conversión _____

3. Resolución _____

Anexo 9. NIVEL 1. "VIAJE AL PAÍS DE LOS SÍMBOLOS". TALLER 1.4.



CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Nivel 1 "Viaje al país de los símbolos"

Taller 1.4

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Nombre de la institución _____

Sede _____ Jornada _____ Grado _____ fecha _____

DATOS DEL ESTUDIANTE

nombre _____

Dos preguntas adicionales

5. El Oxígeno y el Cloro pueden formar dos compuestos. El primer compuesto formado por dos masas de Cloro y siete masas de Oxígeno, pesa 22.88 gramos. El segundo compuesto formado por cinco masas de Oxígeno y dos masas de Cloro pesa 18.88 gramos. Por favor calcula las masas de cada elemento químico participante.

4. Representación _____

5. Conversión _____

6. Resolución _____

6. El Hierro y el Oxígeno forman dos óxidos, el óxido más simple que contiene una cantidad de Oxígeno y una cantidad de Hierro, pesa 35.9 gramos. El otro óxido contiene dos cantidades de Hierro y tres cantidades de Oxígeno, y pesa 79.85 gramos. Por favor calcula la masa en gramos de Oxígeno y de Hierro.

4. Representación_____

5. Conversión_____

6. Resolución_____

Anexo 10. NIVEL 2. GUÍA 2.1 BALANCEO DE ECUACIONES, POR EL MÉTODO ALGEBRAICO



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

DIRECCIÓN: Transversal 72 B N 44 C-19 SUR / TELÉFONO: 2043143 – 7410946 - 2707409

Guía 2.1 Balanceo de ecuaciones, por el método algebraico

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

NOMBRES _____

CURSO _____ **FECHA** _____

Este método te permite una visión global de la ecuación química. Después de plantear y desarrollar las ecuaciones, se obtienen, con toda exactitud, los coeficientes que balancean correctamente la ecuación química. Se opera según la función química inorgánica

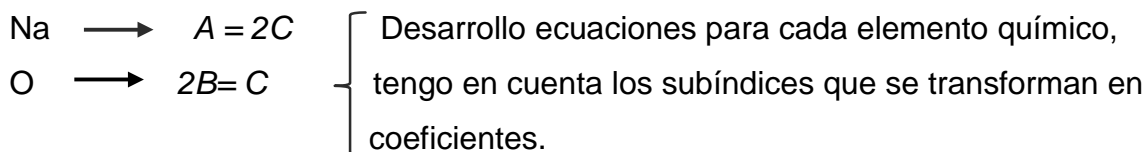
Óxidos.

Situación 2.1 Procedimiento estándar.

(2.1.1 etapa representación)



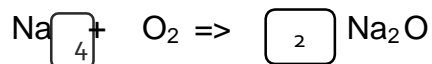
(2.1.2 etapa conversión)



(2.1.3 etapa resolución)

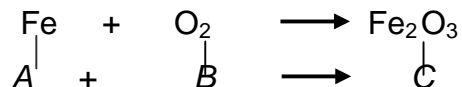
$A=2(2B)$, $A=4B$ Resuelvo el sistema por sustitución, y asumo los coeficientes de la última expresión, para reemplazar en la ecuación general.
 $A=4$, $B=1$, $C=2$

La ecuación balanceada queda así:

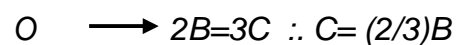
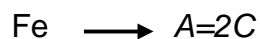


Situación 2.2

Representación



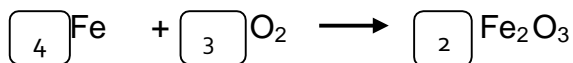
Conversión



Resolución

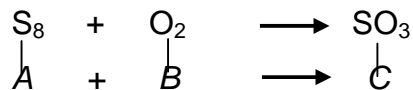
$$\left\{ \begin{array}{l} A=2(2/3)B \\ 3A=4B \therefore A=4, B=3, C=2 \end{array} \right.$$

La ecuación balanceada queda así:

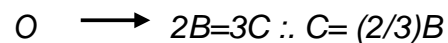


Situación 2.3

Representación



Conversión

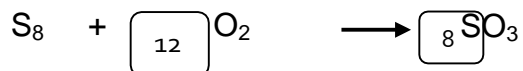


Resolución

$$\left\{ \begin{array}{l} 8A=(2/3)B \\ 24A=2B \end{array} \right.$$

$$12A = B \therefore B=12, A=1, \text{ y } C=8$$

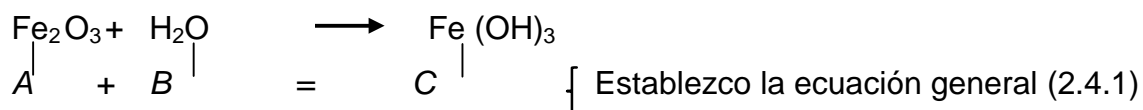
La ecuación balanceada queda así:



Hidróxidos

Situación 2.4 procedimiento estándar

Representación



Conversión

$$\text{Fe} \longrightarrow 2A = 3C$$

$$\text{O} \longrightarrow 3A + B = 3C^*$$

$$\text{H} \longrightarrow 2B = 3C \therefore C = 2/3B$$

Desarrollo ecuaciones para cada elemento químico, tengo en cuenta los subíndices que se transforman en coeficientes (2.4.2)

Resolución

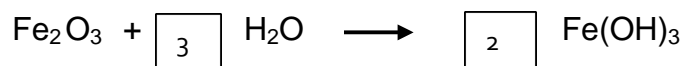
$$3A + B = 3(2/3B)^*$$

Resuelvo el sistema por sustitución, para asignar valores a las incógnitas, asumo los coeficientes de la última expresión, y reemplazo en la ecuación general

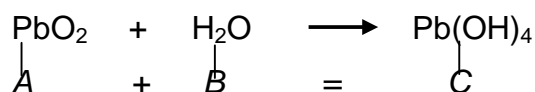
$$3A + B = 2B$$

$$3A = B \therefore A = 1, B = 3, C = 2$$

La ecuación balanceada queda así:



Situación 2.5



$$\text{Pb} \longrightarrow A=C$$

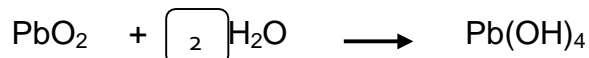
$$\text{O} \longrightarrow 2A + B = 4C$$

$$\text{H} \longrightarrow 2B=4C \therefore B=2C$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 2A + 2C = 4C \\ 2A = 2C \end{array} \right.$$

$$A = C \therefore A=1, C=1, B=2$$

La ecuación balanceada queda así:



•otra ruta....2H. $X = 4H \therefore X = 4H/2H \therefore X=2$, este es el coeficiente para balancear el Hidrógeno.

Sales.

Procedimiento estándar: Se procede de manera similar a los procedimientos anteriores. En el paso 3, se resuelve el sistema por igualación.

Situación 2.6

$$\begin{array}{c} 3_2 4_5 6 + 7_8 (5_3) 5 \rightarrow 7_8 2_4 (4_5 6) + 3_2 5 \\ a + b = c + d \end{array}$$

$$3 \rightarrow 2 < + 5 = = 2 >$$

$$4 = = / 2$$

$$\frac{2}{2} = @ ;$$

$$= = 2 < = 5$$

$$4 \rightarrow < = 5A^* \quad 4 = \frac{<}{5} \quad 5 = 2< \quad A = 1 > = 10$$

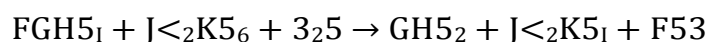
$$5 \rightarrow 3< + 5 = 15A + >$$

$$78 \rightarrow = = 2A^*$$

$$C/E \ 53_2 45_6 + 278(53) \rightarrow 782 \ 45_6 ;) + 103_2 5$$

Reacciones de óxido-reducción

Situación 2.7, se resuelve aplicando el procedimiento estándar, se escogen las incógnitas en las ecuaciones más sencillas y se resuelve por sustitución, en la ecuación de mayor extensión.



$$a + b + c = d + e + f$$

$$F \rightarrow < = L$$

$$GH \rightarrow < = >$$

$$5 \rightarrow 4< + 3 = + A = 2> + 4M + L$$

$$J< \rightarrow 2 = = 2M$$

$$4< + 3M + A = 2< + 4M + < \quad = = 3$$

$$4< + 3M + \frac{A}{2} = 2< + 4M + < \quad A = 1$$

$$< \left(4 + \frac{N}{2} - 2 - 1 \right) M \ 4 \ 3 \)$$

$$< \left(\frac{6}{2} \right) = M$$

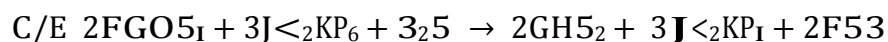
$$> = 2$$

$$L = 2$$

$$K \rightarrow = = M$$

$$3< = 2M. \therefore a = 2 ; e = 3$$

$$3 \rightarrow 2A = L$$



Estimado estudiante, complementa tus conocimientos con las siguientes consultas:

*investiga y define las leyes ponderales de Lavoisier, Proust, Dalton y Richter.

*investiga cuatro métodos para resolver sistemas de ecuaciones lineales de primer orden con una o dos incógnitas, presenta dos ejemplos de cada método.

Anexo 11. NIVEL 2. Taller 2.1 BALANCEO DE ECUACIONES, POR EL MÉTODO ALGEBRAICO



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co
 DIRECCIÓN: Transversal 72 B N 44 C-19 SUR / TELÉFONO: 2043143 – 7410946 - 2707409

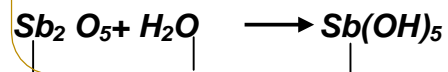
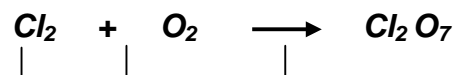
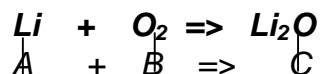
Nivel 2. "ahora estas en la revolución francesa, balancea sin perder cabeza"

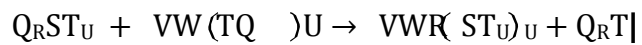
Taller 2.1 balanceo por el método algebraico.

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

NOMBRES _____

CURSO _____ FECHA _____



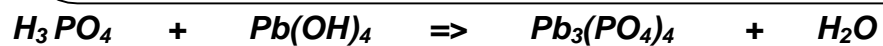


A

B

C

D



ESCRIBE UN ALGORITMO PARA RESOLVER LOS EJERCICIOS

Anexo12. NIVEL 3. GUÍA 3.2”VIAJEMOS A ARABIA Y SALUDEMOS A MALBA TAHAM”



COLEGIO “CARLOS ARTURO TORRES I.E.D.”



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b No. 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Guía 3.1 “viajemos a arabia y saludemos a MalbaTaham”

Objetivos:

Presentar la evolución histórica y epistemológica del concepto de Mol

Aportar insumos para la comprensión del concepto de Mol y Estequiometría

1. Concepto de Mol y cantidad de sustancia

1.1 Historia y evolución del concepto

El fisicoquímico alemán Wilhelm Ostwald (1853-1932), indica en sus libros publicados entre 1900 y 1910 que, el “peso normal o molecular de una sustancia expresado en gramos se debe llamar a partir de ahora *Mol*”. Lo anterior implica dar al Mol la identificación con las magnitudes de *masa o peso*, cuestión que quedó plasmada en la mente de los profesores durante décadas. Ostwald también introduce, en sus textos, el término ‘cantidad de sustancia’, pero siempre referido a masas o relación de masas.

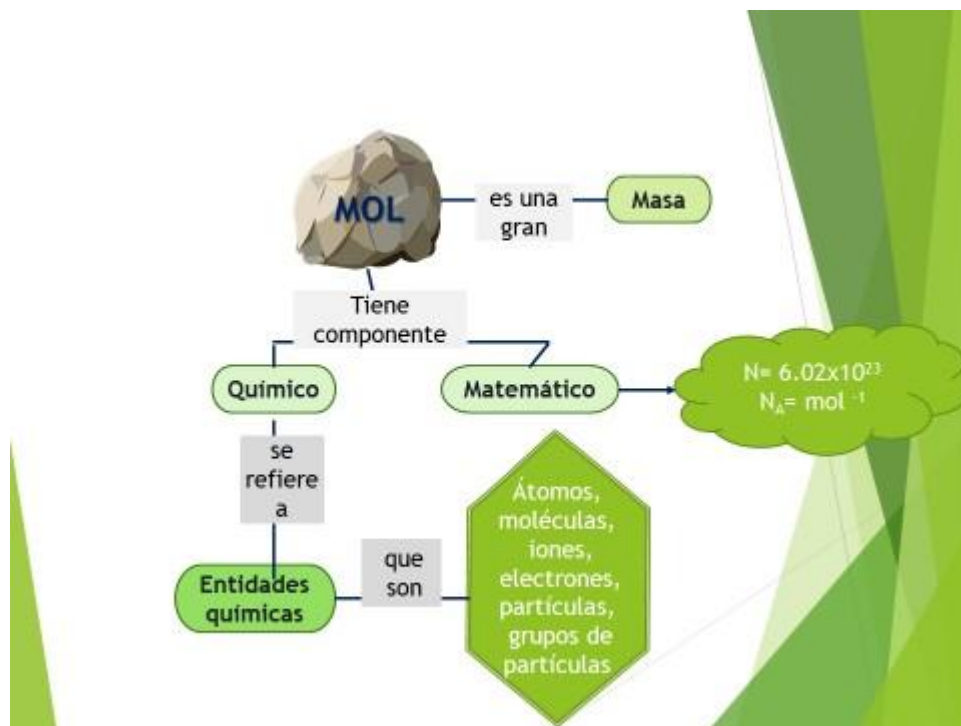
En 1957 se propuso al ^{12}C como patrón de la escala de masas atómicas y fue aceptado tanto por físicos como por químicos.

El Mol se define hoy (Guggenheim, 1961; McGlashan, 1971) como “la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kg de carbono-12. Cuando se usa el Mol, las entidades elementales deben ser especificadas, pudiendo ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas o grupos específicos de tales partículas”

Adicionalmente definimos como *Entidad Elemental*: “Cualquier objeto submicroscópico, pero usualmente un átomo, ion, molécula o un grupo especificado de átomos”.

La cantidad de sustancia o cantidad química es una magnitud física extensiva que, permite visualizar la materia desde el punto de vista macroscópico, y adentrarse en la visualización microscópica, porque relaciona directamente la cantidad de entidades elementales, con la masa en gramos que, es una propiedad de la materia de uso más cotidiano. Así como el gramo es una unidad de medida de la masa, el Mol es una unidad de medida de la cantidad de sustancia. El Mol equivale a 6.02×10^{23} entidades elementales, en este sentido tiene un valor numérico único, pero referido a su equivalente en masa de cada elemento químico o compuesto, adquiere un valor cada vez diferente, por ejemplo, la masa en

gramos de un Mol de Carbono pesa 12 gramos, pero la masa en gramos de un Mol de Oxígeno pesa 16 gramos, etc.



2. Estequiometría

La estequiometría fue desarrollada como una manera de **cuantificar** las masas de las entidades químicas que se combinan en una reacción química. Richter encontró que las proporciones de las masas de los reactivos eran constantes (Garritz, 2011).



La estequiometría del griego *stoicheion* (elemento) y *metrón* (medida) fue desarrollada por el investigador alemán Jeremías Benjamín Richter (1762-1807)

A la estequiometría le son inherentes los prerequisites conceptuales como: Mol, masa atómica, balanceo de ecuaciones químicas, leyes ponderales, abordados en guías y talleres de las actividades de enseñanza-aprendizaje de los niveles anteriores

Anexo 13 NIVEL 3. Taller 3.1. LABORATORIO DE FORMACIÓN DE SALES



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b n 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Nivel 3 "si en el laboratorio sales quieres formar, las leyes ponderales debes aplicar,"

Taller3.1 laboratorio Formación de sales.

Elaborado por: Azael Sinisterra OrobioOrobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

estudiante _____

1. Objetivos

1.1 Aplicar el concepto de estequiometría en la reacción de formación de sulfato de potasio.

1.2 Avanzar en el nivel de comprensión de las relaciones cuantitativas, entre las sustancias participantes de una reacción química.

1.3 Relacionar el concepto matemático de pendiente de la recta con el concepto de proporcionalidad en estequiometría.

2. Fundamento teórico:

Se consultarán y socializarán los conceptos de estequiometría, mol, cantidad de sustancia, sistema de unidades, pendiente de la recta, ecuación de la recta.

3. Procedimiento.

Preparar 200 ml de solución de ácido sulfúrico 1:10, a partir del reactivo concentrado (98 %m/m).

Preparar 100 ml de solución de hidróxido de potasio, de concentración 22.4% m/v.

Realizar las mezclas indicadas en la tabla 3.1, evaporar el líquido, enfriar y pesar la sal.

Tabla 3.1 ensayos realizados

prueba	ml de solución de hidróxido de potasio	ml de solución de ácido sulfúrico
1	5	3
2	5	4
3	5	5
4	5	6
5	5	7

4. Material utilizado. En el espacio correspondiente, Escribe el material utilizado durante la práctica.

Tabla 3.2 material utilizado

5. Datos. Completa la tabla 3.3 de acuerdo a los gramos de sal obtenidos.

Tabla 3.3 masa de sal

prueba	Gramos de ácido	Gramos de sal formada
2	0.6	
3	0.8	
4	1.0	
5	1.2	
6	1.4	

6. cálculos

Graficar en papel milimetrado, la masa en gramos de ácido sulfúrico (eje horizontal), contra la masa en gramos de sal formada (eje vertical). Determinar la pendiente de la recta. Anexa tu grafica a esta guía.

Conclusiones

A partir de la pendiente de la recta obtenida, escribe tus conclusiones, acerca de las relaciones en masa, y la proporcionalidad que se puede establecer, entre cantidad de ácido sulfúrico utilizado y cantidad de sal formada.

Conclusión 1

conclusión 2

conclusión 3

Bibliografía Recomendada

Alemán, M. E. H. (2006). *El concepto de número* (Doctoral dissertation, UPN-162).

Aldana, J.W. (2011). *Estrategia de aula para generar el aprendizaje significativo del concepto de Mol y desarrollar habilidades de pensamiento para la solución de problemas en química*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia

Taham, M., & Sáez, F. (1972). *El hombre que calculaba*. Verón Editor.

Baldor, A. (1996). *Álgebra*, México, Ed.

<https://matemovil.com/pendiente-de-una-recta-ejercicios-resueltos/>

Anexo 14. NIVEL 4. GUÍA 4.1 PROPORCIONALIDAD, CONVERSIÓN Y HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES
Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002
DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: colcarlosarturot8@redp.edu.co
DIRECCIÓN: Transversal 72 B N 44 C-19 SUR / TELÉFONO: 2043143 – 7410946 - 2707409

NIVEL 4

Guía 4.1

Herramientas matemáticas: regla de tres, factores de conversión, razones y proporciones.

Cuál es la Masa en gramos de 1 docena de frijol

Base de cálculo: 1 frijol = 1.0518 gramos
1 docena = 12 unidades

*Por regla de tres

1.-Planteamiento

$$P-1 \left[\begin{array}{l} 1 \text{ frijol} \longrightarrow 1.0518 \text{ g} \\ 12 \text{ frijoles} \longrightarrow x \end{array} \right.$$

2.- Proceso

$$P-2 \left[\begin{array}{l} X * Y Z[\backslash]^_ = YR Z[\backslash]^_W * Y. bcYde \\ X = \frac{YR Z[\backslash]^_W * Y. bcYde}{Y Z[\backslash]^_} = \\ \left[! = 12,6216 \text{ g} \right. \end{array} \right.$$

3.- Respuesta

$$P-3 \left[12 \text{ frijoles pesan } 12,6212 \text{ g} \right.$$

Masa en gramos de 0,0005 docenas de frijoles

Equivalencias 1 frijol pesa 1.0518 gramos: 1F = 1.0518 g
 1 docena contiene 12 unidades
 1 docena = 12 unidades

*Por regla de tres, primera parte

1.-planteamiento

P-1 $\left[\begin{array}{l} 1 \text{ docena} \longrightarrow 12 \text{ unidades} \\ 0,0005 \text{ docenas} \longrightarrow x \text{ unidades} \end{array} \right.$

2.-proceso

P-2 $\left[\begin{array}{l} ! * 1 >PAMH< = 0,0005 >PAMH<h * 12 iH8><>Mh \\ ! = \frac{b,bbbc j^kwl^m * YR n1\|mjW^}{Y j^kwl^m} \end{array} \right.$

3.-Respuesta

P-3 $\left[\begin{array}{l} ! = 0,006 iH8><>Mh = 0,006 Lo8pPqMh \\ \text{en } 0,0005 \text{ docenas hay } 0,006 \text{ frijoles} \end{array} \right.$

Segunda parte, masa en gramos de 0,006 frijoles

P-1 $\left[\begin{array}{l} 1 F \longrightarrow 1.0518 \text{ g} \\ 0,006 F \longrightarrow x \text{ gramos} \end{array} \right.$

P-2 $\left[\begin{array}{l} ! * 1 r = 0,006 r * 1.0518 \text{ g} \\ ! = \frac{b,bbbsY^* Y.bYcYde}{Yy^} = \\ ! = 0,0063 \text{ g} \end{array} \right.$

P-3 [0,0005 docenas de frijoles pesan 0,0063 g

*Por razones y proporciones 1 frijol pesa 1.0518 g

$$\frac{\text{tg}}{0,0005 \text{ docenas}}$$

Primera parte

$$P-1 \left[\frac{\text{u V}[\text{]}^{\text{W}}}{\text{b,bbbc j}^{\text{kW}}\text{Im}'} = \frac{\text{YR V}[\text{]}^{\text{W}}}{\text{Y v}^{\text{kW}}\text{Im}}$$

$$P-2 \left[\text{tro8pPqMh} = 0,0005 \text{ wPAMH} < \text{h} * \frac{\text{YR V}[\text{]}^{\text{W}}}{\text{Y v}^{\text{kW}}\text{Im}} = 0,006 \text{ ro8pPqMh}$$

Segunda parte

$$P-1 \left[\frac{\text{u e}}{\text{b,bbbs Z}[\text{]}^{\text{W}}} = \frac{\text{Y.bcYd e}}{\text{Y V}[\text{]}^{\text{W}}}$$

$$P2 \left[\text{tg} = 0,006 \text{ ro8pPqMh} * \frac{\text{Y.bcYd e}}{\text{Y V}[\text{]}^{\text{W}}} = 0,0063 \text{ g}$$

$$P3 \left[0,0005 \text{ Docenas pesan } 0,0063 \text{ gramos}$$

*Por factores de conversión

Cuál es la masa de 0,0005 docenas de frijol

1 docena = 12 frijoles 1 frijol = 1.0518 gramos

$$0 < \text{h} < = \text{b,bbbc j}^{\text{kW}}\text{Im}' * \frac{\text{YR Z}[\text{]}^{\text{W}}}{\text{Y v}^{\text{kW}}\text{Im}} * \frac{\text{Y.bcYd e}}{\text{Y V}[\text{]}^{\text{W}}} = \text{b,bbbsU e}$$

0,0005 Docenas de frijol pesan 0,0063 gramos

Anexo 15. NIVEL 4. Taller 4.1.Laboratorio: ANALOGIA PARA CONTAR UNIDADES



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."



Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DANE 11100111324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coldicarlosarturot8@redp.edu.co

Dirección: transversal 72 b n 44 c-19 sur / teléfono: 2043143 – 7410946 - 2707409

Nivel 4 "viajemos a arabia y saludemos a MalbaTaham"

Guía 4.1 practica de laboratorio. Analogía para contar unidades.

Elaborado por: Azael Sinisterra OrobioOrobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

estudiante _____

1. Objetivos

- 1.1 establecer relaciones entre la cantidad de partículas y su masa en gramos.
- 1.2 construir equivalencias entre cantidad de partículas y su masa en gramos.
- 1.3 justificar la necesidad de utilizar la unidad Mol, en las relaciones estequiométricas.

2. Fundamento teórico:

Se consultarán y socializarán los conceptos de estequiometría, Mol, cantidad de sustancia, sistema de unidades.

3. Procedimiento.

Contar 100 granos de la leguminosa y pesarlos.

Contar 100 cristales de azúcar y pesarlos.

Realizar los ensayos por triplicado y calcular los promedios, de las masas (g) obtenidas

Tabla 3.1 ensayos realizados

ensayo	100 unidades	Masa(g)	Masa promedio(g)
1	frijol		
2	lenteja		
3	arroz		

4	Cristales de azúcar		

4. Material utilizado. En el espacio correspondiente, Escribe el material utilizado durante la práctica.

Tabla 3.2 material utilizado

5. cálculos

con los datos obtenidos realiza los cálculos pertinentes para completar la tabla 3.3

6. resultados. Completa la tabla 3.3 de acuerdo a los cálculos realizados.

Tabla 3.3

ensayo	muestra	#g /unidad	#unidades/g
1	frijol		
2	lenteja		
3	arroz		
4	Cristales de azúcar		

Conclusiones

A partir de las dificultades, para realizar el conteo de partículas que, son cada vez más pequeñas, y teniendo en cuenta los objetivos propuestos, escribe tus conclusiones, acerca de las relaciones y equivalencias, que se pueden establecer, entre cantidad de partículas y su masa en gramos.

Conclusión 1

conclusión 2

conclusión 3

Bibliografía Recomendada

Alemán, M. E. H. (2006). *El concepto de número* (Doctoral dissertation, UPN-162).

Aldana, J.W. (2011). *Estrategia de aula para generar el aprendizaje significativo del concepto de Mol y desarrollar habilidades de pensamiento para la solución de problemas en química*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Colombia

Castelán, M., y Hernández, G. (2012). Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. X congreso nacional de investigación.

Furió, C. y padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el Mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales* 17,55-74

Guisado García, A. F. A. (2014). *Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia).

Taham, M., & Sáez, F. (1972). *El hombre que calculaba*. Verón Editor.

Baldor, A. (1996). *Álgebra*, México, Ed.

<https://matemovil.com/pendiente-de-una-recta-ejercicios-resueltos/>

Anexo 16.NIVEL 5.TALLER5.1 FINAL POR PAREJAS



COLEGIO CARLOS ARTURO TORRES IED



Conviviendo y aprendiendo, construimos calidad de vida
"LA EXCELENCIA" un compromiso de todos

Nivel 5. Taller 5.1 final

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Nombres _____

_____ Curso _____

_____ fecha _____

Concepto de Mol y cantidad de sustancia

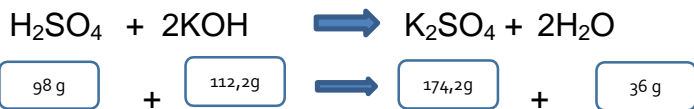
1. Nivel declarativo, pueden utilizar un mapa conceptual.

1.1 Defina con la mayor amplitud y detalle posible el término Mol.

1.2 Defina con la mayor amplitud y detalle posible, el término ESTEQUIOMETRÍA

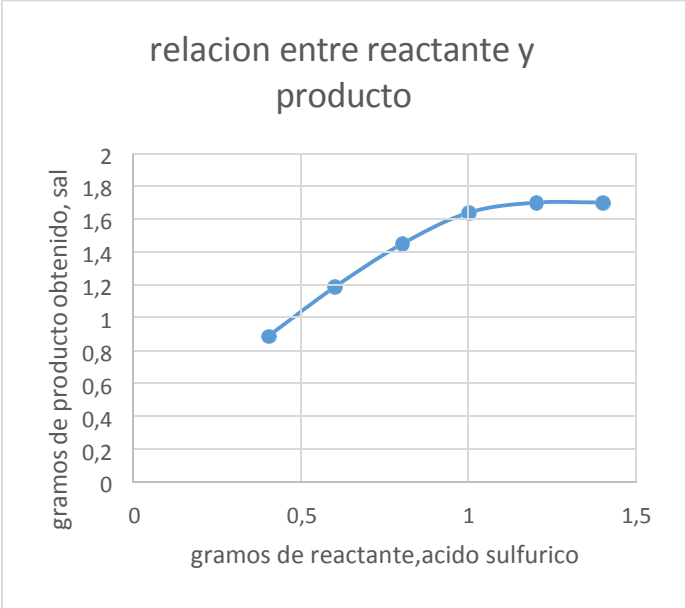
2

2.1 explique desde el punto de vista de cantidad de masa, las relaciones de las sustancias participantes, en la reacción de la práctica de laboratorio “formación de sales”. (Estequiometría)



2.2 explique desde el punto de vista de cantidad de moléculas, o cantidad de partículas, las relaciones de las sustancias participantes, en la reacción de la práctica de laboratorio “formación de sales”- (Estequiometría)

2.3 Teniendo en cuenta la reacción de la práctica de laboratorio “formación de sales”, respecto a la relación entre la sal formada y el ácido aplicado, Que concluye al observar y calcular la pendiente y la zona recta de la gráfica. (Estequiometría)



X g de acido sulfurico	y g de sal formada
0,4	0,9
0,6	1,2
0,8	1,46
1	1,65
1,2	1,71
1,4	1,71

2.4 Cuánta pesa en kilos, un Mol de frijoles?

2.5G

2.6 ¿Necesito 2.785.670 granos de frijol, como hago para comprarlos, si no puedo contarlos rápidamente, instantáneamente? ¿Y de arroz?

Peso del neutrón = $1,675 \times 10^{-24}$ gramos peso del protón = $1,673 \times 10^{-24}$ gramos

- 3 los átomos de Calcio tienen 20 protones y 20 neutrones, halla la masa y la cantidad de sustancia de:

Cantidad	Masa en gramos	Cantidad de sustancia en moles
1 átomo de Ca	.	
6.022×10^{23} átomos de Ca		
7.226×10^{24} átomos de Ca		

Escribe un procedimiento por regla de tres, un procedimiento por razones y proporciones y un procedimiento por factores de conversión, para resolver alguno de los anteriores ejercicios.

Modelo de cálculo.

Regla de tres

Razones y proporciones

Factores de conversión

Anexo 17. NIVEL 5 TALLER 5.2 FINAL INDIVIDUAL



COLEGIO CARLOS ARTURO TORRES

Conviviendo y aprendiendo, construimos calidad de vida
"LA EXCELENCIA" un compromiso de todos

Taller final individual. Tema A

Elaborado por: Azael Sinisterra OrobioOrobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Nombre _____ Curso _____ fecha _____

Palabras clave: cantidad de sustancia, concepto de Mol, estequiometría, leyes ponderales, herramientas matemáticas.

Con base en las guías, las actividades de clase, los anteriores talleres, los laboratorios realizados, y con tu capacidad de análisis, por favor responda las siguientes situaciones-problema.

Nota: si se requiere información adicional, por favor pregunte a vuestro docente.

- El Mol es
 - una masa con muchas partículas.
 - un número muy grande.
 - unidad de medida de la cantidad de sustancia.
 - una abreviatura de la palabra molécula.
- Qué relación encuentra entre la unidad Mol y la unidad "colmena" desarrollada a partir del trabajo de laboratorio "conteo de partículas". ¿En que se parecen? en que son diferentes?, ¿cómo y en que utiliza el Mol?, ¿cómo y en que utiliza la Colmena? ¿Para qué sirven?

- Qué relación puede establecer entre la unidad Mol y la Estequiometría, se complementan, no hay ninguna relación, son independientes. Escriba su afirmación o negación, y su argumento.

- "Para resolver los problemas de estequiometría, utilicé herramientas matemáticas, apliqué leyes ponderales, usé unidades de medida y necesité el concepto de Mol". Escribo mis argumentos para aceptar o rechazar la anterior afirmación:

Anexo 18. NIVEL 5.TALLER 5.3 CUESTIONARIO DE CONCEPTOS Y PERCEPCIONES-CCP POSTEST



COLEGIO CARLOS ARTURO TORRES

Conviviendo y aprendiendo, construimos calidad de vida
"LA EXCELENCIA" un compromiso de todos

Elaborado por: Azael Sinisterra OrobioOrobio, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Nivel 5. Cuestionario 5.1 final.

Nombre _____

Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí.
- 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí.
- 3- Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces.
- 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí.
- 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí.

Ítem	Enunciado	Opciones				
1	la estequiometría es una rama de la química que trata de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en las reacciones químicas	1	2	3	4	5
2	Las leyes ponderales de Lavoisier, Proust y Dalton, relacionan las masas y las cantidades de átomos de las sustancias que, intervienen en las reacciones químicas.	1	2	3	4	5
3	Con la unidad MOL puedo calcular la cantidad de partículas en determinada masa y la cantidad de masa de determinado número de entidades químicas.	1	2	3	4	5
4	Si en una reacción química la masa total de los productos es diferente a la masa total de los reactantes, puedo explicar por qué.	1	2	3	4	5
5	Puedo realizar conversiones usando regla de tres	1	2	3	4	5
6	puedo hacer transposición de términos, que me permitan despejar una incógnita dentro de una formula y hallar el valor desconocido	1	2	3	4	5
7	La palabra "Mol", es una expresión abreviada de la palabra <i>Molécula</i>	1	2	3	4	5
8	Los coeficientes colocados balancean correctamente la reacción $\boxed{2} \text{H}_2\text{SO}_4 + \boxed{1} \text{Na}(\text{OH}) \Rightarrow \boxed{} \text{Na}_2^{+1} (\text{SO}_4)^{-2} + \boxed{2} \text{H}_2\text{O}$	1	2	3	4	5
9	Si resto un numero negativo a otro número negativo, el resultado siempre será, un numero positivo, porque la ley de signos expresa que (-)(-) =(+)	1	2	3	4	5
10	El concepto de Mol hace referencia a cantidad de sustancia con partículas que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones....	1	2	3	4	5

8	Los coeficientes colocados balancean correctamente la reacción $\boxed{2} \text{H}_2\text{SO}_4 + \boxed{1} \text{Na}(\text{OH}) \Rightarrow \text{Na}^{\boxed{+1}}(\text{SO}_4)^{-2} + 2\text{H}_2\text{O} \quad \boxed{}$	SI	NO
9	Si resto un numero negativo a otro número negativo el resultado es un numero positivo, porque la ley de signos expresa que $(-)(-) = (+)$	SI	NO

Nota: las preguntas 8 y 9, se analizan bajo las opciones SI / NO, en el entendido que no deben generar ambigüedades, u opciones intermedias, modificación sugerida por el juicio de expertos.

Anexo 19. Fotos con respuestas a los cuestionarios y talleres, desarrollados por los estudiantes.

DATOS DE LA INSTITUCIÓN
 Tipo de institución: Oficial Privada
 Nombre de la institución San Antonio Torres
 Sede A Jornada Tarde Grado 1001

DATOS DEL ESTUDIANTE
 Género: Masculino Femenino Edad (años cumplidos) 18 Estrato 3
Stania Paul Sepúlveda Bolivia

Instrucciones para llenar el Cuestionario de Enfoques de Aprendizaje (CEA) CUESTIONARIO DE PROCESOS DE APRENDIZAJE Este cuestionario tiene un número de preguntas sobre tus actitudes hacia tu estudio y tu manera cotidiana de aprender. No existe una manera correcta de estudiar. Depende de qué se adapta a tu propio estilo y al tema que estás aprendiendo. Por lo tanto, es muy importante que seas tan sincero(a) como puedas. No te preocupes de dar una buena o mala imagen, tus respuestas son confidenciales por lo que no las sabrá nadie. Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. No pierdas demasiado tiempo en cada ítem, tu primera reacción es probablemente la mejor. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí en esta asignatura.
- 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí en esta asignatura.
- 3 - Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces en esta asignatura.
- 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí en esta asignatura.
- 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí en esta asignatura.

ÍTEM	ENUNCIADO	1	2	3	4	5
1.	Encuentro que, en ocasiones, estudiar me hace sentir realmente feliz y satisfecho.			<input checked="" type="radio"/>		
2.	Intento relacionar lo que he aprendido en esta asignatura con lo que he aprendido en otras.		<input checked="" type="radio"/>			
3.	Me siento demasiado con una baja nota en un examen y preocupado sobre cómo voy a hacer en el siguiente examen.					<input checked="" type="radio"/>
4.	No veo sentido en aprender aquello que sé que no me va a salir en los exámenes.				<input checked="" type="radio"/>	
5.	Siento que casi cualquier tema puede ser muy interesante una vez que profundizo en él.					<input checked="" type="radio"/>
6.	Me gusta construir teorías para encajar distintos conceptos.		<input checked="" type="radio"/>			
7.	Incluso cuando he estudiado duro para un examen, estoy preocupado de que puede que no sea capaz de hacerlo bien.					<input checked="" type="radio"/>
8.	Siempre que sienta que hago lo suficiente para aprobar, dedico el mínimo tiempo posible que puedo a estudiar. Hay muchas más cosas interesantes que hacer.		<input checked="" type="radio"/>			
9.	Trabajo duro en mis estudios porque encuentro las asignaturas interesantes.			<input checked="" type="radio"/>		
10.	Intento relacionar un nuevo material, mientras lo leo, con	<input checked="" type="radio"/>				

	lo que ya conozco sobre un tema.	1	2	3	4	5
11.	Me guste o no me guste, puedo ver que estudiando en la institución es una buena manera para obtener un trabajo bien pagado.	1	2	3	4	5
12.	Normalmente reduzco mi esfuerzo a lo que específicamente me señalan en clase. Pues creo que es innecesario hacer algo extra.	1	2	3	4	5
13.	Empleo bastante de mi tiempo libre profundizando en temas que considero interesantes y que han sido tratados en diferentes clases.	1	2	3	4	5
14.	Cuando leo un libro de texto, intento entender lo que el autor quiere decir	1	2	3	4	5
15.	Tengo intención de terminar el grado undécimo porque siento que entonces seré capaz de conseguir un trabajo mejor.	1	2	3	4	5
16.	Encuentro que estudiar los temas en profundidad no ayuda. Realmente no necesitamos saber tanto para aprobar esta asignatura.	1	2	3	4	5
17.	Acudo a la mayoría de las clases con preguntas que me han surgido y que quiero que me respondan.	1	2	3	4	5
18.	Aprendo algunas cosas mecánicamente hasta que me las sé de memoria incluso si no las entiendo.	1	2	3	4	5
19.	Encuentro que estoy continuamente recordando temas estudiados, cuando estoy en el autobús, andando, acostado en la cama, etc.	1	2	3	4	5
20.	Encuentro que la mejor manera de aprobar los exámenes es intentar recordar respuestas para las preguntas que más posibilidades tienen de salir.	1	2	3	4	5
21.	Me gusta trabajar suficiente en un tema para poder formarme mi propia conclusión y así quedar satisfecho.	1	2	3	4	5
22.	Encuentro que puedo aprobar la mayoría de los exámenes memorizando partes esenciales en vez de intentar comprenderlas	1	2	3	4	5



COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 21 de enero de 2002

DANE: 5100011334 / NIT: 900170798-9 / E-mail: colegio@carlosarturotorres.edu.co

DIRECCIÓN: Transversal 72 B N 44 C-10 SUR / TELÉFONO: 2943143 - PUERTO RICO - ESTADO



Nombre de la institución

CARLOS ARTURO TORRES

Sede A Jornada T Grado 10-01 fecha 31-07/17

DATOS DEL ESTUDIANTE

Género: Masculino Femenino Edad (años cumplidos) 15 Estrato 3

nombre JENIFER HIGESTOZA

Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí.
- 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí.
- 3 - Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces.
- 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí.
- 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí.

Ítem	enunciado	Opciones				
		1	2	3	4	5
1	Entiendo que la estequiometría es una rama de la química que trata de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en las reacciones químicas			3		
2	Comprendo que las leyes ponderales relacionan las masas de las sustancias que intervienen en las reacciones y relacionan las cantidades de átomos en una sustancia			3		
3	Acepto que la afirmación "cuando se combinan elementos para formar un compuesto, lo hacen en una relación específica (constante) de sus masas", es una ley ponderal			3		
4	puedo encontrar coeficientes que balancean correctamente ecuaciones químicas planteando sistemas de ecuaciones lineales con una o más incógnitas				4	
5	Considero que en las prácticas de laboratorio, que incluyen reacciones químicas, es muy importante conocer las cantidades utilizadas, de cada uno de los reactivos					5
6	Desarrollo mis propios algoritmos para balancear ecuaciones químicas		2			
7	Leí o escuche la palabra mol, en mis consultas bibliográficas y en mis clases de química					5

8	Si en una reacción química la masa total de los reactivos es diferente a la masa total de los productos, puedo explicar por qué.	1	2	3	4	5
9	Puedo realizar conversiones usando regla de tres	1	2	3	4	5
10	Es difícil hacer transposición de términos, que me permitan despejar una incógnita dentro de una fórmula y hallar el valor desconocido	1	2	3	4	5
11	No conozco métodos para resolver ecuaciones lineales de primer grado con una o más incógnitas	1	2	3	4	5
12	La palabra "Mol", es una expresión abreviada de la palabra Molécula	1	2	3	4	5
13	Los coeficientes colocados balancean correctamente la reacción $2\text{H}_2\text{SO}_4 + \square\text{Na}(\text{OH}) \Rightarrow \square\text{Na}_2^{*1}(\text{SO}_4)^{-2} + \square\text{H}_2\text{O}$	1	2	3	4	5
14	Conozco la diferencia entre números reales y números enteros	1	2	3	4	5
15	Para comprobar hipótesis, puedo diseñar guías de laboratorio completamente estructuradas, que incluyan: título, objetivos, procedimiento, materiales y reactivos.	1	2	3	4	5
16	No pude pesar todos y cada uno de los animales de mi granja, en ella hay tres gallos que pesan 9 kilos. Al colocar en la balanza, un gato y un gallo pesan 14 kilos. Mi caballo preferido menos el gato, pesa 150 kilos. ¿Puedes ayudarme? por favor calcula cuanto será la suma de los pesos de estos tres animales: caballo (c), gato(g), y gallo(Ga). Por favor escribe las ecuaciones en el espacio disponible $C + g + Ga = 174$	1	2	3	4	5
17	Se hallaron las siguientes relaciones: 3 cantidades de carbono(C) pesan 48 gramos, 2 cantidades de Carbono pesan lo mismo que una cantidad de Magnesio (Mg), 4 cantidades de Carbono pesan lo mismo que 3 cantidades de Oxígeno (O). Con la información anterior puedo plantear ecuaciones algebraicas y determinar cuántos gramos pesa 1 cantidad de cada uno de los referidos elementos químicos. Por favor escribe las ecuaciones en el espacio disponible $\begin{array}{l} 3c(16g) + 2x + 1g \\ 2x = 3c(16g) + 1g \\ x = 3c(16.2) + 1g \\ y = 3c(96ng) + 1g \end{array} \quad \begin{array}{l} 3c(96ng) + 1g \\ 1g = 3c + 96ng \\ g = 3c + (96.1) \\ y = 3c + (384.0) \end{array} \quad \begin{array}{l} y = 384.0 \\ 3c \\ y = 128.0 \\ \text{OXIGENO} \end{array}$	1	2	3	4	5
18	Si resto un número negativo a otro número negativo el resultado es un número positivo, porque la ley de signos expresa que $(-)(-) = (+)$	1	2	3	4	5
19	El concepto de mol hace referencia a cantidad de sustancia con partículas que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones...	1	2	3	4	5
20	Para calcular la cantidad de producto formado, en una reacción, utilizo la herramienta matemática llamada factor de conversión	1	2	3	4	5



CARLOS ARTURO TORRES I.E.D.

Resolución de aprobación N° 802 del 11 de enero de 2011

DANE 1120211204 / N° 8012998-9 / E-mail: coludicarlosarturo18@redp.edu.co

DIRECCIÓN: Transversal 72 N° 44 C-13 SUR / TELEFONO: (5414) 4114946 - 220748



Taller 1.3 "viaje al país de los símbolos"

Nombre Ana Milena Sierra Becerra curso 100.1 fecha 07/08/17

Objetivo: medir el avance en el planteamiento y resolución de sistemas de ecuaciones lineales

1. Representación J = Jamaica, C = Colombia 0,4
2. Conversión $3C + J = 40$ años, $2C + J = 32$ años, $2C = 5 - 32$, $2C = -27$, $C = -13,5$ 0,4
3. Resolución $J = 40 - 3C$, $J = 32 - 2C$, $40 - 3C = 32 - 2C$, $8 = 40 - 3C + 2C$, $8 = 40 - C$, $C = 40 - 8$, $C = 32$, $3C + J = 40$, $3(32) + J = 40$, $96 + J = 40$, $J = 40 - 96$, $J = -56$ 0,8
1. Representación A = Azúcar, O = Oxígeno 0,4
2. Conversión $3O + 1A = 160$ gr, $1A + 2O = 128$ gr, $A = 160 - 3O$, $2O = A - 128$ 0,5
3. Resolución $2O = (160 - 3O) - 128$, $2O = 160 - 3O - 128$, $2O + 3O = 160 - 128$, $5O = 32$, $O = 32/5 = 6,4$, $A = 160 - 3(6,4)$, $A = 160 - 19,2$, $A = 140,8$ 0,8
1. Representación O = Oxígeno, C = carne 0,4
2. Conversión $2C + 7O = 91,5$ gr, $5O + 2C = 75,5$ gr, $2C = 90 - 91,5$ 0,8
3. Resolución $5O = 75,5 - 2C$, $5O = 75,5 - (90 - 91,5)$, $5O = 75,5 - 90 + 91,5$, $5O + 90 = 75,5 + 91,5$, $5O = 167$, $O = 167/5 = 33,4$, $2C = 90 - 91,5$, $2C = (-1,5)$, $2C = -91,5$, $2C = 93,3 - 91,5$, $2C = 1,8$, $C = 0,9$ 0,8
1. Representación H = hierro, O = Oxígeno 0,4
2. Conversión $1O + 1H = 743,7$, $2H + 3O = 319,4$, $2H = 319,4 - 2(743,7)$ 0,8
3. Resolución $2H = 319,4 - 2(743,7)$, $2H = 319,4 - 1487,4$, $2H = -1168$, $H = -584$, $1O + 1H = 743,7$, $O = 743,7 - H$, $O = 743,7 - (-584)$, $O = 743,7 + 584$, $O = 1327,7$



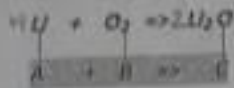
COLEGIO "CARLOS ARTURO TORRES I.E.D."

Resolución de aprobación N° 062 del 11 de enero de 2002

DCL11324 / NIT 800179768-9 / E-mail: coledicarlosturores@redp.edu.co
 C/R: Transversal 22 B N 44 C-19 SUR / TELÉFONO: 2943143 - 7410946 - 2707429

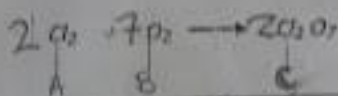
NOMBRES Dallara Bracho y Mayerlin Perez

CURSO 10-01 FECHA 17-08-17

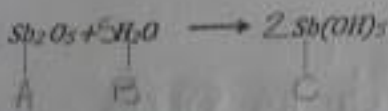


Todo muy ordenado y muy claro

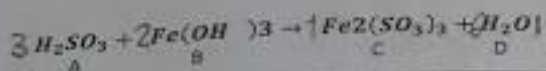
$4 \rightarrow 2A = 2C$ $0 \rightarrow 2B = 2C = 2(2) = 4$ $A = 2(2B) \quad C = 2$ $A = 4B$ $A = 4; B = 1$	$4Li$ $2O$	$4Li$ $2O$
--	------------	------------



$Cl \rightarrow 2A = 2C \rightarrow A = C$ $0 \rightarrow 2B = 7C$ $C = A$ $C = \frac{2B}{7}$	$A = C$ $A = \frac{2B}{7}$ $7A = 2B$ $A = 2$ $B = 7$ $C = 2$
---	--

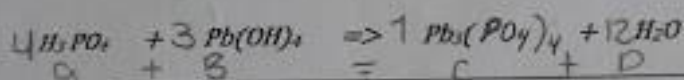


$5b \rightarrow 2A = 2C$ $0 = 5A + 1B = 5C$ $H = 2B = 3C$ $C = \frac{2}{5}B$ $5H + 1B = 3\left(\frac{2}{5}B\right)$	$5A + 1B = 2B \therefore 5A = 2B - B$ $5A = B \therefore B = 5, A = 1, C = 2$
---	---



$$\begin{array}{l} \text{H} \rightarrow 2A + 3B = 2D \\ \text{S} \rightarrow A = 3C \\ \text{O} \rightarrow 3A + 3B = 9C + 1D \\ \text{Fe} \rightarrow 1B = 2C \end{array} \quad \begin{array}{l} A=3 \\ B=2 \\ C=1 \\ D=6 \end{array} \quad \begin{array}{l} 2(3) + 3(2) = D \\ 6 + 6 = 2D \quad \checkmark \\ \frac{12}{2} = D \\ 6 = D \quad \checkmark \end{array}$$

$$C = \frac{A}{3} \Rightarrow \frac{A}{3} = \frac{B}{2} \rightarrow 2A = 3B \quad \checkmark$$



$$\begin{array}{l} \text{H} = 3A + 4B = 2D \\ \text{P} = 1A = 4C \\ \text{Pb} = 1B = 3C \\ \text{O} \rightarrow 4A + 4B = 16C + 1D \end{array} \quad \begin{array}{l} A=4 \\ B=3 \\ C=1 \\ D=12 \end{array} \quad \begin{array}{l} 3(4) + 4(3) = 2D \quad \checkmark \\ 12 + 12 = 2D \\ \frac{24}{2} = D \quad \checkmark \\ 12 = D \end{array}$$

$$C = \frac{A}{4} \rightarrow \frac{A}{4} = \frac{B}{3} \rightarrow 3A = 4B \quad \checkmark$$

ESCRIBE UN ALGORITMO PARA RESOLVER LOS EJERCICIOS

- Paso 1: Se le nombra como a, b, c, d etc. ✓
 Paso 2: Luego se plantea la ecuación con las iniciales de los compuestos y diciendo cuántas veces está en el a, b, c y d etc, es decir numerando los ✓
 Paso 3: Se empiezan a resolver las ecuaciones ✓
 Paso 4: Se ubican los números ✓
 Paso 5: Se mira si están balanceado los ✓
 Compuestos.



COLEGIO CARLOS ARTURO TORRES IED
Conviviendo y aprendiendo, construimos calidad de vida
"LA EXCELENCIA" un compromiso de todos



Nombres Jeisson Vasquez y Arnold Patiza

curso 10-01 fecha 27/09/17

Nivel 4

Taller 4.1 "viajemos a arabia y saludemos a malba Tahan"

peso del neutrón = $1,675 \times 10^{-24}$ gramos peso del protón = $1,673 \times 10^{-24}$ gramos

$\frac{11}{20}$ $Q=28$

1. los átomos de hidrogeno tienen un solo protón, halla la masa de:

Cantidad de sustancia	Masa en gramos
1 átomo de H	$1,673 \times 10^{-24} \text{ gr}$
$6,022 \times 10^{23}$ átomos de H	$1,0074806 \text{ gr}$
$1,8065 \times 10^{24}$ átomos de H	$3,02227459 \text{ gr}$

2. los átomos de Carbono tienen 6 protones y 6 neutrones, halla la masa de:

Cantidad de sustancia	Masa en gramos
1 átomo de C	$2,0068 \times 10^{-23} \text{ gr}$
$6,022 \times 10^{23}$ átomos de C	$12,09699360 \text{ gr}$
$1,8065 \times 10^{24}$ átomos de C	$36,2894925 \text{ gr}$

3. los átomos de Oxigeno tienen 8 protones y 8 neutrones, halla la masa de:

Cantidad de sustancia	Masa en gramos
1 átomo de O	$1,4724 \times 10^{-22} \text{ gr}$
$6,022 \times 10^{23}$ átomos de O	$88,567428 \text{ gr}$
$3,613 \times 10^{24}$ átomos de O	$531,97812 \text{ gr}$

4. los átomos de Calcio tienen 20 protones y 20 neutrones, halla la masa de:

Cantidad de sustancia	Masa en gramos
1 átomo de Ca	$6,646 \times 10^{-23}$
$6,022 \times 10^{23}$ átomos de Ca	$4,0323312$
$7,226 \times 10^{24}$ átomos de Ca	$477,85296$

Escribe un procedimiento por regla de tres, un procedimiento por razones y proporciones y un procedimiento por factores de conversión.

5. ¿cuántas veces es más pesado un granulito de azúcar que un átomo de H, C, O₂, y Ca. \times
 o, en otras palabras, ¿cuántos átomos de H, C, O₂, o Ca, caben en un granulito de
 azúcar. Escribe tu respuesta en letras.

Modelo de cálculo.

Regla de tres

$$1 \text{ Atomo} \rightarrow 1.673 \times 10^{-24} \text{ gr}$$

$$6.022 \times 10^{23} \text{ Atomos} \rightarrow X \text{ g}$$

$$X = \frac{6.022 \times 10^{23} \times 1.673 \times 10^{-24}}{1 \text{ Atomo}}$$

$$X = 1.0074806 \text{ gr}$$

Razones y proporciones

$$\frac{X \text{ gr}}{6.022 \times 10^{23} \text{ Atomos}} = \frac{1.673 \times 10^{-24} \text{ gr}}{1 \text{ Atomo}}$$

$$X \text{ gr} = 6.022 \times 10^{23} \times \frac{1.673 \times 10^{-24} \text{ gr}}{1 \text{ Atomo}} = 1.0074806 \text{ gr}$$

6.022 Atomos pesan 1.0074806 gr

Factores de conversión

¿Cuál es la masa de 6.022×10^{23} ATOMOS

$$1 \text{ ATOMO} = 1.673 \times 10^{-24}$$

$$\text{masa} = 0.0005 \text{ docenas} \times \frac{1.673 \times 10^{-24} \text{ gr}}{1 \text{ ATOMO}} \times \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ ATOMOS}}{1 \text{ docena}}$$

$$= 1.0074806 \text{ gr}$$



COLEGIO CARLOS ARTURO TORRES IED
Conviviendo y aprendiendo, construimos calidad de vida
"LA EXCELENCIA" un compromiso de todos



Taller final

Elaborado por: Azael Sinisterra Orobia, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media.

Nombres APRILIA ESTUARDO, TAYLOR HUMBERTO C=3.2

Curso 10-01 fecha 15/11/19

concepto de mol y cantidad de sustancia

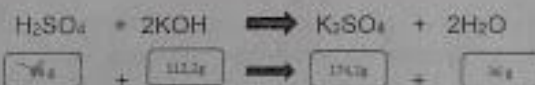
1. Nivel declarativo, pueden utilizar un mapa conceptual.

1.1 con la mayor amplitud y detalle posible el término MOL.

1.2 con la mayor amplitud y detalle posible el término ESTEQUIOMETRIA

2. Nivel funcional

2.1 desde el punto de vista de cantidad de masa, las relaciones de las sustancias participantes, en la reacción de la práctica de laboratorio "formación de sales"



2.2 desde el punto de vista de cantidad de moléculas, o cantidad de partículas, las relaciones de las sustancias participantes, en la reacción de la práctica de laboratorio "formación de sales".

2.3 en cuenta la reacción de la práctica de laboratorio "formación de sales", respecto a la relación entre la sal formada y el ácido aplicado, Que concluye al observar y calcular la pendiente y la zona recta de la gráfica.

relacion entre reactante y
producto



x g de ácido sulfúrico	y g de sal formada
0,4	0,9
0,6	1,2
0,8	1,46
1	1,65
1,2	1,71
1,4	1,71

- 2.4 Cuánta pesa en kilos, un mol de frijoles? Escribe tu resultado en letras.
 2.5 ¿Necesito 2.785.670 granos de frijol, como hago para comprarlos, si no puedo contarlos rápidamente, instantáneamente? ¿Y de arroz?

peso del neutrón = $1,675 \times 10^{-24}$ gramos peso del protón = $1,673 \times 10^{-24}$ gramos

3. los átomos de Calcio tienen 20 protones y 20 neutrones, halla la masa de:

Cantidad	Masa en gramos	Cantidad de sustancia en moles
1 átomo de Ca	$6,696 \times 10^{-23}$ ✓	41,5152
$6,022 \times 10^{23}$ átomos de Ca	4,0323312 X	$6,698274585 \times 10^{-24}$ X
$7,226 \times 10^{24}$ átomos de Ca	$4,8385296 \times 10^{-24}$ X	$1,848607654 \times 10^{-14}$ X

Escribe un procedimiento por regla de tres, un procedimiento por razones y proporciones y un procedimiento por factores de conversión, para resolver el anterior ejercicio.

Modelo de cálculo.

Regla de tres

$$\frac{1m}{20n} \times \frac{6,696 \times 10^{-23}}{X} \quad \text{②} \quad \frac{1n}{20n} \rightarrow \frac{1675 \times 10^{-24}}{3,35 \times 10^{-23}} \quad \text{③} \quad \begin{matrix} 20 \text{ Neutrones} \\ \text{pesan} \\ 3,35 \times 10^{-23} \end{matrix}$$

Razones y proporciones

$$\frac{Xm}{20n}$$

Factores de conversión

1. COMPARO DE MOL Y CANTIDAD DE SUSTANCIAS

WILHELM OSTWALD (1853-1932) MIRA EN SUS TRABAJOS QUE EL PESO QUÍMICO ALCANZA A REPRESENTAR ES UNA MOSTRANZA DE PESADO EN GRANOS A PARTIR DE AHORA LLAMADO MOL, OSTWALD TAMBIÉN INTRODUCIÓ EN SUS TRABAJOS EL TÉRMINO CANTIDAD DE SUSTANCIAS PERO SIEMPRE SE REFERIRÁ A MASAS O A RELACIONES DE MASAS EN PESO SE REFIERE AL 120 COMO PESADO DE LA ESCALA DE MASAS Y FUE ACEPTADO TANTO POR FÍSICOS COMO POR QUÍMICOS.

1.1 EL MOL ES COMO LA CANTIDAD DE SUSTANCIAS DE UN SISTEMA QUE CONTIENE TANTAS ENTIDADES ELEMENTALES COMO ÁTOMOS, SUS ENTIDADES SON 0,12 Kg CARBONO-12. SIEMPRE PARA DISEÑAR LA MATERIA DESDE EL PUNTO DE VISTA MICROSCÓPICO Y REPRESENTARSE EN LA VISUALIZACIÓN MICROSCÓPICA POR QUE RELACIONA DIRECTAMENTE LA CANTIDAD DE ENTIDADES ELEMENTALES CON LA MASA A GRANOS.

1.2 LA ESTEQUIOMETRÍA ES DESARROLLADA POR EL INVESTIGADOR ALCANZA DESDE BENJAMIN DIGHTER COMO UNA MANERA DE CUANTIFICAR SIEMPRE PARA CUANTIFICAR LAS MASAS DE LAS ENTIDADES QUÍMICAS QUE SE COMPARAN EN UNA REACCIÓN QUÍMICA, ALCANZA LO MUY EN LAS PROPORCIONES DE LAS MASAS DE LOS REACTIVOS QUE SON CONSTANTES.

2. 2.1. HAY 98 g DE ÁCIDO SULFÚRICO POR CADA 412,2 g DE ÁLBEDURO DE POTASIO.

HAY 474,2 g DE SULFATO DE POTASIO POR 98 g DE AGUA.

2.2. HAY UNA MOLECULA DE AGUA SULFÚRICO POR CADA 2 MOLECULAS DE ÁLBEDURO DE POTASIO Y HAY UNA DE SULFATO DE POTASIO POR 100 g DE AGUA.

3.3. $n = \frac{x_1 - x_0}{j_1 - j_0}$

$n = \frac{4 - 0,14}{1,65 - 0,9} = \frac{3,86}{0,75} = 5,146$

705

EN ESTE CASO QUE AUMENTABA EL ÁCIDO SULFÚRICO TAMBIÉN AUMENTABA LA SAL PERO EN UN PUNTO LA SAL DEJA DE AUMENTAR POR QUE EL HARBORER DE POTASIO SE ACABÓ.

3.4. $4 \text{ GRANOS} \rightarrow 7,05 \text{ GRANOS}$
 $6,02 \times 10^{23} \rightarrow X$
 $X = \frac{7,05 \times 6,02 \times 10^{23}}{4}$
 $X = 0,321 \times 10^{25}$

3.5. $0,05 \times 2,785.670 = 139283,5 \text{ Kg}$
 PARA NO CONTAR UNO POR UNO 10 PESO. YA QUE SE CUANTO PESA UNO SOLO NECESITO MULTIPLICARLO 4 QUE EL PESO ME DE.

139283,5 Kg
 AHORA PARA EL ÁCIDO ES EL MISMO YA TENEMOS CUANTO PESA UN PESO. YA EL 90% AHORA LO MULTIPLICAMOS POR 10 QUE NECESITAMOS QUE ES 2,785.670 LO QUE NOS DA 41785,05 g AHORA PESAMOS ESTO 4 YA TENEMOS LO QUE NECESITAMOS.

4 Por favor, para cada ítem haz un círculo en uno de los números (1-5). Elige sólo una respuesta para cada pregunta, la que creas más apropiada en tu caso. Los números representan las siguientes respuestas:

- 1 - Este ítem fue solo raramente o nunca cierto para mí.
 2 - Este ítem fue algunas veces cierto para mí.
 3 - Este ítem fue cierto para mí la mitad de las veces.
 4 - Este ítem fue frecuentemente cierto para mí.
 5 - Este ítem fue casi siempre cierto para mí.

Ítem	Enunciado	Opciones
1	la estequiometría es una rama de la química que trata de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en las reacciones químicas	1 2 3 4 5
2	las leyes ponderales de Lavoisier, Proust y Dalton, relacionan las masas y las cantidades de átomos de las sustancias que, intervienen en las reacciones químicas.	1 2 3 4 5
3	Con la unidad MOL, puedo calcular la cantidad de partículas en determinada masa y la cantidad de masa de determinado número de entidades químicas.	1 2 3 4 5
3	Si en una reacción química la masa total de los reactivos es diferente a la masa total de los productos, puedo explicar por qué.	1 2 3 4 5
4	Puedo realizar conversiones usando regla de tres	1 2 3 4 5
5	puedo hacer transposición de términos, que me permitan despejar una incógnita dentro de una fórmula y hallar el valor desconocido	1 2 3 4 5
5	La palabra "Mol", es una expresión abreviada de la palabra Molécula	1 2 3 4 5
7	Los coeficientes colocados balancean correctamente la reacción $\boxed{2} \text{H}_2\text{SO}_4 + \boxed{1} \text{Na}(\text{OH}) \Rightarrow \boxed{1} \text{Na}_2^{+1} (\text{SO}_4)^{-2} + \boxed{2} \text{H}_2\text{O}$	1 2 3 4 5
8	Si resto un número negativo a otro número negativo, el resultado siempre será un número positivo, porque la ley de signos expresa que (-)/(-) = (+)	1 2 3 4 5
9	El concepto de mol hace referencia a cantidad de sustancia con partículas que pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones...	1 2 3 4 5



COLEGIO CARLOS ARTURO TORRES IED
Conviviendo y aprendiendo, construimos calidad de vida
"LA EXCELENCIA" un compromiso de todos



Taller final individual, tema A

Elaborado por: Azael Sisisterra Ordoñez, docente de química y biología, en básica secundaria y educación media

Nombre: Sonia Lizeth Morroy Curso: 10

Fecha: 20-11-2017

Palabras clave: cantidad de sustancia, concepto de Mol, estequiometría, leyes ponderales, herramientas matemáticas

Con base en las guías, las actividades de clase, los anteriores talleres, los laboratorios realizados, y con tu capacidad de análisis, por favor responde las siguientes situaciones-problema

Nota: si requiere información adicional, por favor pregunta a su docente.

- El Mol es
 - una masa con muchas partículas.
 - un número muy grande.
 - unidad de medida de la cantidad de sustancia. ✓
 - una abreviatura de la palabra molécula.
- Qué relación encuentra entre la unidad Mol y la unidad "colmena" desarrollada a partir del trabajo de laboratorio "conteo de partículas". En que se parecen? En que son diferentes? Comoy en que se utilizan? Para que sirven?

Mol es una fracción de la cantidad de determinada sustancia que a su vez son quinientos noventa y cinco fracciones de una sustancia que se debe igualar para obtener un correcto balanceo pero esto solo aplica en sustancias químicas X

- Qué relación puede establecer entre la unidad Mol y la Estequiometría, se complementan, no hay ninguna relación, son independientes. Escribe su afirmación o negación, y su argumento

Mol y Estequiometría se complementan pues el mol es la unidad de medida en gramos que a través de la estequiometría se relaciona para igualar o equilibrar cantidades de sustancia ✓

- "Para resolver los problemas de estequiometría, utilice herramientas matemáticas, aplique leyes ponderales, use unidades de medida y necesite el concepto de Mol". Escribe mis argumentos para aceptar o rechazar la anterior afirmación:

Es muy adecuado pues emplea el paso a paso para obtener un buen resultado 0.5 ✓

- En que son iguales un mol de Carbono y un mol de Calcio, en que son diferentes?

Un mol de Carbono es igual a uno 0.5 ✓

calcium en la cantidad de
átomos que poseen que es
 $6,02 \times 10^{23}$ y son diferentes en
la cantidad de neutrones y
protones

