AATR 7639

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
VICERRECTORADO ACADÉMICO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
Especialización en Educación: Procesos de Aprendizaje

Trabajo Especial de Grado

ANALOGÍAS PARA FAVORECER LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ESTEQUIOMETRÍA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN MEDIA Y DIVERSIFICADA

Presentado por:
Marianela Anzola Contreras
Para optar al título de Especialista en Educación

Asesor:
Ana Iris Díaz, MSc.

Caracas, junio de 2008

refundos
X3320

Dedicatoria

... a Dios que me da fortaleza espiritual en todo momento

... a mis padres, por su motivación constante, por sus consejos y valores que me han permitido ser una persona de bien. Por los ejemplos de perseverancia y dedicación que los caracterizan, pero más que nada, por su amor

... a mis hermanos, quienes me han enseñado con su ejemplo a rebasar todas las barreras que la vida nos presenta, a querer ser mejor cada día, a entender que no hay nada imposible y que sólo hay que esmerarse y sacrificarse, si es necesario, para lograr las metas que nos planteamos

... a mis hijos, por apoyarme y acompañarme tan generosamente en esta etapa, esperando poder servirles de ejemplo y motivación en su vida como estudiantes

... y muy especialmente a Leonardo, esposo y amigo, por apoyarme siempre; por comprenderme en los momentos en que el estudio y el trabajo ocuparon mi tiempo y esfuerzo; por ser mi compañero de vida, pero sobre todo, por su amor.

Reconocimiento

Citar a todos los que han contribuido a la realización de este trabajo sería una labor muy extensa. Son muchas las personas que me han ayudado con su colaboración y estímulo.

En particular quiero expresárselo

A las diez estudiantes que participaron en este estudio, por su paciencia, dedicación y entusiasmo…

A las profesoras Lisette Poggioli y Patricia Peña, por sus valiosos aportes y por el interés que siempre demostraron hacia esta investigación…

A la profesora Ana Iris Díaz, por su asesoramiento y colaboración…

A mi gran amiga, Milagro Blanco, por se la principal promotora de mis estudios de posgrado; por su apoyo incondicional y por su amistad sincera…

A Sor Purificación Maldonado, con quien compartí catorce enriquecedores años de trabajo, que han influido profundamente en mi formación profesional y humana…

Al Colegio Caniguá, por permitirme realizar este estudio y por abrirme sus puertas en esta nueva etapa de mi vida…

A todas ellas mi sincero reconocimiento.

Índice de Contenidos

Capítulo 1. Introducción..... 7
Descripción del Contexto..... 7
Escenario de Trabajo de la Autora..... 8
Rol de la Autora..... 12

Capítulo 2. Estudio del Problema..... 14
Enunciado del Problema..... 14
Descripción del Problema..... 14
Documentación del Problema..... 15
Análisis de las Causas..... 15
Relación del Problema con la Literatura..... 17

Capítulo 3. Anticipación de los resultados e Instrumentos de Recolección de Datos... 36
Objetivo General..... 36
Objetivos Específicos..... 36
Resultados Esperados..... 37
Medición de los Resultados..... 37

Capítulo 4. Estrategia de Solución..... 40
Discusión y Evaluación de Soluciones..... 40
Descripción de la Solución Seleccionada..... 43
Informe de las Acciones Tomadas..... 44

Capítulo 5. Resultados..... 56
Resultados..... 56
Discusión..... 61
Recomendaciones..... 64
Difusión..... 65

Referencias..... 66

Anexos
A Pre prueba y Post prueba..... 72
B Criterios para categorización de respuestas..... 77
C Validación del Instrumento..... 81
D Programa de Intervención..... 85
E Material Impreso..... 89

Tablas

1 Matrícula de Estudiantes del año 2007-2008..... 8
2 Clasificación del personal Docente..... 12
3 Estadísticos Descriptivos de los Puntajes Obtenidos por las estudiantes en la Pre prueba y la Post prueba..... 51
4 Variación de las Calificaciones Obtenidas por las Estudiantes de la Pre prueba a la Post prueba 57
5 Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 1..... 57
6 Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 2..... 58
7 Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 3..... 59
8 Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 4..... 60
9 Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 5..... 61

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
DIRECCIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
ÁREA DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN

PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN EDUCACIÓN
MENCIÓN: PROCESOS DE APRENDIZAJE

Trabajo Especial de Grado

ANALOGÍAS PARA FAVORECER LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ESTEQUIOMETRÍA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA DIVERSIFICADA

Autora: Marianela Anzola
Asesor: Ana Iris Díaz
Fecha: junio de 2008

Resumen

En el presente estudio, se abordaron las debilidades encontradas en la comprensión de los conceptos y procedimientos involucrados en la resolución de problemas estequiométricos de las alumnas de primer año de ciencias de la institución objeto de estudio .El objetivo fue mejorar el desempeño en la resolución de tales problemas. La investigación fue de tipo pre-experimental, debido a las características propias del contexto y de la situación abordada. La solución planteada fue entrenar a las estudiantes en un programa instruccional basado en el uso de analogías; esperando promover la mejoría en su rendimiento académico ,luego de haber recibido el entrenamiento. Para medir los resultados se utilizó una prueba de rendimiento con una calificación máxima de veinte puntos, basada en los contenidos propios de la asignatura química que cursaban las alumnas pertenecientes al estudio, y que estaba a cargo de la autora del mismo. Dicha prueba fue aplicada antes y después de administrado el tratamiento. El análisis de los resultados reveló que la media obtenida por los estudiantes en la prueba final se ubicó 6,8 puntos por encima de la media de la pre prueba, lo que significa que la implementación del programa permitió alcanzar el objetivo propuesto de incrementar el rendimiento académico.

Descriptores: Resolución de problemas/ Rendimiento Académico/ Analogías/ Cálculos estequiométricos.

Capítulo 1. Introducción

En este capítulo se realizará una breve descripción del contexto en el cual se llevó a cabo la investigación, así como la descripción del escenario de trabajo de la autora y los roles que ésta desempeña dentro de ese contexto.

Descripción del Contexto

El ambiente laboral se identifica como un centro educativo, de carácter privado, fundado en 1974 que ofrece educación integral a los niños y niñas en edad preescolar y sólo a niñas a partir de primer grado, hasta culminar sus estudios de Educación Básica y Media Diversificada mención Ciencias y Humanidades. Su sede se halla ubicada al este de la ciudad en una urbanización habitada por una población de condición socioeconómica alta y con un grado de instrucción, en su mayoría, universitario.

Es un centro educativo *de AYSE "Asesoramiento y Servicios E*ducativos", Asociación Civil sin fines de lucro, que dirige también el Liceo Los Arcos en Caracas; al Liceo Los Robles y al Colegio Altamira en Maracaibo; al Liceo Rioclaro y al Colegio Las Fuentes en Barquisimeto; al Liceo Camoruco y al Colegio Santa Cruz en Valencia y al Centro Familiar de Aprendizaje Rural "Campoflorido" en Colón, Edo. Táchira.

El personal de la institución lo forma una directora y tres sub-directoras, seis secretarias, siete coordinadoras, tres docentes de Educación Física y Deportes, una bibliotecaria, quince tutoras, cincuenta y seis docentes de aula, ocho docentes

extracátedra, 26 obreros. En la tabla 1 se presenta la matrícula por cursos y sexo, de Preescolar, Básica I y Básica II y se detalla por grado, la matrícula de Básica III y Media Diversificada, para un total de seiscientos treinta y seis alumnos.

Tabla 1

Matricula de los estudiantes del año 2007-2008

	Preescolar	Básica I y II	7°	8°	9°	I de Cs.	I de Hds.	II de Cs.	II de Hds.
Varones	127	----	----	----	----	----	----	----	----
Hembras	117	237	36	31	36	10	12	24	6
Total	244	237	36	31	36	10	12	24	6

En relación a la estructura física se cuenta con 35 salones, 3 laboratorios, una biblioteca, un salón abierto de usos múltiples, la dirección, cuatro coordinaciones, una cantina, 30 baños para las estudiantes, 9 para los docentes y áreas verdes.

La distribución de las secciones para el año escolar 2007-2008, para Básica III y Media Diversificada se ha establecido de la siguiente forma: dos secciones de séptimo grado, una sección de octavo grado, dos secciones de noveno grado, una sección de I de Ciencias, una sección de I de Humanidades, una sección de II de Ciencias y una sección de II de Humanidades que funcionan con una matrícula que oscila entre 10 y 31 alumnas por sección.

Las labores educativas se inician a las 7:15 a.m. hasta las 2:15 p.m.

Escenario de Trabajo de la Autora

El centro educativo al que se hace referencia, fue creado por iniciativa de un grupo de familias del Colegio Los Campitos, quienes tenían la inquietud de fundar otro colegio en la zona Sur-Este de Caracas. Este centro comenzó a funcionar el 24 de septiembre de 1975, en una pequeña casa en la carretera La Trinidad-El Hatillo, con 53 niñas de primero a quinto grado. Dos años más tarde, se inició, en esta misma sede, el preescolar. Este colegio funcionaba en un horario de mañana a tarde, pues además de las actividades académicas, se hacía deporte, excursionismo, actividades especiales y las tareas. En 1980, gracias de nuevo al apoyo de muchas familias, el Colegio Caniguá abre las puertas de su sede actual, ubicada en la carretera de La Unión, el Hatillo.

Misión de la escuela. La escuela es una institución de carácter privado creada para educar jóvenes con una formación: intelectual y física, religiosa y humana, cultural y social, que las prepare para la vida. Formadas en libertad sobre la base de un serio sentido de responsabilidad; donde el modo de proceder y la conducta, sean consecuencia de convicciones bien enraizadas y libremente queridas.

Para asegurar el éxito de todas las partes que intervienen en la acción educativa, la institución se ha fijado:

- Prever toda una serie de sistemas para garantizar la perfecta unidad entre las distintas partes que intervienen en el proceso educativo: padres, profesoras y alumnas; velando así, que se mantenga una unidad de criterios que asegure un resultado satisfactorio del proceso.

- Crear conciencia en los padres del rol protagónico que tienen en el proceso formativo de sus hijas, para satisfacer las aspiraciones educativas que han encomendado al Colegio.
- Seleccionar un grupo de profesionales de la educación en función de sus valores y aptitudes pedagógicas, asegurando un constante plan de entrenamiento para la actualización de sus conocimientos e identificación con la filosofía del Colegio.
- Formar jóvenes integrales, con un conjunto de virtudes humanas y visión crítica – reflexiva, capaces de enfrentar situaciones dentro de su marco familiar y social, que le permitan satisfacer sus aspiraciones.
- Velar por la dotación de inmuebles, muebles, instrumentos y material didáctico necesarios para el desarrollo satisfactorio de la labor educativa.

Visión de la escuela. Ser una escuela donde se forma integralmente a la mujer a través de un proceso educativo personalizado, encuadrado en la cultura patria y abierto a la cultura universal, que le prepare para aportar la mejor de sus posibilidades al desarrollo de la sociedad. Auténtica depositaria y transmisora de valores espirituales cristianos, consciente de sus deberes religiosos, sociales y profesionales.

Brindar una educación para la vida, vinculación que se logra por medio de la asimilación práctica de las virtudes y enseñanzas impartidas, del trabajo y de la disposición para el deber social en beneficio de todos. Se trata de lograr una unidad de vida en la cual estén íntimamente ligados la fe y las obras, la oración, el trabajo y

la preocupación por los demás. En síntesis, que el hecho de ser cristianos influya en todas las manifestaciones de la vida profesional, religiosa, familiar, social, etc.

Los factores sociales y culturales que caracterizan el escenario de trabajo son: Personal docente y directivo, altamente receptivo hacia la comunidad y de gran proyección en ella; el fomento y difusión de los valores sociales y culturales, y la autogestión para las mejoras de las instalaciones.

La población estudiantil está conformada por seiscientos treinta y seis estudiantes. En relación a los representantes en su mayoría son colaboradores y conscientes de las necesidades de la escuela.

Los docentes de aula, generalmente realizan la planificación de los proyectos de aprendizaje, por grados afines, atendiendo a las necesidades e intereses de los alumnos, además de esto, se trabajan los espacios, se incorporan las necesidades ambientales de la escuela y de la comunidad en la cual está ubicada.

Dentro de las actividades extracurriculares se pueden mencionar los actos folklóricos, Cursos de Navidad, Concursos de Poesía, Concurso de deletreo en inglés (Spelling Bee), Congreso de Estudiantes, Copa Deportiva Caniguá, Seminario de la Mujer, Congreso de Educación, Talleres de Arte, Cursos de Cocina, Retiros, Convivencias y clases de Doctrina Católica. De igual forma, se dictan cursos a docentes, con la finalidad de entrenarlas y orientarlas en la implementación del Proyecto de Desarrollo de Estrategias Cognitivas (PEC), a los cuales asiste el 100% del personal.

En relación al grado de instrucción del personal docente que allí labora, la tabla 2 muestra que la mayoría de las docentes poseen títulos de licenciadas o de profesoras, nueve tienen título de Técnico Superior y una se encuentra realizando estudios de educación, lo cual quiere decir que, el 99% es graduado y el resto es estudiante de educación.

Tabla 2

Clasificación del Personal Docente

	NG	TSU	P/L	Total
Directivos			4	4
Docentes de Aula		8	48	56
Docentes de Biblioteca		1		1
Tutoras			15	15
Docentes de Educación Física	1		1	2
Total	1	9	68	78

En general el personal que labora en la institución se caracteriza por ser preparado profesionalmente, emprendedor, responsable, comprometido y creativo.

Rol de la Autora

La autora del presente estudio, se desempeña como docente de la asignatura Química de I de Ciencias, en un aula que funciona en el turno de la mañana, constituida por una matrícula de 10 alumnas, con edades comprendidas entre quince

y dieciséis años. Dentro de los roles que cumple en el desempeño de sus funciones, de acuerdo al perfil docente, descrito en la Reforma Educativa de Educación Básica, se pueden señalar los siguientes:

Facilitadora, mediante el cual se proporciona a las alumnas las pautas, materiales, estrategias, actividades y contenidos para lograr alcanzar el aprendizaje durante el desarrollo de las sesiones de clase.

Planificadora, el cual implica la elaboración de planes de trabajo, proyectos de aula, organización de las actividades a desarrollar, tanto académicas como extra curriculares.

Evaluadora, referido al registro y análisis de las observaciones realizadas a la actuación y desempeño de las estudiantes, a través de instrumentos idóneos, adecuados al tipo de evaluación requerida, sea diagnóstica, formativa o sumativa.

Orientadora, dirigido al desarrollo de valores, actitudes y comportamientos de las estudiantes respecto al marco social en el que se desenvuelven así como también, a perfilar sus inclinaciones vocacionales.,

En este capítulo se hizo referencia al contexto en el cual se desarrollará el presente estudio. Así como también, se describió el escenario de trabajo de la autora y el papel que en él desempeña.

Capítulo 2. Estudio del Problema

En este capítulo se hará referencia al problema de investigación en relación a sus antecedentes, sus evidencias, sus causas y la relación de la literatura, es decir el marco de referencias teóricas e investigaciones realizadas al respecto.

Enunciado del Problema

El problema a resolver en este trabajo es la dificultad que presentan las estudiantes del primer año de Ciencias en la institución educativa objeto de estudio, para resolver problemas de estequiometría y comprender los conceptos involucrados en ellos.

Descripción del Problema

A lo largo del año escolar anterior, cuando se desempeñaba como profesora de química de noveno grado de las alumnas de este estudio, la autora pudo observar la dificultad que representó para ellas la resolución de problemas estequiométricos. Dicha dificultad se evidenció en los resultados arrojados al aplicar una prueba escrita, en el mes de noviembre del presente año escolar, según los cuales el 40% del alumnado resultó aplazado en comparación con el 22% que se había alcanzado como promedio en el año anterior; de igual forma, el puntaje promedio obtenido en la evaluación fue de 9 puntos, en contraste al promedio obtenido anteriormente, que superaba los 14 puntos.

Al realizar una revisión detallada de los procedimientos aplicados por las alumnas para resolver problemas así como también de las respuestas dadas a las preguntas que se les planteaban pudo evidenciarse que el 47% de las alumnas comete

errores al realizar conversiones entre unidades como gramo, mol, moléculas y átomos; el 67% manifiesta dificultad para establecer las relaciones ponderales entre los reactivos y productos; entre un 69 y 74% muestra una pobre aplicación de los conceptos y fundamentos teóricos asociados con las fórmulas químicas, el balanceo de ecuaciones, las reacciones químicas, el rendimiento de una reacción, reactivo en exceso y reactivo limitante. Se observó además, poca reflexión cualitativa antes de intentar realizar las operaciones matemáticas que permitían resolver el problema.

Documentación del Problema

La estequiometría es uno de los temas más fundamentales y abstractos de la química. Es esencial para la comprensión cualitativa y cuantitativa de las reacciones así como también para la resolución de muchos tipos de problemas en la química que se cursa a lo largo del bachillerato. Dada su importancia, su aprendizaje ha sido objeto de estudio en numerosas investigaciones, como por ejemplo la de Furió, Azcona y Guisasola (2002), quienes señalaron que este contenido es de gran complejidad para el alumnado, debido entre otras cosas, a los profundos errores conceptuales que presentan los alumnos en temas fundamentales como la estructura de la materia, el cambio químico, definiciones de "cantidad de sustancia" y de "mol".

Análisis de las Causas

Furió et al (2002), basándose en una detallada revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol, plantean que existe una clara discrepancia entre lo asumido por la comunidad

científica y el pensamiento de los docentes, en relación al significado y al importante papel de la magnitud cantidad de sustancia y del mol. Esta discrepancia se refleja en la ausencia del concepto de cantidad de sustancia en la mayoría de los programas de enseñanza de la química, por lo cual se suele identificar con masa o con número de entidades elementales, desconociendo su significado actual como magnitud empleada para contar partículas además de ser confundido con otros conceptos incluidos en la teoría atómica molecular tales como masa molar y constante de Avogadro.

Estas graves deficiencias en la enseñanza pueden ser en parte, responsables de las dificultades de aprendizaje que a continuación se enumeran:

1) Los estudiantes carecen de una concepción científica del mol.

2) En su mayoría, los estudiantes identifican el mol con una masa, con un volumen o con un número de entidades fundamentales.

3) Los estudiantes no conocen el significado de la magnitud cantidad de sustancia, evitan su manejo y no reconocen el mol como su unidad.

4) Frecuentemente los estudiantes confunden el nivel macroscópico de representación (masa molar) con el microscópico (masa atómica y masa molecular).

5) Los estudiantes identifican la proporción de moléculas con la proporción de masas y éstas con la proporción de masas molares.

En conclusión, señalan estos autores que en los cálculos estequiométricos el verdadero problema está en la comprensión de los conceptos de mol y de cantidad de sustancia, tarea difícil, ya que

> ... se trata de una magnitud macroscópica que se relaciona directamente con el mundo microscópico de las sustancias y, para poder relacionar estos dos niveles de representación, hay que interiorizarlos previamente, relacionando las definiciones macroscópicas de sustancia y reacción química con el nivel microscópico atomista. (p.238)

Relación del Problema con la Literatura

La Teoría Constructivista y el Aprendizaje Significativo. La preocupación por la enseñanza-aprendizaje de los contenidos escolares y en especial de los científicos, ha generado numerosas investigaciones con miras a mejorar este proceso y los resultados académicos. En principio, todos estos estudios surgen de la psicología y hasta mediados de los años setenta, los trabajos sobre aprendizaje se desarrollan principalmente en dos modelos: la teoría del desarrollo cognitivo de Piaget (1974) y los tipos de aprendizaje de Gagné (1970) de corte conductista.

Posteriormente, surgieron la Teoría Constructivista y la del Aprendizaje Significativo, las cuales han brindado valiosos aportes a la praxis de la enseñanza sustentados en la concepción del aprendizaje como un proceso de construcción del conocimiento.

La primera considera que la construcción del conocimiento es una actividad personal en la cual la selección, interpretación y organización de los datos percibidos depende del conocimiento previo que posea cada individuo. Su meta es que los estudiantes generen sus conocimientos en vez de reproducirlos. Para ello, los docentes deben brindarles información y guiarles en el proceso a través de

actividades de experimentación y análisis, lo cual permitirá responder sus preguntas y generar, basándose en sus experiencias, actitudes, habilidades y sus propios significados (Ríos, s.f.).

Por otra parte, la teoría del Aprendizaje Significativo, de Ausubel (1976) hace énfasis en el aprendizaje de los conceptos y sugiere que los individuos aprenden significativamente cuando construyen sus conocimientos sobre la base de lo que ellos realmente conocen. Según este autor, el aprendizaje significativo es aquél en el que la información nueva adquiere significado para el que aprende a través de una interacción con aspectos relevantes ya existentes en su estructura cognitiva. Esos aspectos que existen en la estructura cognitiva sirven de anclaje a la nueva información de modo que ella adquiera significado para el individuo. A medida que va ocurriendo el aprendizaje significativo, la estructura cognitiva del individuo se modifica constantemente como consecuencia de la interacción con la información nueva.

Ambas teorías se complementan cuando plantean que para que ocurra el aprendizaje significativo, las nuevas ideas deben tener un significado potencial para el alumno, quien debe poseer conceptos relevantes que permitan su anclaje así como también, ser capaz de relacionar de manera consciente los nuevos significados con aspectos relevantes de su estructura cognitiva.

Dentro de esta perspectiva, autores como Lejter (1982) y Novak (1976) citados por Zabala y González (2002), han considerado que dado que el aprendizaje es un proceso complejo de procesamiento de información que involucra la

acomodación de los nuevos conocimientos y de los que ya se poseen, la adquisición de este tipo de aprendizaje podría desarrollarse y evaluarse a través de la habilidad para resolver problemas nuevos, siempre que éstos se refieran a situaciones relevantes y no a simples ejercicios de aplicación, para los cuales ya el alumno dispone de métodos o mecanismos automatizados que lo llevan de forma inmediata a la solución.

Dado que con frecuencia, los términos ejercicios y problemas son utilizados indistintamente pues la diferencia entre ellos no es del todo clara; a continuación, se ahondará en esta distinción antes de definir, finalmente, qué es un problema.

Los ejercicios son útiles para esclarecer, aplicar o ejemplificar un concepto. Por medio de ellos, los alumnos automatizan rutinas y procedimientos, asimilan algoritmos a través de su aplicación mecánica y memorizan reglas para representar mediante fórmulas las relaciones existentes entre grupos de datos. Sólo requieren que los alumnos hagan uso de la memorización, selección y aplicación de un grupo de fórmulas y algoritmos. Los problemas, por otra parte, son útiles para optimizar las estrategias de razonamiento, ya que en su resolución el alumno establece la relación entre el concepto científico y el significado epistemológico del algoritmo (Pomés, 1991).

A diferencia de los ejercicios, los problemas exigen del alumno un aporte nuevo, desconocido hasta entonces; mientras que los ejercicios sólo suponen la aplicación de un algoritmo ya conocido a un ejemplo más, que lleva de forma inmediata a la solución (Pérez,2004).

Definición de Problema. Tomando en cuenta las características propias de los problemas, Mayer (1983) ha planteado que cualquier definición de problema debe tener tres ideas básicas: "1) el problema está actualmente en un estado, pero 2) se desea que esté en otro estado, y 3) no hay una vía directa y obvia para realizar el cambio" (p.19).

Desde la perspectiva de la didáctica de las ciencias, para García (2003) un problema se define como:

> Una oportunidad de poner en juego los esquemas de conocimiento, que exige una solución que aún no se tiene y que presenta un grupo de factores o variables entre los cuales se deben hallar interrelaciones expresas y tácitas, esta búsqueda implica la reflexión cualitativa, el cuestionamiento de la propias ideas, la construcción de nuevas relaciones, esquemas y modelos mentales, en suma, la elaboración de nuevas explicaciones que constituyen la solución al problema (p.163)

Tipos de problemas. En la literatura especializada los problemas han sido clasificados según variados criterios, sin embargo, a fin de facilitar la comprensión de este aspecto, para el presente trabajo se ha optado por considerar sólo dos: a) grado de definición y b) tareas que el alumno debe hacer para resolverlos.

Según el primer criterio, es decir, el grado de definición de éstos, los problemas, de acuerdo a Olivares (1998) pueden ser:

1. Bien definidos o estructurados: Aquéllos en los cuales están claramente especificados, tanto el punto de partida como el de llegada y el tipo de operaciones

que hay que realizar para ir de uno a otro. Además se puede saber si se ha alcanzado una solución correcta. En este tipo se encuentra la mayoría de los problemas de las materias científicas y de Matemática.

2. Mal definidos o estructurados: El punto de partida y el tipo de operaciones que se deben realizar para resolver la tarea son mucho menos claros y específicas. Además, es posible encontrar varias soluciones válidas muy diferentes entre sí y por caminos distintos e igualmente apropiados. Es más difícil determinar si se ha alcanzado una solución correcta o incluso si ésta existe. De este tipo son muchos de los problemas relacionados con las Ciencias Sociales y aquéllos en los que intervienen actitudes y valores.

De acuerdo al segundo criterio, es decir, a las tareas que debe hacer un alumno para resolverlos, según Perren, Bottani y Odette (2004) los problemas se clasifican en experimentales, cuantitativos y cualitativos.

En los problemas experimentales para llegar a la respuesta deben realizarse actividades que requieren de manipulación de material de laboratorio.

En los problemas cuantitativos se debe trabajar con datos numéricos, ecuaciones y algoritmos para llegar a resolverlos. Son problemas en los que la información es traducida de un código a otro distinto por medio del uso de lenguajes científicos con los cuales se representa el conocimiento.

Los problemas cualitativos requieren de razonamientos lógicos deductivos que llevan a una explicación científica de la cuestión. Para resolverlos no es necesario utilizar cálculos numéricos (o bien éstos son mínimos).

Los problemas cuantitativos, según afirman Carcavilla y Escudero (2004) entrenan al alumno en técnicas de trabajo que le ayudan a comprender los modelos científicos, mientras que los problemas cualitativos permiten al alumno reflexionar sobre sus conocimientos y favorecen la aplicación de éstos en el análisis de un fenómeno.

Por otra parte, el análisis cualitativo de una situación permite identificar las variables que intervienen en la situación así como las relaciones entre éstas, clarificar el objetivo de la situación y diseñar estrategias de solución que permitan explicar los resultados a los que se llegan.

El análisis cualitativo exige una lectura comprensiva del enunciado, para identificar cuál es el problema real y el área de conocimiento pertinente y requiere además, un análisis conceptual profundo de las teorías y principios que sustentan el fenómeno, razón por la cual es considerado un medio idóneo para provocar aprendizajes significativos.

Habiendo descrito las principales clasificaciones de los problemas es conveniente ahora señalar qué se entiende por resolución de problemas, cuestión que se aborda a continuación.

La Resolución de Problemas. La forma de resolver una situación problemática es lo que se denomina resolución de problemas (problem-solving). Este término se originó en el campo de la matemática y fue introducido por Polya (1934). Más tarde se extendió al campo de las ciencias para definir una de las actividades más representativas de su enseñanza.

Es una actividad estrechamente vinculada al proceso de pensamiento, por lo cual su definición depende fuertemente de las corrientes psicológicas que se consideren. De éstas, las de mayor influencia en el campo de la resolución de problemas se ubican en el marco de la Psicología Cognitiva y se conocen con el nombre de Procesamiento de la información y Constructivismo (Gangoso, 1999).

Para el Procesamiento de la información, la resolución de problemas es considerada "una interacción entre un sistema de procesamiento de información determinado…y una tarea con un determinado ambiente" (Pérez, 2004, p.150). Al enfocar la tarea, el sujeto que resuelve representa la situación en términos de un espacio del problema que contiene el estado inicial, el estado final o meta y todos los estados intermedios.

Para el Constructivismo, por su parte, el proceso de resolución de problemas depende fundamentalmente del contenido específico del problema y de la representación mental que del mismo tenga la persona que resuelve. Este punto de vista, se debe principalmente a la Teoría del Aprendizaje de Ausubel (1976) para quien la resolución de problemas implica un proceso de reestructuración dentro del cual el sujeto crea significados a través de la relación entre las nuevas informaciones que se le presentan y los esquemas de sus conocimientos previos (Varela,1994).

Según Poggioli (2005) "la resolución de problemas consiste en un conjunto de actividades mentales y conductuales, a la vez que implica también factores de naturaleza cognoscitiva, afectiva y motivacional" (p. 11)

Por su parte, para Sigüenza y Sáez (1990) la resolución del problema es un

"Proceso basado en la comprensión del área de conocimiento del que se ha extraído el problema. Éste no podrá ser resuelto mediante el recuerdo, el reconocimiento, la reproducción o la aplicación de un único algoritmo"(p.229).

Por la complejidad de los procesos cognitivos involucrados en ella, la resolución de problemas ha sido de gran interés para la psicología cognitiva y para la didáctica de la ciencia. A continuación se describe brevemente algunos de los estudios, que desde diferentes perspectivas, han intentado abordar la resolución de problemas.

Investigación en Resolución de Problemas. El proceso de resolución de problemas ha sido objeto de investigaciones desde la década de los 50, cuando se diseñaron estrategias para mejorar la capacidad de estudiantes universitarios para resolver problemas. En estas investigaciones se concluyó que el éxito en la resolución de problemas es proporcional al grado de información que posee el estudiante acerca del procedimiento y del dominio al que pertenece el problema (García, 2003).

En la década de los 60 las investigaciones estuvieron dirigidas al diseño de programas de desarrollo del pensamiento productivo de los estudiantes, que incluían estrategias para mejorar su capacidad para resolver problemas y para generar ideas creativas a través del fomento del pensamiento divergente.

En la década de los 70, la investigación se orientó hacia el entrenamiento de los alumnos en el manejo de heurísticos, originándose así programas como el de Schoenfeld (1980) que tenían el objetivo de enseñar a los estudiantes, patrones de

resolución de problemas.

En la década de los 80, la investigación buscó combinar e integrar las clases dedicadas a la construcción de conocimientos específicos de una asignatura con las clases dirigidas al desarrollo de capacidades creadoras y de aptitudes para la resolución de problemas.

Desde el campo de la didáctica, todas estas investigaciones, pueden ser organizadas en las siguientes cinco líneas:

a) La resolución de problemas como estrategia para generar cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales. Esta línea busca orientar al docente para que construya un modelo de resolución que implique enfrentar al alumno a situaciones que le permitan construir hipótesis, diseñar, ejecutar y analizar experimentos; con lo cual podrían lograrse cambios conceptuales, metodológicos y actitudinales importantes (García, 2003).

b) Diseño de heurísticos para la resolución de problemas. En esta línea se engloban los estudios que buscan enseñar a los alumnos estrategias de resolución de problemas que, presuntamente les permitirán resolverlos con un mayor acierto.

c) La creatividad como resolución de problemas. Esta línea de investigación considera que los procesos de resolución de problemas son procesos en los cuales se busca mejorar o transformar una situación, para lo cual es necesario generar, seleccionar, adoptar, refinar e implementar ideas creativas.

d) Comparación entre individuos expertos y novatos. Esta línea de investigación busca comparar el proceso de resolución de problemas en sujetos

expertos y novatos en específicas áreas de conocimiento, con la finalidad de identificar los procesos psicológicos implicados y tratar de convertir los procedimientos utilizados por los expertos en técnicas de enseñanza para los novatos (Pérez,2004).

e) La organización cognoscitiva del conocimiento y la capacidad para resolver problemas. En esta línea de investigación la resolución de problemas es vista como fuertemente dependiente de su representación mental y de la comprensión por parte del alumno, así como también de las ideas previas que éste posee acerca de los conceptos implicados. A élla corresponden los trabajos que se ocupan de diseñar y probar formas de procesar, almacenar y estructurar en la memoria la información, de manera que los estudiantes mejoren su capacidad para resolver los problemas. Estas investigaciones han revelado que en el éxito en la resolución de problemas influyen determinantemente el conocimiento previo de los alumnos, la aptitud para conectar la información del problema con la que se dispone en la estructura cognitiva, la pericia para procesar la información que suministra el enunciado y la organización y estructuración de los conocimientos en la memoria a largo plazo, lo cual determina la eficacia de la memoria a corto plazo (Solaz-Portolés & Sanjosé, 2006).

Dada la importancia que este enfoque, le asigna al contenido en el que se contextualiza el problema por considerar que las estrategias de resolución dependen de éste, se ha considerado oportuno, ahondar a continuación, en las características del campo de la Química y en las dificultades asociadas a su aprendizaje.

Dificultades Asociadas al Aprendizaje de la Química. La Química es una ciencia abstracta y de difícil comprensión, que abarca, según Johnstone (1982, 1991) citado por Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales (2003), tres niveles de pensamiento denominados: macroscópico, microscópico y simbólico.

El nivel macroscópico es un nivel concreto, que corresponde a objetos y fenómenos observables, sus propiedades y los términos usados para describirlos. Se construye por medio de la información que se adquiere a través de la experiencia sensorial. El nivel microscópico, también llamado submicroscópico, involucra los conceptos, teorías y principios necesarios para explicar lo que se observa en el nivel macroscópico; se refiere a las representaciones y modelos mentales propios de los expertos en Química, asociados a esquemas de partículas (átomos, moléculas, etc.). El nivel simbólico incluye a las fórmulas, ecuaciones y cálculos matemáticos, es decir, corresponde a las formas de expresar conceptos químicos mediante fórmulas, ecuaciones químicas, expresiones matemáticas, gráficos, definiciones, etc. (Díaz, 2006).

Los expertos manejan simultáneamente estos tres niveles. Por ejemplo, cuando piensan en una reacción, en el nivel macroscópico, saben que al combinar los reactivos ocurre un cambio físico fácilmente observable. En el nivel submicroscópico describen la reacción mediante un esquema de partículas, en el que a través de esferas coloreadas representan reactivos y productos. Finalmente, en el nivel simbólico, representan el fenómeno ocurrido mediante fórmulas y ecuaciones (Galagovsky et al., 2003).

Por su parte, cuando los docentes explican este fenómeno químico aunque pasan simultáneamente por estos tres niveles, en su discurso sólo se refieren a cada nivel por separado y de forma alternativa. Por ende, la memoria de trabajo de sus alumnos debe soportar una enorme demanda para procesar la información que están recibiendo, pues para ellos los dibujos y explicaciones suministradas carecen de relación directa con su percepción macroscópica del fenómeno.

Los alumnos, por otra parte, tienden a usar básicamente un criterio visual relacionado con las propiedades macroscópicas, sin relacionar éstas con una apropiada representación del nivel submicroscópico ni con una adecuada comprensión del nivel simbólico. Como consecuencia, no llegan a comprender ni las fórmulas químicas ni las ecuaciones, lo cual demuestran al no poder relacionar el subíndice de las fórmulas químicas con el número apropiado de átomos en dibujos que representan las partículas y, al no distinguir entre los coeficientes que preceden a las fórmulas y los subíndices que indican atomicidad (Galagovsky et al., 2003).

Esta falta de conexión entre los tres niveles provoca un aprendizaje exclusivamente memorístico y una resolución de problemas, carente de un verdadero pensamiento conceptual, todo lo cual limita aun más la comprensión de la parte numérica de la Química, como queda demostrado en el caso de la resolución de problemas de estequiometría.

La Estequiometría. Es uno de los más básicos y centrales de todos los tópicos de la Química y por tal razón, es esencial para comprender aspectos cuantitativos y cualitativos de las reacciones químicas así como para resolver muchos de los

problemas y ejercicios correspondientes al programa de noveno grado de Educación Básica y de primer año de Educación Media y Diversificada.

Este tópico describe las relaciones cuantitativas entre los elementos de los compuestos y entre las sustancias que participan en una reacción. Por medio de él, los químicos pueden dar respuestas a preguntas tales como: ¿Cuánto de una sustancia reacciona con una cantidad dada de otra? ¿Cómo puede describirse la reacción de una sustancia con otra? ¿Qué reactivo determina las cantidades de productos formados en una reacción Química? (Whitten, Davis & Peck, 1998).

Muchos estudiantes y docentes de Química coinciden al señalar que este tema es uno de los temas más difíciles de enseñar en el bachillerato; esto ha generado elevado número de investigaciones que han mostrado los profundos errores conceptuales que presentan los alumnos en temas fundamentales como la estructura de la materia, el comportamiento cinético de las partículas, el cambio químico, los conceptos de *mol* y de cantidad de sustancia y la noción de reactivo limitante (BouJaoude & Barakat, 2003; véase también Padilla, Furió & Azcona, 2005).

Gauchon y Méheut (2007) efectuaron un estudio con alumnos del décimo grado de escuelas secundarias francesas cuyo propósito fue analizar las concepciones previas de los estudiantes y los efectos de la enseñanza tradicional sobre el concepto de reactivo limitante. Los resultados evidenciaron que las ideas previas acerca del balanceo de ecuaciones, del establecimiento de las razones entre reactivos y del reactivo limitante que poseen los alumnos están profundamente enraizadas y no parecen verse influenciadas por la enseñanza tradicional de este contenido. En

consecuencia, plantearon la necesidad de utilizar estrategias de enseñanza que promuevan el conflicto cognitivo en el estudiante.

En este orden de ideas, Reyes y Garritz (2006) han señalado la utilidad de las analogías para suplantar, enriquecer o guiar el establecimiento de relaciones entre la nueva información y el conocimiento previo.

Las Analogías. Son comparaciones entre campos de conocimiento que guardan cierta relación de semejanza entre sí. Representan una herramienta frecuentemente empleada en el pensamiento habitual de las personas y son también muy importantes en la enseñanza en general y especialmente, en la enseñanza de las ciencias (Oliva, 2006).

Desde el punto de vista didáctico, facilitan la comprensión de una determinada noción o fenómeno, denominada objeto, problema o blanco, por medio de las relaciones que establece con un sistema análogo, también llamado ancla, base o fuente, y que es para el alumno más conocido y familiar.

El uso de analogías como estrategia educativa se ha justificado desde varios puntos de vista. Por parte de la psicología, se han proporcionado modelos y teorías acerca de cómo trabaja el razonamiento analógico y se ha argumentado también el interés en este tipo de estrategia señalando el papel que juegan en el pensamiento de los científicos y en la construcción de sus teorías. De igual forma, desde la visión de la didáctica y apoyándose en la tesis de Ausubel (1976) su utilidad ha sido justificada como organizador previo del aprendizaje.

Investigaciones realizadas en el contexto educativo, han evaluado varios

aspectos de las analogías, como son su influencia en la actitud de los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias, el cambio conceptual obtenido y, por supuesto, su utilidad y efectividad como recurso para la enseñanza de las ciencias.

Oliva, Aragón, Bonat y Mateo (2003) evaluaron un diseño didáctico encaminado a facilitar la construcción del modelo cinético-molecular de la materia a través de analogías, en alumnos de educación secundaria obligatoria, comparando los resultados finales obtenidos en pruebas de interpretación y predicción de fenómenos en un grupo experimental y en otro de control. Los resultados obtenidos indicaron que las analogías jugaron un papel relevante en la comprensión de los alumnos que fueron enseñados mediante ese recurso. Éstos aportaron modelos explicativos más acordes con el modelo científico que los alumnos que fueron enseñados según un diseño semejante pero sin analogías, si bien las diferencias encontradas fueron pequeñas.

Moro, Viau, Zamorano y Gibbs (2003) evaluaron la eficiencia de un modelo didáctico analógico para el aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad mediante un estudio correlacional, cuasiexperimental con posprueba y grupo control. Obteniendo resultados más favorables en cuanto a la modelización teórica de tales conceptos, en el grupo que recibió la instrucción a través del modelo didáctico analógico.

Aragón, Oliva, Bonat y Mateo (2005) analizaron las relaciones existentes entre la comprensión de los alumnos sobre las analogías trabajadas en clase, a lo largo de una unidad didáctica que adoptaba las analogías como núcleo vertebrador

sobre el comportamiento de la materia y los modelos mentales desarrollados al final para interpretar fenómenos de ese ámbito. Los resultados obtenidos les permitieron concluir que la comprensión de las analogías influyó positivamente en la resolución de tareas en torno al modelo cinético molecular.

En relación a la efectividad de las analogías, es útil considerar la conclusión a la que arriba Dagher (1995) luego de haber analizado las investigaciones de Duit (1991), Brown (1994), Stavy y Tirosh (1993) y Glynn, Britton, Semrud-Clikerman y Muth (1989). Afirman estos autores que el debate no debe centrarse en si las analogías son o no útiles en la enseñanza, sino en cuáles son las condiciones a partir de las cuales, desde un punto de vista didáctico, pueden llegar a resultar útiles y en cuáles son las dificultades asociadas a su uso.

Entre dichas dificultades pueden mencionarse:

1) A veces el análogo no resulta suficientemente familiar e incluso en algunos casos resulta más complejo aún que el blanco. De igual forma, en ocasiones, las situaciones comparadas no parecen semejantes para los alumnos por lo que éstos no encuentran las similitudes que el profesor establece y en consecuencia tienen una actitud desfavorable hacia el análogo empleado.

2) Generalmente la analogía es presentada como algo ya hecho y concluido por lo que los alumnos no pueden desempeñar un papel activo que permita al docente evaluar y regular la interpretación que de ella hacen. En consecuencia, los alumnos acomodan la analogía a sus concepciones alternativas reforzando falsas asociaciones entre dominios de conocimiento.

3) Se olvida que el aprendizaje de la analogía no es el fin percibido y por tal motivo, no se exponen cuáles son sus puntos débiles ni cuáles son los límites de su aplicabilidad. Además, la analogía es introducida como un hecho aislado y por tanto no logra entenderse qué es lo que realmente pretende ilustrarse con ella, así la analogía es interpretada de un modo literal, sin trascender a relaciones más profundas.

Habiendo mencionado algunas de las dificultades que implica el uso de analogías, resulta conveniente ahora, considerar los criterios que de acuerdo a Oliva, et al. (2001) deben cumplir las analogías de acuerdo al contenido que abordan:

1) El análogo debe hacer referencia a una situación más cotidiana, con la que los alumnos se encuentren más familiarizados que con el objeto.

2) La analogía debe ser concreta y por tanto, poder ser representada a través de una imagen o de algo que sea tangible; pues esto favorece su comprensión.

3) El análogo empleado debe simplificarse lo más posible. No debe representarse mediante un mismo análogo todos y cada uno de los rasgos del objeto, pues esto haría muy compleja la situación que se desea aclarar; debe más bien seleccionarse algunos atributos que permitan la aproximación al fenómeno de estudio.

4) La semejanza entre los fenómenos que se comparan no debe ser demasiado grande, pues no resultaría estimulante, ni demasiado pequeña; pues los alumnos tendrían dificultades para establecer relaciones entre ellos.

5) Debe evitarse el uso de análogos en los que los alumnos tengan ya concepciones alternativas y también de aquéllos hacia los que éstos pudieran presentar actitudes poco favorables.

6) La analogía debe ser planteada, no como un producto prefabricado que debe aprenderse, sino como un proceso en el cual los alumnos aportan opiniones, toman decisiones y en definitiva, contribuyen abiertamente en su construcción. De tal manera, si a los alumnos se les enseña a crear, aplicar y modificar sus propias analogías, se desarrolla en ellos también, la autorregulación de sus explicaciones sobre los fenómenos científicos y, la comprensión conceptual de éstos.

7) El uso de analogías ha de estar acompañado siempre de una constante retroalimentación del aprendizaje de los alumnos, valiéndose de la continua evaluación de lo que éstos aprenden y de la permanente orientación del docente a lo largo de su proceso de construcción. Interesa pues constatar, si los alumnos encuentran similitud entre el objeto y el análogo así como si son conscientes de los límites de la analogía. También interesa evaluar si han entendido la analogía en el sentido deseado o si, por el contrario, la han deformado o interpretado.

En la revisión de la literatura encontrada y de los estudios realizados sobre resolución de problemas en ciencias y sobre la enseñanza de la estequiometría, se puede observar con claridad que la construcción de analogías no puede ser trabajada como un proceso improvisado, sino que por el contrario debe verse como un proceso sistematizado, en el cual no sólo es importante el aprendizaje del modelo ilustrado mediante la analogía, sino también las habilidades de razonamiento y las actitudes

científicas y hacia las ciencias que se desarrollan cuando ella es construida. Además de esto, luego del análisis de tales estudios llevados a cabo en diferentes contextos socioculturales y en diversos niveles de los sistemas educativos puede afirmarse que el uso de analogías ha sido señalado como una de las vías que no sólo favorece el aprendizaje en el ámbito conceptual, sino que también contribuye al desarrollo de una imagen más ajustada de cómo funciona la ciencia; en consecuencia es recomendable la implementación de programas de intervención que promuevan su aplicación tanto por parte de los docentes como por parte de los alumnos.

En este capítulo se describió el problema y su documentación, se analizaron las posibles causas que lo provocaron, se relacionó el problema abordado con la literatura existente al respecto y se definieron los términos básicos de la investigación.

Capítulo3. Anticipación de los Resultados e Instrumentos de Recolección de Datos

En este capítulo se enunciará el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación, así como también los resultados esperados y la descripción del instrumento de evaluación utilizado.

Objetivo General y Objetivos Específicos

Objetivo General.

Mejorar mediante la implementación de un programa de intervención basado en el uso de analogías, el desempeño en la resolución de problemas estequiométricos de las alumnas que cursan Primer Año de Ciencias de Educación Media, en una institución escolar privada del Estado Miranda.

Objetivos Específicos.

1. Evaluar el desempeño en la resolución de problemas estequiométricos de las alumnas de primer año de Diversificado que cursan la asignatura química, antes de aplicar el programa instruccional basado en las analogías como estrategias de enseñanza y aprendizaje.
2. Entrenar a las alumnas de primer año de Diversificado que cursan la asignatura química en la resolución de problemas estequiométricos a través de un programa instruccional basado en las analogías como estrategias de enseñanza y aprendizaje.
3. Evaluar el desempeño en la resolución de problemas estequiométricos de las alumnas de primer año de Diversificado que cursan la asignatura química,

después de aplicar el programa instruccional basado en las analogías como estrategias de enseñanza y aprendizaje.

Resultados Esperados

Los resultados esperados para este trabajo son los siguientes:

Que las alumnas cursantes de la asignatura química del primer año de diversificado mejoren su desempeño en la resolución de problemas estequiométricos tomando como estándar de logro que indica el éxito, la obtención de calificaciones iguales o superiores a 14 puntos en el instrumento de evaluación aplicado.

Además como resultado asociado se espera que las estudiantes que forman parte de esta investigación, adopten las analogías como una herramienta para establecer relaciones entre la información almacenada en la memoria y los nuevos conceptos, lo cual facilita su comprensión y su aprendizaje.

Medición de los Resultados

Para medir los resultados del presente estudio se diseñó una prueba sobre resolución de problemas de estequiometría que se utilizó como pre prueba y post prueba (ver anexo A) tomando como dimensiones de contenido: a) ecuación química, b) relaciones estequiométricas, c) reactivo limitante, d) reactivo en exceso, e) relaciones estequiométricas y f) rendimiento de una reacción.

La prueba de resolución de problemas es una prueba de lápiz y papel de 5 ítems divididos en dos partes:

La primera, contiene 2 reactivos de selección simple donde las alumnas deben marcar con "x" el literal de la respuesta que consideran correcta así como también

justificar el porqué de su elección. Estos dos reactivos se corresponden con los problemas de estequiometría conceptual 1 y 2 de Nurrenbern y Pickering (1987)

La segunda parte consta de 3 ítems de respuesta abierta, en los que se requiere que la alumna reflexione y utilice el patrón de razonamiento adecuado para solucionar la situación problemática que se plantea. En esta parte, la alumna debe expresar de forma precisa el razonamiento y procedimiento empleados.

Las respuestas para cada ítem fueron evaluadas según escalas diseñadas por la autora para ser clasificadas en cuatro categorías (ver anexo B).

Se adjudicaron cuatro puntos a las respuestas clasificadas como categoría IV, tres puntos a las correspondientes a la categoría III, dos puntos a las ubicadas en la categoría II y un punto a las catalogadas como categoría I; para una calificación máxima de 20 puntos y una mínima de cinco.

De esta forma, además de la revisión cuantitativa de los resultados obtenidos en la prueba, se categorizó el grado de comprensión de cada alumna para cada uno de los contenidos evaluados.

El procedimiento utilizado para determinar la validez de la congruencia entre las especificaciones y los ítems de la prueba fue el denominado "Juicio de Expertos" (ver anexo C), el cual se aplicó de la siguiente manera: se seleccionaron tres profesores de química con más de 10 años de experiencia en el área, para que actuaran como evaluadores, cada profesor emitió sus observaciones con respecto a la prueba. El análisis de los resultados se obtuvo a través de un instrumento con una serie de ítems y valoraciones, que permitió concluir que la prueba satisfizo los requerimientos técnicos

de congruencia entre especificaciones e ítems.

Con la finalidad de determinar la confiabilidad de este instrumento, se realizó una prueba piloto donde participaron 54 alumnos de primer año de ciencias de otro plantel, con características cognitivas, económicas y sociales similares. Los datos obtenidos en esta prueba fueron procesados estadísticamente a través del programa SPSS versión 7.5 con la utilización del Coeficiente de Confiabilidad Alfa de Cronbach. Este estadístico reportó un r = 0,70 como consta en el informe de la prueba piloto; según Kerlinger (2001) este resultado permite afirmar que el instrumento es confiable ya que tiene una alta consistencia.

Capítulo 4. Estrategia de Solución

En este capítulo se discutirá acerca de algunas soluciones que han sido implementadas y que guardan relación con la solución que se pretende solventar en el presente estudio. De igual forma se presentará una descripción detallada del programa diseñado como alternativa de solución al problema planteado, en este caso es un Programa de Analogías para la Resolución de Problemas Estequiométricos. Además de, las acciones tomadas durante su implementación.

Discusión y Evaluación de Soluciones

El problema a resolver en este trabajo está referido al mejoramiento mediante el uso de analogías, del desempeño en la resolución de problemas estequiométricos, de las alumnas de primer año de diversificado que cursan la asignatura química en la institución educativa objeto de estudio.

La literatura revisada sobre dificultades de aprendizaje que plantea a los estudiantes la comprensión del concepto de *mol* y de otros conceptos asociados a éste, así como su aplicación en la resolución de problemas estequiométricos, ha establecido entre los principales impedimentos que tienen los estudiantes, los siguientes: incapacidad para transferir significados entre los niveles macro y micro (atómico/ molecular), insuficiente comprensión de los conceptos, utilización de algoritmos, reglas u otra información memorizada (Staver & Lumpe, 1995)

Ante tales dificultades, abundan en la literatura didáctica las referencias a la efectividad del uso de analogías familiares en el aprendizaje del concepto de *mol* y otros conceptos asociados a él, si se cumplen varias condiciones: – la analogía debe

ser inteligible; – deben verse las relaciones entre la situación analógica familiar al alumno y la situación química en la que se contextualiza el concepto; – deben poder transferirse las soluciones dadas a la situación analógica familiar al contexto del problema de química que se quiere resolver;– deben utilizarse durante un largo período de tiempo (Friedel y otros, 1990).

Algunas de dichas analogías se fundamentan en determinados prerrequisitos del concepto de *mol*. En este sentido, para enseñar el concepto de *peso fórmula relativo* de una sustancia, Garritz, Gasque, Hernández y Martínez (2002) y Felty (1985) propusieron una analogía con frutas para que los alumnos vieran la importancia y utilidad que tiene conocer las masas relativas para poder contar un número igual de partículas.

Por otro lado, con el fin de enseñar el concepto de *masa atómica media* de un elemento dadas las masas atómicas y el porcentaje de abundancia de sus dos isótopos, Last y Webb (1993) emplearon analogías con monedas invitando a los estudiantes a imaginar una situación en la que diez de ellos trabajen a tiempo parcial, siete en un trabajo en el cual cada uno gana cierta cantidad semanal, y el resto tienen otro tipo de trabajo en el cual cada uno gana otra cantidad diferente por semana. El problema es averiguar la ganancia media de los estudiantes.

Para facilitar el aprendizaje del concepto de *masa atómica relativa*, otros autores proponen también analogías utilizando conjuntos de monedas. De acuerdo a Henson y Stumbles (1979), la elección de este tipo de analogía se fundamenta en la familiaridad que tiene para los estudiantes el hecho de que, en los bancos, en lugar de

contar monedas se efectúen pesadas. Si cada tipo de moneda es asociado a una determinada masa cuyo valor sea proporcional (por ejemplo, si la masa de una moneda de bolívares cien es el doble que la de bolívares cincuenta y ésta es el doble que la de bolívares veinticinco), pueden calcularse las masas relativas de las monedas y establecer así las correspondientes relaciones analógicas con la determinación de las masas atómicas relativas.

De igual forma, Arce de Sanabia (1993) propone utilizar como situación analógica clips de diferente tamaño metidos en cajas de fósforos. Para ello se llenan dos o tres cajas de fósforos con un número igual de clips de diferente tamaño, que los estudiantes no pueden observar directamente. A continuación se invita a los estudiantes a pensar sobre la posibilidad de determinar por pesada el número de clips que contiene cada caja. Una vez determinada la masa de las cajas vacías se averigua, por diferencia, la masa de los clips contenidos en cada caja. A partir de aquí se tiene en cuenta que la masa total en cada caja es igual a la masa de cada clip multiplicada por el número que contiene, por tanto, puede averiguarse la masa de cada tipo de clip respecto al más ligero de ellos (masa relativa).

En relación a las estrategias para facilitar la comprensión de conceptos asociados al mol, tales como fórmula, ecuación química balanceada, conservación de la masa, reactivo limitante, rendimiento y pureza; así como también a los procedimientos requeridos para su cálculo, Haim, Cortón, Kocmur y Galagovsky (2003) han propuesto una analogía con la elaboración de hamburguesas. Según estos

autores las actividades sugeridas favorecen el desarrollo de herramientas empleadas en la resolución de problemas estequiométricos.

Al efectuar una revisión de las propuestas aportadas por estos investigadores puede afirmarse que son apropiadas para el escenario donde se llevó a cabo el estudio, pues comparten como objetivos comunes favorecer la comprensión de los conceptos propios de la estequiometría y mejorar el desempeño de los estudiantes en la realización de cálculos propios de tal contenido académico a través de analogías.

Descripción de la Solución Seleccionada

El presente estudio se desarrolló bajo un tipo de investigación preexperimental, con diseño pre prueba-pos prueba con un solo grupo, descrita por Hernández, Fernández y Baptista (2004, p. 220) como un diseño en el cual se aplica a un solo grupo una prueba previa al tratamiento experimental, luego se le suministra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba ulterior al tratamiento.

La autora de este estudió asumió las desventajas que presenta este diseño, señaladas por los autores antes mencionados, tales como la ausencia de manipulación y de grupo control así como la posibilidad de que puedan intervenir algunas fuentes de invalidación interna.

No obstante, este diseño concuerda con la situación específica que representa la investigación ya que corresponde a un estudio exploratorio que muestra un primer acercamiento del problema con la realidad dentro de la institución, pues no hay reportes que revelen investigaciones previas que relacionen las variables aquí

descritas dentro del marco de la institución que sirvió de escenario para desarrollar este estudio.

Al mismo tiempo, permitió ofrecer una alternativa adecuada a los aprendices pertenecientes a la investigación, objetivo principal de un trabajo orientado a ofrecer respuestas en un área determinada.

Por medio de este diseño se pudo aplicar la solución más idónea ante el problema planteado; un programa de instrucción fundamentado en analogías; ya que la literatura revisada al respecto afirma que éstas resultan ser la opción más adecuada cuando se desea entrenar estudiantes en la resolución de problemas estequiométricos.

Esta afirmación coincide con lo planteado por Haim et al. (2003) quienes concluyen que el trabajo con analogías permite comprender los conceptos para aplicarlos adecuadamente en la resolución de problemas y lograr un aprendizaje significativo al correlacionar los componentes de la analogía y los conceptos químicos.

Programa de intervención. El programa de intervención (ver anexo D) fue diseñado por la autora del presente estudio y está dirigido a estudiantes de primer año de Diversificado. Está constituido por seis sesiones de noventa minutos cada una, distribuidas en 3 semanas, a razón de dos sesiones semanales y cuenta con un material impreso, (ver anexo E) que facilita a las estudiantes el entrenamiento en la aplicación de las analogías, mediante la realización de ejercicios y actividades prácticas.

Contiene tres partes: La primera, dedicada a un "Entrenamiento informado con

autorregulación" , que según Díaz-Barriga y Hernández (2004) corresponde a un adiestramiento de las estrategias cognitivas, en este caso las analogías, durante el cual el participante recibe información acerca de dónde, cuándo y cómo aplicarlas; así como también acerca de cómo autorregularlas de forma efectiva. La segunda, mediante la cual se trabajan los conceptos de masa atómica relativa, número de Avogadro, fórmula empírica y fórmula molecular. La tercera, concerniente a los procedimientos para efectuar los cálculos de los conceptos anteriores y resolver problemas referidos al área de la estequiometría.

La secuencia didáctica desarrollada para la primera parte fue: presentación de la estrategia, práctica guiada y práctica independiente. Para la segunda y tercera parte, se siguió la siguiente secuencia: introducción del tópico, identificación de las características relevantes del análogo, establecimiento de comparaciones entre el análogo y el tópico e identificación de las limitaciones del análogo.

Dicho programa es el resultado de los aportes tomados de Bleam (1981), Díaz-Barriga y Hernández (2004), Felty (1985), Fortman (1994), Galagovsky (2003), Garritz et al. (2002), González (2002), Glynn (1991), Haim et al. (2002), McMinn (1984), Myers (1989), Poggioli (1995) y Thamburaj (2001).

Informe de las Acciones Tomadas

Cuarta semana de octubre 2007. Se detectaron dificultades en la resolución de problemas estequiométricos durante la realización de un repaso del contenido trabajado durante el año escolar anterior.

Primera semana de noviembre 2007. Se aplicó una prueba en formato de lápiz y papel, para determinar el nivel de desempeño en resolución de problemas y en la realización de cálculos estequiométricos.

Segunda semana de noviembre 2007. Se planteó la realización de un estudio del problema con diseño pre prueba, tratamiento, post prueba sin grupo control.

Tercera y cuarta semana de noviembre 2007. Se elaboró el capítulo uno referido al contexto del problema, ambiente laboral y rol de la investigadora.

Diciembre de 2007 y enero 2008. Durante este período fue realizada la revisión de la literatura relacionada con el problema de investigación.

Primera, segunda y tercera semana de febrero 2008. Fue elaborada la sección: Relación del Problema con la literatura.

Cuarta semana de febrero, primera y segunda semana de marzo 2008. Fue diseñado el programa de Analogías.

Cuarta semana de marzo 2008. Fue administrada la pre prueba de desempeño en resolución de problemas a las alumnas del grupo estudiado.

Primera, segunda y tercera semana de abril 2008. Fue implementado el programa de "Analogías para la resolución de problemas de estequiometría". Además, fue elaborado y reproducido el material que utilizaron las estudiantes durante el tratamiento.

A continuación se describe paso a paso las acciones tomadas durante la implementación del programa sesión por sesión, las cuales fueron desarrolladas en el

horario correspondiente a la asignatura química, siendo éste: martes de 11:15 a.m. a 12:45 p.m. y jueves de 9:00 a.m. a 10:30 a.m.

Unidad I. Conocer y aplicar analogías.

Sesión 1. (01-04-08) Se realiza la lectura de la guía "¿Qué es una analogía?", mediante la cual se explica el concepto de analogía, se describen sus tipos, se identifican los elementos que la componen y se señala su utilidad como herramienta de enseñanza y de aprendizaje.

Posteriormente, se describió la analogía "La célula, una fábrica" para mediante instrucción dirigida, introducir a las alumnas en el trabajo con esta estrategia.

Seguidamente se les planteó otra analogía; en este caso, una adaptación realizada por la autora de la analogía propuesta por Oliva (2006) en relación a la energía de activación y el salto con garrocha. En ella las alumnas debían identificar sus elementos, analizar su utilidad y sus limitaciones.

Tales analogías fueron trabajadas siguiendo la secuencia: introducción del tópico, recuerdo del análogo, identificación de sus características relevantes, establecimiento de correspondencias entre el análogo y el tópico e identificación de las limitaciones de la analogía.

Unidad II. Comprender los conceptos y procedimientos empleados para realizar los cálculos involucrados en la resolución de problemas estequiométricos.

Sesión 2. (03-04-08) El grupo fue dividido en cinco parejas, a cada una de las cuales se les entregó el material impreso titulado "Relacionemos los conceptos de

mol y de masa relativa. Parte I" en el cual se plantean la realización de las actividades propuestas por Arce (1993) y Garritz, et al. (2002) en sus respectivos trabajos de investigación: "Relative Atomic Mass and the Mole: A Concrete Analogy to Help Students Understand these abstract Concepts" y "El mol: un concepto evasivo. Una estrategia didáctica para enseñarlo".

De igual forma cada grupo recibió una balanza así como tres recipientes que contenían granos de arroz, caraotas y lentejas y tres cajas de fósforos a las que previamente se les habían introducido clips de diferentes tamaños.

Se realizó la lectura del material impreso y se dieron las orientaciones pertinentes para que las alumnas realizaran las actividades propuestas.

Cuando todas las parejas manifestaron haber culminado la realización de las actividades indicadas, se realizó una plenaria para comentar y discutir los resultados obtenidos, establecer conclusiones e identificar los aspectos de la analogía planteada.

Sesión 3. (08-04-08) Se entregó a cada alumna el material impreso, titulado "Relacionemos los conceptos de mol y de masa relativa. Parte II" el cual guiaría las actividades a realizar durante la sesión. Dichas actividades correspondían a una adaptación realizada por la autora de las analogías "Gram Formula Weights and Fruit Salad" (Felty, 1985) y "The Fruit Basket Analogy" (Bleam, 1981).

Se dio lectura al mismo y se aclararon las dudas planteadas. Posteriormente las alumnas realizaron las actividades propuestas y al finalizar, se discutieron las respuestas dadas a fin de orientar el cierre de la sesión y hacer las correcciones correspondientes.

Unidad III. Aplicación de analogías en la resolución de problemas estequiométricos.

Sesión 4. (10-04-08) Se hizo entrega a cada alumna, del material impreso que la orientaría en la realización de las cuatro actividades ahí propuestas, correspondientes a una adaptación realizada por la autora, de la analogía titulada "Learning Stoichiometry with Hamburger Sandwiches", propuesta por Haim et al. (2003).

De igual forma, cada alumna recibió un material elaborado en foami, que representaba cinco sándwiches de queso y diez hamburguesas sencillas. Este material estaba constituido por treinta círculos de color beige, que representaban al pan; veinte círculos de color marrón, que representaban la carne de las hamburguesas y diez cuadrados amarillos que representaban las rebanadas de queso.

Actividad 1. Comprendiendo el uso de las fórmulas en las ecuaciones.

La profesora introdujo el tópico, recordando a las alumnas la manera en que funcionan los restaurantes de comida rápida, específicamente los que expenden hamburguesas. En tal sentido se promovió la participación de las alumnas en cuanto a los tipos de sándwiches que éstos elaboraban, usando como ejemplos los restaurantes "McDonald's" y "Burguer king".

Se dio lectura a la primera de las actividades señaladas en el material impreso, con la finalidad de introducir el siguiente problema a resolver.

A continuación se les solicitó a las alumnas que desarmaran los sándwiches que habían recibido y ensamblaran con esos mismos ingredientes diez hamburguesas dobles.

Se les indicó a las alumnas que representaran gráficamente los ingredientes utilizados y los productos obtenidos; posteriormente se dio la oportunidad a cada una de mostrar a todo el grupo su representación.

Luego se promovió una discusión acerca de los aspectos correctos e incorrectos de cada representación y se identificaron las que a juicio de todo el grupo podrían ser consideradas como las mejores.

Entonces, la profesora escribió en el pizarrón la representación que haría un químico de estos ingredientes y productos, obteniéndose la siguiente ecuación:

a Hamburguesa Sencilla	+	b Sándwich Queso	↔	c Hamburguesa Doble		(ecuación 1)

Se señaló que las letras "a", "b" y "c" correspondían a los coeficientes y se hizo notar que conociendo el valor de "c" podría determinarse el valor de "a" y de "b".

Para ayudar a organizar la información acerca de la composición de cada tipo de sándwich se dibujó en la pizarra una tabla como la que se muestra a continuación.

Tabla 3.

Tipo de sándwich	Rebanadas de pan (P)	Rebanadas de carne (C)	Rebanadas de queso (Q)	Fórmula del sándwich
Hamburguesa sencilla	2	2	0	P_2C_2
Sándwich de queso	2	0	2	P_2Q_2
Hamburguesa doble	3	2	1	P_3C_2Q

Simultáneamente se revisaron los conceptos de "fórmula" y de "subíndice" para posteriormente plantear la siguiente ecuación balanceada.

$$2\ P_2C_2 + 1\ P_2Q_2 \leftrightarrow 2\ P_3C_2Q \quad \text{(ecuación 2)}$$

Entonces se solicitó a las alumnas que plantearan la ecuación mediante la cual pudieran haber dado respuesta a la pregunta de la primera actividad y que comprobaran si ésta coincidía con los resultados que obtuvieron cuando ensamblaron de nuevo los sándwiches. Se llegó así, a la siguiente ecuación:

$$10\ P_2C_2 + 5\ P_2Q_2 \leftrightarrow 10\ P_3C_2Q \quad \text{(ecuación 3)}$$

Finalmente, para concluir la primera actividad, se pidió a las alumnas que dieran respuesta a la siguiente pregunta ¿Cuántas hamburguesas sencillas y cuántos sándwiches de queso necesitarías para preparar 40 hamburguesas dobles? y que explicaran la metodología que habían aplicado para realizar el cálculo correspondiente.

Actividad 2. Demostrando la conservación de la masa.

Se dio a conocer al grupo la masa de una rebanada de pan, una rebanada de carne y una rebanada de queso.

Posteriormente se les plantearon las siguientes preguntas: ¿Cómo se calcula la masa de cada tipo de sándwich? ¿Cuál será la masa de cien hamburguesas dobles? ¿Hay relación entre la masa anterior y la masa de 100 hamburguesas sencillas más cincuenta sándwiches de queso?

Cada alumna realizó sus cálculos de manera individual y posteriormente explicó al resto del grupo su razonamiento y el procedimiento empleado.

Actividad 3. Identificando el reactivo limitante.

La profesora planteó al grupo la siguiente situación:

Si lo enviado por el restaurante en respuesta a tu pedido, fueran 10 Kg. de hamburguesas sencillas y 10 Kg. de sándwiches de queso ¿Cómo determinarías la cantidad de hamburguesas dobles que podrías preparar con él?

Luego de unos minutos de reflexión individual se escucharon las respuestas del grupo y se concluyó que era necesario realizar la conversión de "masa de sándwiches" a "número de sándwiches", lo cual fue rápidamente realizado por el grupo.

Posteriormente se les pidió que utilizaran los valores obtenidos como coeficientes de la ecuación y se les hizo notar que éstos no respetaban la proporción señalada en la ecuación 2 y en consecuencia, las hamburguesas sencillas estaban impidiendo que se aprovecharan todos los sándwiches de queso. Se concluyó entonces, que por ser las hamburguesas sencillas el componente limitante, sólo podrían formarse esa misma cantidad de hamburguesas dobles.

Actividad 4. Concepto de rendimiento.

Se pidió a las alumnas que tomaran los sándwiches que les fueron entregados al principio de la sesión y que extrajeran de éstos, dos hamburguesas sencillas, asumiendo que se habían roto y por tanto no podían reutilizarse.

Seguidamente, se les solicitó que desarmaran los sándwiches que ahora tenían y que averiguaran cuántas hamburguesas dobles podían ensamblar.

Finalmente, se les pidió que determinaran el porcentaje de eficiencia o de rendimiento del proceso, sabiendo que en lugar de las 10 hamburguesas dobles que podía haberse preparado sólo pudieron obtenerse ocho.

Sesión 5. (15-04-08) Correlacionando la analogía, los conceptos y los cálculos científicos.

Actividad 1. Se solicitó a las alumnas que se agrupara en parejas para que completaran una tabla que las ayudaba a establecer conexiones entre la analogía y las reacciones químicas así como también a identificar las limitaciones de ésta. Cada pareja tuvo oportunidad de expresar en forma oral sus respuestas las cuales fueron discutidas en la plenaria para dar retroalimentación y evaluar su adecuación. Además de esto, se hizo hincapié en la utilidad de la estrategia para orientar el procedimiento a seguir en la resolución de problemas de cálculo estequiométrico.

Actividad 2. Se orientó a las alumnas acerca de los errores más frecuentes concernientes a los problemas estequiométricos y su relación con la analogía.

Sesión 6. (17-04-08) Se plantearon los siguientes problemas para que las alumnas, de forma individual, aplicaran lo aprendido mediante la analogía.

El cloruro fosfórico reacciona con agua para dar ácido fosfórico y ácido clorhídrico mediante la siguiente ecuación: $PCl_5 + H_2O \leftrightarrow H_3PO_4 + HCl$

a) ¿Cuántos moles de Cloruro fosfórico y de agua son necesarios para obtener 40 moles de ácido fósforico?

b) Calcula la masa de 10 moles de ácido fosfórico y de 50 moles de ácido clorhídrico. ¿Está esa masa relacionada con la de 10 moles de cloruro fosfórico más 40 moles de agua? ¿Por qué?

c) ¿Cuántos moles de ácido fosfórico pueden obtenerse a partir de 2 Kg. de cloruro fosfórico y 2 Kg. de agua? ¿Cuál es el reactivo limitante?

d) ¿Cuál es el rendimiento de la reacción si se obtienen 15 moles de ácido fosfórico?

Se revisó el procedimiento seguido por cada alumna a fin de detectar los errores cometidos y hacer las recomendaciones pertinentes.

Las 6 sesiones aquí descritas se desarrollaron en 6 días hábiles, durante los días martes y jueves, en el lapso comprendido entre el 1 y el 17 de abril.

Cuarta semana de abril 2008. Al culminar la implementación del programa de "Analogías para la Resolución de Problemas Estequiométricos" fue aplicada la post-prueba para determinar el efecto de la intervención. Luego se tabularon, analizaron y discutieron los resultados, se elaboraron las recomendaciones y la difusión del trabajo.

En este capítulo se explicó brevemente algunos programas de intervención que han tenido resultados positivos en la resolución de problemas estequiométricos,

después de su aplicación. Además se describe la solución implementada, la cual ha sido un programa de intervención en resolución de problemas mediante la implementación de analogías, así como también las acciones que fueron tomadas para aplicar dicha solución.

Capítulo 5. Resultados

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos en la investigación, la discusión de los objetivos logrados, las recomendaciones y sugerencias para ampliar la solución implementada y la forma en cómo serán difundidos los resultados alcanzados en este estudio.

Resultados

Las estudiantes cursantes de cuarto año de ciencias de una institución educativa privada presentaron dificultades para resolver problemas de cálculos estequiométricos, por tal razón fue realizado un estudio con el objetivo de mejorar su desempeño en dicha tarea. Tal estudio incluye la implementación de un programa de intervención en resolución de problemas estequiométricos, mediante la implementación de analogías. Dicho estudio tiene un diseño pre prueba, tratamiento, post prueba sin grupo de control.

De acuerdo a los objetivos planteados se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3.
Estadísticos Descriptivos de los Puntajes obtenidos por las estudiantes en la pre prueba y la post prueba.

Descripción	*N*	Mínimo	*Máximo*	*Media*	*Desv. Est.*
Pre prueba	10	6	10	7,9	1,595
Post prueba	10	10	17	14,7	2,263
N válido	10				

En esta tabla se observa que la media de la pre prueba fue 7,9 puntos con una desviación estándar de 1,595 y en la post prueba la media fue 14,7 puntos con una desviación estándar de 2,263.

Tabla 4.
Variación de las Calificaciones obtenidas por las estudiantes de la pre prueba a la post prueba.

Descripción	Cantidad	Porcentaje
Alumnas que mantuvieron su calificación	0	0%
Alumnas que incrementaron su calificación 1 punto	0	0%
Alumnas que incrementaron su calificación 2 puntos	0	0%
Alumnas que incrementaron su calificación 3 puntos	0	0%
Alumnas que incrementaron su calificación 4 puntos	1	10%
Alumnas que incrementaron su calificación 5 puntos	1	10%
Alumnas que incrementaron su calificación 6 puntos	1	10%
Alumnas que incrementaron su calificación 7 puntos	4	40%
Alumnas que incrementaron su calificación 8 puntos	2	20%
Alumnas que incrementaron su calificación 9 puntos	1	10%
Total	10	100%

Esta tabla permite visualizar la diferencia en las calificaciones obtenidas por las estudiantes entre la pre prueba y la post prueba, indicándose que el 100% de éstas incrementó su calificación entre 4 y 9 puntos; destacando como variación más frecuente, el incremento en 4 puntos, obtenido por un 40% de las alumnas.

Tabla 5.
Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem1.

Categoría	Grupo de alumnas % de respuestas	
	Pre prueba	Post prueba
I	30	0
II	60	50
III	10	50
IV	0	0

Esta tabla permite comparar la frecuencia de respuestas por categoría obtenidas

en la pre prueba y la post prueba en relación al ítem 1; en el cual las alumnas debían reconocer la situación final de un cambio químico, representado a nivel microscópico, a partir de una situación inicial y de la ecuación química.

Resulta indiscutible que se logró incrementar el número de respuestas ubicadas en la categoría III, a la que arribó el 50% del alumnado en comparación con el 10% que se hallaba en dicha categoría, antes de la intervención. Sin embargo, es de hacer notar que ninguna alumna alcanzó la categoría IV, pues el 50% al que se ha hecho referencia, seleccionó la opción correcta pero omitió justificar las razones de su selección.

Tabla 6.
Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 2.

Categoría	Grupo de alumnas % de respuestas	
	Pre prueba	Post prueba
I	30	10
II	70	40
III	0	50
IV	0	0

La tabla 6 muestra la distribución de las respuestas dadas al ítem 2 según las cuatro categorías establecidas. Este ítem estaba estrechamente relacionado con el anterior; en él, las alumnas debían identificar la ecuación química correspondiente a una reacción representada por las situaciones inicial y final a nivel microscópico. La situación obtenida aquí es también similar a la anterior, en la que se logra que luego de la intervención un 50% responda correctamente, mas no justifica su respuesta.

Tabla 7.
Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 3.

Categoría	Grupo de alumnas % de respuestas	
	Pre prueba	Post prueba
I	40	0
II	30	30
III	30	20
IV	0	50

Esta tabla muestra la distribución de las respuestas por categorías para el ítem 3; en el cual las alumnas debían hallar el número de moles al que correspondían las masas dadas para posteriormente, respetando las relaciones estequiométricas planteadas en la ecuación química balanceada, identificar el reactivo limitante y en base a él calcular la cantidad de producto obtenido. Se observa aquí, que a diferencia de la pre prueba donde el 70% correspondía a las categorías I y II, en la post prueba este mismo porcentaje se hallaba en las categorías III y IV, las cuales corresponden a procedimientos adecuados, con respuestas correctas y a procedimientos adecuados pero con algún error de cálculo respectivamente.

Tabla 8.
Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 4.

Categoría	Grupo de alumnas % de respuestas	
	Pre prueba	Post prueba
I	70	10
II	30	0
III	0	80
IV	0	10

La tabla 8 muestra la distribución de las respuestas por categorías para el ítem 4; en el cual las alumnas debían aplicar el concepto de pureza para posteriormente hallar el número de moles al que correspondían las masas ya ajustadas. Seguidamente, respetando las relaciones estequiométricas planteadas en la ecuación química balanceada, debían identificar el reactivo limitante y en base a él calcular la cantidad de producto obtenido. Se observa aquí, que a diferencia de la pre prueba donde el 100% correspondía a las categorías I y II, en la post prueba el 90% se hallaba en las categorías III y IV, las cuales corresponden respectivamente, a procedimientos adecuados pero con algún error de cálculo y a procedimientos adecuados, con respuestas correctas.

Tabla 9.
Porcentaje de respuestas por categoría para el ítem 5.

Categoría	Grupo de alumnas % de respuestas	
	Pre prueba	Post prueba
I	80	10
II	20	0
III	0	20
IV	0	70

La tabla 9 muestra la distribución de las respuestas por categorías para el ítem 5. En este ítem, las alumnas debían calcular los moles de producto obtenidos para posteriormente calcular el rendimiento de la reacción en base a los datos dados. Se observa aquí, que a diferencia de la pre prueba donde el 20% correspondía a las categorías III y IV, en la post prueba estas mismas categorías obtuvieron un 90% de respuestas, distribuidas así: 20% en la categoría III, la cual corresponde a procedimientos correctos pero con algún error de cálculo: el 70% restante se ubicó en a la categoría IV, a la cual corresponden procedimientos adecuados, con respuestas correctas.

Discusión

A partir de los resultados obtenidos se observa un incremento en las calificaciones de las estudiantes en las dos pruebas aplicadas, evidenciado por la diferencia de 6,8 puntos entre la media de los puntajes obtenidos en la pre prueba y los puntajes obtenidos en la post prueba así como también puede afirmarse que las alumnas

objeto de estudio han superado en un nivel considerable las debilidades que presentaban para resolver problemas de estequiometría en cuanto a la comprensión y manejo de los conceptos y procedimientos implicados. Sin embargo, también resulta indudable que deben desarrollarse más en las alumnas las habilidades para justificar sus respuestas y la precisión en las operaciones matemáticas.

El análisis efectuado permite señalar que se logró el resultado esperado y se cumplieron los objetivos de la intervención, pues las alumnas de primero de diversificado que cursan la asignatura química adquirieron, gracias a las analogías propuestas, mayor comprensión de los conceptos y procedimientos involucrados en la resolución de problemas estequiométricos y, en consecuencia, mejoraron su desempeño en esta última actividad; lo cual se evidencia en la media de los puntajes obtenidos en la post prueba que superó el estándar de logro que se estableció como indicador de éxito (14 puntos).

A pesar de que el diseño empleado para la investigación no permite establecer conclusiones generalizables sí se puede afirmar que el programa de intervención permitió dar solución a la problemática existente y que además, los resultados obtenidos coinciden con la idea generalizada de numerosos investigadores acerca de que las analogías, bien empleadas, no sólo facilitan el aprendizaje de conocimientos nuevos a partir de algo familiar, sino que son un elemento clave en la construcción de modelos que acercan el mundo científico al ámbito escolar.

En esta línea, es útil citar a Adúriz-Bravo (2001, pág. 469) quien afirma:

"El modelo cognitivo de ciencia escolar considera la analogía como uno de los instrumentos privilegiados para la construcción de modelos teóricos escolares.

Esto supone dotar al lenguaje científico escolar de suficiente profundidad y versatilidad como para poder comunicar con él significados relevantes sobre el mundo natural".

Otro aspecto importante a destacar es la concordancia del estudio con otras investigaciones relacionadas con las analogías y el aprendizaje de la química, en las que se ha implementado un programa de intervención, cuyos resultados han sido muy significativos y positivos. Tal es el caso del proyecto llevado a cabo por la profesora Ana María Aguilar Rebolledo, quien aplicó una estrategia de enseñanza aprendizaje basada en analogías con el fin de facilitar el conocimiento y uso de la tabla periódica, en alumnos de primer semestre de bachillerato del colegio La Salle San Juan del Ríos, México.

Relata esta autora, que a medida que el alumno comienza a construir sus analogías y a darse cuenta de la importancia de la química en su entorno, se cambia la percepción de éste acerca de la química, a la que deja de ver como una asignatura pesada y tediosa para comenzar a considerarla una experiencia divertida e interesante que le proporciona conocimientos fundamentales para comprender nuevos conceptos. En consecuencia, al lograr comprender mejor la materia, el alumno se motiva y por ende, aumenta su rendimiento escolar tal como se evidenció en dicho estudio, al disminuir el índice de reprobación en un 28% y al aumentar el promedio general de 7.1 a 7.7. (Aguilar, 2006).

En este mismo orden de ideas Garay y Lancheros (2008) concluyen que

la implementación de las analogías en las aulas de formación no sólo se convierte en estrategia que se aleja completamente del paradigma imperante de transmisión por repetición de contenidos, sino que permite desarrollar en los alumnos interés y motivación que asociados con la potencialización de las habilidades y procesos de pensamiento que estructuran las competencias cognoscitivas, permiten la consecución de un aprendizaje significativo que se enmarca dentro de un aprendizaje constructivista.

A la luz de las proposiciones aquí planteadas puede concluirse que en este estudio, así como en las investigaciones reportadas, un programa instruccional basado en analogías resulta una solución adecuada e insuperable para mejorar el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas que involucran conceptos y procedimientos de cálculo estequiométrico.

Recomendaciones

1. Que se replique la investigación dentro de la institución utilizando un diseño experimental que permita generalizar los resultados obtenidos.

2. Que las analogías sean incorporadas a las actividades cotidianas de aula para mejorar la comprensión de la química y de otras materias científicas, puesto que favorecen su aprendizaje, promueven una actitud favorable hacia la ciencia, mejoran el desempeño de los estudiantes y por ende su rendimiento académico.

2. Que el uso de las analogías se realice de manera sistemática, persiguiendo un objetivo previamente definido y con un programa previamente establecido.

3. Que el programa sea enriquecido con el aprendizaje de otras estrategias como los mapas conceptuales y los mapas mentales.

Difusión

Para difundir los resultados de la presente investigación se hará uso de los siguientes mecanismos:

- Se presentará un resumen de la misma al personal directivo de la institución que sirvió de escenario para desarrollarla, indicando futuras investigaciones y proyectos que podrían derivarse de ella.

- Se promoverá la realización de talleres dirigidos a las docentes que comparten las mismas funciones de la autora.

- Se editará el programa de intervención, luego de una profunda revisión y de la realización de las correcciones que se consideren necesarias, así como también de la inclusión de otras estrategias, con la finalidad de que pueda ser utilizado como material de apoyo, por las docentes de química.

En este capítulo se presentaron y discutieron los resultados de la investigación, se propusieron recomendaciones y mecanismos para la difusión de los mismos.

Referencias

Aguilar, A. (2006). *Enseñanza y aprendizaje de la química: Conocimiento y manejo de la tabla periódica en el primer semestre del nivel bachillerato a través del método de analogías.* Colegio "La Salle" San Juan del Río, México. Disponible:www.lasalle.edu.mx/congreso_lasallista_06/docs/aprendizaje_de_la_quimica/RESUMEN_aprendizaje_quimica.do.

Arce, J. (1993). «Relative Atomic Mass and the Mole: A Concrete Analogy to Help Students Understand These Avstract Concepts» en *Journal of Chemical Education,* vol. 70, n. 3, pp. 233-234.

Ausubel, D.(1976). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México.

Bleam, W. (1981). The Fruit Basket Analogy. *Journal of Chemical Education,* vol. 58. *(2).* pp. 184-185

BouJaoude, S. & Barakat, H. (2003). Students' problem solving strategies in stoichiometry and their relationships to conceptual understanding and learning approaches. [Versión electrónica], *Electronic Journal of Science Education,* 7 (3), 1-42.

Carcavilla, A. & Escudero, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de física bien estructurados: aspectos identificativos y aspectos formales. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias,* 22 (2), 213-228.

Cervellati, R., Montuschi, A., Perugini, D., Grimellini- Tomasini, N & Pecorini, B. (1982). Investigation of secondary school students' understanding of the mole concept in Italy. *Journal of Chemical Education,* 59(10), pp. 852-856.

Dagher, Z. (1995). Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. [Versión electrónica], *Science Education, 79 (3), 295-312*

Díaz, A. (2006). D*iseño de enseñanza y aprendizaje para la nomenclatura de compuestos inorgánicos en el curso de Química de noveno grado de educación básica.* Tesis de maestría no publicada, Caracas, Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas.

Díaz-Barriga, F. & Hernández, G. (2004). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista.* McGrawHill, México.

Duncan, I. & Johnstone, A. (1973). The mole concept. *Education in Chemistry,* 10, pp. 213-214.

Duit, R. (1991). On the role of analogies in learning science. *Science Education*, 75. Pp. 649-672

Fortman, J. (1993). Pictorical analogies IV: Relative atomic weights. *Journal of Chemical Education,* vol. 70(3). pp. 235-236.

Friedel, A., Gabel, D. & Samuel, J. (1990). Using analogs for Chemistry problem solving: does it increase understanding?. *Scholl Science and Mathematics, 90* (8). Pp. 674-682

Furió, C.; Azcona, R. & 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

Gabel, D. & Sherwood, R. (1984). Analyzing difficulties with mole-concept task by using familiar analog tasks. *Journal of Research in Science Teaching,* 21(8), pp. 843-851.

Galagovsky, L.; Rodríguez, M.; Stamati, N. & Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción Química a partir del concepto de mezcla. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 21* (1), 107-121.

Gangoso, Z. (1999). Resolución de problemas en física y aprendizaje significativo. (Primera parte: revisión de estudios y fundamentos). [Versión electrónica], *Revista de Enseñanza de la Física, 12* (2), 5-211.

Garay, F. & Lancheros, A. (2008). Una propuesta de enseñanza del enlace químico, desde el uso de analogías. Disponible: *http://www.grearequipa.gob.pe/educativo/congresos/icongresoect/papers/propuesta%20de%20ensenanza.pdf.*

García, J. (2003). La creatividad y la resolución de problemas como bases de un modelo didáctico alternativo. [Versión electrónica], *Revista Educación y Pedagogía Enseñaza de las Ciencias, 21*(10), 145-176.

Garritz, A., Gasque, L., Hernández, G. & Martínez, A. El mol: un concepto evasivo. Una estrategia didáctica para enseñarlo. Disponible: http:/mail.fq.edu.uy/~dec/icc/6.pdf

Gauchon, L. & Méheut, M. (2007). Learning about Stoichiometry: from students' preconceptions to the concept of limiting reactant. [Versión electrónica], *Chemistry Education Research and Practice*, *8* (4), 362-375.

González, J., Portela, L. & González, B. (2001). Las analogías en el aprendizaje de la física en secundaria. Actas I Congreso Nacional de Didácticas Específicas, Granada. Pp. 1901-1914. Disponible: www.grupoblascabrera.org/didactica/pdf/Analogias%20aprendizaje%Fisica%20Secundaria.pdf

Goodstein, M. & Howe, A. (1978). The use of concrete methods in secondary chemistry instruction. *Journal of Research in Science Teaching, 15*(5), pp. 361-366.

Haim, L., Cortón, E., Kocmur,S. & Galagovsky,L. (2003). Learning Stoichiometry with Hamburguer Sandwiches. *Journal of Chemical Education,* 80 (09). Pp. 1021-1022.

Henson, R. y Stumbles, A. (1979). Modern mathematics and the mole. *Education in Chemistry,* 16(1), pp. 10-11

Kolb, D. (1978). The mole. *Journal of Chemical Education. 55*(1), pp. 728-732.

Kerlinger, A. (2001). *Investigación del Comportamiento.* México. McGraw Hill.

Krishnan, S. & Howe, A. (1994). The mole concept developing an instrument to assess conceptual understanding. *Journal of Chemical Education, 71*(8), pp. 653-655.

Mayer, R. (1983) P*ensamiento, resolución de problemas y cognición.* Buenos Aires. Paidós.

McMinn, D. (1984). Coffe, coins and limiting regents. *Journal of Chemical Education,* 61,591.

Moro, L.; Viau,J.; Zamorano, R. & Gibbs, H. (2003). Aprendizaje de los conceptos de masa, peso y gravedad. investigación de la efectividad de un modelo analógico. [Versión electrónica], *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *4*(2), 272-286.

Níaz, M. (1985) Evaluation of formal operational reasoning by Venezuelan freshmen students. *Research in Science and Technological Education, 3*(1), pp. 43-50.

Níaz, M. (1987). Estilo cognoscitivo y su importancia para la enseñanza de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias, 5*(2), pp. 97-104.

Nurrenbern & Pickering (1987).Concept learning versus problem solving: is there a difference?. *Journal of Chemical Education, 64(6),*508-510

Oliva, J.; Aragón, M.; Mateo, M. & Bonat, J. (2001). Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 19* (3) 453-470.

Oliva, J. ; Aragón, M.; Mateo, M. & Bonat, J. (2003). Un estudio sobre el papel de las analogías en la construcción del modelo cinético-molecular de la materia. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 21*(3), 429-444.

Oliva, J. (2006). Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la Química a través de analogías. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 3*(1) 104-114.

Olivares, E. (1998). *¿Cómo se hace? Contenidos procedimentales en ciencias experimentales, en secundaria.* Madrid: Narcea.

Padilla, K.; Furió, C.; & Azcona, R. (2005). Las visiones deformadas de la ciencia en la enseñanza universitaria de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII Congreso, 1-5.

Pérez, M. (2004). Psicología del pensamiento. En M. Carretero & M. Asensio, (Coords.), *Solución de Problemas* (pp.145-164). Madrid: Alianza Editorial.

Perren, M.; Bottani, E. & Odette, H. (2004). Problemas Cuantitativos y Comprensión de Conceptos. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias*, 22(1), 105–114.

Poggioli, L. (2005). *Estrategias de resolución de problemas.* Serie enseñando a aprender. Caracas, Venezuela: Fundación Polar.

Pomés, J. (1991). La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 9*(1), 78-82.

Reyes, F. & Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción Química" en profesores universitarios mexicanos. [Versión electrónica], *Revista Mexicana de Investigación Educativa, 11*(31), 1175-1205.

Ríos, P. (s.f). Psicología. *La aventura de conocernos.* Caracas: Editorial Texto.

Schmidt, H. (1990). Secondary School students' strategies in stoichiometry. *International Journal of Science Education,* 12(4), pp. 457-471.

Shayer, M. & Adey, P.(1984). *La ciencia de enseñar ciencias.* Madrid: Narcea.

Sigüenza, A. & Sáez, M. (1990). Investigación y experiencias didácticas. análisis de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza de la biología. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 8*(3), 223-230.

Solaz-Portolés, J. & Sanjosé, V. (2006). Podemos predecir el rendimiento de nuestros alumnos en la resolución de problemas?.[Versión electrónica], *Revista de Educación, 339*, 693-710.

Staver, J. & Lumpe, A.(1995). Two Investigations of students» understanding of the mole concept and its use in problem solving. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(2), pp. 177-193.

Thamburaj, P. (2001). A Known-to-Unknown Approach to Teach about Empirical and Molecular Formulas. *Journal of Chemical Education.* 78, 9-15

Varela, P. (1994). *La resolución de problemas en la enseñanza de las ciencias. Aspectos didácticos y cognitivos.* Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Vassin, E. & Donati, E. (2001). Uso de analogías adecuadas como recurso didáctico para la comprensión de los fenómenos electroquímicos en el nivel universitario inicial. [Versión electrónica], *Enseñanza de las Ciencias, 19*(3), 471-477.

Whitten, K. Davis, R. & Peck, M. (1998). *Química general.* Madrid: Mc Graw Hill. España.

Zabala, J. & González, M. (2002). Nivel de desarrollo mental, habilidad verbal y nivel de desempeño en la elaboración de mapas de conceptos: su influencia sobre la resolución de problemas de Química. [Versión electrónica]. *Informe de Investigaciones Educativas,* 16 (1 y 2), 119-144.

Anexo A

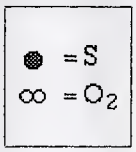
Pre prueba y Post prueba

TEST DE ESTEQUIOMETRÍA

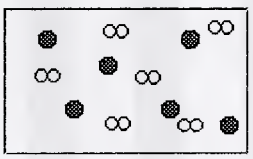
Nombre: _____ Fecha: _____

Resuelve los ejercicios que a continuación se te plantean, teniendo cuidado de <u>expresar y justificar</u> los procedimientos y razonamientos empleados.

1. Dada la siguiente ecuación: $2S + 3O_2(g) \rightarrow 2SO_3$.

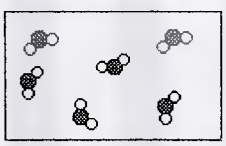


Si se hace reaccionar S y O_2 en un recipiente cerrado como se ilustra a continuación,

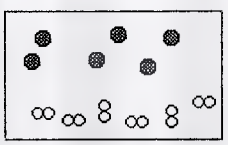


¿Cuál de las siguientes opciones representa el producto de esta reacción? ¿Por qué?

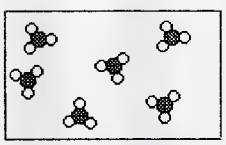
a/



b/



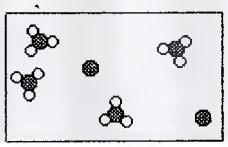
c/



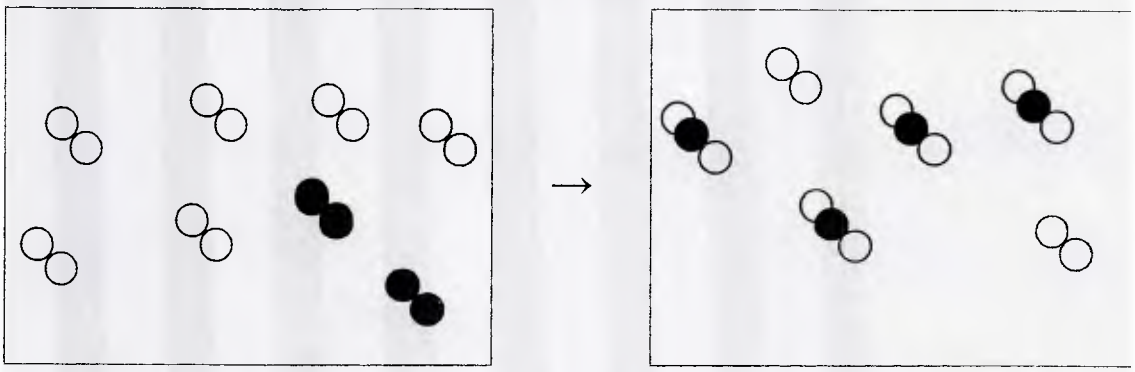
f) *No sé*

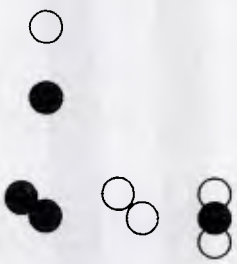
d/

e/



2) Supón que, en un recipiente cerrado, se produce la siguiente reacción química:





Representa átomos del elemento Y

Representa átomos del elemento X

Representan moléculas

¿Cuál de las siguientes ecuaciones describe a esta reacción? **¿Por qué?**

a) $12Y + 4X \rightarrow X_4Y_{12}$
b) $2X_2 + 6Y_2 \rightarrow 4XY_2 + 4Y$
c) $2X_2 + 4Y_2 \rightarrow 4XY_2$
d) $X_4 + Y_{12} \rightarrow X_4Y_8$
e) $X_2 + 2Y_2 \rightarrow 2XY_2$
f) Otra respuesta

3) Dada la siguiente reacción: $KOH + H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + H_2O$

Determina el número de moles de K_2SO_4 que se obtendrán al hacer reaccionar 36 gramos de KOH con 36 gramos de H_2SO_4.

Masa de 1 mol de átomos de K: 39 g Masa de 1 mol de átomos de : 1 g Masa de 1 mol de átomos de O: 16 g Masa de 1 mol de átomos de S: 32 g

4) Dada la siguiente ecuación: $P + O_2 \rightarrow P_2O_3$

Determina el número de moles de P_2O_3 que se obtendrán a partir de 15 gramos de P al 85% de pureza, que se hacen reaccionar con suficiente oxígeno.

Masa de 1 mol de átomos de P: 31 g Masa de 1 mol de átomos de O: 16 g

5) De acuerdo a la siguiente reacción:

$$HBr + H_2SO_4 \rightarrow H_2SO_3 + Br_2 + H_2O$$

Calcula el rendimiento de la reacción, si 0,5 moles de H_2SO_4 reaccionan con un mol de HBr y se obtienen 0,44 moles de Br_2

Anexo B

Criterios para la categorización de las respuestas

Criterios para categorizar las respuestas al ítem 1

Ítem 1	Categorías			
	I	II	III	IV
Sujeto	No selecciona ninguna respuesta.	Confunde los coeficientes con los subíndices o con las cantidades presentes en la situación. Desconoce que el reactivo en exceso no se incluye en la ecuación química.	Respuesta correcta pero carente de suficientes justificaciones	Respuesta correcta que incluye suficientes justificaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Criterios para categorizar las respuestas al ítem 2

Ítem 2	Categorías			
	I	II	III	IV
Sujeto	No responde	Respuesta en donde se observa incongruencia entre la ecuación y la explicación o respuesta que incluye el exceso de reactivo pero sin justificar.	Respuesta correcta con al menos una justificación o respuesta que corresponda a un múltiplo de la ecuación correcta.	Respuesta correcta con justificaciones que indican que los reactivos en exceso no deben expresarse en la ecuación y que ésta debe representar la menor proporción.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Criterios para categorizar las respuestas a los ítems 3, 4 y 5

Ítem N	Categorías			
	I	II	III	IV
Sujeto	No responde.	Aplica procedimientos inadecuados que indican errores conceptuales.	Aplica procedimientos adecuados, hay suficientes justificaciones pero comete algún error de cálculo.	Aplica procedimientos adecuados, hay suficientes justificaciones y la respuesta es correcta.
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Anexo C

Validación del Instrumento

Puntos a Validar	Valoración			
	Opt.	Act.	Inad.	Au
Coherencia con los objetivos de la investigación.	X			
Correspondencia de los ítems.	X			
Redacción de las instrucciones.	X			
Redacción de los ítems.	X			
Presentación y longitud del instrumento.	X			

Opt = Óptima

Act = Aceptable

Inad. = Inadecuada

Aus. = Ausente

Lic. Carolina Pérez

Puntos a Validar	Valoración			
	Opt.	Act.	Inad.	Au
Coherencia con los objetivos de la investigación.	X			
Correspondencia de los ítems.	X			
Redacción de las instrucciones.	X			
Redacción de los ítems.	X			
Presentación y longitud del instrumento.	X			

Opt = Óptima

Act = Aceptable

Inad. = Inadecuada

Aus. = Ausente

Lic. Sandra García

Puntos a Validar	Valoración			
	Opt.	Act.	Inad.	Au
Coherencia con los objetivos de la investigación.	X			
Correspondencia de los ítems.	X			
Redacción de las instrucciones.	X			
Redacción de los ítems.	X			
Presentación y longitud del instrumento.	X			

Opt = Óptima

Act = Aceptable

Inad. = Inadecuada

Aus. = Ausente

Ing. Antonio Contreras

Anexo D

Programa de Intervención

Programa de Intervención en Resolución de Problemas Estequiométricos, mediante analogías.

El presente programa ha sido diseñado con base a los planteamientos de Bleam(1982), Díaz-Barriga y Hernández (2004), Felty (1985), Fortman (1994), Galagovsky (2003), Garritz et al. (2002), Glynn (1991), Haim et al. (2002), McMinn (1984), Myers (1989), Poggioli (1995) y Thamburaj (2001). Está dirigido a estudiantes de primer año de Educación Media y Diversificada, Mención Ciencias.

Objetivo General

Que los estudiantes de primer año de Educación Media y Diversificada, Mención Ciencias, apliquen analogías para comprender los conceptos y procedimientos involucrados en la resolución de problemas estequiométricos.

Objetivos Específicos

1. Conocer la analogía como estrategia que permite relacionar conocimientos nuevos con conocimientos aprendidos previamente.

2. Identificar los elementos que estructuran una analogía.

Conocimientos previos:

- Correspondientes a la química: Conversiones de unidades de masa y de cantidad de materia, formulación y nomenclatura de compuestos químicos, balanceo de ecuaciones, fórmula empírica, fórmula molecular, átomo y molécula.

Contenidos Conceptuales

- Correspondientes a las analogías: Tópico, análogo, conectivos.

- Correspondientes a la química: Mol, número de Avogadro, reactivo en exceso, reactivo limitante, pureza de un compuesto y rendimiento de un proceso.

Contenidos Procedimentales

- Correspondientes a las analogías: Identificación de elementos que componen una analogía, pasos para establecer analogías entre conocimientos previos y conocimientos nuevos.

- Correspondientes a la química: Establecimiento de proporciones estequiométricas, identificación del reactivo limitante y del reactivo en exceso, cálculos estequiométricos.

Contenidos Actitudinales

Valoración de la analogía como estrategia para favorecer la comprensión de conceptos y procedimientos químicos.

Recursos Instruccionales

Los recursos a utilizar en el presente programa son guías impresas para orientar el trabajo con analogías tomadas y adaptadas de trabajos de autores anteriormente mencionados, acordes con el nivel de aprendizaje de las participantes.

Se utilizará además, materiales como láminas de foami de color marrón, amarillo y beige; clips de diferentes tamaños; cajas de fósforos vacías; granos de arroz, caraotas y de lentejas; balanzas y el pizarrón.

El material consta de tres partes: La primera, correspondiente al entrenamiento en la estrategia cognitiva. La segunda, en la cual se trabajan los conceptos de masa atómica relativa, número de Avogadro, fórmula empírica y

fórmula molecular. La tercera, concerniente a los procedimientos para resolver problemas estequiométricos.

La secuencia didáctica desarrollada para la primera parte fue: presentación de la estrategia, práctica guiada y práctica independiente. Para la segunda y tercera parte, se siguió la siguiente secuencia: introducción del tópico, identificación de las características relevantes del análogo, establecimiento de comparaciones entre el análogo y el tópico e identificación de las limitaciones del análogo.

Estrategias Instruccionales

Para desarrollar los contenidos propuestos y alcanzar los objetivos establecidos se llevará a cabo la exposición de los contenidos; el modelado de la estrategia a desarrollar; la práctica guiada en la que las estudiantes participan con las orientaciones del docente y una práctica independiente, realizada por las participantes de manera individual, cuyos resultados serán discutidos a través de la técnica de la pregunta. Igualmente, se llevarán a cabo puestas en común con todo el grupo.

Estrategias de Evaluación

Se llevará a cabo una primera evaluación mediante la aplicación de una prueba diagnóstica que permitirá detectar los conocimientos previos del alumnado así como también las debilidades que éste manifieste. A lo largo de la implementación de todo el programa se efectuará una evaluación formativa tomando en consideración los ejercicios y actividades efectuadas así como también, la participación de las estudiantes.

Anexo E

Material Impreso

Conociendo la analogía como estrategia para relacionar conocimientos nuevos con conocimientos aprendidos previamente

En el campo educativo se han realizado numerosas investigaciones para analizar y comprender cómo aprendemos es decir, cómo procesamos y almacenamos en la memoria la información que recibimos. Los resultados obtenidos han permitido concluir que existen numerosas estrategias que empleadas conscientemente facilitan el aprendizaje. Entre éstas tenemos la analogía.

¿Qué es una analogía?

Es una comparación entre conceptos, procedimientos, fenómenos, etc., que presentan cierta semejanza entre sí. A través de ella, puedes relacionar una situación familiar con otra nueva o desconocida, favoreciendo así la comprensión de la misma y en consecuencia, tu aprendizaje.

Las analogías están constituidas por los siguientes elementos:

a) Tópico: corresponde al tema que vas a aprender y que generalmente te resulta abstracto.

b) Análogo: corresponde al tema que ya conoces y con el cual vas a establecer semejanzas.

c) Conectivos: son los términos que vinculan al tópico con el análogo.

d) Trama: se refiere a la explicación mediante la cual estableces semejanzas entre el tópico y el análogo.

Para ilustrar lo planteado hasta aquí, seguidamente revisaremos una analogía empleada muy frecuentemente por los profesores de química de noveno grado, para explicar el modelo del átomo de Rutherford.

A pesar de la diferencia de tamaño, el sistema solar y los átomos se parecen en algunas cosas.

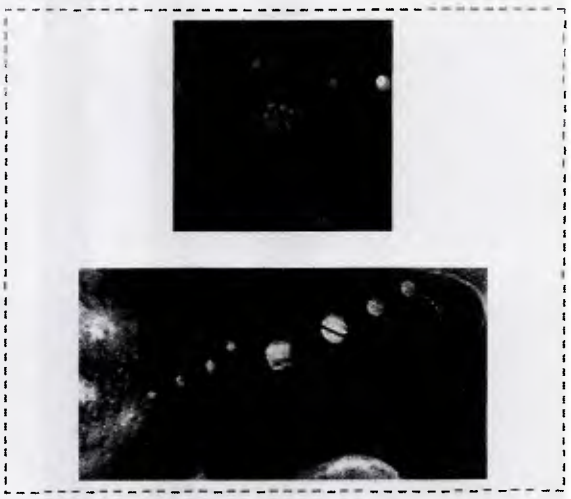
El sistema solar es un gran espacio vacío con una estrella en el centro, el Sol. A su alrededor giran los planetas, sujetos por la gravedad, todos en el mismo plano y en el mismo sentido, con sus órbitas formando un disco y atrayéndose entre sí.

Los átomos, aun siendo muy pequeños, también tienen mucho espacio vacío entre el núcleo que está en el centro y la corteza. A su alrededor, giran los electrones sujetos por la atracción eléctrica del núcleo, cada uno en su órbita pero formando una esfera y repeliéndose entre sí.

Pasamos entonces, a identificar el análogo y a enumerar sus características.

¿Cuál es el análogo?

Sin duda, el análogo es el Sistema Solar



¿Cuáles son sus características?

- Una estrella de mucha masa en el centro.
- Planetas de poca masa que giran alrededor de forma estable en sus órbitas, todas en un mismo plano.
- Un gran espacio vacío en el que se mueven los planetas.

A continuación, representemos la analogía mediante una tabla.

Tópico	Conectivos	Análogo
Modelo atómico de Rutherford	Es semejante al	Sistema Solar
El núcleo está en el centro del átomo, contiene la mayor parte de su masa y tiene carga positiva.	Así como también	El Sol está en el centro del Sistema Solar y contiene la mayor parte de su masa.
Los electrones giran alrededor del núcleo sujetos por la fuerza eléctrica.	De igual forma	Los planetas giran alrededor de la estrella sujetos por la fuerza gravitatoria.
Hay espacio vacío entre el núcleo y los electrones.	Así como también	Hay espacio vacío entre la estrella y los planetas.

Ahora, hagamos conclusiones acerca del tópico.

El átomo es prácticamente hueco, la mayor parte de su volumen está formado por una nube de electrones, que es muy grande respecto al núcleo pero que prácticamente no tiene masa. La masa del átomo se concentra en el núcleo, ya que cada protón y cada neutrón tiene una masa muy superior a la de un electrón. Sin embargo, el núcleo ocupa poco volumen porque sus protones y neutrones están muy pegados unos a otros. Los electrones tienen carga eléctrica negativa por lo que se repelen unos a otros, pero son atraídos por el núcleo porque éste tiene carga positiva.

Como ves, trabajar con esta estrategia es muy útil y sencillo. Sin embargo, para que puedas garantizar su efectividad sigue los siguientes consejos:

1) De ser posible, representa la analogía mediante un dibujo, así la recordarás mejor.

2) Siempre que trabajes una analogía asegúrate de identificar cuáles son sus limitaciones, es decir, aquellos aspectos en los que el tópico y el análogo no coinciden.

Por ejemplo:

- La distancia entre los planetas y el Sol es de miles de millones de metros, mientras que la que separa a los electrones del núcleo es la diezmillonésima parte del metro.

- En el sistema solar la carga eléctrica no es relevante mientras que en el átomo es de suma importancia.

- Los planetas se atraen entre sí mientras que los electrones tienden a repelerse.

- Hay un planeta por cada órbita mientras que en el átomo puede haber muchos electrones en la misma órbita.

La célula como una fábrica

Lee con atención el siguiente texto y, posteriormente, en conjunto con la profesora y tus compañeras, realiza las actividades propuestas.

Una célula es un sistema de orgánulos con diferentes funciones, en el que tienen lugar las funciones vitales de: nutrición, relación y multiplicación. Para podernos hacer una idea de cómo funcionan una célula es útil compararla con lo que sucede en una fábrica.

Si visitamos una fábrica de productos industriales veremos que hay algunas partes que son fáciles de identificar y se encuentran casi siempre en ellas, tales como:

- *Un edificio de Dirección, en el que se encuentran las oficinas, del que salen las instrucciones para el funcionamiento de toda la planta.*
- *Un sistema de generadores de energía que consumen combustible y suministran calor o electricidad para el funcionamiento de la planta.*
- *Un almacén al que llegan las materias primas, indispensable para elaborar los productos.*
- *Una cadena de producción, que es el lugar donde las materias primas se convierten en productos.*
- *Depósitos donde se guardan las materias primas que van a entrar en la cadena de producción, los productos que acaban de salir o los desechos de la producción.*
- *Un almacén para los productos ya elaborados.*
- *Todo ello está encerrado en un recinto rodeado de una valla y suele haber alguna vigilancia que controla qué entra y qué sale.*

(González, Portela, González y Elórtegui, 2001)

Realiza las siguientes actividades:

1. Identifica el análogo y señala sus características.

_____

_____

_____

_____

_____

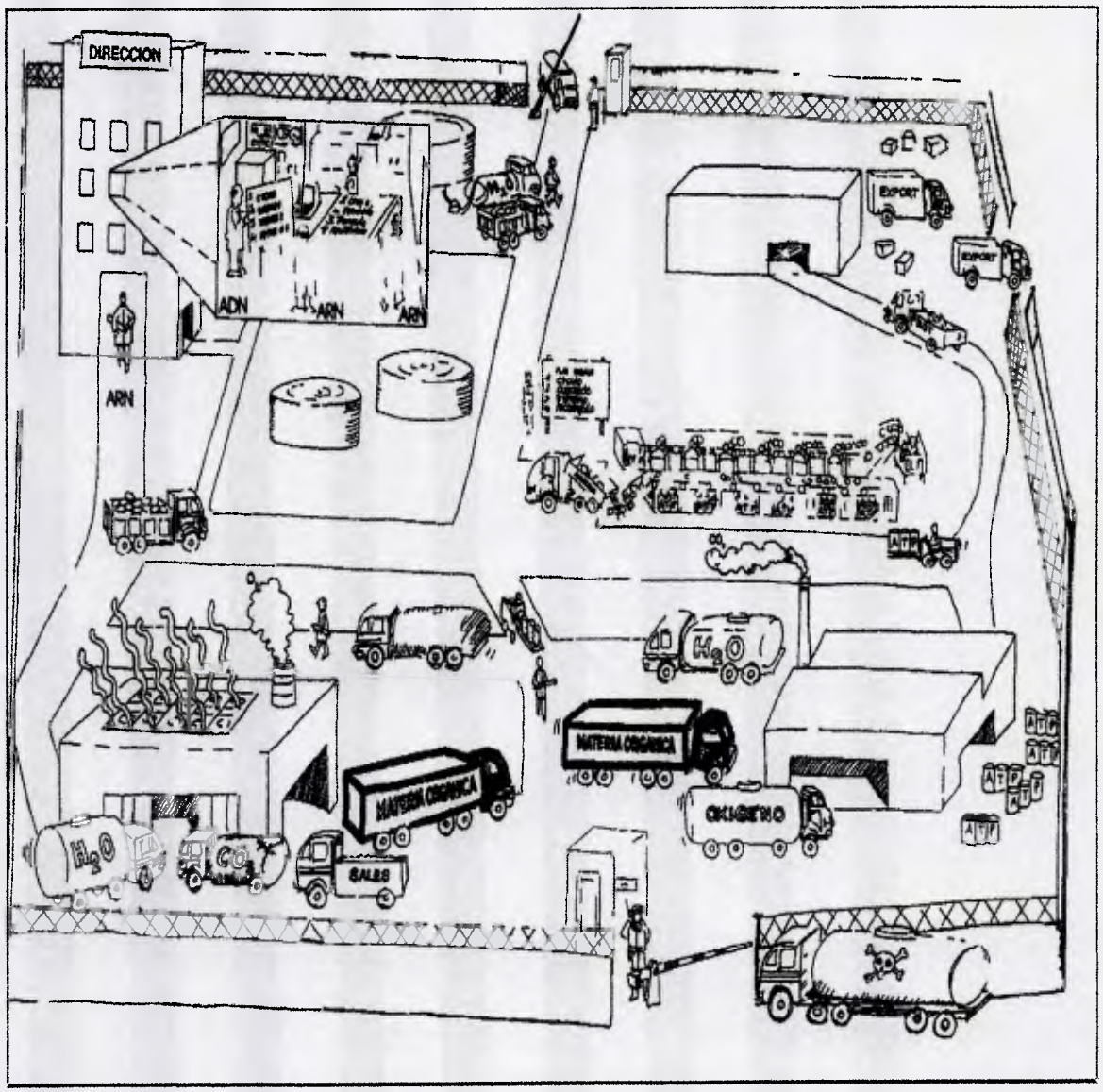
2. Completa la siguiente tabla estableciendo correspondencia entre el tópico y el análogo.

Tópico	Conectivos	Análogo

3. ¿Cuáles son las limitaciones de esta analogía?. (Justifica tu respuesta)

4. ¿Qué concluyes acerca del tópico?

5. Observa el siguiente dibujo para que te ayudes a identificar las analogías establecidas



La reacción química, ¿un salto de garrocha?

Lee con atención el siguiente texto y, posteriormente, realiza las actividades propuestas. Al finalizar, comparte con el grupo tus respuestas.

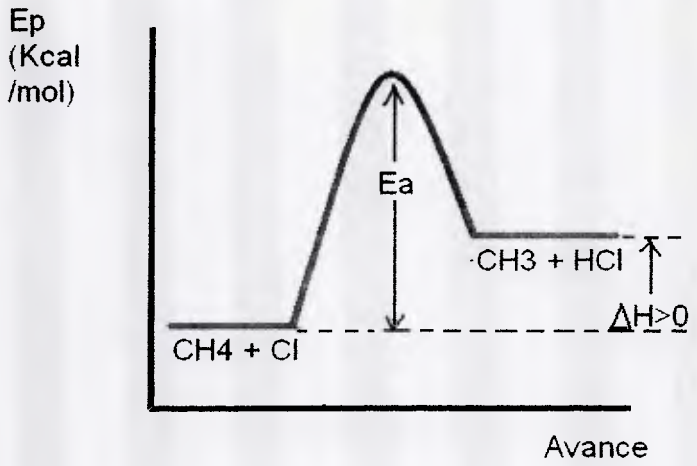
Cualquier reacción química se produce mediante choques o colisiones entre las moléculas de los reactivos. Para que se forme una nueva sustancia, las moléculas que reaccionan deben primero romperse. Así, por ejemplo:

$$H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$$

Las moléculas de H_2 y de Cl_2 deben primero romperse para que los átomos de hidrógeno puedan combinarse con los de cloro.

Pero para ello es necesario que los choques entre moléculas se produzcan con un mínimo de ènergía y una buena orientación. El problema es similar a lo que ocurre en una competencia de * salto con pértiga o garrocha. Para que un salto sea válido es preciso superar la altura a la que se encuentra el listón, y para ello es preciso que el saltador lleve la suficiente energía y salte además, en la dirección y con la pirueta adecuada. Para conseguirlo, el atleta toma impulso e intenta elevarse.

Si el listón está muy bajo, cualquier atleta puede pasarlo, porque la altura es pequeña; pero si el listón es colocado muy alto, sólo podrán superarlo los mejores, los más capacitados. Algo parecido ocurre en el caso de las reacciones químicas. Sólo aquellas moléculas que choquen con una energía superior a cierto valor, se convertirán en productos. Esta energía es lo que se denomina energía de activación y, gráficamente se podría comparar con la altura del listón que ha de superar el saltador.



Sólo aquellos atletas que lleguen al salto con la energía adecuada podrán conseguirlo.

(Oliva, 2006)

- *Prueba de atletismo que tiene por objetivo superar una barra transversal situada a gran altura con la ayuda de una pértiga flexible que suele ser de fibra de vidrio y carbono, materiales que reemplazaron al bambú y al metal de los años 60.*

Wikipedia

Realiza las siguientes actividades:

3. Identifica el análogo y señala sus características.

_____

_____

_____

_____

_____

4. Completa la siguiente tabla estableciendo correspondencia entre el tópico y el análogo.

Tópico	Conectivos	Análogo

3. ¿Cuáles son las limitaciones de esta analogía?. (Justifica tu respuesta)

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

4. ¿Qué concluyes acerca del tópico?

Relacionando los conceptos de mol y de masa relativa.
(Adaptación de actividades propuestas por Garritz et al.,2001)

Lee con atención el siguiente texto y, posteriormente, realiza las actividades que se te proponen.

Trabajando con clips para aprender el concepto de mol.

Se te han suministrado tres cajas de fósforos. Una de ellas está vacía y en las otras dos ha sido colocado el mismo número de clips pero de tamaño distinto. Las cajas han sido selladas de manera de que no puedas ver su contenido.

Aunque desconoces el número de clips que hay en cada caja, es posible que puedas establecerlo conociendo la masa de ésta.

Toma cada caja y, sin abrirlas, pésalas por separado, con la mayor precisión posible. Registra los resultados obtenidos. Numera las cajas de menor a mayor según su masa.

Resta a las cajas de clips la masa de la caja vacía, así sabrás la masa de cada grupo de clips.

Registra tus resultados en la siguiente tabla:

Caja	***Masa en gramos***
Sin clips	
#1	
#2	

Estos datos nos brindan la siguiente información:

- *Las cajas tienen masa diferente porque a su vez contienen clips de masa también diferente.*
- *La masa del contenido de cada caja es igual a la masa de cada clip multiplicado por un número desconocido de clips.*
- *No conocemos la masa de cada clip. Sin embargo, sabiendo que hay la misma cantidad (n) de clips en cada caja, podemos establecer la masa relativa de éstos.*

Para ello toma en cuenta las siguientes igualdades:

$$\frac{\text{Masa de clips de la caja \#2}}{\text{Masa de clips de la caja 1}} = \frac{\text{n(masa de cada clip de la caja \#2}}{\text{n(masa de cada clip de la caja 1}} = \frac{\text{Masa de cada clip de la caja \#2}}{\text{Masa de cada clip de la caja \#1}}$$

Ahora puedes obtener la masa relativa de los clips si divides la masa total de cada caja entre la masa de la caja#1.

Registra tus resultados en la siguiente tabla:

Caja a la que pertenece el clip	***Masa relativa**
#1	
#2	

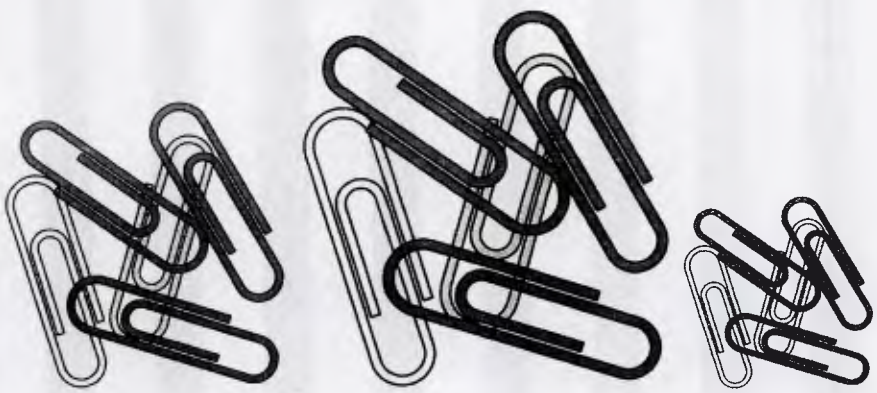
*La masa relativa te indica cuántas veces la masa de cada tipo de clip corresponde a la masa de los clips de la caja #1.

Al dividir la masa de la caja #1 entre ella misma, por ser la más liviana obtendremos como resultado un valor de 1. Definiremos a este valor como la Unidad de masa *y la expresaremos en gramos.*

Al número desconocido de clips lo llamaremos "clipmol" y así diremos que un clipmol de la caja #1 pesa un gramo. De la misma forma podremos usar la masa relativa de cada clip para establecer cuál es la masa de un mol de ellos.

Pregunta a tu profesora cuántos clips colocó en cada caja y así establecerás cuántas unidades forman un clipmol.

Fíjate que aunque cada clip tiene una masa distinta, cuando te refieres a clipmol no te refieres a la masa de éste sino al número de unidades que lo forman.



Aprendiendo química con granos y semillas

(Tomado de Andoni Garritz, Laura Gasque, Gisela Hernández y Ana Martínez, 2002)

Vas a usar tan sólo una balanza y tu habilidad para contar. En todo este problema vas a suponer que cada una de las semillas de arroz pesa lo mismo, que cada una de las caraotas pesa lo mismo y que cada una de las lentejas pesa lo mismo. Imagina que los átomos de los elementos son como diferentes semillas. La de arroz tomará el lugar del átomo de hidrógeno; la de lenteja el del berilio y la caraota, el sitio del cloro.

Guiándote con las actividades que a continuación se te proponen darás respuesta a preguntas tales como: ¿Es posible obtener igual número de los tres tipos de semillas usando sólo una balanza? ¿Puedes decir cuánto debe pesarse para obtener cien unidades de cada tipo de semilla?

1. Con una balanza, tu primer problema es estimar el peso promedio de un grano de arroz, de caraota y de lenteja. Pesa un buen número de ellos en la balanza y obtén el promedio (las semillas no son exactamente como los átomos, pues aquí sí ocurre que el peso de un grano de arroz es ligeramente diferente al de otro). A mí me dieron los siguientes resultados: Arroz: 0,021 g; lenteja: 0,187 gramos y Caraota: 0,746 gramos.

2. Mediante cocientes de los datos anteriores obtén los pesos relativos respecto al grano de arroz. Nosotros obtuvimos: Arroz: 0,021/0,021 = 1. Lenteja: 0,187/0.021 = 8,9. Caraota: 0,746/0,021= 35,5.

3. Dedícate ahora a contar las semillas que hay en las siguientes pesadas, a las cuales llamaremos "semilloles".

Un gramo de arroz (un semillol de arroz)

Un peso relativo de gramos de lenteja o semillol de lenteja (en nuestro caso corresponde a 8,9 gramos de lenteja, pero tú usa tu propio resultado del apartado 2.

Un peso relativo de gramos de caraota o semillol de caraota (en nuestro caso 35,5 gramos de caraotas).

No te sorprendas si obtienes el mismo número de cada semilla; recuerda qué sucede cuando pesas muestras en la misma proporción que la indicada por los pesos relativos.

4. El apartado 3(si usaste una balanza aceptable y no hay mucha variabilidad en los pesos de cada semilla respecto a su promedio) te debe haber llevado al mismo número de granos de las tres semillas o, en todo caso, a números muy parecidos. Este va a ser la "constante de Avogadro"de nuestro ejercicio. Nuestro resultado fue de 48 semillas. ¿El tuyo? (Date cuenta, por cierto que este número se obtiene al invertir el peso de un solo grano de arroz; 1/0,21,

pues la inversa de los gramos que pesa un grano de arroz es el número de granos que hay en un gramo.

5. Resuelve ahora la pregunta inicial ¿Cuántos gramos debe pesar de cada semilla para obtener cien de ellas?

Calcula para ello el "número de semilloles"que representan 100 semillas (en nuestro caso 100/48= 2,1 semilloles, por los que hay que pesar 2,1x1= 2,1 gramos de arroz: 2,1 x 8,9= 15,69 gramos de lentejas y 2,1x 35,5 = 74,55 gramos de caraotas).

6. Haz tus propios cálculos y verifica con la balanza, que en efecto obtienes 100 semillas de cada tipo. Si no es el caso, definitivamente lo que está pasando es que hay una gran variabilidad en el peso de cada semilla.

Actividades de cierre

1. ¿Qué relación puedes establecer entre el clipmol, el semillol y el mol?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

2. ¿Cómo crees que se establecieron los pesos atómicos de cada elemento?

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Aprendiendo química con frutas
(Adaptación de las propuestas de Felty,1985 y Bleam, 1981)

Imagina que necesitas hacer una ensalada de frutas que tenga, entre otras cosas, el mismo número de ciruelas que de uvas. Llegas a la frutería y pides al vendedor treinta uvas y treinta ciruelas. Este, quien ya tiene elaborado los paquetes de frutas por peso y no por unidades, te responde: "aquí vendemos la fruta por kilos. ¿Cuántos kilos de ciruela y cuántos kilos de uva desea?".

¿Qué harías entonces para salir de la tienda con treinta uvas y treinta ciruelas?

Para empezar, deberías suponer que cada ciruela pesa lo mismo que las otras ciruelas y que cada uva pesa lo mismo que cualquiera de las otras uvas. Pides entonces, un kilo de ciruelas. Cuentas las ciruelas que te dieron y encuentras que son quince. Pides ahora un kilo de uvas. Vuelves a contar cuidadosamente y son ciento veinte uvas.

Haces el siguiente cociente:

$$\frac{120 \text{ uvas/ kg}}{15 \text{ ciruelas/kg}} = \frac{8 \text{ uvas}}{1 \text{ ciruela}}$$

Ahora, conoces que una uva pesa la octava parte de una ciruela. Tienes entonces el peso relativo de las ciruelas, con respecto al patrón uva:

$$\frac{\textit{Peso de cada ciruela}}{\textit{Peso de cada uva}} = \frac{8}{1}$$

Ocho uvas pesan lo mismo que una ciruela. Por tanto, para que obtengas la misma cantidad de uvas que de ciruelas, debes pedir de uvas, la octava parte del peso de las circuelas.

Esto es lo básco en este ejemplo: contienen el mismo número de frutas las dos muestras, o sea, tanto una muestra de ciruelas que pese ocho veces lo que otra muestra de uvas, como esa muestra de uvas. Por lo tanto, el peso relativo nos puede conducir siempre a muestras con el mismo número de frutas.

Calculas rápidamente que para tener treinta ciruelas requieres de dos kilos y, por supuesto, para contar con treinta uvas necesitas la octava parte de los dos kilos. Inteligentemente le dices ahora al vendedor: "Sabe, voy a necesitàr otro kilo más de ciruelas y, además, no necesito tantas uvas. Póngame solamente un cuarto de kilo".

Estableciendo asociación con los ejemplos trabajados en estas dos últimas sesiones responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la utilidad del concepto de mol?

_____

_____

_____

_____

_____

2. ¿Qué es constante en un mol, su masa o el número de partículas que lo constituyen? ¿Por qué?

_____

_____

_____

_____

_____

Comprendiendo las ecuaciones

Las ecuaciones y las fórmulas son útiles para representar reacciones, pues ellas aportan mucha información, de manera breve y sencilla. Así, gracias a ellas, puedes expresar la "receta" de cualquier reacción.

Supón que se te pide elaborar una cesta de frutas que contenga dos manzanas y tres cambures.

¿Cómo plantearías esa ecuación?

¡Muy bien! Ahora, en base a esta ecuación intenta resolver los siguientes problemas:

1) Dadas cuatro manzanas y asumiendo que hay suficientes cambures ¿Cuántas cestas de frutas podrías elaborar?

2) Si tuvieras seis manzanas ¿Cuántos cambures necesitarías para fabricar el mayor número posible de cestas frutas?

3) ¿Cuántas manzanas habría en total si tuvieras seis cestas de frutas?

4) ¿Cuántas frutas tendrías en total si contaras con cuatro cestas de frutas?

5) ¿Cuál sería el mayor número posible de cestas que podrías obtener con 16 manzanas y 12 cambures?

¿Qué has aprendido con esta analogía?

Aprendes estequiometría mientras preparas sándwiches y hamburguesas.

La estequiometría es el cálculo de las relaciones cuantitativas entre los reactivos y productos involucrados en una reacción química. Este cálculo requiere del trabajo con ecuaciones balanceadas y de la aplicación de conceptos que has aprendido en las sesiones anteriores.

El material que aquí se te presenta te brinda la oportunidad de repasar y aplicar dichos conceptos en una situación muy familiar para ti, la preparación de de sándwiches de queso y de carne (hamburguesas).

Cuando hayas culminado todas las actividades habrás aprendido a:

- *Aplicar los conceptos químicos de fórmula, ecuación química balanceada, conservación de la masa, reactivo limitante y rendimiento de una reacción, en la resolución de problemas estequiométricos.*
- *Resolver ejercicios estequiométricos siguiendo pasos justificados que involucren el uso de ecuaciones químicas balanceadas.*

Nota: Ten a mano tu cuaderno de clases,para que consultes, si así lo necesitas, la siguiente terminología: Estequiometría, fórmula química, ecuación balanceada, conservación de la masa, reactivo limitante, reactivo en exceso, rendimiento de una reacción.

ACTIVIDADES:

1. Elaboración de hamburguesas dobles a partir de sándwiches de queso y de hamburguesas sencillas:

Imagina que tu salón ha organizado un evento y tú has sido encargada de comprar en el *Burgerquimi* (restaurante de comida rápida especializado en sándwiches de queso y hamburguesas) el almuerzo que se ofrecerá.

Has pedido 10 Hamburguesas dobles con queso, pero alguien ha cometido un error y te han entregado 5 sándwiches de queso y 10 hamburguesas sencillas.

Necesitas ahora convertir esos tipos de sándwiches en las 10 hamburguesas dobles que se te han encargado, sabiendo que la composición de éstos es:

- Hamburguesa doble: Tres rebanadas de pan (P), dos carnes de hamburguesas(C) y una Rebanada de queso (Q).

- Hamburguesa sencilla: Dos rebanadas de pan y dos carnes de hamburguesa.

- Sándwich de queso: Dos rebanadas de pan y dos rebanadas de queso.

a) ¿Cuántas hamburguesas sencillas y cuántos sándwiches de queso usaste para preparar esas 8 hamburguesas dobles?

b) ¿Cómo representarías gráficamente todos los ingredientes y productos?

c) ¿Cuántas hamburguesas sencillas y cuántos sándwiches de queso necesitarías para preparar 40 hamburguesas dobles?

2. Determinación de las masas de los sándwiches iniciales (reactivos) y de los productos:

Sabiendo que las masas de las rebanadas de pan, carne y queso son respectivamente: 25g, 80 g y 15 g. Determina:

a) La masa de cada "reactivo" y de los productos.

b) Compara la suma de los reactivos con la masa de los productos. ¿Qué relación existe entre tales masas? ¿A qué se debe? ¿Qué ley química explica este hecho?

3. Identificación del reactivo limitante:

Si tuvieras como ingredientes 2 kg de hamburguesas sencillas y 2 kg de sándwiches de Queso ¿Cuántas hamburguesas dobles podrías preparar? ¿Por qué? ¿Qué tipo de sándwich sería el reactivo limitante y cuál el reactivo en exceso?

4. Calcular el rendimiento del proceso:

Supón que iniciaste la preparación de hamburguesas con la cantidad de Ingredientes representados en la ecuación de la actividad 1. Si durante el proceso se rompen 6 de los panes, ¿Cuántas hamburguesas dobles podrías preparar? ¿Qué % de eficiencia tendría el proceso?

5. Representación del proceso mediante "fórmulas químicas" y ecuaciones.

a) ¿Cuál sería la "fórmula química" de cada uno de estos tres tipos de sándwiches?

b) Plantea una ecuación química que represente esa conversión de sándwiches de queso y hamburguesas sencillas a hamburguesas dobles y balancéala.

6. Repite ahora las actividades 2 y 3, haciendo uso de las fórmulas y ecuaciones anteriormente señaladas.

7. Establecimiento de relaciones entre los conceptos y cálculos químicos y la analogía llevada a cabo con la preparación de hamburguesas.

Completa la siguiente tabla y posteriormente discútela con toda la clase.

Analogía (conceptos, hechos y procedimientos)	**Estequiometría (conceptos y cálculos químicos)**
Fórmula: Composición de los sándwiches	
Subíndices: cantidad de cada componente en cada tipo de sándwich.	
Sándwiches de queso y hamburguesas sencillas.	
Hamburguesa doble.	
Conversión de un tipo de sándwich a otro.	
Coeficientes: cantidad de cada tipo sándwich en una ecuación.	
Diferencia entre fórmula empírica y fórmula molecular (PC diferencia entre PC y P_2C_2	
Ecuación: una manera de representar situaciones en las que una o más sustancias son "transformadas" en otras.	
Calcular cuántos sándwiches son necesarios para elaborar 10 hamburguesas dobles.	

Analogía (conceptos, hechos y procedimientos)	**Estequiometría (conceptos y cálculos químicos)**
Representación de la situación actual.	
La masa de un sándwich tiene una composición definida.	
Cálculos de las masas de queso, carne y panes involucuradas.	
La carne, el pan y el queso no desaparecen mientras se ensamblas diferentes sándwiches.	
Conservación de la masa y procedimientos para calcularla.	
Un ingrediente puede limitar la cantidad total de sándwiches obtenidos (reactivo limitante). Procedimiento para calcular cuál es el reactivo limitante y cuál es la máxima cantidad de producto obtenida.	
Cantidad final de sándwiches obtenidos, considerando la pérdida de ingredientes. Cálculo del rendimiento del proceso.	

¿Qué puedes concluir?

Apliquemos lo aprendido con las analogías en la resolución de problemas de estequiometría.

Mediante esta actividad podrás revisar lo aprendido durante estas últimas semanas. Recuerda escribir correctamente las fórmulas, balancear las ecuaciones y ser precisa en los cálculos.

¡Éxito!

El cloruro férrico reacciona con agua para dar ácido fosfórico y ácido clorhídrico mediante la siguiente ecuación:

$$PCl_5 + H_2O \leftrightarrow H_3PO_4 + HCl$$

a) Cuántos moles de Cloruro férrico y de agua son necesarios para obtener 40 moles de ácido fosfórico?

b) Calcula la masa de 10 moles de ácido fosfórico y de 50 moles de ácido clorhídrico. ¿Está esa masa relacionada con la de 10 moles de cloruro férrico y 40 moles de agua?

Datos:
Masa de un mol de fósforo: 31 g
Masa de un mol de hidrógeno: 1 g
Masa de un mol de oxígeno: 16 g.
Masa de un mol de cloro: 35,45 g.

c) ¿Cuántos moles de ácido fosfórico pueden obtenerse a partir de 2 kg de cloruro férrico y 2 kg de agua? ¿Cuál es el reactivo limitante?

d) ¿Cuál es el rendimiento de la reacción si se obtienen 15 moles de ácido fósfórico?

Recuerda revisar el procedimiento que has seguido, los cálculos realizados y las unidades en las que debes expresarlos.

Coteja tus resultados con los de tus compañeras y anota tus observaciones.

_____

_____

_____

_____

_____