



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

PROGRAMA DE POSGRADO EN PEDAGOGÍA

**DIAGNÓSTICO DEL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL  
EN QUÍMICA GENERAL, EN ESTUDIANTES  
DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA**

**Tesis**

que para obtener el grado de:

**Maestro en Pedagogía**

presenta:

**SALVADOR MONTERO LÓPEZ**

Director de Tesis:

**Dr. Fernando Flores Camacho**



FILOSOFÍA  
Y LETRAS

México, D. F. 2008



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al Dr. Fernando Flores Camacho, por su paciencia, orientación, información y revisión, que hicieron posible la elaboración del DIAGNÓSTICO DEL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL EN QUÍMICA GENERAL, EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA.**

**A las Dras. Alejandra García Franco, Leticia Gallegos Cázares, Marcela Gómez Sollano y Sara Rosa Medina M., por la revisión exhaustiva y las observaciones realizadas al borrador, que hicieron posible el enriquecimiento de la investigación al incorporar los elementos fundamentales que me mencionaron.**

## DEDICATORIA

*Con cariño para Juana Silvia, Leopoldo y Salvador*

## ÍNDICE

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
El campo de investigación de la Enseñanza de las Ciencias Naturales.....	12
Las disciplinas que conforman la Enseñanza de las Ciencias Naturales.....	13
Déficit en el bachillerato.....	14
 <b>Capítulo I. Marco teórico y diagnóstico de los problemas en la enseñanza de la Química en el nivel medio superior</b>  	
<b>Marco teórico</b>	
1.1 El constructivismo paradigma dominante en esta época.....	18
1.1.1 La representación desde el constructivismo.....	19
1.2 Las ideas previas de los estudiantes.....	20
1.2.1 Sistematización de las investigaciones sobre las ideas previas.....	20
1.2.2 Las investigaciones sobre la estabilidad de las ideas previas.....	23
1.2.3 ¿Por qué los profesores deben conocer las ideas previas de los estudiantes?.....	25
1.3 El cambio conceptual como referente del	

<b>constructivismo.....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.1 En el dominio del cambio conceptual, ¿qué sucede con el conocimiento?.....</b>	<b>27</b>
<b>1.4 Diagnóstico de los problemas en la enseñanza de la Química en el nivel medio superior.....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.1 El contexto de los estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).....</b>	<b>28</b>
<b>1.4.2 Reprobación y deserción en la ENP.....</b>	<b>29</b>
<b>1.5 ¿Qué necesita el estudiante para comprender la Química General?.....</b>	<b>32</b>
<b>1.5.1 Algunas investigaciones de las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia.....</b>	<b>34</b>
<b>1.5.2 Las investigaciones de las concepciones de los estudiantes sobre los cambios: físico y químico.....</b>	<b>35</b>
<b>1.6 La cuantificación de relaciones.....</b>	<b>36</b>
<b>1.6.1 La proporcionalidad.....</b>	<b>37</b>

**Capítulo II. Compilación e identificación de los obstáculos en la resolución de problemas/ejercicios en Química**

<b>2.1 Estado de la Educación en Ciencias Naturales en el mundo.....</b>	<b>39</b>
--	-----------

<b>2.1.1 Estado de la Educación en Ciencias Naturales en México.....</b>	<b>39</b>
<b>2.1.2 El estado de la resolución de problemas rutinarios.....</b>	<b>40</b>
<b>2.2 ¿Qué se entiende como un problema/ejercicio? .....</b>	<b>41</b>
<b>2.2.1 ¿Qué se entiende por problema/ejercicio en el dominio de la psicología?.....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.2 ¿Qué se entiende por problema/ejercicio en el dominio de la Enseñanza de las Ciencias Naturales?.....</b>	<b>42</b>
<b>2.2.3 Factores importantes en la resolución de problemas/ejercicios.....</b>	<b>44</b>
<b>2.2.4 La naturaleza del problema/ejercicio.....</b>	<b>45</b>
<b>2.2.5 Influencia de los datos: implícitos y no pertinentes.....</b>	<b>47</b>
<b>2.2.6 El entendimiento conceptual en los problemas/ejercicios.....</b>	<b>47</b>
<b>2.2.7 En busca de la comprensión conceptual.....</b>	<b>51</b>
<b>2.2.8 El papel central de la resolución de problemas/ejercicios y las creencias existentes.....</b>	<b>52</b>
<b>2.2.9 La percepción en la resolución de problemas/ejercicios de los estudiantes.....</b>	<b>53</b>
<b>2.3.0 Inefectividad con la resolución de problemas/ejercicios tradicionales.....</b>	<b>54</b>
<b>2.3.1 La creencia de ganancia de habilidades, promueve el uso de problemas/ejercicios rutinarios en la enseñanza.....</b>	<b>54</b>
<b>2.4 Heurísticos en la resolución de problemas/ejercicios.....</b>	<b>55</b>
<b>2.4. 1 El modelo de Polya y algunas de sus variantes.....</b>	<b>55</b>

<b>2.5 Relaciones entre la resolución de problemas/ejercicios en algunos temas básicos de Química.....</b>	<b>58</b>
<b>Las investigaciones descritas en la literatura especializada</b>	
<b>2.5.1 La percepción que prevalece en los estudiantes sobre la cantidad de sustancia y su unidad el mol.....</b>	<b>59</b>
<b>2.5.1.1 Percepción de mol que prevalece en los estudiantes.....</b>	<b>59</b>
<b>2.5.1.2 Otras dificultades.....</b>	<b>62</b>
<b>2.6 Los conceptos que son básicos para lograr la comprensión de los estudiantes, en Química.....</b>	<b>65</b>
<b>2.6.1 La cantidad de sustancia y su unidad el mol.....</b>	<b>65</b>
<b>2.6.2 El mol (símbolo: mol).....</b>	<b>66</b>
<b>2.6.3 La cuantificación y el mol.....</b>	<b>67</b>
<b>2.7 El razonamiento proporcional.....</b>	<b>68</b>
<b>2.7.1 ¿Qué se entiende por razonamiento?.....</b>	<b>69</b>
<b>2.7.2 ¿Qué se entiende por proporcionalidad?.....</b>	<b>69</b>
<b>2.8 Intención de la investigación.....</b>	<b>70</b>

### **Capítulo III. Metodología**

<b>3.1 Población.....</b>	<b>73</b>
<b>3.2 Elaboración de una estrategia de diagnóstico.....</b>	<b>73</b>
<b>3.3 Lo esperado de cada uno de los reactivos del instrumento empleado.....</b>	<b>74</b>
<b>3.4 Muestra del análisis del diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, a través de los casos 1 y 55.....</b>	<b>77</b>

### **Capítulo IV. Análisis y resultados de las respuestas obtenidas del cuestionario diagnóstico “Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos”**

<b>4.1 Las respuestas, para cada problema/ejercicio, fueron clasificadas según las siguientes categorías.....</b>	<b>92</b>
<b>4.2 Una mirada global a la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos.....</b>	<b>95</b>
<b>4.3 Una mirada específica a la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos.....</b>	<b>95</b>

<b>4.4 Una mirada específica a la resolución de problemas/ejercicios cualitativos.....</b>	<b>95</b>
<b>4.5 La resolución de problemas/ejercicios cuantitativos versus cualitativos.....</b>	<b>96</b>
<b>4.6 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1).....</b>	<b>103</b>
<b>4.7 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de la ley de Boyle (1').....</b>	<b>105</b>
<b>4.8 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Gay-Lussac (2).....</b>	<b>108</b>
<b>4.9 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de la ley de Gay-Lussac (2').....</b>	<b>110</b>
<b>4.10 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de estequiometría (3). Formación de agua (H<sub>2</sub>O).</b>	<b>112</b>

4.11 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (3'). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]..	114
4.12 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> (g)].....	118
4.13 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> ] .....	120
4.14 El diagnóstico expresó ausencia de algoritmos y heurísticos en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, respectivamente.....	123
4.15 Resultados generales de las respuestas de los estudiantes.....	124

**Capítulo V. Conclusiones del diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria**

5.1 Conclusiones del diagnóstico.....	131
5.2 Elementos para una propuesta didáctica orientada a la	

<b>resolución de problemas/ejercicios en Química.....</b>	<b>136</b>
<b>5.2.1 Tema.....</b>	<b>136</b>
<b>5.2.2 Comprensión del problema didáctico y conceptual de los estudiantes.....</b>	<b>136</b>
<b>5.2.3 Comprender y enseñar los conceptos químicos involucrados.....</b>	<b>137</b>
<b>5.2.4 Desarrollo de los conceptos involucrados en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos.....</b>	<b>138</b>
<b>5.2.5 El cambio químico.....</b>	<b>141</b>
<b>5.2.6 Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos.....</b>	<b>142</b>
<b>5.2.7 Actividad experimental, síntesis del agua.....</b>	<b>148</b>
<b>5.3 Evaluación.....</b>	<b>155</b>
<b>5.4 Referencias bibliográficas.....</b>	<b>159</b>
<b>5.5 Anexo número 1. Instrumento empleado.....</b>	<b>178</b>
<b>5.6 Anexo número 2, casos 2 al 54.....</b>	<b>187</b>

## INTRODUCCIÓN

### **El campo de investigación de la Enseñanza de las Ciencias Naturales**

La Investigación en el Campo de la Educación en Ciencias Naturales tuvo su origen en EE. UU en los principios del siglo XX. Con una larga tradición en la investigación cuantitativa, empírica y con una influencia importante de la filosofía positivista y de la psicología conductista. En Europa, Jenkins (1999), considera que la investigación surgió hasta finales de los años sesenta y principios de los setenta. En México es aún más reciente el surgimiento de este tipo de investigación León et al. (1995), plantearon que los setenta se caracterizaron por la formación de grupos de trabajo para participar en el diseño y desarrollo de planes de estudio y libros de texto y se realizaron investigaciones aisladas muy vinculadas con estos procesos y en los ochenta se empezaron a gestar y a consolidar proyectos y grupos de investigación en algunas instituciones como el "CINVESTAV-IPN", Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, y la UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México López y León (2003).

La enseñanza de las Ciencias Naturales ha conformado un campo de investigación educativa, que aborda la problemática de la construcción del conocimiento científico en estudiantes de todos los niveles escolares. A partir de distintos enfoques se han desarrollado diversas líneas de investigación, como ocurre con las concepciones de los estudiantes, que se han reportado en la literatura con diferente terminología vinculada con diferentes posiciones epistemológicas y psicológicas adoptadas por los autores: ideas previas, preconceptos, concepciones erróneas (*misconceptions*), concepciones espontáneas, teorías implícitas, teorías en acción, ciencia de los niños (Gallegos, 2002); las estrategias de enseñanza, los procesos de adquisición de conocimientos y habilidades científicas, la formación de profesores, el currículo en ciencias, el papel de la historia y la filosofía de la ciencia en la enseñanza, entre otras, han sido algunas de

las líneas de desarrollo de investigaciones que conforman este campo y que intentan dar respuesta a las múltiples interrogantes que se tienen sobre cómo los estudiantes aprenden las Ciencias Naturales (Gallegos, 2002).

### **Las disciplinas que conforman la Enseñanza de las Ciencias Naturales**

El ámbito de estudio parte del supuesto conformado de los aportes de las siguientes disciplinas: Ciencias de la Tierra, Biología, Física y Química, pero que no se identifican completamente con ninguna de ellas. Ciertamente, una parte de las dificultades de abordar el objeto de estudio al que se dedica el campo, consiste en esclarecer las relaciones que presentan las disciplinas constituyentes al mismo y los fenómenos de estudio que se pueden encontrar reportados en las revistas especializadas (López, 2003), es decir, el todo es más que la suma de sus partes.

Las ciencias naturales, están presentes en el currículo de todos los niveles escolares y en todos ellos la comprensión escolar resulta ser difícil para los estudiantes, primando en los registros los niveles altos de reprobación, deserción, principalmente en la segunda etapa de la enseñanza básica y el bachillerato, de materias científicas, sumándose el poco interés, que esta población tiene hacia la ciencia (Gallegos, 2002).

La Química, por ejemplo, es una disciplina que al igual que las Ciencias de la Tierra, Biología y Física conforman el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales (López, 2003), es una materia difícil de enseñar y aprender en los niveles secundarios y terciarios. Las principales dificultades en el aprendizaje se deben a la perspectiva particular de los fenómenos que en muchas formas contradicen las perspectivas cotidianas e intuitivas de los estudiantes (Treagust et al., 2000).

## **Déficit en el bachillerato**

Los métodos tradicionales de la enseñanza de la Química en el bachillerato están dejando un déficit importante en el aprendizaje de los estudiantes, porque no cambian sus ideas construidas por su experiencia a lo largo de su vida académica. Aun cuando han mostrado un éxito razonable en el manejo de hechos, reglas, procedimientos y algoritmos, esto no ha ayudado al estudiante a (re)construir sus ideas en el camino de las exigencias de Química (Richey y Stacy, 2000), permitiendo la comprensión de los fenómenos naturales a través de la adquisición del dominio de los conceptos.

Esta tesis, intitulada “DIAGNÓSTICO DEL RAZONAMIENTO PROPORCIONAL EN QUÍMICA GENERAL, EN ESTUDIANTES DE LA ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA”, pretende aportar una descripción del estado que guarda el razonamiento proporcional que se necesita en Química General, a través de los cambios físico y químico, empleando la resolución de los problemas/ejercicios cuantitativos, que darán cuenta del trabajo con datos numéricos, fórmulas, ecuaciones químicas, relaciones de proporcionalidad y del uso de algoritmos para obtener su solución y los cualitativos darán cuenta de la interpretación de los conceptos físicos o químicos y de la identificación y aplicación de las relaciones de proporcionalidad que existan, exigiendo que la solución este representada a través de un modelo, sustentado en la teoría cinético-molecular.

Es pertinente indicar que los problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos presentan exigencias conceptuales semejantes para su solución y fueron tomados de las investigaciones realizadas por Nakhleh y Mitchell (1993), Perren et al., (2004) y Chamizo et al., (2004).

La investigación se encuentra conformada por cinco capítulos y el contenido de cada uno es el siguiente:

Capítulo I. Marco teórico y diagnóstico de los problemas en la enseñanza de la Química en el nivel medio superior, se recupera la concepción del constructivismo como un acto cognoscitivo individual y social, lo que exige que el centro sea el estudiante y por ende se exploró la sistematización de sus ideas previas reportadas en la literatura especializada y se reconoce su estabilidad a través de la vida académica del estudiante. Una posible solución se encuentra en el empleo del cambio conceptual, que ofrece una alternativa que permite un acercamiento favorable a las concepciones científicas en Química.

Se recuperan los indicadores de reprobación y deserción en Química General, para el periodo 1993-2004.

Es necesario mirar la organización estructural conceptual que tiene la Química General, como lo hace Pozo et al., (1991). Ellos sugieren que la resolución de los problemas/ejercicios en química involucran de forma fundamental al razonamiento proporcional y el dominio de la comprensión de la discontinuidad de la materia y de los cambios físico y químico; con el propósito de obtener soluciones de los problemas/ejercicios con un dominio pleno de los conceptos involucrados y que esto contribuya en una mejora de la comprensión del estudiante en el aula que le permita exportar esta comprensión a su vida cotidiana.

Capítulo II. Compilación e identificación de los obstáculos en la resolución de problemas/ejercicios de química, aquí se representa el sitio que guardan los problemas/ejercicios en el ámbito internacional y nacional, resaltando la necesidad de incursionar en éstos.

Se declara que será un problema/ejercicio, recuperando las concepciones que se tienen en la psicología y en la Enseñanza de las Ciencias Naturales de lo que es un problema, se desarrollan los factores que parecen influir en el estudiante para resolver con éxito los problemas/ejercicios y se establece que existe una deficiencia en la comprensión conceptual involucrada.

Se plantea que un posible acercamiento a la comprensión conceptual se pudiera establecer a través del uso de un heurístico, que permita un acercamiento organizado y general que se desarrolle a la par, de los conocimientos científico y/o matemático involucrados en la solución del problema/ejercicio.

Se recuperan los obstáculos que se han encontrado en la literatura que dan respuesta a las dificultades que se tienen en la resolución de los problemas/ejercicios y se suman a las dificultades que se desarrollaron en el capítulo I, en lo relativo al modelo de partícula y en los cambios físico y químico, lo que hace pertinente la exploración que se pretende en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria No. 3 “Justo Sierra”.

Capítulo III. Metodología, se cita la población que se diagnóstica, las fuentes de referencia del cuestionario empleado, se describe el propósito que se busca en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, se hace referencia a la agrupación de éstos en pares. También se encuentran las transcripciones de dos estudiantes diagnosticados.

Capítulo IV. Análisis y resultados de las respuestas obtenidas del cuestionario diagnóstico “Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos”, se establecen los criterios que permitirán la clasificación de los problemas/ejercicios como correctos e incorrectos de forma específica.

Se cita el porcentaje, frecuencia y los números de los casos, que resolvieron exitosamente los problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, y se establece la ausencia de correlación entre ellos.

Se realiza un acercamiento a la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y se observo que el 10.9 %, tuvo éxito únicamente en la resolución de la ley de Boyle. En tanto el acercamiento a la resolución de problemas/ejercicios cualitativos permite observar que el 10.9 %, esta distribuido de la forma siguiente: ley de Boyle (1'), ley de Gay-Lussac (2') y estequiometría formación de anhídrido sulfúrico (3') [SO<sub>3</sub> (g)]. Por lo cual el análisis de los problemas/ejercicios por pares se limitó a la ley de Boyle.

Al sumar los casos incorrectos y los casos sin respuesta, en forma específica se observaran porcentajes entre el 89.1 al 100 %, de los casos en los cuales no hubo éxito, esto muestra que el proceso de enseñanza y aprendizaje debe ser revisado y modificado.

Se citan los casos correctos y se describen los motivos que se encontraron en los casos incorrectos para cada una de las preguntas que conformaron el diagnóstico.

Capítulo V. Conclusiones del diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria, se recuperan los elementos teóricos, metodológicos que permiten un enriquecimiento de la enseñanza de la Química y funcionan como referentes para interpretar los resultados del diagnóstico, lo cual permite proponer algunos elementos que son incluidos en el esbozo de la propuesta didáctica en el camino del cambio conceptual que permita superar los obstáculos que se han encontrado en la investigación.

## **Capítulo I. Marco teórico y diagnóstico de los problemas en la enseñanza de la Química en el nivel medio superior**

### **Marco teórico**

#### **1.1 El constructivismo paradigma dominante en esta época**

En las últimas dos décadas el constructivismo ha sido una influencia muy importante, la investigación de la Enseñanza de las Ciencias Naturales ha estado dominada por los resultados de los estudios sobre el aprendizaje y la comprensión de los fenómenos y conocimientos científicos por parte de los estudiantes (López y León, 2003).

El constructivismo ha llegado a permear todas las áreas de investigación en la enseñanza de las Ciencias Naturales. Campos y Gaspar (1999), analizan cómo el constructivismo se ha convertido en el paradigma predominante de la investigación cognoscitiva en la educación. Partiendo de las aportaciones de Piaget, hacen un análisis del paradigma dominante en la época, y de las posiciones como la Gestalt, el conductismo, y la psicología soviética (Vigotsky) y del surgimiento del paradigma del procesamiento humano de la información. El interés en el aprendizaje en condiciones escolares, más naturales y no en el laboratorio, como se hacía en el conductismo, propició el desarrollo de explicaciones o modelos psicológicos del desempeño escolar, con orientación cognoscitiva. A partir de este posicionamiento surge el planteamiento de una teoría de la enseñanza como complemento a la del aprendizaje (Gallegos y Flores, 2003).

Por otro lado, se reformuló la concepción que se tenía de la inteligencia como un simple problema psicométrico, permitiendo que se concibiera relacionada con la resolución de problemas, y con ello, junto al análisis estratégico, la percepción y la

construcción de categorías, el pensamiento complejo y el cambio conceptual, así como con el lenguaje (el análisis del discurso propició avances importantes relacionados con las condiciones contextuales de la construcción cognoscitiva, es decir, considerado como un acto cognoscitivo-social), (Gallegos y Flores, 2003).

El estudio del conocimiento y el lenguaje abrieron una problemática sumamente rica en procesos y dimensiones no abordadas previamente. Una mejor comprensión y toma de postura respecto al carácter histórico, social y cultural del conocimiento y su construcción, permitió integrar una visión compartida con las nacientes epistemologías modernas. La importancia de esta integración estriba en que permite analizar, con un núcleo epistemológico central, gran diversidad de problemas relativos a la actividad cognitiva (Gallegos y Flores, 2003: 475).

### **1.1.1 La representación desde el constructivismo**

El concepto de representación desde la perspectiva constructivista para Campos y Gaspar (1999), es enunciado como un conjunto de concatenaciones de significados acerca de un objeto, sea éste material o nocional. La representación está constituida por tres componentes: 1. Imágenes, 2. Conceptos y 3. Relaciones categoriales y es, asimismo, un proceso constructivo, siempre dinámico. La representación se construye a partir de tres dimensiones simultáneamente condicionantes: a) la medición de la acción entre sujeto y objeto; b) la interacción social, como condición y contexto de la acción y c) la relacional categorial, como efecto de la interacción. Identificar al lenguaje como un soporte en la conformación de conocimiento, por tanto, de la representación; en donde a partir de la interacción se obtiene su significado (Gallegos y Flores, 2003).

El constructivismo postula que para conocer hay que construir representaciones o estructuras acerca de algo, el objeto de conocimiento y poder, así, interpretar la realidad para conocerla (López y León, 2003).

El constructivismo es entonces un enfoque acerca de cómo se construye el conocimiento, tiene como origen la epistemología de la ciencia y al desarrollo psicológico “psicología genética”. El centro es el sujeto, éste es quien en función de su experiencia y modelos conceptuales y estructuras de conocimiento construye nociones, concepciones e interpretaciones de procesos como es el caso de los fenómenos naturales (Flores, 2000).

## **1.2 Las ideas previas de los estudiantes**

Al analizar las concepciones de los estudiantes en torno a los conceptos científicos, se empleará en este trabajo el término: ideas previas, por referirse a una concepción que no ha sido transformada por la acción escolar (Flores, 2004).

### **1.2.1 Sistematización de las investigaciones sobre las ideas previas**

En el campo de la investigación educativa, existen esfuerzos de sistematización de los conocimientos sobre el tema de las ideas previas y las investigaciones realizadas. Entre esas obras concretas algunas sobresalientes son: *CLIS. Research on Student's Conceptions in Science*, Driver et al., (1990); *Bibliography of Student's Alternative Frameworks and Science Education*, Pfundt y Duit (1994); y *Research on Alternative Conceptions in Science*, Wandersee, Mintzes y Novak (Wandersee et al., 1994).

Driver et al., (1990), realizaron la compilación acerca de las ideas previas, errores conceptuales, en el marco del *Children's Learning Project*, en el *Centre for Studies in Science and Mathematics Education*, de la Universidad de Leeds, generando, según estos autores, importantes cuestiones educativas y epistemológicas acerca de la naturaleza, estado y desarrollo del conocimiento científico de los estudiantes. Uno de los supuestos teóricos que se han tenido en cuenta a la hora de la elaboración de este trabajo ha sido la consideración de que el conocimiento científico se construye personal y socialmente. Este campo de investigación se funda en diversas fuentes de conocimiento que provienen de la historia, la filosofía y la sociología de la ciencia, la psicología cognitiva, y la psicología social, así como de estudios realizados en las clases.

Pfundt y Duit (1994), hacen hincapié en que la investigación sobre las ideas previas de los estudiantes está en claro desarrollo, porque se ha incrementado la investigación en este campo, en 1991, se reportaron en la base de datos 2 000; en 1994, se incrementa la base de datos a 3 500 y en la versión del 2007, se presentaron 7 700. Estas investigaciones abordan la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, las ideas previas de los estudiantes, ideas previas de los docentes, el cambio conceptual y la formación del personal docente. La mayor parte de la información recogida en la bibliografía pertenece a las áreas de las didácticas de las Ciencias de la Tierra, Química, Biología y Física, en orden creciente (Duit, 2007).

La mayoría de los estudios se refieren a las concepciones de los estudiantes sobre los contenidos en las diferentes áreas científicas. De ellos, un 14 % corresponden al campo de la Química, siendo los temas más abordados los de la combustión, oxidación, las reacciones químicas, el equilibrio químico, los símbolos, fórmulas, concepto de mol y electroquímica; un 20 % corresponde a temas de Biología; y finalmente un 66 % al dominio de la Física (González, 2001).

Pozo et al., (1991); Wandersee, Mintzes y Novak (1994) y Gallegos (1998), citados en Gallegos y Flores (2003: 460-461) después de realizar un trabajo de análisis exhaustivo de la literatura sobre investigación científica en relación con las ideas previas, producidas en los últimos 20 años, han determinado que las características principales son las siguientes:

1. Los estudiantes llegan a las clases de ciencia con un conjunto diverso de ideas previas relacionadas a fenómenos, objetos y conceptos científicos.
2. Las ideas previas de los estudiantes se encuentran presentes de manera semejante en diversidad de edades, género y cultura.
3. Las ideas previas son de carácter implícito, en la mayoría de los casos los estudiantes no llevan al cabo una “toma de conciencia” de sus ideas y explicaciones.
4. Las ideas previas corresponden a conceptos y no a eventos, se encuentran por lo general, indiferenciadas, es decir, presentan confusiones cuando son aplicadas a situaciones específicas.
5. Las ideas previas son generadas a partir de procesos donde los cambios son evidentes, mientras que aspectos estáticos pasan, usualmente, desapercibidos.
6. Buena parte de las ideas previas son elaboradas a partir de un razonamiento causal directo, en el cual, el cambio en un efecto es directamente proporcional al cambio en su causa.
7. Las ideas previas en un mismo estudiante pueden ser contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes.
8. Las ideas previas no se modifican por medio de la enseñanza tradicional de la ciencia.
9. Las ideas previas guardan cierta semejanza con ideas que se han presentado en la historia de las ciencias.

10. Los orígenes de las ideas previas se encuentran en las experiencias de los estudiantes con relación a fenómenos cotidianos, en la correspondencia de interpretación con sus pares y en la enseñanza que han recibido en la escuela.
11. Los profesores, en buena medida, comparten las ideas previas de los estudiantes.
12. Las ideas previas interfieren [están presentes] con lo que se enseña en la escuela teniendo como resultado que el aprendizaje sea deficiente, con importante pérdida de coherencia.
13. Es posible modificar las ideas previas por medio de estrategias orientadas al cambio conceptual.

### **1.2.2 Las investigaciones sobre la estabilidad de las ideas previas**

Furió et al., (1987), encontraron que en una muestra de españoles de 17 a 18 años de edad que previamente cursaron Química y Física, al preguntarles acerca de la combustión de papel en un sistema cerrado, el 54 % no conservó la masa.

Stavy (1990), con estudiantes de Israel, mostró que sólo el 50 % de 7° grado, entendió que la materia se conservó durante la evaporación. En otro estudio, Stavy (1990), probó la habilidad de conservación de materia, propiedades y peso (masa) con acetona, un líquido incoloro, que se evaporó en un recipiente cerrado. Ella encontró que la habilidad de conservación aumentó con la edad, pero aunque todos los estudiantes conservaron la idea de la materia, aproximadamente el 20 % no conservó el peso (masa).

Shepherd y Renner (1982), le pidieron a estudiantes de 10° y 11° grado que escribieran un párrafo que describiera por qué los sólidos siempre guardan la misma forma, mientras que los líquidos y los gases no lo hacen. El análisis de los párrafos indicó que ninguno de los 135 estudiantes respondió correctamente al 100 %, según la teoría cinético-molecular y que aproximadamente el 50 % de los estudiantes aún tuvo las ideas previas de cuando fueron niños.

Osborne y Cosgrove (1983), examinaron las ideas previas de estudiantes de 12 a 17 años de edad de Nueva Zelanda, sobre lo que le pasó al agua al hervir, evaporarse y condensarse; ellos determinaron que los estudiantes de 17 años de edad tuvieron contestaciones incorrectas, aproximadamente el 40 % pensaron que las burbujas en el agua, cuando ésta hierve eran de hidrógeno y oxígeno, casi el 30 % pensaron que el agua produjo hidrógeno y oxígeno al evaporarse y 35 % pensaron que el hidrógeno y el oxígeno se combinaron nuevamente para formar la condensación del agua en el perímetro exterior del frasco.

Las investigaciones educativas de Furió et al., (1987); Stavy (1990); Shepherd y Renner (1982) y Osborne y Cosgrove (1983), que exploraron la conservación de la masa y de la forma del estado sólido, al preguntar, ¿por qué los sólidos siempre guardan la misma forma, mientras que los líquidos y los gases no lo hacen? También se planteó un cambio químico, la combustión de un papel en un sistema cerrado y cambios físicos tales como la evaporación de acetona en un sistema cerrado y la ebullición y condensación del agua en un sistema abierto. Los resultados obtenidos en las exploraciones del conocimiento conceptual a través de estas investigaciones educativas, establecen la presencia de las ideas previas de los estudiantes, construidas a través de sus experiencias y reforzadas por la coincidencia de las interpretaciones de sus compañeros, produciendo un aprendizaje conceptual deficiente con pérdida de coherencia de los conceptos fundamentales en las ciencias naturales.

### **1. 2. 3 ¿Por qué los profesores deben conocer las ideas previas de los estudiantes?**

Las investigaciones en enseñanza de las ciencias se preocupan por determinar las variables que interfieren, positivamente o negativamente en la construcción del conocimiento dentro del salón de clase, descripción de los procesos de enseñanza cómo y por qué aprenden. Una de las líneas que ha producido resultados, es la que muestra la existencia de ideas previas difíciles de modificar durante la enseñanza, hacia el conocimiento científico en las áreas de: Ciencias de la Tierra, Química, Biología y Física principalmente (Pessoa, 2003).

Cualesquiera que sean los referentes teóricos que dan origen a esas investigaciones, el profesor necesita conocer sus resultados, es decir, requiere conocer la existencia de las ideas previas, para planear su enseñanza, tener conciencia de que sus estudiantes llegan a las aulas con conocimientos empíricos ya constituidos y que, por tanto, no son una “tabla rasa”, cuando los niños inician su educación elemental, ya han construido sus estructuras conceptuales iniciales sobre el mundo físico y social; mismas que son muy diferentes en varias formas, de los conceptos científicos que se les enseña en la escuela (Gallegos y Flores, 2003: 460-461).

Los estudiantes siempre comprenderán lo que el profesor enseña a partir de sus esquemas conceptuales previos. También se deberá buscar que los estudiantes expliciten sus ideas previas y éstas aparezcan con un estatus de hipótesis que serán puestas a prueba y no tratarlas como una confrontación entre las ideas personales de los estudiantes y las ideas científicas (Pessoa, 2003).

### **1.3 El cambio conceptual como referente del constructivismo**

Al aprender ciencias, un estudiante puede darse cuenta de que un hecho se opone a sus expectativas, de que no se ajusta a sus esquemas, las diversas cosas almacenadas e interrelacionadas en la memoria. Asimismo, estos esquemas influyen sobre la forma de comportarse y de actuar una persona con el ambiente y, a su vez, puede ser influida mediante retroalimentación por ese mismo ambiente. Sin embargo, la simple comprobación de esta discrepancia no implica necesariamente la (re)estructuración de las ideas del estudiante; éstas requieren tiempo y circunstancias favorables (Driver et al., 1992).

Las investigaciones sobre las ideas previas originaron el tema del cambio conceptual, esta propuesta de aprendizaje parte de un referente constructivista, esto es, orienta el aprendizaje de los estudiantes como una (re)construcción del conocimiento a partir de sus propios conceptos que evolucionan hacia los conceptos científicos a través de actividades de enseñanza donde se proponen situaciones problemáticas de interés para los estudiantes y donde es respetada la forma de producción del conocimiento de los estudiantes (Pessoa, 2003).

La teoría del cambio conceptual ha recibido fuertes críticas, pues asume que el aprendizaje de las ciencias implica el reemplazo de las ideas previas por teorías científicas más que concebir la coexistencia de diferentes representaciones. Sin embargo, de acuerdo con posiciones más recientes, el cambio conceptual requiere que coexistan diferentes representaciones que pueden ser usadas en distintos contextos. En este caso, el objetivo de la educación sería promover el uso de representaciones múltiples en el contexto apropiado (Spada, 1994).

### **1.3.1 En el dominio del cambio conceptual, ¿qué sucede con el conocimiento?**

Sobre lo que sucede con el conocimiento anterior y el nuevo existen diversas aproximaciones, según Gallegos y Flores (2003: 470):

1. El nuevo conocimiento reemplaza al antiguo que termina por olvidarse, intercambio conceptual para Hewson (1981).
2. El conocimiento antiguo es reinterpretado al interior del marco del nuevo conocimiento Vosniadou y Brewer (1992).
3. El nuevo conocimiento es reinterpretado al interior del marco del conocimiento previo. Se incorporan algunas de las ideas sin cambiar las anteriores.
4. El conocimiento es incorporado en el final. Los principios del conocimiento inicial no cambian, sino que son redefinidos dentro de una estructura de conocimiento más sistemática.
5. El conocimiento inicial y el final están parcelados. Esto lleva a que son ideas que se mantienen ajenas y, por lo tanto, pueden coexistir Brown y Clement (1992).

En otras aproximaciones el cambio conceptual se interpreta como una modificación progresiva de los modelos mentales que posee el sujeto, por un proceso de enriquecimiento de información a partir de la estructura conceptual existente o por una revisión o cambio de las creencias y presupuestos de partida Vosniadou (1999).

Striker y Posner (1985), para ubicar el cambio conceptual, elaboran un marco o contexto que denominan ecología conceptual, formada por diversos elementos con los cuales los sujetos interpretan su realidad “nicho ecológico”. Para que ocurra la transformación de los elementos en un nicho ecológico y el sujeto logre un cambio conceptual, es necesario un proceso de acomodación que puede ser de largo plazo y

que lleva, necesariamente, a la modificación de las representaciones del sujeto. La propuesta implica la transformación de todo el sistema cognoscitivo de los sujetos y no sólo la sustitución o cambio de un concepto específico, lo cual tiene importantes consecuencias tanto para la investigación como para la enseñanza, para la investigación porque propone que en el análisis del cambio conceptual deben tomarse en cuenta los aspectos epistemológicos, cognoscitivos, lenguaje, etcétera, y para la enseñanza, porque plantea que los cambios conceptuales se lograrán si en las propuestas didácticas se incluyen aspectos integrales y no sólo los relativos a los contenidos específicos.

#### **1. 4 Diagnóstico de los problemas en la enseñanza de la Química en el nivel medio superior**

##### **1. 4. 1 El contexto de los estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP)**

En el bachillerato la situación es difícil de caracterizar, por la gran diversidad de planes y programas existentes en los diferentes subsistemas (Garritz, 1994). Sin embargo, se distinguen los programas para la enseñanza de la Química en la ENP y el Colegio de Ciencias y Humanidades, CCH, en la UNAM. En el primer caso, abiertamente se opta por un enfoque de la disciplina en el que se enfatiza el impacto de la Ciencia y la Tecnología en la vida actual, y se plantea como finalidad del curso que los estudiantes adquieran los conocimientos fundamentales “a un nivel informativo”, que les permitan efectuar la integración entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (UNAM-ENP, 1996). En la propuesta del CCH, se busca promover un enfoque que integre las relaciones Hombre-Ciencia-Naturaleza-Tecnología y la interacción de los contenidos con aspectos sociales.

### 1.4.2 Reprobación y deserción en la ENP

A pesar de los esfuerzos realizados en el bachillerato de la UNAM, específicamente en la ENP, los indicadores de reprobación y deserción, en Química II, Química General, han sido los siguientes:

Año lectivo	% de reprobación	% de deserción
1993-1994	16.4	22.6
1994-1995	19.0	18.4
1995-1996	18.3	19.4
1996-1997	15.8	19.4
1997-1998	13.0	20.8
Media en %	16.5	20.1

Esto produjo una media de reprobación de 16.5 %, en tanto la de deserción fue del 20.1 %, con el Plan de Estudios elaborado en mayo de 1964 (ENP, 2004).

En octubre de 1996 se aprobó la (re)estructuración del Plan de Estudio de Bachillerato 4<sup>to</sup>, 5<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup> grado, con el propósito de que el estudiante ocupara el centro del proceso enseñanza aprendizaje y se enfatizara lo básico. Quedando dividido en tres ejes: introducción, 4<sup>to</sup> año; profundización, 5<sup>to</sup> año y de orientación propedéutica, 6<sup>to</sup> año, que luego constituyen los núcleos del currículum: 1. Núcleo básico; 2. Núcleo formativo-cultural y 3. Núcleo propedéutico (UNAM-ENP, 1996).

En el año lectivo 1998-1999, se dio inicio al programa de Química III, Química General, oficialmente, formando parte de las asignaturas del núcleo básico en la etapa de profundización, 5<sup>to</sup> año (ENP, 2004).

Los indicadores del año lectivo, reprobados y deserción, en Química III, Química General, fueron los siguientes:

Año lectivo	% de reprobación	% de deserción
1998 -1999	6.9	21.3
1999 – 2000	8.6	19.7
2000 – 2001	10.5	21.4
2001 – 2002	11.0	22.5
2002 – 2003	11.2	20.3
2003 – 2004	10.7	21.0
Media en %	9.8	21.0

Produciendo una media de reprobación de 9.8 %, en tanto la de deserción fue del 21.0 %, con el Plan de Estudios vigente (ENP, 2004).

Se procederá a comparar ambos periodos, con la única intención de conocer el comportamiento de los indicadores de reprobación y deserción de forma general, porque son los únicos registros con los se cuenta.

La siguiente tabla general, permite visualizar la comparación entre los Planes de Estudios de mayo de 1964 y octubre de 1996, que entró en vigencia en el año lectivo 1998 -1999, en el caso de Química III.

Plan de estudios	Años lectivos	La media de reprobación en %	La media de deserción en %
Mayo de 1964	1993-1998	16.5	20.1
Octubre de 1996	1998-2004	9.8	21.0
Diferencia en %		6.7	0.9

La media de reprobación del intervalo 1993-1998, con el Plan de Estudios de mayo de 1964, es diferente para el mismo indicador en el intervalo 1998-2004, con el Plan vigente, en 6.7 %, en Química General (Química II hasta los años lectivos 1993-1998 y Química III a partir del año lectivo 1998-1999, al presente). Sin embargo, el indicador de deserción de 20.1 %, a 21.0 % para los intervalos planteados anteriormente, establecen que se incrementó en 0.9 % la deserción, por lo tanto será necesario buscar que el estudiante transite de la adquisición memorística de información sobre Química General hacia la comprensión de ésta, como lo establece Coll et al., (1992: 48).

Que el estudiante no sólo busque el significado de la tarea, relacionándolo con los conocimientos que posee, sino sobre todo que intente hallar sentido a lo que está aprendiendo, es decir, que encuentre la relación con lo que ve y le rodea, “que tiene sentido” esforzarse por comprender.

Y nos conduzca a disminuir la tendencia en las deserciones que se han mantenido constantes por más de una década en nuestro bachillerato, 1993 al 2004.

El éxito que se ha obtenido en Química General al contrastar el intervalo de 1993-1998, 16.5 % media de reprobación, con el intervalo 1998-2004, 9.8 % media de reprobación, entre otros factores, expresa una reducción de 6.7 % en el indicador de reprobación. Sin embargo, lo anterior no se ha logrado manifestar en las Carreras de Química en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán en la UNAM, a pesar de que el curso de Química General no contempla nuevos temas de estudio, sino una revisión y profundización de los estudios preuniversitarios, es un curso que resulta difícil para un gran número de estudiantes. El índice de reprobación es de alrededor del 50 %, en casi todos los grupos, a pesar de que están impartidos por diferentes profesores y no obtienen mejores resultados cuando lo cursan por segunda vez, con lo cual los estudiantes se desaniman y desertan (Gómez- Moliné y Sanmartí, 2002).

Se ha encontrado que la investigación en el dominio de la Química ha mostrado una preocupación importante al contar con el 14 % de la investigación sobre las concepciones de los estudiantes, ideas previas, de 5 000 estudios publicados, (Pfund y Duit, 1994) y los esfuerzos en la transformación de los planes y programas de estudio, realizados en México en la educación media superior, el bachillerato de la UNAM (UNAM-ENP, 1996). Ambos caminan en el mismo sentido, siendo el constructivismo el componente central en el discurso de la Enseñanza de las Ciencias Naturales.

### **1.5 ¿Qué necesita el estudiante para comprender la Química General?**

Pozo et al., (1991: 109) proponen que se deberá apropiarse de tres núcleos o estructuras conceptuales y conseguir su dominio para comprender la disciplina de Química, los tres núcleos son: a) comprensión de la naturaleza discontinua de la materia; b) la conservación de propiedades no observables de la materia y c) las relaciones cuantitativas que se presentan en la resolución de problemas/ejercicios, en donde prácticamente la gran mayoría de los cálculos químicos se pueden realizar aplicando relaciones de proporcionalidad.

La proporcionalidad es el gran problema de las cuantificaciones químicas, el razonamiento proporcional.

El análisis de la resolución de problemas/ejercicios, que es uno de los propósitos de esta tesis, se relaciona con la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia y con la conservación de propiedades no observables de la materia y a continuación se presenta un breve panorama de las dificultades de la comprensión de estos temas.

La idea de la discontinuidad, es fundamental para comprender como está formada la materia y por tanto interpretar y comprender sus propiedades. En este núcleo la perspectiva científica es: la materia tiene una naturaleza corpuscular y discontinua, está

formada por partículas que pueden moverse, unirse unas con otras, no existiendo absolutamente nada entre ellas, lo que implica la noción de vacío. Estas ideas resultan fundamentales a la hora de describir la estructura de la materia y en toda explicación causal de cualquier fenómeno que implique un cambio en ella (Gallegos, 2002).

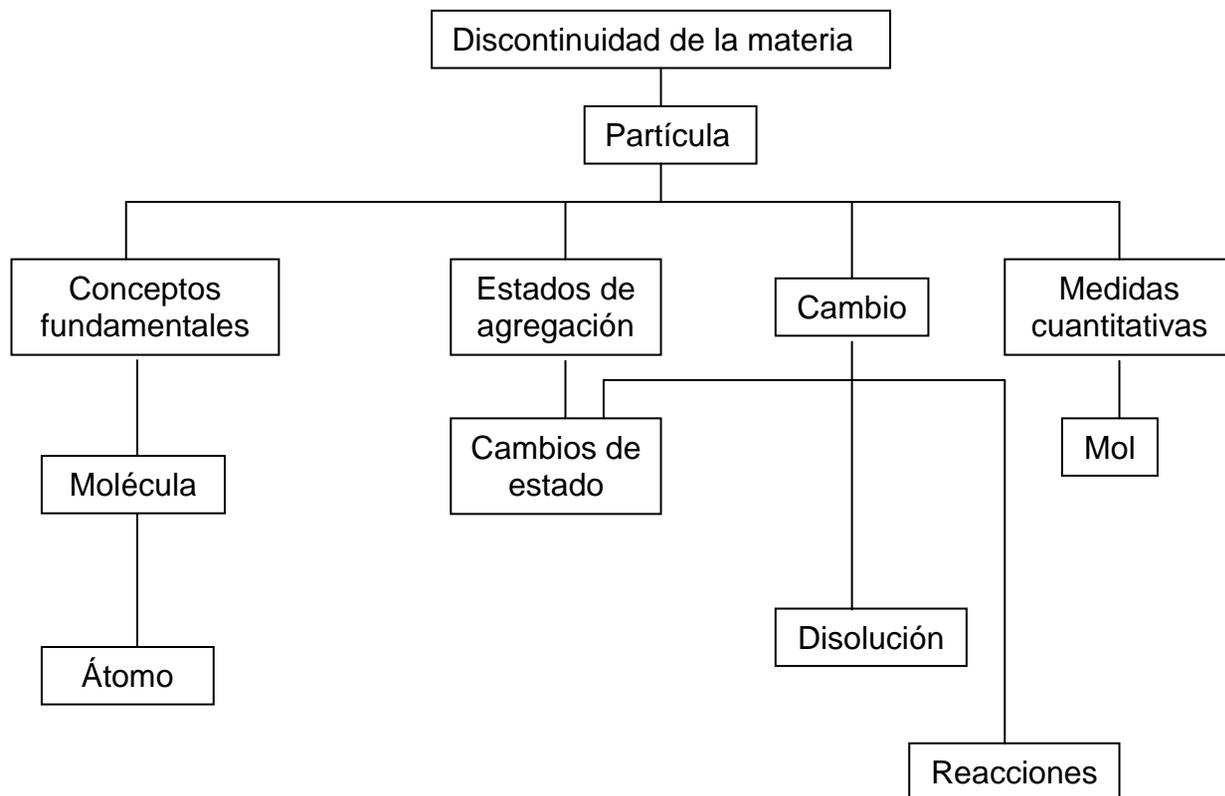


Figura 1. Principales conceptos químicos relacionados con la noción de discontinuidad de la materia.

### **1.5.1 Algunas investigaciones de las concepciones de los estudiantes sobre la naturaleza de la materia**

La evidencia obtenida de las investigaciones en el área, sugiere que a un gran número de estudiantes de Química le falta el armazón conceptual necesario para el estudio de la disciplina. Porque la concepción del estudiante de materia como una colección de partículas móviles es rudimentaria y la instrucción no ha sido eficaz como se desearía (Gabel y Bunce, 1994).

Por ejemplo, Novick y Nussbaum (1978), examinaron la concepción de la naturaleza de las partículas de la materia, en estudiantes de Israel; encontraron que una parte importante de la muestra, no integró aspectos básicos del modelo de partícula, tales como la existencia del espacio vacío entre las partículas, el movimiento intrínseco de las partículas y la interacción entre ellas. Posteriormente Novick y Nussbaum (1981), encontraron en estudiantes de preparatoria y universidad que sólo el 35 % de ellos usan el modelo de partícula correctamente.

En otras investigaciones, Shepher y Renner (1982), encontraron que ninguno de los estudiantes de preparatoria de los grados 10° y 12°, usaron explicaciones completamente correctas del modelo de partícula para diferenciar entre los estados de agregación de la materia, sólido, líquido y gas. Griffiths y Preston (1989), examinaron las concepciones de estudiantes del grado 12° en Terranova sobre las características fundamentales de moléculas y átomos. Se encontraron 52 concepciones no científicas. En la mitad de la muestra se sobreestimó el tamaño molecular creyendo que las moléculas de la misma sustancia varían en tamaño o tienen formas diferentes en fases distintas, también encontraron que las moléculas cambian de peso (masa) cuando una sustancia cambia de fase y que los átomos están vivos.

La comprensión de los estudiantes en las fórmulas y ecuaciones químicas, en la resolución de problemas/ejercicios son áreas dependientes del modelo de partículas. Los estudios de Ben-Zvi et al., (1982); Eylon et al., (1982); Maloney y Friedel (1991) y Friedel y Maloney (1992), indican que estudiantes de Química de preparatoria y de universidad, no asocian las fórmulas químicas con la representación apropiada a nivel de partícula. Los estudiantes en todos estos estudios tenían dificultades de relacionar el subíndice de la fórmula con el número apropiado de átomos cuando se les pidió dibujar o representar las partículas. Yaroch (1985), también mostró que los estudiantes no hacen las distinciones apropiadas entre los coeficientes que preceden en la fórmula en la ecuación química y los subíndices de las fórmulas, entre los estudiantes de preparatoria a quienes entrevistó más de la mitad, de los que habían balanceado correctamente la ecuación química no comprendían la función de los coeficientes y de los subíndices.

La masa, el volumen y la densidad son tres conceptos de la Química importantes en la resolución de problemas/ejercicios. La comprensión de los estudiantes de estos conceptos está enlazada con la comprensión del modelo de partícula de la materia (Gabel y Bunce, 1994) y ésta a su vez se vincula con los cambios y por ello a continuación se describirán también los hallazgos de la investigación en estos temas.

### **1.5.2 Las investigaciones de las concepciones de los estudiantes sobre los cambios: físico y químico**

Pereira y Pestana (1991), investigaron a estudiantes portugueses de 13 a 18 años, sobre las representaciones del agua en sus tres estados de agregación empleando modelos y concluyeron que los estudiantes piensan que el tamaño de las partículas aumenta con los cambios de estado de agregación y tienen nociones incorrectas sobre el espacio relativo en los estados de agregación: líquido y gas.

BouJaoude (1991), investigó la comprensión de los estudiantes en la combustión, en tanto Gabriela et al., (1990), investigaron las reacciones químicas y su espontaneidad. De ambas investigaciones se concluyó que los estudiantes tendieron a explicar los fenómenos químicos usando una descripción visual vinculada con las propiedades macroscópicas de los fenómenos en cuestión.

Johnstone (1990), propone que la enseñanza en Química relacione los fenómenos físicos y las representaciones de las partículas simultáneamente con el propósito de ayudar a estudiantes de preparatoria y de universidad a eliminar algunas de sus concepciones no científicas.

## **1.6 La cuantificación de relaciones**

Este problema está directamente relacionado con los dos temas anteriores, la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia y la conservación de propiedades no observables, y no podrá superarse mientras no se hayan superado éstos. La aplicación cuantitativa de las leyes químicas constituye una de las partes más importantes de esta ciencia y representa un alto grado de dificultad para los estudiantes (Pozo et al., 1991).

Las leyes químicas elementales, las que se utilizan en el bachillerato, no representan muchas dificultades matemáticas a la hora de su aplicación teóricamente. Desde las aplicaciones de las leyes de los gases hasta el equilibrio químico, es decir, prácticamente la gran mayoría de los cálculos químicos en el bachillerato, se pueden realizar aplicando relaciones de proporcionalidad (Pozo et al., 1991). Sin embargo, el estudiante de forma práctica presenta insuficiencia en el dominio de los dos núcleos o estructuras conceptuales que son exigidos en la comprensión de la Química, según las investigaciones citadas previamente.

### 1.6.1 La proporcionalidad

Es un concepto ampliamente descrito por Inhelder y Piaget (1955), y supone el conocimiento de la relación de igualdad entre dos razones, por lo tanto, exige conocer que un cambio en un miembro de la proporción se puede compensar con un cambio en el otro miembro sin que cambie la igualdad entre las razones. Según los autores, la comprensión de las proporciones no aparece en ningún dominio antes de que las operaciones formales se hayan construido.

La información compilada en este capítulo, permite encuadrar el diagnóstico realizado en el modelo del constructivismo, como un acto cognoscitivo individual y social, lo que exige que el centro sea ocupado por el estudiante, lo que conduce a explorar la sistematización de sus ideas previas reportadas en la literatura especializada y reconoce su estabilidad a través de la vida académica del estudiante, sustentado en los resultados de las investigaciones de Novick y Nussbaum (1978, 1981); Shepher y Renner (1982); Griffiths y Preston (1989); Ben-Zvi et al., (1982); Eylon et al., (1982); Maloney y Friedel (1991); Friedel y Maloney (1992); Yarroch (1985); Pereira y Pestana (1991); BouJaoude (1991); Gabriela et al., (1990) y Johnstone (1990). Al encontrar concepciones no científicas en los estudiantes, en los modelo de partícula, cambio físico y cambio químico, lo cual se expresó en la interferencia que se presentó en los estudiantes al pedirles los argumentos de la conservación del volumen y forma del estado sólido, la comprensión de las características de los estados de agregación, la comprensión del cambio químico y de forma específica, la función de los subíndices en una fórmula química y el significado de los coeficientes en una ecuación química balanceada.

Una posible solución se encuentra en la construcción de una estrategia didáctica que busque el cambio conceptual, que permita un acercamiento favorable a las concepciones científicas en Química.

Los estudiantes diagnosticados han cursado Química General, y por ello se revisan los indicadores de reprobación y deserción, para el periodo de 1993-2004. Se ha logrado una reducción de los indicadores de reprobación del 6.7 % con el programa de estudios vigente, sin embargo, los indicadores de deserción se han mantenido constantes por más de una década. Los logros no se han manifestado en las Carreras de Química en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán en la UNAM.

Hay comunión con la necesidad de mirar la estructuración conceptual que tiene la Química General, como lo hace Pozo et al., (1991). Ellos sugieren que la resolución de los problemas/ejercicios en química involucran de forma fundamental el razonamiento proporcional y el dominio de la comprensión de la discontinuidad de la materia y de los cambios físico y químico; con el propósito de obtener soluciones de los problemas/ejercicios con un dominio pleno de los conceptos involucrados y que esto contribuya en una mejora de la comprensión del estudiante en el aula que le permita exportar esta comprensión a sus estudios propedéuticos, profesionales y a su vida cotidiana.

## **Capítulo II. Compilación e identificación de los obstáculos en la resolución de problemas/ejercicios en Química**

### **2.1 Estado de la Educación en Ciencias Naturales en el mundo**

López y León (2003: 440-441), reportan

que en el ámbito internacional la investigación en el campo de la Educación en Ciencias Naturales, en el periodo 1992-2002, está dividido en seis rubros: a) sociales y afectivos; b) metacognitivos; c) de la cotidianidad; d) del cambio conceptual; e) de la resolución de problemas y f) del trabajo en el laboratorio.

### **2.1 Estado de la Educación en Ciencias Naturales en México**

La investigación realizada en nuestro país, no cubre totalmente el espectro temático ofrecido en el ámbito internacional. Sin embargo, incursiona en los elementos sociales, culturales, de la cotidianidad con los trabajos de Candela (1991, 1994, 1995, 1997 y 2001); de la Chaussée y Candela (2000) y de la Chaussée (2001), en la enseñanza y en el cambio conceptual con los trabajos de Maciel y Tecamachaltzi (1997); García y Calixto (1999) y López (1997), en el carácter cognitivo, concepciones de ciencia y aprendizaje y su posible relación con la práctica docente con los trabajos de Flores et al., (2000) y López et al., (2000), quedando pendiente la metacognición, y la utilización de problemas numéricos rutinarios y el aprendizaje con comprensión de los conceptos, así como la interdependencia del desarrollo de habilidades cognitivas y la elaboración de conceptos por parte de los estudiantes, en la enseñanza llevada al cabo en los laboratorios escolares (López y León, 2003).

### **2.1.2 El estado de la resolución de problemas rutinarios**

Uno de los seis rubros de la investigación internacional en el campo de la Educación en Ciencias Naturales incluye la resolución de problemas en tanto en el ámbito nacional aún queda pendiente de forma importante la utilización de problemas numéricos rutinarios, porque se encuentra en la fase embrionaria en México (López y León, 2003). El resultado de una búsqueda exhaustiva en la literatura especializada fue el siguiente: El Aporte de los Obstáculos Epistemológicos, la investigación aborda las formas de pensar arraigadas, antiguas estructuras tanto conceptuales como metodológicas, que pudieron tener en el pasado cierto valor pero que en el momento actual se contraponen al progreso del conocimiento científico, éstas se identificaron en los estudiantes al resolver problemas de química de lápiz y papel, empleando estudiantes de México (Universidad LaSalle, Instituto Politécnico Nacional y Universidad Autónoma Metropolitana) y de Barcelona (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2002).

También es necesario mencionar que en el área de matemáticas en el ámbito mexicano se han localizado investigaciones que involucran de manera importante a la Química, tales como: Esquemas de Resolución de problemas de Química General Aspectos Gramaticales, Lógicos y Matemáticos (Córdova, 1995); El Uso del Análisis Cualitativo en la Resolución de Problemas Relacionados con Proporcionalidad (López, G., 2003) y La Coexistencia de los Lenguajes Simbólicos: El algebraico y el lenguaje Químico (Castillo, 1992).

El contexto nacional invita a la incursión en la resolución de problemas/ejercicios que transiten en busca de una comprensión cualitativa y cuantitativa con el propósito de disminuir las dificultades diagnosticadas en la literatura especializada en la Química General, sin olvidar los esfuerzos mencionados en el área de matemáticas.

## 2.2 ¿Qué se entiende como un problema/ejercicio?

Esta investigación aborda la resolución de problemas rutinarios y se les llamará problemas/ejercicios, desde el posicionamiento de Ramírez et al., (1994) y Cohen et al., (2000). Porque para el estudiante la resolución de un problema numérico rutinario, es indudablemente un problema; en tanto para el profesor, es un ejercicio, porque lo ha resuelto previamente y ha tenido una exposición múltiple con el planteamiento a resolver.

La resolución de problemas/ejercicios ha sido una constante preocupación en la Educación de las Ciencias Naturales. En la revisión exhaustiva de 60 años de literatura especializada por Champagne y Klopfer (1977), reportaron que el primer artículo en la *General Science Quarterly*, revista, fue escrito por John Dewey cuya posición era que “el método de la ciencia, resolución de problemas a través del pensamiento reflexivo, debe ser el método y el resultado evaluado de la instrucción de la ciencia en las escuelas”.

La resolución de problemas/ejercicios en cualquier área es un comportamiento humano muy complejo y refleja actualmente un interés renovado en investigar cómo los problemas/ejercicios son resueltos por los estudiantes. Porque la resolución de problemas/ejercicios siempre ha sido un tropiezo para los estudiantes que cursan Química y la mayoría de los profesores reconoce esto, Silberman (1981).

### **2.2.1 ¿Qué se entiende por problema/ejercicio en el dominio de la psicología?**

La mayoría de los psicólogos concuerdan que un problema tiene ciertas características: Datos, el problema tiene en un primer momento determinadas condiciones, objetos, trozos de información, etcétera, que están presentes al comienzo del trabajo en el problema.

Objetivos, se alcanzan cuando el pensamiento transforma el problema, desde el estado inicial dado al estado terminal.

Obstáculos, el que piensa tiene a su disposición algunas vías para modificar el estado dado o el estado terminal del problema. Sin embargo, todavía no sabe la respuesta correcta; es decir, la secuencia correcta de comportamientos que resolvería el problema no es inmediatamente obvia.

Cualquier definición del problema debería consistir en tres ideas: 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 (Mayer, 1983: 18-19).

### **2.2.2 ¿Qué se entiende por problema/ejercicio en el dominio de la Enseñanza de las Ciencias Naturales?**

En la literatura especializada se ha encontrado el siguiente espectro de respuestas a la pregunta, ¿qué es un problema?

Se caracteriza como problema aquellas situaciones que plantean dificultades para las que no se poseen soluciones hechas (Ramírez et al., 1994: 27).

Un problema para Krulik y Rudnik (1980: 23), es:

una situación, cuantitativa o no, que pide una resolución para la cual los individuos implicados no conocen medios o caminos evidentes para obtenerla.

Un problema para McCalla (2003: 92)

será aquel planteamiento para el cual no se sabe la respuesta o como obtenerla.

En tanto para Cohen et al., (2000: 1167)

un problema puede transitar hacia un ejercicio, cuando se tiene un cuadro claro de la situación física.

Esta misma idea aparece indirectamente cuando se habla de resolución de problemas/ejercicios. Así Polya (1980: 27), señala que

resolver un problema/ejercicio consiste en encontrar un camino allí donde previamente no se conocía tal, encontrar una salida para una situación difícil, para vencer un obstáculo, para alcanzar un objetivo deseado que no puede ser inmediatamente alcanzado por medios adecuados.

En este tenor, Hobden (1998: 414), define a los problemas/ejercicios rutinarios:

como los trabajos asignados por el profesor que invariablemente involucran algún tipo de cálculo por medio de alguna fórmula y manipulación algebraica de un número dado de variables.

Estos posicionamientos chocan frontalmente con la postura del profesorado frente a la resolución de problemas/ejercicios, que en su práctica habitual los considera simples ejercicios que se han de saber hacer.

¿En qué medida las explicaciones de los problemas/ejercicios hechas por los profesores o expuestas en los libros de texto están de acuerdo con su naturaleza de tarea desconocida, para la que de entrada no se posee solución?

La discusión propiciada por las respuestas que se dan en la psicología y en la Enseñanza de las Ciencias Naturales, a la pregunta, ¿qué es un problema?, pone totalmente en cuestionamiento la práctica docente habitual; se señala, en efecto, que los “problemas/ejercicios” son explicados como algo que se sabe hacer, como algo cuya solución se conoce y que no genera dudas ni exige tentativas: el profesor conoce la situación, para él no es un problema y la explica linealmente, “con toda claridad”; consecuentemente, los estudiantes pueden aprender dicha resolución y repetirla ante situaciones idénticas, pero no aprenden a enfrentarse con un verdadero problema y cualquier pequeño cambio les supone dificultades insuperables provocando el abandono (Ramírez et al., 1994).

### **2.2.3 Factores importantes en la resolución de problemas/ejercicios**

Los factores que parecen influir en el estudiante para resolver con éxito los problemas/ejercicios son:

1. La naturaleza del problema/ejercicio y los conceptos subyacentes en los que se fundamenta el problema/ejercicio, así como la comprensión de los estudiantes de estos conceptos;
2. Las características del estudiante, sus aptitudes y actitudes relacionadas con la resolución de problemas/ejercicios y
3. El contexto, los factores medioambientales externos al estudiante y al problema/ejercicio (Gabel y Bunce, 1994: 301).

#### 2.2.4 La naturaleza del problema/ejercicio

Para resolver un problema/ejercicio en Química de manera aceptable, el estudiante que resuelve el problema/ejercicio, debe tener conocimientos científicos conceptuales, según Gorodetsky y Hoz (1980), la comprensión de los conceptos químicos involucrados en la resolución de problemas/ejercicios deberán estar en conexión. Porque no basta la comprensión de los conceptos químicos aislados, y conocimiento procedimental, un procedimiento es un conjunto de acciones ordenadas, orientadas a la consecución de una meta. Se trata de una definición que señala claramente los rasgos característicos de todo procedimiento: que se refiere a una actuación, que no es una actuación cualquiera, sino ordenada y que esta actuación se orienta hacia la consecución de una meta.

[Es decir], lo que se propone para el aprendizaje de los estudiantes son conjuntos de actuaciones cuya realización permite llegar finalmente a determinadas metas. Que el estudiante aprenda a llevar al cabo las actuaciones requeridas para conseguir una meta es lo que se pretende, de modo fundamental (Coll et al., 1992: 84).

El estudiante que resuelve problemas/ejercicios de forma exitosa puede descifrar o traducir el enunciado del problema/ejercicio de una manera significativa Chi et al., (1981), le han llamado representación del problema y Lee (1985), traducción del problema/ejercicio. Ambos posicionamientos exigen a los estudiantes que resuelven problemas/ejercicios, la creación de una estructura cognoscitiva que corresponda con el problema/ejercicio (Gabel y Bunce, 1994).

Para Greenbowe (1983) y Lee (1985), los estudiantes que se inician en el estudio de la Química son incapaces de (re)estructurar o traducir los problemas/ejercicios en Química. Una barrera para la (re)estructuración cognitiva puede ser el: vocabulario que

usa el problema/ejercicio y el número de variables que intervienen en el problema (Gabel y Bunce, 1994).

El primer paso para resolver un problema/ejercicio con éxito, es entender el significado del problema, el vocabulario del problema/ejercicio declarado y su sintaxis, los profesores experimentados saben que redactar de nuevo un problema/ejercicio complejo, empleando el vocabulario más sencillo posible, lleva a los estudiantes a obtener éxito, existen palabras que tienen un significado cotidiano que no necesariamente tiene una correspondencia íntegra con el significado científico. Esto se confirmó con las investigaciones de Cassels y Johnstone (1984 y 1985), en estudiantes que entienden el vocabulario de ciencias en el aula, se encontró que al simplificar las palabras importantes de las preguntas, un número mayor de estudiantes, 7 %, pudo resolver correctamente el problema/ejercicio complejo (Gabel y Bunce, 1994). Sin embargo, las investigaciones de Gabel y Sherwood (1984) y Gabel y Samuel (1986), al contrastar la resolución de problemas/ejercicios empleando el lenguaje técnico *versus* el lenguaje familiar para el estudiante, encontraron que en los problemas/ejercicios complejos, los que requieren para su resolución más de un paso, como los problemas/ejercicios de reactivo limitante, balanceo de ecuaciones químicas, la adición de soluto de igual naturaleza a una disolución, etcétera; las dificultades de los estudiantes aumentan y se atribuyeron a la falta de comprensión conceptual de los procesos y no a la terminología técnica, conocimientos específicos del área (Gabel y Bunce, 1994).

El entendimiento del significado del problema/ejercicio es fundamental y se deberá elaborar su redacción empleando el vocabulario más sencillo posible. Sin embargo, el uso de términos técnicos es indispensable y ello dificulta la resolución de los problemas/ejercicios; una posibilidad para tener éxito en la resolución es el fraccionamiento de los problemas/ejercicios complejos.

### **2.2.5 Influencia de los datos en los problemas/ejercicios: implícitos y no pertinentes**

La inclusión de datos no pertinentes y la exigencia en los problemas/ejercicios de información implícita fueron analizados en la investigación de Fall y Voss (1985) y encontraron que la presencia de estas variables hace difícil la resolución de problemas/ejercicios por parte del estudiante.

Staver (1984 y 1986), por su parte estudió el efecto del formato de los problemas/ejercicios y el número de variables independientes. No encontró ninguna diferencia en la resolución de problemas/ejercicios en lo que corresponde al formato, en tanto, si las hubo para el número de variables involucradas. Él encontró una reducción significativa en el éxito obtenido, cuando un problema/ejercicio tenía cuatro o cinco variables *versus* dos o tres variables.

### **2.2.6 El entendimiento conceptual en los problemas/ejercicios**

Uno de los objetivos en la resolución de problemas/ejercicios en un curso de Química es conocer el nivel del conocimiento conceptual que los estudiantes tienen antes, en el transcurso y al final del proceso de la resolución de problemas/ejercicios. Aunque algunos estudiantes obtienen éxito en la resolución de problemas/ejercicios que son similares a aquéllos ilustrados en su libro de texto o en el pizarrón del aula de clases, posiblemente a través de algoritmos, no son capaces de obtener el éxito cuando se les exige la transferencia de habilidades conceptuales y procedimentales a un nuevo dominio del problema/ejercicio, que es distinto en sus rasgos del problema/ejercicio original, posiblemente debido a un déficit conceptual del estudiante (Gabel y Bunce, 1994).

La evidencia obtenida de los estudios de: Nurrenbern (1979); Gabel (1981); Anamuah-Mensah (1986); Herron y Greenbowe (1986); Lythcott (1990) y Bunce y Gabel (1991), indican que la comprensión conceptual de los estudiantes es inadecuada en la resolución de problemas/ejercicios en química cuando se requiere un traslado a nuevos contextos, porque los estudiantes frecuentemente resuelven problemas/ejercicios empleando un acercamiento algorítmico casi exclusivamente (Gabel y Bunce, 1994).

Gabel (1981), les enseñó a estudiantes de la escuela preparatoria una de las cuatro estrategias comunes para resolver problemas/ejercicios en química, el factor unitario, diagramas, analogías y proporcionalidad. Encontró que la mayoría de los estudiantes utiliza técnicas estrictamente algorítmicas, falta de comprensión conceptual y la falta de uso de los conceptos en la resolución de problemas/ejercicios, se manifestó por el hecho de que más estudiantes podían resolver los problemas/ejercicios con éxito que los que habían contestado las preguntas en la entrevista acerca de los conceptos involucrados. Además, pocos estudiantes pudieron resolver problemas/ejercicios que requerían transferencia y en la mayoría de los casos se empleó los algoritmos, porque no había evidencia del empleo del razonamiento en el proceso de la resolución del problema/ejercicio (Gabel y Bunce, 1981).

Herron y Greenbowe (1986), en el estudio de caso “Sue” reportaron que a pesar de que ella tenía la habilidad intelectual de resolver los problemas/ejercicios que involucran cálculos matemáticos en Química, no los usó eficazmente y presentó los problemas/ejercicios de una manera incoherente.

Bunce et al., (1990: 304), indican que los estudiantes que fueron entrevistados después de resolver los problemas/ejercicios en química

declararon que ellos no necesitaron y tampoco usaron la comprensión conceptual para resolver los problemas matemáticos de Química. Todos los estudiantes hicieron comentarios como, “yo sólo pienso en los números y en las fórmulas, para ver como...cada pedazo encaja en ellas.

Esto fue caracterizado como la aproximación “Rolodex” en la resolución de problemas/ejercicios en química, en donde las personas que resuelven los problemas rotan las fórmulas en su mente y ponen los números en las fórmulas que les parecen más apropiadas, es decir, recuperan una fórmula que pensaron que describía el fenómeno que se les solicitó y evitaron el análisis de éste dejando de lado el conocimiento conceptual para buscar la respuesta solicitada.

Anamuah-Mensah (1986), entrevistaron estudiantes de preparatoria de Columbia británica y se les pidió que escribieran lo que pensaban usando la técnica de pensar en voz alta, cuando calculaban la concentración de una base después de realizar un experimento de titulación. El análisis de las entrevistas grabadas mostró que casi el 80 % de los estudiantes empleó una aproximación algorítmica y 20 % una aproximación al razonamiento proporcional en la resolución del problema/ejercicio.

Lythcott (1990), investigó la resolución de problemas/ejercicios en química en la escuela preparatoria, empleó dos grupos de estudiantes, uno de los grupos usó una aproximación algorítmica y el otro una aproximación conceptual. Se les pidió a los estudiantes de ambos grupos que resolvieran los problemas/ejercicios en voz alta y posteriormente fueron entrevistados acerca del significado de los conceptos involucrados en el problema/ejercicio, como: el mol, masa, ecuaciones químicas balanceadas y las partículas involucradas. Se observó que el grupo algorítmico realizó ligeramente mejor la resolución de problemas/ejercicios. Sin embargo, el porcentaje de intentos de resolución de los problemas/ejercicios que terminaron siendo totalmente

inadecuados y los estudiantes que no tenían ninguna idea sobre que hacer, también fueron de ese grupo. Ella concluyó que estudiantes que resolvieron los problemas/ejercicios masa-masa correctamente, no poseen el conocimiento adecuado en Química.

Dos investigaciones [Griffiths et al., (1983) y Shmidt (1990)], mostraron que los estudiantes carecen de los conceptos necesarios para resolver con éxito los problemas/ejercicios, aunque ellos hayan asistido regularmente a clases. Shmidt, estudió la comprensión conceptual de más de 6 000 estudiantes de los grupos 10° y 13° con preguntas de opción múltiple. Sus resultados confirmaron que los estudiantes no parecen entender el significado de una ecuación química balanceada y generalmente emplean algoritmos en la resolución de problemas/ejercicios en sustitución de una comprensión conceptual profunda y su aplicación respectiva.

Nurrenbern y Pickering (1987) y Sawrey (1990), investigaron la relación entre la habilidad de estudiantes que inician sus estudios universitarios, al contrastar los logros de los estudiantes en resolución de problemas/ejercicios tradicionales y conceptuales, se coadyuva con las representaciones gráficas del concepto a ser analizado. Los resultados fueron 2:1 a favor de la resolución de problemas/ejercicios de corte tradicional de forma correcta, en tanto, Sawrey con una muestra mayor,  $n = 285$  y  $382$ , mostró una disparidad aun más grande entre los dos tipos contrastados: 3:1 y 6:1, en ambos casos la resolución de problemas/ejercicios tradicionales fue la más exitosa, al revisar las leyes de los gases y en la resolución de problemas/ejercicios en estequiometría. Se manifestó claramente un déficit en la resolución de problemas/ejercicios de corte conceptual.

Nakhleh y Mitchell (1993), investigaron a 60 estudiantes de Química a nivel universitario, sobre la aplicación del conocimiento conceptual en la resolución de

problemas/ejercicios a través de la resolución de problemas/ejercicios conceptuales *versus* problemas/ejercicios algorítmicos, se obtuvo que el 50 % de los estudiantes resolvió los problemas/ejercicios en el dominio algorítmico e incorrectamente los problemas/ejercicios conceptuales, es decir, ellos no demostraron el dominio de conocimientos conceptuales en Química o no pudieron aplicar los conceptos en la resolución que se les solicitaba.

Los reportes de las investigaciones anteriores expresan que los estudiantes resuelven los problemas/ejercicios empleando acercamientos algorítmicos con mayor frecuencia de éxito al contrastarlo con los problemas/ejercicios conceptuales, lo que implica que los estudiantes no poseen una comprensión conceptual profunda y su aplicación respectiva, aspecto que también se abordará en esta tesis.

### **2.2.7 En busca de la comprensión conceptual**

En el dominio de la representación cualitativa una de las alternativas recomendables sería la adaptación de problemas/ejercicios tradicionales al desarrollo de la comprensión conceptual, Héller y Hollabaugh (1992); Van Heuvelen (1992). Las estrategias en este sentido están en: expandir los problemas hacia situaciones más comprensivas con un conjunto de preguntas cuidadosamente estructurado de la situación completa, con la cual el problema/ejercicio original está relacionado; alentar a los estudiantes a utilizar múltiples representaciones cualitativas como los diagramas junto con las de carácter matemático (Van Heuvelen, 1992) y a la comprensión de la estrategia de resolución como una totalidad, más que en la memorización de un número de fases o etapas.

Los estudiantes debieran ser alentados a traer sus contextos a clase. Sin embargo, no se sienten a gusto siendo escudriñados por el profesor mientras intentan dominar nuevos conocimientos (Erickson y Schultz, 1992), por lo que los profesores deben de proveer una atmósfera de apoyo en clase para que los estudiantes ganen confianza, se arriesguen a mostrar sus incompetencias y conduzcan sus esfuerzos a la resolución de los problemas/ejercicios considerados.

### **2.2.8 El papel central de la resolución de problemas/ejercicios y las creencias existentes**

La resolución de problemas/ejercicios para Hobden (1998), es central en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia..., pues ocupa una buena proporción del tiempo curricular y toma un papel central en la experiencia de los estudiantes en el salón de clases. Las creencias o supuestos que apoyan el uso son: a) El aprendizaje de las ciencias consiste en resolver este tipo de problemas/ejercicios, b) El dominio de estos problemas/ejercicios es una preparación necesaria para posteriores estudios en ciencias, c) Los problemas/ejercicios son el medio para desarrollar comprensión de la materia de estudio, d) La resolución de problemas/ejercicios ofrece indicios de comprensión, e) Estos problemas/ejercicios preparan a los estudiantes para los exámenes y otras formas de evaluación para la acreditación y f) La resolución de problemas/ejercicios es vista como una de las habilidades generales en el aprendizaje de las ciencias que deben ser dominadas Schoenfeld (1988). Estos supuestos no deben ser vistos como objetivos en sí mismos, si no nos sirven para alcanzar nuestras metas, alcanzar la comprensión de los conceptos y procedimientos de la ciencia.

Hobden (1998), dice que la práctica docente en los salones donde se enseña ciencia, es similar en la mayoría de las escuelas. Así mismo, la manera en que los estudiantes enfrentan tales problemas es bastante estándar, Tobin y Gallagher (1987); Gallagher

(1989). La secuencia de resolución de problemas/ejercicios puede ser como está: el profesor provee en contexto en la forma de descripción de un fenómeno o problema que introduce él mismo, recupera la fórmula asociada, es ilustrada la técnica de resolución por el profesor, con limitada participación de los estudiantes y él desarrolla uno o dos ejercicios/problemas y los estudiantes son requeridos de resolver un número definido de problemas/ejercicios. Los profesores proceden convencidos de que el éxito en resolver problemas/ejercicios indica comprensión, bajo el supuesto de que esta enseñanza permite a los estudiantes añadir conocimiento y comprensión al aprendizaje de la ciencia, de manera no específica; porque es la forma “normal” de enseñar y parece como efectiva cuando los estudiantes pasan los exámenes.

### **2.2.9 La percepción en la resolución de problemas/ejercicios de los estudiantes**

Las expectativas que tienen los estudiantes respecto a la resolución de problemas/ejercicios son: a) Qué les sean familiares, similares o idénticos a los previamente resueltos en clase y cuya resolución puede ser alcanzada aplicando el procedimiento apropiado (Schoenfeld, 1988) y, los que no lo son, son caracterizados como “truculentos” Hobden, 1998; b) Que tenga respuesta con números enteros, ya que les da pistas acerca de la utilización de la estrategia correcta (Reusser, 1988); c) Que estén bien definidos, al poder utilizar los números ofrecidos en el problema para su resolución; d) Que estén referidos a un tema específico para resolver problemas/ejercicios dentro de un contexto específico (Reif, 1981); e) Que sean solucionables dentro de un corto periodo de tiempo, de otra manera batallarán con ellos; f) Que tengan un método correcto de resolución; g) Que tengan diferentes estatus, se le asigna mayor estatus a los problemas/ejercicios de la evaluación más reciente.

### **2.3.0 Inefectividad con la resolución de problemas/ejercicios tradicionales**

Hay una creciente evidencia de que las actividades tradicionales de resolución de problemas/ejercicios son inefectivas para promover aprendizajes de la ciencia con comprensión. Los estudiantes pueden aprender los procedimientos de resolución enseñados por el profesor (Hammer, 1989), pero no muchos de aquellos necesariamente comprenden las estrategias, algoritmos y la ciencia involucrada en ellos; ya que los estudiantes memorizan procedimientos de resolución que son simplemente recordados por reconocimiento de los ejemplos, tipos u otras características superficiales (Webb, 1988), por lo que hay una aparente comprensión que, a la menor desviación del problema/ejercicio rutinario, confunde al estudiante quien es incapaz de recordar el procedimiento estándar de resolución o adaptarlo (Joshua y Dupin, 1991). Sin embargo, a pesar de todos los esfuerzos de los profesores por enseñar mediante el uso de problemas/ejercicios rutinarios, los estudiantes fallan en resolverlos debido a que requieren un significativo y bien fundamentado proceso de conocimiento base (Hauslein y Smith, 1995); por lo que muchos estudiantes presentan un conocimiento fragmentado y desarticulado de la materia de estudio, a pesar de ganar dominio en cierto número de procedimientos en la resolución de los problemas/ejercicios (DiSessa, 1988 y Pickering, 1990).

#### **2.3.1 La creencia de ganancia de habilidades, promueve el uso de problemas/ejercicios rutinarios en la enseñanza**

Los estudiantes ganan habilidades que los hacen más competentes solucionadores de problemas científicos, con problemas/ejercicios no rutinarios o problemas auténticos, pero hay poca evidencia que apoye esta creencia y los estudiantes tienen grandes dificultades en transferir habilidades a nuevos contextos. Si bien puede existir la intención de promover la adquisición de habilidades generales de resolución de

problemas/ejercicios, la verdad es que los problemas tienden a ser dependientes del contexto y sólo son útiles cuando el contexto está claramente delineado (Campioni y Connel, 1988).

## **2.4 Heurísticos en la resolución de problemas/ejercicios**

Se emplea el término heurístico en este trabajo, como un procedimiento que sólo orienta de manera general en la secuencia a respetar, y no dice exacta o completamente cómo se ha de actuar. Su uso y aplicación no siempre hacen previsible un resultado concreto o una manera idéntica de obrar por parte de aquellos que lo utilizan. Pero esto no obsta para que mediante el heurístico se pueda hacer frente con grandes posibilidades de éxito a las exigencias que se plantean en las metas propuestas (Coll et al., 1992).

### **2.4.1 El modelo de Polya y algunas de sus variantes**

Polya (1945), fue uno de los primeros en sugerir que un acercamiento organizado y general a la resolución de problemas/ejercicios, se enseñe a los estudiantes junto con el contenido científico o matemático. La heurística de Polya tiene cuatro etapas: 1. Entender el problema; 2. Elaborar un plan; 3. Llevar al cabo el plan y 4. Probar la resolución. Este heurístico general puede aplicarse a la resolución de problemas de cualquier área y ha sido recuperado y modificado en la enseñanza de la Química por varios investigadores, Kramers-Pals (1982); Reif (1983); Bunce y Heikkinen (1986); Frank y Herron (1987); Stiff (1988) y Waddling (1988); Bunce et al., (1990) y Bunce et al., (1991).

Frank y Herron (1987), empleando un heurístico general, enseñaron a estudiantes de universidad la resolución de problemas/ejercicios. Los estudiantes que trabajaron con el heurístico general obtuvieron notas superiores en contraste con los estudiantes del grupo control, pero el aumento no fue significativo. Sin embargo, los estudiantes que emplearon el heurístico siguieron el problema más persistentemente, verificaban su trabajo frecuentemente, tuvieron menos errores matemáticos y formaron representaciones más generalizables del problema.

Reif (1983), ha declarado que se debe enseñar a los estudiantes los procesos explícitos que presentan los expertos al solucionar un problema/ejercicio y propone tres componentes específicos para una buena resolución de los problemas/ejercicios: 1. Analizar el problema; 2. Planear una resolución y 3. Probar el resultado. La fase de la estrategia de análisis tiene dos partes: a) La identificación de la información del problema/ejercicio y la recolección de información pertinente que se use en la resolución y b) La generación de una descripción teórica del problema que use la base del conocimiento del estudiante. También señala que en la práctica de la enseñanza actual, se presenta mayor atención al resultado que al proceso de resolución del problema/ejercicio.

Waddling (1988), hizo hincapié en la importancia de redes diseñadas por el estudiante para la resolución de los problemas/ejercicios, con un propósito doble: 1. Proporcionarle una manera a los estudiantes para organizar sus soluciones y 2. Proporcionarle una representación de los modelos del pensamiento del estudiante al maestro.

Mettes et al., (1980), describieron un acercamiento a la resolución de problemas/ejercicios en cuatro pasos: 1. El análisis del problema/ejercicio; 2. Establecer si el problema es un problema/ejercicio normal y en caso negativo, segmentarlo en subproblemas/ejercicios que lo convertirán en un problema/ejercicio

normal; 3. Ejecutar las operaciones necesarias para resolver los problemas/ejercicios no rutinarios y 4. Verificar e interpretar la respuesta.

Kramer-Pals et al., (1982), creen que los maestros no sólo enseñan una aproximación desorganizada para la resolución de los problemas/ejercicios, sino que subestiman las dificultades que tienen los estudiantes en la resolución de problemas/ejercicios, porque casi todos los problemas/ejercicios en un curso, son rutinarios para el maestro, es decir, omiten explicitar la transición que hacen de un problema/ejercicio no rutinario a un problema/ejercicio rutinario.

Bunce y Heikkinen (1986) y Bunce y Gabel (1991), emplean un método de resolución de problemas/ejercicios explícito como una herramienta de aprendizaje y de instrucción, conformado de los siguientes pasos: 1. La identificación de lo que se da; 2. La identificación de lo que se pregunta en el problema; 3. El recordatorio de toda la información y reglas pertinentes; 4. La construcción de un contorno esquemático de los pasos necesarios para recibir la información que se pide; 5. La resolución matemática incluyendo proporciones o el acercamiento al factor unitario y 6. La revisión de: la declaración del problema/ejercicio, la información dada, la información pedida y plan global. Se produjo una mejora significativa en la resolución de problemas/ejercicios, sin embargo, se enfatizó a través del análisis de la entrevista de pensar en voz alta, que el estudiante usa una aproximación de "Rolodex", se caracteriza porque los estudiantes buscan a través de un archivo imaginario la(s) fórmula(s) con el propósito de encontrar una correspondencia entre las unidades del problema/ejercicio a resolver con la(s) fórmula(s) imaginaria(s), cuando una conexión se encuentra, la fórmula se selecciona e inmediatamente se aplica, sin un análisis conceptual extenso. Aunque los estudiantes parecen tener un entendimiento conceptual bastante bueno de la Química involucrada en el problema/ejercicio, este conocimiento no se utiliza en la recuperación de la(s) fórmula(s) y su aplicación en la resolución.

Stiff (1988), describió una estrategia de resolución de problemas/ejercicios explícita en la que los maestros proporcionan una narrativa a los estudiantes, elaboran una bitácora de las narrativas de resolución, de cómo resuelven los problemas/ejercicios y los estudiante usan éste modelo. Es considerado como un paso intermedio hacia el dominio de problemas/ejercicios heurísticos.

Cuando en Química se enseña a resolver los problemas/ejercicios de una manera sistemática, los estudiantes tienen más éxito. La estrategia basada en el heurístico de Polya o sus variaciones parecen facilitar la habilidad de resolver los problemas/ejercicios rutinarios aunque hay alguna evidencia que pueden estar haciendo uso de los algoritmos (Gabel y Bunce, 1994).

Se puede concluir que es necesario un acercamiento organizado a los problemas/ejercicios junto con los contenidos conceptuales básicos y matemáticos involucrados que permitan la resolución de los problemas/ejercicios, centrando la atención en el proceso de resolución y no solamente en el resultado esperado.

## **2.5 Relaciones entre la resolución de problemas/ejercicios con algunos temas básicos de Química**

A continuación se citan investigaciones que diagnostican el estado en el que se encuentra el tercer núcleo fundamental, la resolución de problemas/ejercicios en la Química General:

La cuantificación de relaciones plantea, a los estudiantes, las siguientes exigencias conceptuales: la cantidad de sustancia y su unidad el mol y el razonamiento proporcional, relaciones de proporcionalidad, entre las sustancias involucradas en un cambio químico (coeficientes en ecuaciones químicas balanceadas). A éstas se

suma el déficit conceptual que se tiene en los dos núcleos básicos de Química General, que son, la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia y la conservación de propiedades no observables de ella. Se hace hincapié en éste planteamiento porque son los conceptos y aspectos que se abordarán en esta tesis y se usarán como rubros comparativos.

## **Las investigaciones descritas en la literatura especializada**

### **2.5.1 La percepción que prevalece en los estudiantes sobre la cantidad de sustancia y su unidad el mol**

Será necesario establecer el vínculo entre “cantidad de sustancia” y su unidad el mol, porque la enseñanza habitual en su mayoría, no contempla a la “cantidad de sustancia” y se refleja en los siguientes aspectos: a) La cantidad de sustancia, es una magnitud macroscópica que se relaciona con el mundo microscópico de las sustancias (moléculas y átomos), se suele identificar con masa o número de entidades elementales, desconociendo su significado actual como magnitud que sirve para contar partículas; b) Los conceptos de cantidad de sustancia y de su unidad el mol se confunden con conceptos incluidos en la teoría atómico-molecular tales como masa molar y constante de Avogadro; c) Dificultades de secuenciación de los contenidos al introducir el concepto de mol e inadecuación de metodologías de enseñanza utilizadas habitualmente (Furió et al., 2002).

#### **2.5.1.1 Percepción de mol que prevalece en los estudiantes**

En la revisión bibliográfica realizada por Furió et al., (2002), desde el punto de vista de aprendizaje, se han apuntado los siguientes aspectos relevantes: a) Los estudiantes

carecen de una concepción científica del mol; b) La gran mayoría de los estudiantes identifica el mol como masa, con un volumen o como un número de entidades elementales y c) Los estudiantes desconocen el significado de la magnitud “cantidad de sustancia”, evitan su manejo significativo y no identifican el mol como su unidad; d) Los estudiantes confunden frecuentemente el nivel macroscópico de representación (masa molar atómica y masa molar molecular) con el microscópico (masa atómica y masa molecular) y e) Los estudiantes suelen confundir la proporción de moléculas con la proporción de masas y la proporción de masas con la proporción de masas molares.

El mol un concepto abstracto, las primeras dificultades que encuentran los estudiantes de Química con el concepto de mol aparecen ya en su definición (Dierks, 1981). Definición que, según algunos autores, resulta tan abstracta para los estudiantes que terminan por aprenderla de memoria sin llegar a comprender su significado (Pozo et al., 1991). Porque la representación formal no puede ser elaborada de acuerdo a su experiencia del estudiante, discontinuidad cognitiva, por lo tanto los estudiantes aprenden a repetir definiciones (Castillo, 1992).

El mol y el Número de Avogadro. El mol cuando se introduce en el bachillerato es generalmente un concepto nuevo que requiere para su definición, interpretación y utilización, la introducción del Número de Avogadro, un número tan grande que está más allá de la imaginación de los estudiantes (Pozo, 1991).

El mol es conceptualizado como un número. En la investigación de Tullberg et al., (1994), con 30 estudiantes de 16 a 19 años de edad, de Química, nivel bachillerato y universitario, se exploró el concepto de mol y se encontró que la mayoría lo conceptualizó como un número. Esto se dedujo a través del razonamiento que emplearon los estudiantes en la resolución de la tarea, ¿qué es un mol? Hicieron referencia a la masa, volumen, densidad, a la cantidad de átomos, etcétera. También se encontró que los conceptos que causan la mayoría de los problemas, son

precisamente los que están ausentes en los modelos de enseñanza. Por ejemplo: un gran número de estudiantes no son capaces de diferenciar entre la masa molar atómica o la masa molar molecular y la masa atómica o masa molecular.

El mol conceptualizado como: unidad individual de masa, porción de sustancia y un número. Lazonby et al., (1982), concluyeron que los estudiantes tienen problemas con el concepto de mol, dado que las ideas de los estudiantes de Química del bachillerato acerca de las partículas son a menudo pobres o inconsistentes.

El mol diferente de: masa, volumen y número de partículas. Rager y Stavy (1989), estudiaron las concepciones de 66 estudiantes de Israel de 9° y 10° grado, sobre la: masa, volumen y número de partículas. Las conclusiones indican que los estudiantes tuvieron éxito al tratar con los sólidos, seguidos por los líquidos y gases; y el comportamiento con los problemas de conservación de partículas era superior para la masa. Los autores recomiendan que al enseñar a resolver problemas/ejercicios, los estudiantes inicien resolviendo problemas/ejercicios de masa a mol antes de resolver problemas/ejercicios que involucren número de partículas, buscando que el contexto de los problemas/ejercicios sea familiar al estudiante.

Duncan y Johnstone (1973), obtuvieron las concepciones de estudiantes de 14 a 15 años en Escocia, sobre el mol. Concluyeron que algunos de los errores más frecuentes fueron: 1 mol de una “sustancia a” siempre es equivalente a 1 mol de otra “sustancia b”. En tanto Novick y Menis (1976), exploraron las concepciones de estudiantes de Israel de 15 años sobre el concepto de mol y se obtuvieron las siguientes concepciones no científicas: un mol es una cierta masa y no un cierto número; un mol es un cierto número de partículas de gas y un mol es una propiedad de las partículas. Por otro lado Cervellati et al., 1982, realizaron el estudio con estudiantes de preparatoria entre 15 a 17 años de edad, ellos mostraron que la comprensión del estudiante mejoró con la edad, sin embargo, seguía siendo baja, es decir, los

estudiantes no estaban familiarizados con la cantidad de sustancia, sino con la de masa; 22.4 litros, bien conocido como un número, no se enlazó con la presión, temperatura o el estado de agregación, gas; la mayoría de los estudiantes estaba familiarizado con el número de Avogadro y los estudiantes encontraron dificultades en la resolución de problemas/ejercicios de estequiometría.

Lazonby et al., (1982 y 1985) y de Jong (1990), buscaron las concepciones de mol en los estudiantes de 11° grado en Inglaterra y encontraron la incompreensión de los: subíndices en las fórmulas químicas y de los coeficientes que les preceden a las fórmulas en una ecuación química balanceada.

Por otro lado de Jong (1990), se inclinó por la investigación en el aula e informó que los estudiantes de los países bajos generalmente no dan a los coeficientes en las ecuaciones químicas balanceadas una interpretación molar.

### **2.5.1.2 Otras dificultades**

En la investigación *Problem Analysis: Lesson Scripts and their Potencial Applications*, de Oliver-Hoyo (2001), les presentó a 348 estudiantes de Química General el siguiente problema/ejercicio: a) En 14 lb, libras, de óxido de hierro (III),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 1 lb es equivalente a 454 g ¿Qué cantidad de oxígeno existe?

La investigación produjo las siguientes respuestas de los estudiantes: el 55 % correctas; 42 % incorrectas y en el 3 % los estudiantes no intentaron resolver el problema. Las respuestas incorrectas, presentaron las siguientes tendencias: a) Errores aritméticos menores a la unidad; b) Comprensión inadecuada de la pregunta, iniciaron sus cálculos con 1 lb  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 14 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  y el más frecuente 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; c) Dificultad para encontrar la proporción entre 1 mol O y 1 mol  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . El error

más común fue ignorar la fórmula y usar 1 mol O es proporcional 1 mol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; d) Interpretación inadecuada de la fórmula, 1 mol O es proporcional 3 mol Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 3 mol O son proporcionales a 5 mol de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; e) La masa molar de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> fue calculada a menudo incorrectamente, aunque la fórmula se dio en el enunciado inicial, masa molar Fe<sub>2</sub>O, masa molar Fe<sub>2</sub>O<sub>2</sub> y masa molar FeO<sub>3</sub>; f) Algunos estudiantes buscaron el peso atómico del F en lugar del Fe; g) Otro error común fue encontrar el porcentaje de átomos de O en la fórmula y multiplicarla por la cantidad dada, 3/5 X 14 lb; h) Un error aritmético se generó debido al uso de la lb. El estudiante vio en la letra "l" de lb como el número "1" y lo incluyó en su cantidad, ejemplo: 141 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en lugar de 14 lb Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; i) Mezclas de los errores enlistados y j) 22 % de los estudiantes fue imposible clasificarlos.

También se abordaron los siguientes problemas/ejercicios:

b) ¿Qué cantidad de H<sub>2</sub>O (g) puede obtenerse a partir de la descomposición de 3 lb (libras), 1lb es equivalente a 16 onzas y ésta a su vez a 454 g de sal de amonio (nitrito de amonio)?, según la siguiente ecuación química balanceada:



c) ¿Qué cantidad de oxígeno puede obtenerse de 6 oz (onzas) de clorato de potasio (KClO<sub>3</sub> (s))?, según la siguiente ecuación química balanceada:



En el planteamiento estequimétrico (b) se involucraron 347 estudiantes de Química General y el porcentaje de respuestas correctas es del 44 %; incorrectas del 56 % y 4 % de los estudiantes no intentaron resolver el problema.

En el planteamiento estequiométrico (c) se involucraron 330 estudiantes de Química General y el porcentaje de respuestas correctas es del 39 %; incorrectas del 62 % y 3 % de los estudiantes no intentaron resolver el problema.

La investigadora concluyó que la naturaleza de las respuestas incorrectas involucra a la gramática, matemáticas y errores conceptuales del tema.

Las investigaciones descritas indican que los estudiantes presentan un déficit en la comprensión de: la naturaleza discontinua de la materia y la conservación de propiedades no observables que se expresan en las relaciones cuantitativas que se presentan en la resolución de problemas/ejercicios, tales como la cantidad de sustancia (n); el mol y el razonamiento proporcional, que involucra a las ecuaciones químicas balanceadas; coeficientes; subíndices y la proporcionalidad entre las sustancias involucradas.

Se han diagnosticado en Química General déficit específicos en las relaciones cuantitativas que se presentan en la resolución de problemas/ejercicios a través de la narrativa de las investigaciones de: Duncan y Johnstone (1973); Novick y Menis (1976); Lazonby (1982); Lazonby et al., (1982 y 1985); Rager y Stavy (1989); Pozo (1991); Pozo et al., (1999); Castillo (1992); Tullberg et al., (1994); Gabel y Bunce (1994); Oliver-Hoyo, (2001) y Furió et al., (2002). El diagnóstico indica que al estudiante le falta la base conceptual para resolver de forma significativa los problemas/ejercicios, porque todos los problemas incluidos en un curso introductorio de Química General involucran a la materia, masa, volumen, partículas, mol, densidad y concentración. Como resultado los estudiantes son incapaces de entender los conceptos químicos y por ello no los usan en la resolución de problemas/ejercicios y adoptan en el mejor de los casos los métodos algorítmicos para resolver los problemas/ejercicios.

Se puede concluir que las investigaciones descritas indican que al estudiante le hace falta la base conceptual en la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, la conservación de propiedades no observables y en las relaciones cuantitativas para resolver de forma significativa los problemas/ejercicios y ello da como resultado que los estudiantes sean incapaces de comprender los conceptos químicos y aplicarlos en la resolución de problemas/ejercicios y por ello no los usan. Adoptando en el mejor de los casos los métodos algorítmicos para salvar el obstáculo que se les presenta.

## **2.6 Los conceptos que son básicos para lograr la comprensión de los estudiantes, en Química**

### **2.6.1 La cantidad de sustancia y su unidad el mol**

A continuación se desarrollan los conceptos de cantidad de sustancia y su unidad el mol, aprobados por la comunidad científica: la “cantidad de sustancia” y su unidad el mol, pertenecen al Sistema Internacional de unidades (SI, acrónimo adoptado de forma universal en la 11<sup>va</sup> reunión “*The General Conference for Weights and Measures (CGPM)*”, (Gorin, 2003 y Freeman, 2003), es un sistema coherente de unidades conformada por siete unidades de base, las cuales son: metro, kilogramo, segundo, ampere, kelvin, mol y candela (Sèvres, 1991).

Para la magnitud cantidad de sustancia (símbolo: n), es una unidad básica en el SI de unidades y se expresa de la siguiente forma:

$$n = \frac{\text{Número de entidades elementales}}{\text{Constante de Avogadro}} \\ (6.02\ 214\ 199 \times 10^{23})$$

Por lo tanto, al contar las entidades elementales deben ser especificadas siempre. El nombre de la sustancia puede ser reemplazado por las especificaciones de la entidad, por ejemplo: cantidad de átomos de cloro,  $n\text{Cl}$ , cantidad de moléculas de cloro,  $n\text{Cl}_2$ . Ninguna especificación de la entidad puede conducir a ambigüedad (*Internacional Union of Pure and Applied Chemistry, IUPA, 1997*).

### **2.6.2 El mol (símbolo: mol)**

Es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kg de carbono-12. Cuando el mol es usado, las entidades elementales deben ser especificadas y podrían ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas o grupos específicos de tales partículas (IUPA, 1997).

A nivel atómico-molecular las partículas no pueden contarse directamente, debido a su pequeñez, por lo que será necesario introducir la cantidad de sustancia ( $n$ ), que permita contabilizar indirectamente, a partir de la masa o del volumen de sustancia. En efecto, es obvio que existe una relación entre la masa de sustancia y la cantidad de partículas, moléculas o átomos, que la constituyen (Azcona y Furió, 1997).

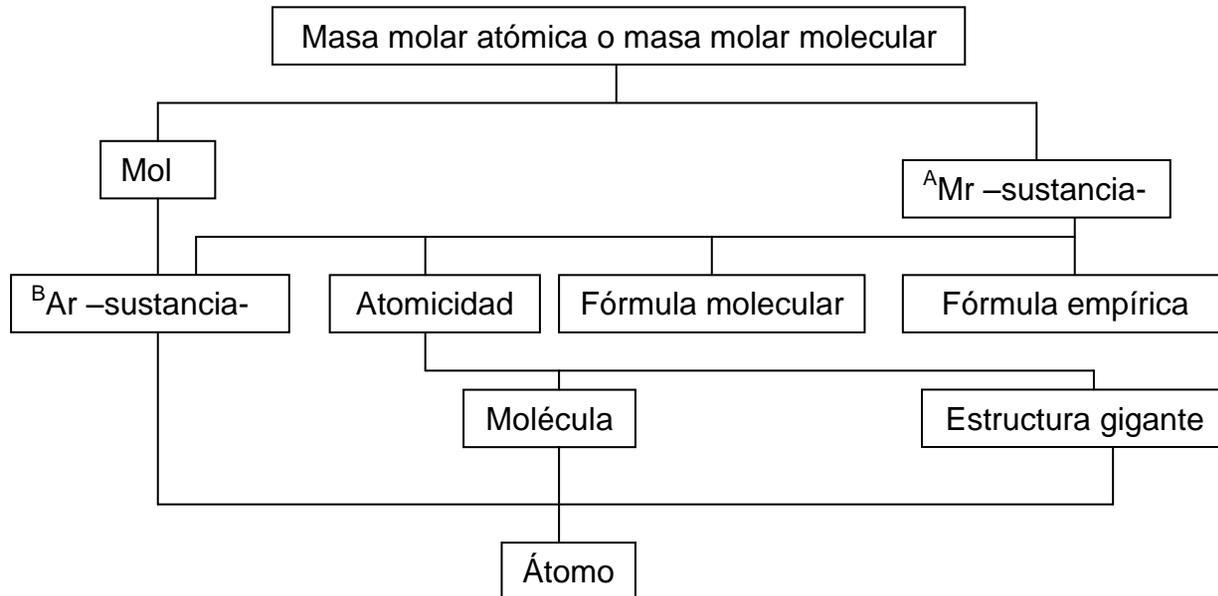
Se busca una aproximación cualitativa a la idea de la cantidad de sustancia que intenta contar indirectamente la cantidad de partículas a través de la masa, pero que no es ni la masa ni el número de partículas. Se trata de poner de manifiesto que existe una relación entre la cantidad de sustancia, entendida como cantidad de “paquetes imaginarios” cada uno de los cuales contiene el mismo número de partículas de la sustancia, de una determinada sustancia química y la correspondiente cantidad de masa (Azcona y Furió, 1997).

Las dificultades que se van a presentar son: diferenciar claramente entre la cantidad de sustancia y la masa, pueden superarse: a) Haciendo ver que a masas iguales de sustancias distintas no les corresponde el mismo número de partículas; b) Manifestar que existe una correspondencia entre la masa de una sustancia y su cantidad de sustancia, para la misma sustancia, c) diferenciar claramente entre la cantidad de sustancia, magnitud macroscópica y el número de partículas (Azcona y Furió, 1997).

La cantidad de sustancia se concibe como una unidad a modo de “paquetes” que contiene un número determinado de partículas, átomos, moléculas o iones, y se caracterizará también por tener una masa y un volumen concretos. A cada uno de estos imaginarios “paquetes” le denominaremos mol, deriva del latín moles, que significa montón masa o pila (Azcona y Furió, 1997).

### **2.6.3 La cuantificación y el mol**

El mol es un concepto imprescindible para el desarrollo de las relaciones cuantitativas, sin embargo, es uno de los que más problemas plantea en la enseñanza de la química, la dificultad conceptual del mol puede ser atribuible, en parte a su posición en la cima de la jerarquía de los conceptos relacionados con él, Gower et al., (1977), realizaron un análisis jerárquico de los conceptos implicados en la resolución de problemas/ejercicios con el mol:



<sup>A</sup>Mr = Relación de masa molecular

<sup>B</sup>Ar = Relación de masas atómica

Según esta jerarquía el manejo del concepto de mol exige comprender todos los conceptos de nivel inferior.

## 2.7 El razonamiento proporcional

El interés por estudiar el razonamiento proporcional empleado para resolver problemas, data de principios del siglo XX. Entre los primeros reportes se ubica el de Winch (1913-1914). Existe consenso en señalar que a partir de los trabajos de J. Piaget (1958) se da un giro importante en el estudio del tema. Piaget y Beth (1966) señalan que “el pensamiento proporcional es ampliamente reconocido como una capacidad que introduce un cambio significativo de niveles de pensamiento concretos operacionales hacia niveles de pensamiento formales operacionales (López, G., 2003).

### 2.7.1 ¿Qué se entiende por razonamiento?

El razonamiento es un proceso por medio del cual se infiere o determina información nueva, sobre la base de otra información



**Razonamiento como un proceso que genera nueva información**

(López, G., 2003)

### 2.7.2 ¿Qué se entiende por proporcionalidad?

Aproximadamente a los once-doce años, se presenta la comprensión del principio de proporción ( $P/L = 2P/2L$ ) cuando el niño llega a percatarse de que el aumento de peso en un lado del fulcro, punto de apoyo de la palanca, puede compensarse incrementando la distancia del otro lado. Por lo tanto, el desarrollo del concepto de proporción en el niño es consecuente con su desarrollo conceptual general (López, G., 2003).

En tanto el desarrollo del razonamiento proporcional es complejo; en consecuencia, la comprensión de los problemas de proporción es gradual y lleva tiempo, y una posible alternativa para la comprensión plena de esta clase de problemas/ejercicios, parece ser, la inclusión de problemas no numéricos, resolución de problemas/ejercicios de corte cualitativos (López, G., 2003).

## 2.8 Intención de la investigación

La revisión bibliográfica mostró que los estudiantes de la escuela media superior encontraron dificultades en la comprensión de los siguientes temas:

1. El modelo de partícula, la interpretación de los estados de agregación, los cambios de estado, la conservación de la materia, la teoría cinético-molecular, la idea de discontinuidad de la materia y de espacio vacío entre las partículas.
2. Las ecuaciones químicas, la conservación de la masa, el significado de los coeficientes en las ecuaciones químicas, el significado de los subíndices en las fórmulas químicas, masa, volumen, densidad, la conservación de la masa y problemas/ejercicios mol–mol, masa–masa, masa–mol, masa–número de partículas, mol–número de partículas, reactivo limitante, reactivo en exceso, que se relaciona con la cantidad de sustancia y su unidad el mol, masa molar molecular (MMM), masa molar atómica (MMA), molécula, átomo, y número de Avogadro, para obtener el número de partículas.
3. Existe evidencia creciente de que las actividades tradicionales en la resolución de problemas/ejercicios han sido inefectivas para promover el aprendizaje de la Química con comprensión.

Los estudiantes de Química de la Escuela Nacional Preparatoria, también presentan dificultades en la comprensión de conceptos y en su aplicación al resolver problemas/ejercicios comunes, porque aun cuando se ha logrado disminuir la reprobación con el Plan de Estudios vigente en un 6.7 %, no se ha logrado reflejar un dominio conceptual de los temas básicos de Química General. Porque se ha reportado que en las carreras de Química, que imparte la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, al realizar una revisión y profundización de los estudios preuniversitarios, se encontró que su índice de reprobación es de alrededor del 50 % en su primer curso y en el recursamiento se mantiene el porcentaje, con lo cual los estudiantes se

desaniman y desertan, a pesar de ser impartidos por profesores distintos. Es evidente que el estudiante deberá encontrarle sentido a lo que está aprendiendo y encuentre la relación con lo que ve y le rodea y que tiene sentido esforzarse por comprender y lograr un conocimiento propedéutico en Química en su bachillerato, que le permita tener éxito en su formación profesional y en su vida cotidiana.

La resolución de problemas/ejercicios requiere del estudiante un conjunto de conocimientos científicos conceptuales y el establecimiento de las conexiones entre ellos, porque no basta la comprensión de los conceptos químicos aislados como lo propone Gorodetsky y Hoz, (1980).

La revisión en la literatura especializada ha puesto de manifiesto la necesidad de explorar el estado que guardan nuestros estudiantes en la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, la conservación de propiedades no observables a través de la relación de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos en el dominio de los cambios físico y químico.

Por las razones anteriores es necesario conocer el estado del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la ENP a través de la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, empleando las leyes de los gases de Boyle y Gay-Lussac y dos planteamientos estequiométricos [la estequiometría predice y constata las proporciones en masa y/o volumen con que se combinan las sustancias, (Azcona y Furió, 1997)], comunes en Química General (formaciones de: agua [ $\text{H}_2\text{O}$ ] y de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3(g)$ ]).

En el capítulo, López y León (2003), sitúan a la resolución de problemas/ejercicios en uno de los seis rubros que son examinados por el campo de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en el periodo 1992-2002, en el ámbito internacional y establecen que éste rubro aún esta en la fase embrionaria en México.

Se establece que un problema rutinario puede ser identificado como un problema para el estudiante, al desconocer la secuencia correcta de comportamientos que lo resolverían, es decir, la respuesta no es inmediatamente obvia. Sin embargo, para el profesor es un ejercicio porque lo ha resuelto previamente y ha tenido una exposición múltiple con el planteamiento a resolver.

El desarrollo de los factores que pueden influir en el estudiante para resolver con éxito los problemas/ejercicios, manifestó la necesidad de poseer conocimientos científicos conceptuales, comprenderlos, conectarlos entre sí, aplicarlos y desarrollar una estrategia organizada (heurístico) que pertita la solución de éstos.

La evidencia de las investigaciones compiladas reconoce la estabilidad de las ideas previas de los estudiantes o la interferencia de ellas en la construcción de los modelos que exige la Química General para interpretar los fenómenos naturales y los éxitos que se han obtenido en la resolución de problemas/ejercicios se atribuyen al acercamiento algorítmico, porque en las entrevistas se ha establecido que los estudiantes no tienen el conocimiento conceptual o no lo usan en la tarea solicitada y no pueden disponer de la información adquirida para tener éxito en la resolución de problemas/ejercicios en nuevos contextos.

## **Capítulo III. Metodología**

### **3.1 Población**

Se empleó una muestra de 55 estudiantes de 16 a 18 años de edad, que cursan Química IV área 2, en la ENP No. 3 “Justo Sierra”, ésta población terminó su curso de Química General en el mes de abril y el levantamiento del cuestionario se realizó el 5 de septiembre de 2005.

### **3.2 Elaboración de una estrategia de diagnóstico**

Con el propósito de obtener el “Diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria”, se exploró las habilidades que el estudiante de bachillerato posee, en el dominio de resolución de problemas/ejercicios de corte cuantitativo y cualitativo, que involucren el razonamiento proporcional en las leyes de los gases y cálculos estequiométricos comunes en Química General, se adecuó el instrumento (cuestionario) elaborado por Nakhleh y Mitchell (1993), y se complementó con los empleado por Perren et al., (2004) y Chamizo et al., (2004).

El propósito de los problemas/ejercicios en el dominio cuantitativo, es explorar el trabajo con datos numéricos, fórmulas, ecuaciones químicas, el razonamiento proporcional involucrado y algoritmos para llegar a resolverlos y en el dominio cualitativo se explora el razonamiento teórico, sin necesidad de utilizar cálculos numéricos o bien estos sean mínimos, lo trascendente es la interpretación conceptual, que permitirá llegar a la respuesta.

### 3.3 Lo esperado de cada uno de los reactivos del instrumento empleado

El cuestionario diagnóstico, resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, esta fundamentado en las respuestas a las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es la lógica del cuestionario? y ¿cómo está articulado?

La lógica del cuestionario, se fundamentó en lo que el estudiante debe hacer para resolver un problema/ejercicio, éstos se clasifican en cuantitativos y cualitativos.

Esta investigación está articulada para obtener el “Diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria”, a través de la resolución de problemas/ejercicios en el dominio cuantitativo y cualitativo, para ello se agruparon en pares los problemas/ejercicios a ser resueltos: uno tradicional, es decir, cuantitativo y otro sin ningún o bien mínimo contenido matemático, es decir, cualitativo, para explorar la comprensión de los conceptos involucrados. Al problema/ejercicio cuantitativo se le asignará el número (1) y al cualitativo se le asignará el número (1') y así sucesivamente.

2. ¿Qué aspectos conceptuales involucra? y ¿qué aspectos operativos?

Los aspectos conceptuales involucrados: la ley de Boyle en la que se deberá establecer que la masa y temperatura del sistema son constantes, en tanto el volumen y la presión presentan un comportamiento inversamente proporcional.

En la ley de Gay-Lussac se deberá establecer que la masa y el volumen del sistema son constantes, en tanto la presión y la temperatura presentaran un comportamiento directamente proporcional.

## Cálculos estequiométricos comunes en Química General

Estequiometría (3), problema/ejercicio cuantitativo. Formación de agua [H<sub>2</sub>O]. Se explora la representación simbólica del hidrógeno [H<sub>2</sub> (g)], oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] y agua (H<sub>2</sub>O); la construcción de la ecuación química involucrada, la conservación de la masa a través de el balance de ésta; las relaciones estequiométricas entre el oxígeno [O<sub>2</sub> (g)], hidrógeno [H<sub>2</sub> (g)] y agua (H<sub>2</sub>O); el establecimiento del oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] como reactivo limitante y del hidrógeno [H<sub>2</sub> (g)] como reactivo en exceso; tener en cuenta a la magnitud cantidad de sustancia que se expresa a través del mol; la relación estequiométrica entre el oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] y el agua [H<sub>2</sub>O], 1 mol O<sub>2</sub> es equivalente a 2 mol de H<sub>2</sub>O y usar la masa molar molecular del agua (MMM H<sub>2</sub>O).

Estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]. Se exploró la correlación entre las representaciones simbólicas y el modelo del oxígeno [O<sub>2</sub>], hidrógeno [H<sub>2</sub>] y agua [H<sub>2</sub>O]; la existencia de los reactivos limitante y en exceso y las relaciones estequiométricas entre el oxígeno [O<sub>2</sub>], hidrógeno [H<sub>2</sub>] y agua [H<sub>2</sub>O].

Estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]. Se explora las relaciones estequiométricas entre el azufre [S], oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] y anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]; el establecimiento del oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] como reactivo limitante y del azufre como reactivo en exceso; tener en cuenta la magnitud, cantidad de sustancia que se expresa a través del mol; la relación estequiométrica entre el oxígeno [O<sub>2</sub> (g)], azufre [S] y anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)], 3 mol O<sub>2</sub> (g) es equivalente a 2 mol de S y 2 mol de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]; usar la masa molar molecular del anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] (MMM [SO<sub>3</sub> (g)]).

Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>]. Se exploró la correlación entre las representaciones simbólicas y el modelo del oxígeno [O<sub>2</sub>], azufre [S] y anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>]; la existencia de los reactivos limitante y en exceso y las relaciones estequiométricas entre el oxígeno [O<sub>2</sub>], azufre [S] y anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>].

Los aspectos operativos exploran el dominio cuantitativo y cualitativo, el dominio cualitativo se sustenta en el modelo que se ajusta a la teoría cinético-molecular. Porque los resultados que obtuvo Chamizo et al., (2004), mostraron contradicciones entre el discurso del estudiante y los modelos que representan sus conceptos en el campo específico de Química.

Por último, se solicitó la justificación en cada uno de los enunciados, para evitar elecciones al azar o la obtención de respuestas correctas a través de razonamientos incorrectos y para indagar sobre la naturaleza de los errores (Perren, 2004).

3. ¿Cómo es el nivel de complejidad?

El nivel de complejidad dentro del par de problemas/ejercicios, cuantitativo y cualitativo, que aborda un concepto es creciente y también la complejidad de las preguntas es creciente, es decir, se parte de las leyes de los gases de Boyle y Gay-Lussac hasta las relaciones estequiométricas comunes en Química General, como las formaciones de agua [H<sub>2</sub>O] y anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)].

4. ¿Cómo se relacionan las preguntas propuestas con el marco de análisis?

Las preguntas contenidas en el cuestionario diagnóstico se relacionan con el marco de análisis de la forma siguiente: requieren el uso del conocimiento declarativo a través del proceso de resolución que articule los niveles macroscópicos,

microscópicos y simbólicos que requiere la pregunta, así como la incorporación del conocimiento procedimental para resolver con éxito los problemas/ejercicios planteados.

El desarrollo de las preguntas que conformaran el instrumento de diagnóstico se ubican en el anexo número 1.

### **3.4 Muestra del análisis del diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, a través de los casos 1 y 55**

Se aplicó el diagnóstico a 55 estudiantes de 16 a 18 años de edad que cursan Química IV área 2, en la ENP No. 3 “Justo Sierra”, esta población terminó su curso de Química General en el mes de abril y el levantamiento del cuestionario se realizó el 5 de septiembre de 2005.

Se aplicó un cuestionario por estudiante y se hace referencia a ellos usando la palabra caso, con el propósito de mantener la anonimidad.

A continuación se muestran los análisis realizados a los **casos: número 1 y número 55**, para ejemplificar únicamente lo realizado en la población estudiada.

#### **Caso número 1**

##### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases ley de Boyle (1)**

1. Un balón de voleibol, tiene un volumen de 4 litros (L), en las siguientes condiciones: a una altura de 2 240 metros sobre el nivel del mar (msnm), presión promedio de 585 milímetros de mercurio (mm Hg) y temperatura de 22 grados Celsius (°C). Al ser trasladado el balón a nivel del mar, las condiciones fueron: presión promedio de

760 mm Hg y temperatura de 22 °C ¿Determina el volumen de aire en litros que presenta el balón?

**Seleccionó A, incorrecto.**

1. Se escribió la fórmula que correlaciona la presión y el volumen, expresando una relación directamente proporcional y se identifica un estado inicial y final.
2. Se sustituyen las magnitudes físicas acompañadas de sus unidades.
3. Se multiplico  $V_1 \times P_2$  y se dividió entre  $P_1$ . A partir de  $P_1/V_1 = P_2/V_2$ , las operaciones no corresponden a la expresión que establece.

Describe el procedimiento de su respuesta (justificación). “Debido a la fórmula que utilice hice un tipo de regla de 3 y el resultado fue ese, por que si a cierta presión tiene cierto volumen, por lo tanto el valor del volumen que me piden fue calculado así”.

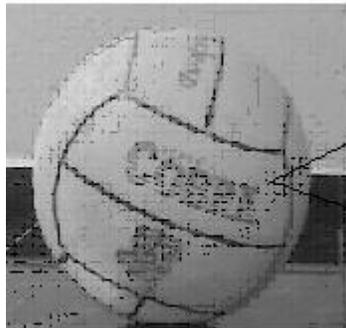
1. El uso de la fórmula que involucra a la presión y al volumen establece una relación directamente proporcional.
2. Una relación proporcional a través de la regla de 3, diferente a la expresada en la fórmula.
3. El resultado que se obtiene del planteamiento es el inverso del planteado por él y no se da cuenta de ello.

No existe correspondencia entre el cálculo teórico y su justificación, se expresa una confusión entre la fórmula planteada y el procedimiento aritmético empleado.

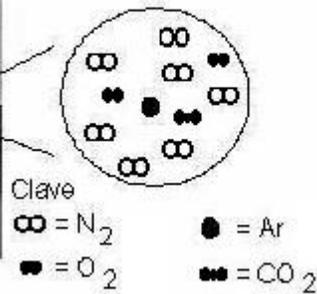
---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases ley de Boyle (1')**

1'



Fotografía número 1

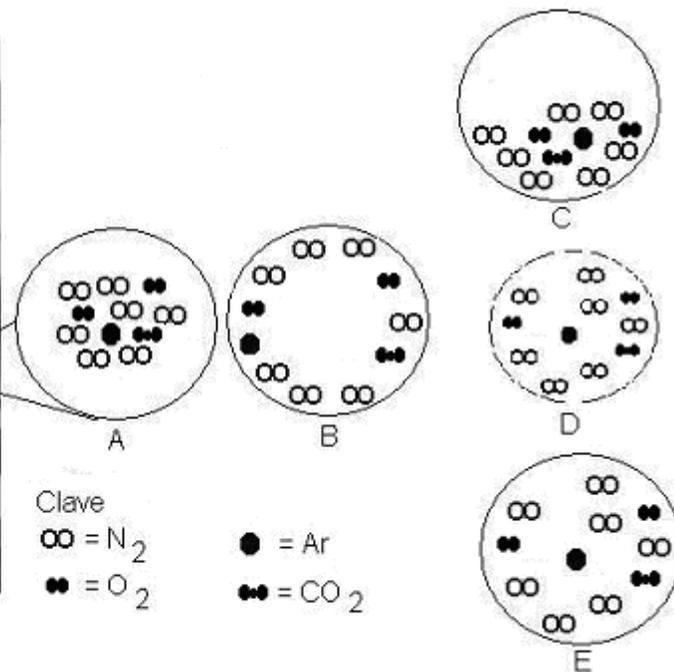


La fotografía número 1, corresponde a un balón de voleibol, tomada a una altura de 2 240 msnm, a una presión promedio de 585 mm Hg y una temperatura de 22 °C. El círculo de la derecha muestra un modelo aumentado de una pequeña porción del aire contenido en el balón.

En la fotografía número 2, se observa el mismo balón, ahora a nivel del mar, a una presión promedio de 760 mm Hg y una temperatura de 22 °C ¿Qué círculo del modelo aumentado corresponde a la situación?



Fotografía número 2



**Seleccionó C, incorrecto.**

1. Contabiliza los componentes del modelo.

Justifica la respuesta. “Por que cuando existe menor altura y más presión las moléculas o átomos se juntan más y por lo tanto el balón queda con el mismo aire pero comprimido”

No se tiene dominio de las siguientes propiedades de los gases:

1. Los gases se expanden uniformemente. Pueden llenar cualquier recipiente.
2. Se les puede comprimir. Por debajo de cierta temperatura, llamada “crítica”, la compresión termina por licuarlos, esto se conoce como un cambio de estado.

Existe correspondencia con el modelo que elige y la justificación, a pesar de ser incorrecto.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases ley de Gay-Lussac (2)**

2. 0.1 mol de gas hidrógeno ocupa un volumen de 600 mililitros (mL) a 25 °C y 4.08 atmósferas (atm). Si el volumen y la cantidad de sustancia son constantes ¿Cuál será la presión en atmósferas de la muestra de gas a -5 °C?

**No hubo selección.**

1. Se establecieron las relaciones entre los valores que representan a la presión y a la temperatura en el estado inicial y final; expresándose una relación directamente proporcional entre las variables involucradas únicamente.

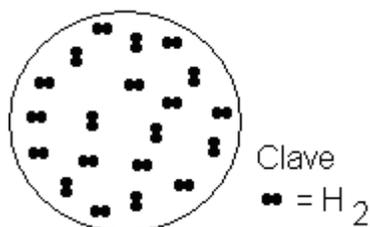
Describe el procedimiento de su respuesta (justificación). "No hubo".

No existe correspondencia entre el cálculo teórico y su justificación, se planteó el cálculo únicamente.

---

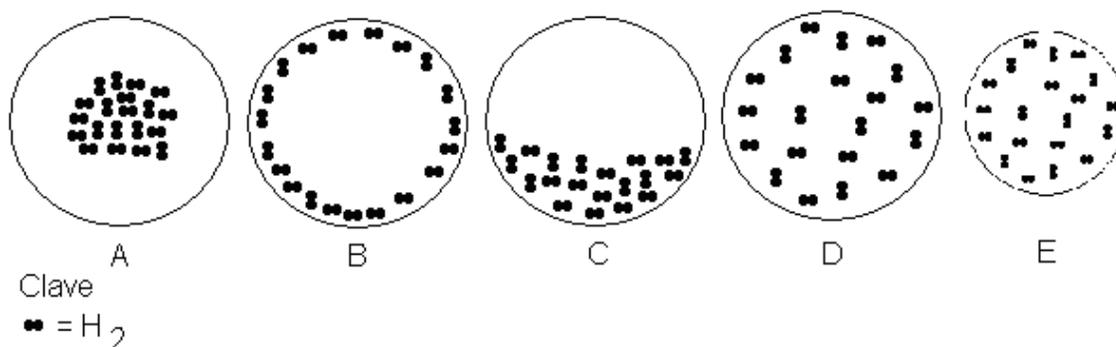
**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases ley de Gay-Lussac (2')**

2'. El siguiente modelo representa un volumen de un tanque de acero que contiene gas hidrógeno a 20 °C y 3 atm. Los puntos representan la distribución de todas las moléculas de hidrógeno en el tanque.



En los siguientes modelos se ilustra la distribución más probable de moléculas del gas hidrógeno en el tanque de acero cuando ha bajado la temperatura a -5 °C y la presión de éste.

El punto de ebullición para el hidrógeno es -252.8 °C.



**Selección E, incorrecto.**

Justifica su respuesta. “Al bajar la temperatura los átomos se comprimen pero al bajar la temperatura se nivela y no están tan comprimidos”.

1. La justificación es contradictoria.
2. Falta establecer correspondencia con el modelo que se elige, se cita la palabra comprimido y se selecciona la imagen que representa una expansión uniforme y una disminución del tamaño.

No existe correspondencia entre la justificación, que es contradictoria y que cita la palabra comprimido y el modelo seleccionada muestra una expansión uniforme y una disminución del tamaño.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]**

3. Bajo ciertas condiciones, el hidrógeno reacciona con el oxígeno en forma completa para formar agua. Cuando se hacen reaccionar 10 mol de O<sub>2</sub> (g) con un exceso de H<sub>2</sub> (g), ¿qué masa máxima de agua en gramos (g) podría obtenerse?

**Selección C, incorrecto.**

1. Se establecen las siguientes relaciones de igualdad entre 1g O<sub>2</sub> = 2 H<sub>2</sub> y 10 g = X.
2. No se realiza cálculo alguno.

Describe el proceso de su respuesta (justificación). “Por que solo hay 10 mol de O<sub>2</sub> para formar con 1 O<sub>2</sub> y 2 H<sub>2</sub> tan solo 10 moléculas de agua”

1. Establece una igualdad para expresar una relación de proporcionalidad y sin elementos indica que se forman 10, usando como sinónimos gramos y moléculas de agua.

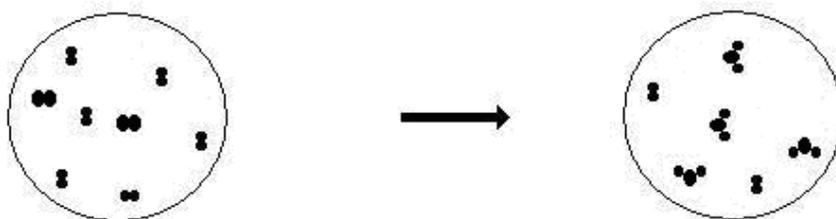
No existe correspondencia entre el cálculo planteado y el inciso seleccionado.

En tanto su justificación, expresa una confusión al plantear la igualdad entre el oxígeno y el hidrógeno existente; en lugar de la relación proporcional existente.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]**

3'. Suponga que, en un recipiente cerrado, se produjo la siguiente reacción química:



Estado inicial en el recipiente

Estado final en el recipiente

Clave

Representan átomos del elemento H: •

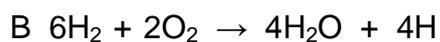
Representan átomos del elemento O: ●

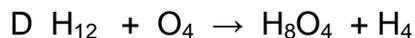
Representan moléculas: ●● = H<sub>2</sub>

●●●● = O<sub>2</sub>

●●● = H<sub>2</sub>O

¿Cuál de las siguientes opciones eliges como ecuación química correspondiente a esta reacción?





**Seleccionó B, incorrecto.**

Justifica su respuesta. “Por que al reaccionar quedan libres 4 Hidrógenos”

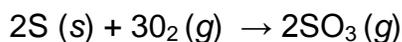
1. Establece que el inciso correcto es B, lo que implica que confunde el término molécula: hidrógeno, oxígeno, agua y átomo de hidrógeno que se encuentran en la zona de productos.

Existe correspondencia entre el inciso seleccionado y la justificación, sin embargo, se expresa una confusión entre la representación de molécula de hidrógeno en la zona de reactivos y la representación de átomos de hidrógeno en la zona de productos.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico (4). Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3(g)$ ]**

4. ¿Calcule el peso en gramos del anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3(g)$ ] que podría producirse a partir de 1.9 mol de oxígeno [ $\text{O}_2(g)$ ] y azufre en exceso [ $\text{S}(s)$ ]?



**No hubo selección.**

1. Se colocan debajo de la representación del cambio químico la cantidad de oxígeno citado en el enunciado y se propone una cantidad para el exceso de azufre citado y no hay ninguna cantidad en la zona de productos.

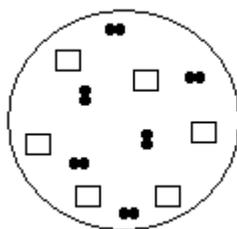
Describe el proceso de su respuesta (justificación). "No hubo".

Existe correspondencia entre la ausencia del algoritmo y ausencia de la justificación.

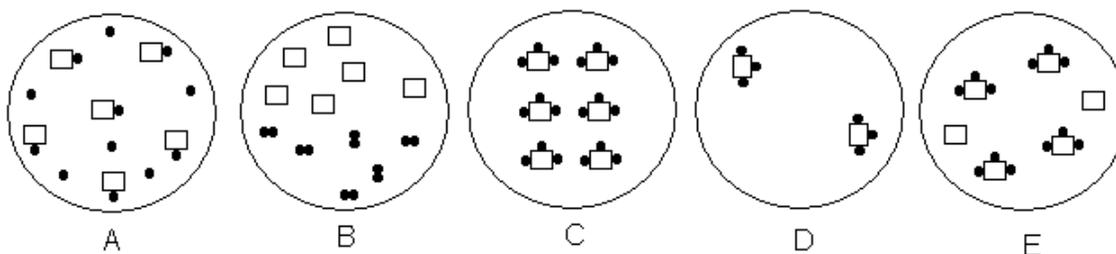
---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>]**

4'. La ecuación para la reacción  $2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_3$ , considere la reacción S (□) y O<sub>2</sub> (●●) en un recipiente cerrado como se ilustra abajo:



¿Cuál de los siguientes modelos, representa el producto y el reactivo en exceso?



**Seleccionó C, incorrecto.**

1. Agrupo a los reactivos en dos categorías y selecciona los S y O<sub>2</sub> involucrados.

Justifica su respuesta. “Por que al reaccionan solo se pueden formar 6 moléculas de 2  $\text{SO}_3$  y nada queda libre”.

Existe correspondencia entre el inciso seleccionado y la justificación, sin embargo, se expresa un distanciamiento de la agrupación realizada inicialmente.

### **Caso número 55**

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases ley de Boyle (1)**

1. ...

**Seleccionó A, incorrecto.**

1. Se enlistaron las variables y los valores respectivos para los estados inicial y final.
2. Se planteó una fórmula que expresa una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.
3. Se sustituyeron los valores de las variables y se realizó el despeje.
4. Se realizaron los cálculos aritméticos.

Describe el procedimiento de su respuesta (justificación). “Para un volumen mayor se necesita ejercer más fuerza para que las moléculas se junten y así se compriman”.

1. La justificación no es consistente con lo que se propone.

No existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo no está argumentado en la justificación.

---

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases ley de Boyle (1')**

1'...

**Seleccionó E, correcto.**

Justifica su respuesta. “Sólo cambia el valor de los datos ya que es como un tipo de conversión ya que se va a ajustar a las condiciones generadas ej. 1 Ft = 30.48 cm”.

1. La narrativa permite justificar la elección realizada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada esta descrita en la justificación.

---

### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases ley de Gay-Lussac (2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se establecieron las variables y sus respectivos valores para el estado inicial y se citó también el volumen final.
2. No existe planteamiento cuantitativo.

Describe el procedimiento de su respuesta (justificación). “No hubo”.

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases ley de Gay-Lussac (2')**

2'...

**Seleccionó B, incorrecto.**

Justifica su respuesta. “Al bajar la temperatura, el hidrógeno se encuentra más cerca de su punto de ebullición  $\Delta$  las partículas comienzan a separarse”.

1. La imagen seleccionada esta descrita en la justificación hecha.

Existió correlación, porque el modelo seleccionada esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Describe el proceso de su respuesta (justificación). “No hubo”.

Existió correspondencia, porque no hay un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]**

3'...

**Seleccionó B, incorrecto.**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. “Porque con la estequiometría debe de quedar el mismo número de elementos en cada lado y así la ecuación queda balanceada”.

1. La narrativa es incompleta porque se pone el acento en el balanceo y se omite la reacción que se efectúa.

No existió correspondencia, porque el inciso se seleccionó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Describe el proceso de su respuesta (justificación). “No hubo”.

Existió correlación, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>]**

4'...

**Seleccionó D, incorrecto.**

Justifica su respuesta. “porque si no habrá el mismo número de elementos en cada lado y la reacción no estará balanceada”.

1. La imagen seleccionada no quedó descrita con la justificación que es incompleta.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no quedó descrita con la justificación.

Los 53 casos restantes, que conforman esta investigación se presentan en el anexo número 2.

En el capítulo, se menciona que la muestra del diagnóstico esta formada por 55 estudiantes de 16 a 18 años de edad que han cursado Química General en la Escuela Nacional Preparatoria No. 3 “Justo Sierra” y que el instrumento empleado se adaptó de los reportados por Nakhleh y Mitchell (1993), Perren et al., (2004) y Chamizo et al., (2004), dicho instrumento, explora los dominios cuantitativo y cualitativo. Ambos presentan exigencias conceptuales similares entre el par de problemas/ejercicios correspondientes.

También se desarrolló el resultado obtenido del diagnóstico de dos estudiantes, que fueron citados como “**Caso número 1** y **Caso número 55**”, con el propósito de mantener la anonimia y mostrar la forma en la cual se trató la información recabada.

#### Capítulo IV. Análisis y resultados de las respuestas obtenidas del cuestionario diagnóstico “Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos”

Se aplicó el cuestionario “Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos”, el 5 de septiembre de 2005, a 55 estudiantes de 16 a 18 años de edad de la ENP No. 3 “Justo Sierra”, que terminaron el curso de Química General, en el mes de abril del mismo año, donde se revisaron los temas que se exploraron.

Los problemas/ejercicios se han dividido en el dominio cuantitativo y cualitativo. En el dominio cuantitativo, se exploró el trabajo con datos numéricos, fórmulas, ecuaciones químicas, relaciones de proporcionalidad y algoritmos para resolverlos y en el dominio cualitativo se buscó el razonamiento conceptual, sin necesidad de utilizar cálculos numéricos o bien estos fueron mínimos, lo trascendente es la interpretación conceptual, que permitió llegar a la respuesta (Perren, 2004).

##### 4.1 Las respuestas, para cada problema/ejercicio, fueron clasificadas según las siguientes categorías

Cuantitativos	Correctos	Incorrectos
<b>Ley de Boyle (1)</b>	Comprensión del enunciado, recuperación de la fórmula de Boyle o de la ley combinada de los gases, aplicación correcta de la fórmula, análisis de las unidades involucradas y que el resultado de las operaciones básicas corresponda con el resultado seleccionado.	Cuando el algoritmo empleado no corresponda con la descripción del procedimiento de su respuesta (justificación) o presente inconsistencias en alguno de ellos o en ambos.
<b>Ley de Gay-Lussac (2)</b>	Comprensión del enunciado, recuperación de la fórmula de Gay-Lussac o de la ley combinada de los gases, aplicación correcta de la fórmula, análisis de las unidades involucradas y que el resultado de las operaciones básicas corresponda con el resultado seleccionado.	

<b>Estequiometría</b> <b>(3). Formación</b> <b>de agua [H<sub>2</sub>O]</b>	Comprensión del enunciado, representación simbólica del fenómeno químico de formación de agua a través de su ecuación química, conservación de la masa a través del balanceo de la ecuación química, identificación de los reactivos limitante y en exceso, determinar la masa molar molecular de las sustancias involucradas, las relaciones proporcionales que se establecen con la ecuación balanceada, el algoritmo empleado, el análisis de las unidades involucradas, que el resultado de las operaciones básicas corresponda con el resultado seleccionado.	
<b>Estequiometría</b> <b>(4). Formación</b> <b>de anhídrido</b> <b>sulfúrico [SO<sub>3</sub></b> <b>(g)]</b>	Comprensión del enunciado, representación simbólica del fenómeno químico de formación de anhídrido sulfúrico a través de su ecuación química, conservación de la masa a través del balanceo de la ecuación química, identificación de los reactivos limitante y en exceso, determinar la masa molar molecular de las sustancias involucradas, las relaciones proporcionales que se establecen con la ecuación balanceada, el algoritmo empleado, el análisis de las unidades involucradas, que el resultado de las operaciones básicas corresponda con el resultado seleccionado.	

Cualitativos	Correctos	Incorrectos
<b>Ley de Boyle</b> <b>(1')</b>	Comprensión de la pregunta, recuperación de los conceptos involucrados, tales como la materia, teoría cinético-molecular, cambio físico, sistema, variables involucradas, el comportamiento inversamente proporcional entre el volumen y la presión. También fue necesario que la justificación mencionara el comportamiento inversamente proporcional y éste correspondiera con el modelo que cumple la teoría cinético-molecular, para el estado gaseoso.	Cuando la justificación presente inconsistencias con el modelo seleccionado y con la teoría cinético-molecular para el estado gaseoso.

<p><b>Ley de Gay-Lussac (2')</b></p>	<p>Comprensión de la pregunta, recuperación de los conceptos involucrados, tales como la materia, teoría cinético-molecular, cambio físico, sistema, variables involucradas, el comportamiento directamente proporcional entre la temperatura y la presión. También fue necesario que la justificación mencionara el comportamiento directamente proporcional y éste correspondiera con el modelo que cumple la teoría cinético-molecular, para el estado gaseoso.</p>	
<p><b>Estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]</b></p>	<p>Comprensión del enunciado, representación simbólica del fenómeno químico de formación de agua a través de su ecuación química, conservación de la masa a través del balanceo de la ecuación química, identificación de los reactivos limitante y en exceso, las relaciones proporcionales que se establecen con la ecuación balanceada, la identificación del modelo que exprese la teoría cinético-molecular y éste corresponda con el resultado seleccionado.</p>	
<p><b>Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]</b></p>	<p>Comprensión del enunciado, representación simbólica del fenómeno químico de formación de anhídrido sulfúrico a través de su ecuación química, conservación de la masa a través del balanceo de la ecuación química, identificación de los reactivos limitante y en exceso, las relaciones proporcionales que se establecen con la ecuación balanceada, la identificación del modelo que exprese la teoría cinético-molecular y éste corresponda con el resultado seleccionado.</p>	

## **4.2 Una mirada global a la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos**

El planteamiento global de la resolución de los problemas/ejercicios estableció que no hay correlación entre la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos, 10.9 %, (6/55 casos: 6, 10, 15, 28, 32 y 33) y los cualitativos, 10.9 %, (6/55 casos: 16, 22, 24, 51, 53 y 55), porque los estudiantes (casos) que resolvieron los problemas/ejercicios exitosamente fueron diferentes.

## **4.3 Una mirada específica a la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos**

La resolución de los problemas/ejercicios cuantitativos y la existencia de una descripción del proceso plausible únicamente se presentó para la ley de Boyle (1) en 6/55 casos, (10.9 %), (6, 10, 15, 28, 32 y 33), es decir, para la ley de Gay-Lussac (2) y los dos planteamientos estequiométricos (3) y (4), formación de agua [H<sub>2</sub>O] y formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)], respectivamente; no hubo éxito en su resolución como se muestra en la tabla número 1.

## **4.4 Una mirada específica a la resolución de problemas/ejercicios cualitativos**

La resolución de los problemas/ejercicios cualitativos y la existencia de una justificación plausible se presentó en 6/55, (10.9 %), de los estudiantes, distribuidos de la forma siguiente: ley de Boyle (1'), 2/55, (3.6 %), de los casos (22 y 55); ley de Gay-Lussac (2'), 1/55, (1.8 %), de los caso (24) y empleando la estequiometría en la formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] (4'), 3/55, (5.4 %), de los casos (16, 51 y 53), como se muestra en la tabla número 1.

#### 4.5 La resolución de problemas/ejercicios cuantitativos *versus* cualitativos

El análisis de los problemas/ejercicios por pares se ve limitado a la ley de Boyle (1) y (1'), porque es el único caso en el cual hubo éxitos en la resolución cuantitativa y cualitativa. Al contrastar a los 6/55, (10.9 %), de los estudiantes (6, 10, 15, 28, 32 y 33) que resolvieron el problema/ejercicio cuantitativo con los 2/55, (3.6 %), de los estudiantes (22 y 55) que resolvieron el problema/ejercicio cualitativo; se establece que los estudiantes presentan ideas previas implícitas, es decir, no toman conciencia de sus ideas y aplicaciones, éstas corresponden a conceptos y no a eventos, encontrándose indiferenciadas, es decir, los estudiantes se confundieron al aplicar sus conocimientos a situaciones específicas (Pozo et al., 1992; Wandersee et al., 1994 y Gallegos, 1998) y condujeron a la inexistencia de correspondencia entre el par analizado.

Es evidente que en ambos problemas/ejercicios cuantitativo y cualitativo, el componente central es la comprensión del enunciado; las variables que definen al sistema; las variables que permanecen constantes; identificación de los estados inicial y final y la relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión. Por lo tanto es necesario hacer hincapié que un estudiante al ser conciente de sus ideas previas relativas al fenómeno natural explorado, si presenta un dominio conceptual quedará plasmado en la resolución exitosa del problema/ejercicio en el dominio cuantitativo. Sin embargo, esto no se presentó, por ello se infiere que hubo confusión al ser sometidos a contextos específicos que compartían un núcleo conceptual en el diseño del problema/ejercicio planteado, como se muestra en la tabla número 1.

La resolución global de los problemas/ejercicios cuantitativos en 6/55, (10.9 %), (6, 10, 15, 28, 32 y 33) de los casos y cualitativos en 2/55, (3.6 %), (22, 55) de los casos, permiten establecer una incomprensión prácticamente total por parte de

los estudiantes, como lo muestra la tabla número 1, no se ha apoyado al estudiante a (re)construir sus ideas en el camino de las exigencias de la Química General, en los temas explorados.

Tabla número 1. Éxito en la resolución de problemas/ejercicios:

Cuantitativos	Número de casos correctos	Casos correctos	Cualitativos	Número de casos correctos	Casos correctos
Ley de Boyle (1)	6/55, (10.9 %)	6, 10, 15, 28, 32 y 33	Ley de Boyle (1')	2/55, (3.6 %)	22 y 55
Ley de Gay-Lussac (2)	0	0	Ley de Gay-Lussac (2')	1/55, (1.8 %)	24
Estequiometría (3). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]	0	0	Estequiometría (3'). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]	0	0
Estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> (g)]	0	0	Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> ]	3/55, (5.4 %)	16, 51 y 53

El resultado de sumar los casos incorrectos y los casos sin respuesta; en forma específica, produjo lo siguiente:

Se encontró que el total de los estudiantes explorados 55/55, (100 % de los casos) en los problemas/ejercicios de la ley de Gay-Lussac (2); estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]; estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] y en la estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O].

En tanto 54/55, (98.2 %), de la ley de Gay-Lussac (2'); 53/55, (96.4 %), de la ley de Boyle (1'); 52/55, (94.5 %) de la estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] y 49/55, (89.1 %) de la ley de Boyle (1).

Estos comportamientos se muestran en la tabla número 2. Esto implica que los métodos empleados en la enseñanza de Química General en el bachillerato están dejando un déficit importante en los estudiantes, quedando inacabado el proceso de aprendizaje, porque no se logra el cambio en los estudiantes de sus ideas construidas por su experiencia a lo largo de su vida académica, como se mostró en esta investigación.

Tabla número 2. La suma de los problemas/ejercicios de los casos incorrectos y casos sin respuesta:

Cuantitativos	Número de casos incorrectos	Casos incorrectos	Número de casos sin respuesta	Casos sin respuesta	Total de casos	Cualitativos	Número de casos incorrectos	Casos incorrectos	Número de casos sin respuesta	Casos sin respuesta	Total de casos
Ley de Boyle (1)	42/55, (76.4 %)	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55	7/55, (12.7 %)	17, 23, 24, 43, 46, 47 y 48	49/55, (89.1 %)	Ley de Boyle (1')	48/55, (87.3 %)	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53 y 54	5/55, (9.1 %)	5, 16, 17, 33 y 52	53/55, (96.4 %)
Ley de Gay-Lussac (2)	23/55, (41.8 %)	2, 3, 5, 8, 11, 12, 14, 18, 19, 22, 25, 29, 34, 35, 37, 39, 41, 45, 48, 50, 52, 53 y 54	32/55, (58.2 %)	1, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32,		Ley de Gay-Lussac (2')	48/55, (87.3 %)	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31,	6/55, (10.9 %)	5, 7, 17, 22, 44 y 48	

				33, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 51 y 55	55/55, (100 %)			32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55			54/55, (98.2 %)
Estequiometría (3). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]	23/55, (41.8 %)	1, 2, 11, 13, 15, 18, 19, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 37, 39, 40, 45, 50, 51, 52, 53 y 54	32/55, (58.2 %)	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 30, 31, 35, 36, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49 y 55	55/55, (100 %)	Estequiometría (3'). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]	54/55, (98.2 %)	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, , 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55	1/55, (1.8 %)	3	55/55, (100 %)

				1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 49, 51, 52 y 55								
Estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> (g)]	11/55, (20.0 %)	14, 24, 29, 35, 39, 44, 45, 48, 50, 53 y 54	44/55, (80.0 %)		55/55, (100 %)	Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> ]	40/55, (72.8 %)	1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 54 y 55	12/55, (21.8 %)		3, 5, 8, 15, 17, 20, 25, 27, 40, 41, 47 y 52	52/55, (94.5 %)

#### 4.6 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1)

El análisis del comportamiento individual para la ley de Boyle (1), 6/55, (10.9 %), de los estudiantes (6, 10, 15, 28, 32 y 33) contaron con un procedimiento cuantitativo y una descripción del procedimiento plausible, como se muestra en la tabla número 3. Es necesario hacer hincapié que éstos emplearon un procedimiento cuantitativo basándose en la ley combinada de los gases en 4 casos (6, 10, 32 y 33) y los 2 casos restantes (15 y 28) emplearon la ley de Boyle, lo que implica que el estudiante fue más receptivo al proceso de aprendizaje cuando se revisó la ley combinada de los gases.

Tablas número 3. Un acercamiento al problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1).

Ley de Boyle (1)...		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con una descripción del procedimiento plausible	6/55, (10.9 %)	6, 10, 15, 28, 32 y 33
Incorrectos	42/55, (76.4 %)	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55
Casos sin respuesta	7/55, (12.7 %)	17, 23, 24, 43, 46, 47 y 48

También, para el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1), 42/55, (76.4 %), de los casos incorrectos se distribuyeron de la forma siguiente: 19 casos (2, 3, 4, 9, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 34, 35, 37, 38, 51 y 53), marcaron el inciso correcto al azar, es decir, no se contó con un argumento cuantitativo y/o una descripción lógica del proceso empleado, “justificación”; 11 casos (1, 5, 8, 16, 27, 29, 31, 44, 50, 52 y 55), emplearon una fórmula que estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión; 5 casos (7, 31, 40, 41 y 49), sin procedimiento cuantitativo o sin claridad en él y en la descripción del proceso se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión; 7 casos (1, 16, 21, 40, 42, 44 y 55), se escribió una fórmula y se describió en el proceso las relaciones a través de la regla de tres; 2 casos (30 y 39), establecen relaciones que no son claras con los datos del enunciado; 3 casos (30, 36 y 45), la selección se realizó al azar y 2 casos (5 y 12), sin apoyo cuantitativo y con descripción del proceso plausible, como se muestra en la tabla número 4.

Tabla número 4. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1).

Ley de Boyle (1)... 42/55 <sup>a</sup> , (76.4 %)		
	Número de casos:	Casos:
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	19/55, (34.5 %)	2, 3, 4, 9, 11, 13, 14, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 34, 35, 37, 38, 51 y 53
2. Se empleó una fórmula, que estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión	11/55, (20 %)	1, 5, 8, 16, 27, 29, 31, 44, 50, 52 y 55

3. Sin procedimiento cuantitativo o sin claridad en él y en la descripción del procedimiento se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión	5/55, (9.1 %)	7, 31, 40, 41 y 49
4. Se escribió una fórmula y se describió en el procedimiento las relaciones a través de una regla de tres	7/55, (12.7 %)	1, 16, 21, 40, 42, 44 y 54
5. Se establecen relaciones que no son claras entre los datos del enunciado	2/55, (3.6 %)	30 y 39
6. La selección se realizó al azar	3/55, (5.4 %)	30, 36 y 45
7. Sin apoyo cuantitativo y descripción del procedimiento (justificación) plausible	2/55, (3.6 %)	5 y 12

<sup>a</sup> = Existe la posibilidad que un caso pertenezca a más de una categoría. Esta notación se emplea para las tablas de esta sección.

1. Marcaron el inciso correcto al azar<sup>b</sup> = No se contó con un argumento cuantitativo y/o una descripción lógica del proceso empleado, “justificación”, para su elección. Esta notación se emplea para las tablas de esta sección.

#### **4.7 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de la ley de Boyle (1')**

El análisis del comportamiento individual para la ley de Boyle (1'), 2/55, (3.6 %), de los estudiantes (22 y 55) contaron con un procedimiento cualitativo (modelo) y una justificación plausible, como se muestra en la tabla número 5.

Tabla número 5. Un acercamiento al problema/ejercicio cualitativo de la ley de Boyle (1')

Ley de Boyle (1')...		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con justificación plausible	2/55, (3.6 %)	22 y 55
Incorrectos	48/55, (87.3 %)	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53 y 54
Casos sin respuesta	5/55, (9.1 %)	5, 16, 17, 33 y 52

También, para el problema/ejercicio cualitativo de la ley de Boyle (1'), 48/55, (87.3 %), de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 3 casos (12, 26 y 36), marcaron el inciso correcto al zar, es decir, no se contó con un argumento lógica en su "justificación"; 21 caso (2, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 21, 24, 25, 32, 38, 40, 43, 45, 46, 47, 48 y 50), seleccionaron el inciso A, que expresa que las moléculas se juntan en el centro del balón; 12 casos (1, 4, 9, 18, 19, 28, 30, 34, 41, 42, 49 y 54), seleccionaron el inciso C, que expresa que las moléculas se juntan en el fondo del balón; 6 casos (23, 27, 29, 31, 35 y 44), seleccionaron el inciso B; que expresa que las moléculas se ordenan en el perímetro interior del balón y 6 casos (3,

20, 37, 39, 51 y 54), seleccionaron el inciso D, que expresa que las moléculas disminuyen de tamaño, como se muestra en la tabla número 6.

Tabla número 6. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cualitativo de la ley de Boyle (1').

Ley de Boyle (1')... 48/55, (87.3 %)		
Causa:	Número de casos:	Casos:
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	3/55, (5.4 %)	12, 26 y 36
2. Seleccionaron el inciso A, que expresa que las moléculas se juntan en el centro del balón	21/55, (38.2 %)	2, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 21, 24, 25, 32, 38, 40, 43, 45, 46, 47, 48 y 50
3. Seleccionaron el inciso C, que expresa que las moléculas se juntan en el fondo del balón	12/55, (21.8 %)	1, 4, 9, 18, 19, 28, 30, 34, 41, 42, 49 y 54
4. Seleccionaron el inciso B, que expresa que las moléculas se ordenan en el perímetro interior del balón	6/55, (10.9 %)	23, 27, 29, 31, 35 y 44
5. Seleccionaron el inciso D, que expresa que las moléculas disminuyen de tamaño	6/55, (10.9 %)	3, 20, 37, 39, 51 y 54

#### 4.8 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Gay-Lussac (2)

El análisis del comportamiento individual para la ley de Gay-Lussac (2), expresó que no hubo éxito en la resolución, como se muestra en la tabla número 7.

Tabla número 7. Un acercamiento al problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Gay-Lussac (2).

Ley de Gay-Lussac (2)...		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con descripción del procedimiento plausible (justificación)	0	0
Incorrectos	23/55, (41.8 %)	2, 3, 5, 8, 11, 12, 14, 18, 19, 22, 25, 29, 34, 35, 37, 39, 41, 45, 48, 50, 52, 53 y 54
Casos sin respuesta	32/55, (58.2 %)	1, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 51 y 55

También, para el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Gay-Lussac (2), 23/55, (41.8 %), de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 6 casos (5, 8, 22, 34, 39 y 53), marcaron el inciso correcto al azar, es decir, no hubo un planteamiento cuantitativo o una descripción del proceso empleado, “justificación”; 8 casos (2, 18, 19, 25, 29, 35, 45 y 50), se establecen relaciones directamente proporcionales entre la presión y la temperatura y/o descripción del proceso; 7 casos (3, 11, 37, 41, 50, 52 y 54), se establecen relaciones sin claridad, que no involucran a la presión y a la temperatura; 2 casos (12 y 48), no hubo planteamiento cuantitativo y se describió el proceso como una relación inversamente proporcional entre la presión y la temperatura, como se muestra en la tabla número 8.

Tabla número 8. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Gay-Lussac (2).

Ley de Gay-Lussac (2)... 23/55 <sup>a</sup> , (41.8 %)		
	Número de casos:	Casos:
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	6/55, (10.9 %)	5, 8, 22, 34, 39 y 53
2. Se establecen relaciones directamente proporcionales entre la presión y la temperatura y/o en la descripción del proceso	8/55, (14.5 %)	2, 18, 19, 25, 29, 35, 45 y 50
3. Se establecen relaciones sin claridad, que no involucran a la presión y a la temperatura	7/55, (12.7 %)	3, 11, 37, 41, 50, 52 y 54
4. No hubo planteamientos cuantitativo y cualitativo (azar)	2/55, (3.6 %)	12 y 48

5. No hubo planteamiento cuantitativo y se describió una relación inversamente proporcional entre la presión y la temperatura	1/55, (1.8 %)	14
---	------------------	----

#### 4.9 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de la ley de Gay-Lussac (2')

El análisis del comportamiento individual para la ley de Gay-Lussac (2'), expresó que solo 1/55, (1.8 %), de los casos, el estudiante (24), contó con un procedimiento cualitativo (modelo) y una justificación plausible, como se muestra en la tabla número 9.

Tabla número 9. Un acercamiento al problema/ejercicio cualitativo de la ley de Gay-Lussac (2').

Ley de Gay-Lussac (2')...		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con justificación plausible	1/55, (1.8 %)	24
Incorrectos	48/55, (87.3 %)	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55

Casos sin respuesta	6/55, (10.9 %)	5, 7, 17, 22, 44 y 48

También, para el problema/ejercicio cualitativo de la ley de Gay-Lussac (2'), 48/55, (87.3 %), de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 2 casos (3 y 10), marcaron el inciso correcto al azar, es decir, no se contó con un argumento lógica en su "justificación"; 20 casos (2, 4, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 23, 27, 29, 30, 35, 36, 38, 40, 41, 45, 50 y 53), seleccionaron el inciso A, que expresa que las moléculas se juntan en el centro del tanque de acero; 13 casos (6, 8, 9, 20, 28, 31, 32, 34, 37, 43, 47, 51 y 55), seleccionaron el inciso B, que expresa que las moléculas se ordenan en el perímetro interior del tanque de acero; 8 casos (1, 12, 25, 26, 33, 39, 46 y 52), seleccionaron el inciso E, que expresa que las moléculas disminuyen de tamaño y se encuentran distribuidas uniformemente y 5 casos (16, 21, 42, 49 y 54), seleccionaron el inciso C, que expresa que las moléculas se juntan en el fondo del tanque de acero, como se muestra en la tabla número 10.

Tabla número 10. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cualitativo de la ley de Gay-Lussac (2').

Ley de Gay-Lussac (2')... 48/55, (87.3 %)		
	Número de casos:	Casos:
Causa:		
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	2/55, (3.6 %)	3 y 10
2. Seleccionaron el inciso A, que expresa que las moléculas se juntan en el centro del tanque de acero	20/55, (36.4 %)	2, 4, 11, 13, 14, 15, 18, 19, 23, 27, 29, 30, 35, 36, 38, 40, 41, 45, 50 y 53

3. Seleccionaron el inciso B, que expresa que las moléculas se ordenan en el perímetro interior del tanque de acero	13/55, (23.6 %)	6, 8, 9, 20, 28, 31, 32, 34, 37, 43, 47, 51 y 55
4. Seleccionaron el inciso E, que expresa que las moléculas disminuyen de tamaño y se encuentran distribuidas uniformemente	8/55, (14.5 %)	1, 12, 25, 26, 33, 39, 46 y 52
5. Seleccionaron el inciso C, que expresa que las moléculas se juntan en el fondo del tanque de acero	5/55, (9.1 %)	16, 21, 42, 49 y 54

#### 4.10 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]

El análisis del comportamiento individual para la estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O], expresó que no hubo éxito en la resolución del problema/ejercicio, como se muestra en la tabla número 11.

Tabla número 11. Un acercamiento al problema/ejercicio cuantitativo estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O].

Estequiometría (3). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con una descripción del proceso plausible (justificación)	0	0

Incorrectos	23/55, (41.8 %)	1, 2, 11, 13, 15, 18, 19, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 37, 39, 40, 45, 50, 51, 52, 53 y 54
Casos sin respuesta	32/55, (58.2 %)	3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 26, 28, 30, 31, 35, 36, 38, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49 y 55

También, para el problema/ejercicio de estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O], 23/55, (41.8 %), de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 1 caso (53), marcó el inciso correcto al azar, es decir, no se contó con un argumento cuantitativo y/o una descripción lógica del proceso empleado, “justificación”; 19 casos (1, 2, 13, 15, 18, 24, 24, 27, 29, 32, 33, 34, 37, 39, 40, 45, 51, 52 y 54), establecieron algunas relaciones de las variables involucradas, sin embargo, no se presentó algún cálculo y 3 casos (11, 19 y 50), se realizaron al azar, porque no se presentó fundamentación cuantitativa y cualitativa, como se muestra en la tabla número 12.

Tabla número 12. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cuantitativo de estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O].

Estequiometría (3). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]. 23/55, (41.8 %)		
	Número de casos:	Casos:
Causas:		
1. Marcó el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	1/55, (1.8 %)	53
2. Se establecieron algunas relaciones de las variables involucradas, sin embargo, no se presentó algún cálculo	19/55, (34.5 %)	1, 2, 13, 15, 18, 24, 25, 27, 29, 32, 33, 34, 37, 39, 40, 45, 51, 52 y 54
3. Se realizaron al azar, porque no se presentó fundamentación cuantitativa y cualitativa	3/55, (5.4 %)	11, 19 y 50

#### 4.11 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]

El análisis del comportamiento individual para la estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O], expresó que no hubo éxito en la resolución de problemas/ejercicios, como se muestra en la tabla número 13.

Tabla número 13. Un acercamiento al problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O].

Estequiometría (3'). Formación de agua [H <sub>2</sub> O]		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con justificación plausible	0	0
Incorrectos	54/55, (98.2 %)	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54 y 55
Casos sin respuesta	1/55, (1.8 %)	3

También, para el problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O], 54/55, (98.2 %), de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 2 casos (22 y 48), marcaron el inciso correcto al azar; 38 casos (1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 27, 29, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 53 y 55), seleccionaron el inciso B, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma molecular el hidrógeno [H<sub>2</sub> (g)] y el oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] con los siguientes coeficientes: 6 y 2 respectivamente; en tanto en la zona de productos se presenta la molécula de agua y el hidrógeno como monoatómica (H), ambos con coeficientes de cuatro; 4 casos (7, 28,

45 y 52), seleccionaron el inciso C, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma molecular el hidrógeno [ $H_2(g)$ ] y el oxígeno [ $O_2(g)$ ] con los siguientes coeficientes 4 y 2 respectivamente; en tanto, en la zona de productos se presenta una expresión que involucra al hidrógeno con un subíndice de uno y al oxígeno con un subíndice de 2 y un coeficiente de 4; 3 casos (12, 25 y 54), seleccionaron el inciso A, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma monoatómica el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) con los siguientes coeficientes: 12 y 4 respectivamente; en tanto, en la zona de productos se presenta una expresión que indica que el hidrógeno tiene un subíndice 12 y el oxígeno un subíndice 4 y 7 casos (9, 20, 26, 30, 34, 35 y 36), seleccionaron el inciso D, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma molecular el hidrógeno [ $H_2(g)$ ] y el oxígeno [ $O_2(g)$ ] con los coeficientes 4 y 2 respectivamente; en tanto en la zona de productos hay una fórmula que representa al hidrógeno y al oxígeno en una relación 1 y 2 respectivamente con un coeficiente de 4, como se muestra en la tabla número 14.

Tabla número 14. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (3'). Formación de agua [ $H_2O$ ].

Estequiometría (3'). Formación de agua [ $H_2O$ ]. 54/55, (98.2 %)		
	Número de casos:	Casos:
Causa:		
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	2/55, (3.6 %)	22 y 48
2. Seleccionaron el inciso B, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma molecular el hidrógeno [ $H_2(g)$ ] y el oxígeno [ $O_2(g)$ ]	38/55, (69.1 %)	1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 27, 29, 31, 32, 33, 37, 38, 39,

con los siguientes coeficientes: 6 y 2 respectivamente; en tanto en la zona de productos se presenta la molécula de agua y el hidrógeno como monoatómico (H), ambos con coeficientes de cuatro		40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 53 y 55
3. Seleccionaron el inciso C, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma molecular el hidrógeno [H <sub>2</sub> (g)] y el oxígeno [O <sub>2</sub> (g)] con los siguientes coeficientes 4 y 2 respectivamente; en tanto, en la zona de productos se presenta una expresión que involucra al hidrógeno con un subíndice de uno y al oxígeno con un subíndice de 2 y un coeficiente de 4	4/55, (7.3 %)	7, 28, 45 y 52
4. Seleccionaron el inciso A, que expresa que en la zona de reactivos están representados de forma monoatómica el hidrógeno (H) y el oxígeno (O) con los siguientes coeficientes: 12 y 4 respectivamente; en tanto, en la zona de productos se presenta una expresión que indica que el hidrógeno tiene un subíndice 12 y el oxígeno un subíndice 4	3/55, (5.4 %)	12, 25 y 54
5. Seleccionaron el inciso D, que expresa que en la zona de reactivos están	7/55 (12.7 %)	9, 20, 26, 30, 34, 35 y 36

representados de forma molecular el hidrógeno [H <sub>2</sub> (g)] y el oxígeno [O <sub>2</sub> (g)] con los coeficientes 4 y 2 respectivamente; en tanto en la zona de productos se presenta una fórmula que representa al hidrógeno y al oxígeno en una relación 1 y 2 respectivamente con un coeficiente de 4		
--	--	--

#### 4.12 Una mirada específica para el problema/ejercicio cuantitativo de estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]

El análisis del comportamiento individual para la estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)], expresó que no hubo éxito en la resolución del problema/ejercicio, como se muestra en la tabla número 15.

Tabla número 15. Un acercamiento al problema/ejercicio cuantitativo estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)].

Estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> (g)].		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con justificación plausible	0	0
Incorrectos	11/55, (20.0 %)	14, 24, 29, 35, 39, 44, 45, 48, 50, 53 y 54
Casos sin respuesta	44/55,	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9,

	(80.0 %)	10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 49, 51, 52 y 55
--	----------	--

También, para el problema/ejercicio cuantitativo estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)], 11/55, (20.0 %), de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 3 casos (14, 50 y 53), marcaron el inciso correcto al azar; 5 casos (24, 35, 39, 45 y 48), se establecieron algunas relaciones entre las variables involucradas, sin claridad y/o con procedimiento cuantitativo en 3 casos (14, 44 y 53), no hubo un planteamiento cuantitativo claro y la descripción del proceso fue inconsistente, como se muestra en la tabla número 16.

Tabla número 16. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cuantitativo de estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)].

Estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> (g)]. 11/55, (20.0%)		
%		
	Número de casos:	Casos:
Causas:		
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	3/55, (5.4 %)	14, 50 y 53
2. Se establecieron relaciones entre las variables involucradas sin claridad y/o sin procedimiento cuantitativo	5/55, (9.1 %)	24, 35, 39, 45 y 48

3. No hubo un planteamiento cuantitativo claro y su justificación fue inconsistente	3/55, (5.4 %)	14, 44 y 53
---	------------------	-------------

#### 4.1.3 Una mirada específica para el problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>]

El análisis del comportamiento individual para la estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>], expresó que 3/55, (5.4 %), de los estudiantes (16, 51 y 53) contaron con un procedimiento cualitativo (modelo) y una justificación plausible, como se muestra en la tabla número 17.

Tabla número 17. Un acercamiento al problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>].

Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> ].		
	Número de casos:	Casos:
Correctos, con justificación plausible	3/55, (5.4 %)	16, 51 y 53
Incorrectos	40/55, (72.7 %)	1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 54 y 55

Casos sin respuesta	12/55, (21.8 %)	3, 5, 8, 15, 17, 20, 25, 27, 40, 41, 47 y 52
---------------------	--------------------	---

También, para el problema/ejercicio cualitativo estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>], 40/55, (72.7 %) de los casos se establecieron como incorrectos y se distribuyeron de la forma siguiente: 8 casos (9, 10, 12, 14, 21, 22, 26 y 32), marcaron el inciso correcto al azar, es decir, no se contó con un argumento lógica en su "justificación"; 15 casos (2, 4, 6, 11, 13, 18, 19, 24, 28, 29, 37, 43, 44, 49 y 55), seleccionaron el inciso D, que expresa que en la zona de productos están representadas 2 moléculas  [SO<sub>3</sub>], sin cumplir la conservación de la masa; 13 casos (1, 30, 31, 34, 35, 36, 38, 39, 42, 45, 46, 48 y 54), seleccionaron el inciso C, que expresa que en la zona de productos están representadas 6 moléculas  [SO<sub>3</sub>] ordenadas en el centro, la conservación de la masa no se cumple y la formación del producto no es posible, porque el hidrógeno que requiere la propuesta es de 9 moléculas y únicamente se contó con 6 moléculas de H<sub>2</sub>; 2 casos (23 y 50), seleccionaron el inciso A, que expresa que en la zona de productos están representadas 6 moléculas  (SO) + 6 átomos  (O), esto implica que la conservación de la masa se cumple y 2 casos (7 y 33), seleccionaron el inciso B, que expresa que en la zona de productos se representa un reacomodo de las moléculas participantes con una aglutinación en función de su naturaleza, la conservación de la masa se cumple y no hubo reacción, como se muestra en la tabla número 18.

Tabla número 18. Las causas por las cuales se les dio el calificativo de incorrectos al problema/ejercicio cualitativo de estequiometría (4'). Formación de de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>].

Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO <sub>3</sub> ]. 40/55, (2.7 %)		
Causa:	Número de casos:	Casos:
1. Marcaron el inciso correcto al azar <sup>b</sup>	8/55, (14.5 %)	9, 10, 12, 14, 21, 22, 26 y 32
2. Seleccionaron el inciso D, que expresa que en la zona de productos están representadas 2 moléculas  [SO <sub>3</sub> ], sin cumplir la conservación de la masa	15/55, (27.3 %)	2, 4, 6, 11, 13, 18, 19, 24, 28, 29, 37, 43, 44, 49 y 55
3. Seleccionaron el inciso C, que expresa que en la zona de productos están representadas 6 moléculas  [SO <sub>3</sub> ] ordenadas en el centro, la conservación de la masa no se cumple y la formación del producto no es posible, porque el hidrógeno que requiere la propuesta es de 9 moléculas y únicamente se contó con 6 moléculas de H <sub>2</sub>	13/55, (23.6 %)	1, 30, 31, 34, 35, 36, 38, 39, 42, 45, 46, 48 y 54
4. Seleccionaron el inciso A, que expresa que en la zona de productos están representadas 6 moléculas  (SO)	2/55, (3.6 %)	23 y 50

+ 6 átomos • (O), esto implica que la conservación de la masa se cumple		
5. Seleccionaron el inciso B, que expresa que en la zona de productos se representa un reacomodo de las moléculas participantes con una aglutinación en función de su naturaleza, la conservación de la masa se cumple y no hubo reacción	2/55, (3.6 %)	7 y 33

#### **4.14 El diagnóstico expresó ausencia de algoritmos y heurísticos en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, respectivamente**

El comportamiento individual de los problemas/ejercicios cuantitativos examinados mostró la ausencia de un algoritmo [...procedimiento que especifica de forma muy precisa la secuencia de acciones y decisiones que deben respetarse para resolver un determinado problema...Los algoritmos escolares más conocidos son los de cálculo. Lo que se enseña con ellos es un curso de actuaciones exhaustivas, con todos los movimientos o pasos posibles (Coll et al., 1992)] y su descripción del proceso plausible dominante, porque únicamente 6/55, (10.9 %), de los estudiantes resolvieron el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1), basándose en las leyes combinada de los gases, 4 casos (6, 10, 32 y 33) y de Boyle en 2 casos (15 y 28).

En tanto el comportamiento individual de los problemas/ejercicios cualitativos examinados mostró la ausencia de un heurístico, como un procedimiento que sólo orienta de manera general en la secuencia a respetar, y no dice exacta o completamente cómo se ha de actuar (Coll et al., 1992) y su justificación plausible dominante, porque únicamente 6/55, (10.9 %), de los estudiantes los resolvieron,

teniendo la siguiente distribución: ley de Boyle (1') [2 casos: 22 y 55]; ley de Gay-Lussac (2') [1 caso: 24] y en la formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$ ] (4') [3 casos: 16, 51 y 53].

#### 4.15 Resultados generales de las respuestas de los estudiantes

La investigación estableció que no hay correlación entre el éxito en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, porque los estudiantes (casos) que resolvieron los problemas/ejercicios exitosamente fueron distintos, aun cuando se presentan exigencias similares en el cuerpo de conocimientos necesarios para resolver el par de problemas/ejercicios respectivos.

Únicamente se resolvieron los problemas/ejercicios cuantitativos para la ley de Boyle (1) en 6/55, (10.9 %), de los casos, es decir, para la ley de Gay-Lussac (2) y los dos planteamientos estequiométricos (3) y (4), formación de agua [ $\text{H}_2\text{O}$ ] y formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3(g)$ ], respectivamente; no hubo éxito en su resolución. El 89.1 % de los estudiantes explorados en los problemas/ejercicios cuantitativos no empleó un algoritmo o si lo empleó no correspondió con la descripción del procedimiento de su respuesta (justificación) o presentó inconsistencias en alguno de ellos o en ambos.

Se resolvieron los problemas/ejercicios cualitativos exitosamente en 6/55, (10.9 %), de los casos y se distribuyeron de la forma siguiente: ley de Boyle (1'), 2 casos; ley de Gay-Lussac (2'), 1 caso y en la formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$ ] (4'), en 3 casos. El 89.1 % en los estudiantes explorados en los problemas/ejercicios cualitativos no empleó un heurístico o si lo empleó su justificación presentó inconsistencias con el modelo seleccionado y con la teoría cinético-molecular.

El análisis de los problemas/ejercicios por pares se limitó a la ley de Boyle (1) y (1'), porque es el único caso en el cual hubo éxitos en la resolución cuantitativa y cualitativa. Lo anterior manifiesta que el cuerpo de conocimientos empleado, por un mismo estudiante fue contradictorio, al aplicar criterios diferentes de resolución a un problema/ejercicio cuantitativo y cualitativo fundamentalmente equivalente, como lo describen las investigaciones de Pozo et al., (1991); Wandersee y Novak, (1994) y Gallegos, (1998).

Como el 3.6 % de los estudiantes resolvieron con éxito la ley de Boyle en el dominio cualitativo, al ser suficientes en la recuperación de la relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión y la identificación del modelo apoyado en la teoría cinético-molecular, se esperaba resolvieran sin dificultad los problema/ejercicio de la ley de Boyle en el dominio cuantitativo, porque en esencia ambos problemas/ejercicios son semejantes y es aún más complicada la resolución del problema/ejercicio cualitativo por la ausencia de datos fundamentalmente.

Al sumar los casos incorrectos y los casos sin respuesta; en forma específica, se observó que la enseñanza de la Química General en el bachillerato está quedando inacabada en el proceso de aprendizaje, porque no se logra el cambio en los estudiantes de sus ideas construidas por su experiencia a lo largo de su vida académica. Aun cuando se obtuvieron algunas respuestas correctas, se observa una incomprensión prácticamente total por parte de los estudiantes, porque no se ha apoyado al estudiante a (re)construir sus ideas en el camino de las exigencias de la Química General, en los temas: la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia; la conservación de propiedades no observables de la materia y las relaciones cuantitativas que se presentan en la resolución de problemas/ejercicios.

En el concierto internacional se ha detectado una problemática similar en la resolución de los problemas/ejercicios sin la comprensión conceptual, sin embargo, en el caso de la ENP el diagnóstico ha presentado un rezago aún más profundo, porque nuestros estudiantes no se han familiarizado con los procedimientos algorítmicos para apoyarse en la resolución de los problemas/ejercicios.

Algunas de las posibles explicaciones de lo sucedido son: el estudiante no puede descifrar o traducir el enunciado del problema/ejercicio de una manera significativa para representarlo, sólo de esta forma se justificaría que la suma de los problemas/ejercicios de los casos incorrectos y casos sin respuesta haya oscilado entre el 89.1 al 100 % de los casos analizados.

Para que el estudiante resuelva un problema/ejercicio en Química de manera aceptable debe contar con el conocimiento científico conceptual, comprender los conceptos involucrados y éstos estar en conexión, porque no basta la comprensión de los conceptos aislados de Química, como lo mencionan Gorodetsky y Hoz (1980) y Sumfleth (1988) y contar con una estrategia que le permita obtener el éxito deseado.

El análisis del comportamiento individual de los problemas/ejercicios fue el siguiente:

Ley de Boyle (1). 6/55, (10.9 %), de los casos se clasificaron como correctos de los cuales 4 de ellos se resolvieron a través de la ley combinada de los gases y los dos restantes emplearon la ley de Boyle.

42/55, (76.4 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, por las siguientes causas: 24 respondieron al azar, 16 establecieron una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión, 7 recuperaron una fórmula y realizaron una reglas de tres y 2 establecen relaciones que no son claras.

Ley de Boyle (1'). 2/55, (3.6 %), de los casos se clasificaron como correctos.

48/55, (87.3 %), de los casos se clasificaron como incorrectos por las siguientes causas: 3 respondieron al azar, 21 se identificaron con el modelo que presenta a las moléculas reunidas en el centro, 12 se identificaron con el modelo que presenta a las moléculas reunidas en el fondo, 6 se identificaron con el modelo que representa a las moléculas ordenadas en el perímetro interno del balón y 6 se identificaron con el modelo que presenta a las moléculas distribuidas en el volumen total del balón con una reducción visible de su tamaño.

Ley de Gay-Lussac (2). No hubo éxito en la resolución.

23/55, (41.8 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, por las siguientes causas: 8 respondieron al azar, 9 establecieron una relación directamente proporcional entre la presión y la temperatura y/o en la descripción del proceso y 7 establecen relaciones que no son claras.

32/55, (58.2 %), de los casos no dieron respuesta a la pregunta.

Ley de Gay-Lussac (2'). Únicamente 1/55, (1.8 %), tuvo éxito en la resolución.

48/55, (87.3 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, por las siguientes causas: 2 respondieron al azar, 20 se identificaron con el modelo que representa a las moléculas reunidas en el centro del tanque de acero, 13 se identificaron con el modelo que representa a las moléculas ordenadas en el perímetro interior del tanque de acero, 8 se identificaron con el modelo que presenta a las moléculas distribuidas en el volumen total del balón con una reducción visible de su tamaño y 5 se identificaron con el modelo que representa a las moléculas reunidas en el fondo del tanque de acero.

Las leyes de Boyle y Gay-Lussac expresadas en los problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, pertenecen al dominio del cambio físico y sería conveniente el desarrollo de una estrategia que explique el comportamiento fenomenológico que presentan los gases a través de las leyes de Boyle, Charles, Dalton y Graham, que forman el cuerpo conceptual de la teoría cinético-molecular, terminando con la ley general del gas ideal, con el propósito de proporcionar un contexto amplio.

Estequiometría (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]. No hubo éxito en la resolución.

23/55, (41.8 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, por las siguientes causas: 4 respondieron al azar y 19 establecieron alguna relación de las variables involucradas sin sustento cuantitativo.

32/55, (58.2 %), de los casos no dieron respuesta a la pregunta.

Estequiometría (3'). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]. No hubo éxito en la resolución.

54/55, (98.2 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, por las siguientes causas: 2 respondieron al azar, 38 seleccionaron el inciso B, 4 seleccionaron el inciso C, 3 seleccionaron el inciso A y 7 seleccionaron el inciso D. Es pertinente indicar que las selecciones realizadas no cumplen con el cambio químico y su representación simbólica que debe establecerse con la mínima relación posible de las sustancias involucradas y el reactivo en exceso se debe excluir.

1/55, (1.8 %), de los casos no dio respuesta a la pregunta.

Estequiometría (4). Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$  (g)]. No hubo éxito en la resolución.

11/55, (20.0 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, porque se respondieron al azar.

44/55, (80.0 %), de los casos no dieron respuesta a la pregunta.

Estequiometría (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$ ]. 3/55, (5.4 %), tuvieron éxito en la resolución.

40/55, (72.7 %), de los casos se clasificaron como incorrectos, por las siguientes causas: 8 respondieron al azar, 15 se identificaron con el modelo que representa la formación del compuesto solicitado sin cumplir la ley de la conservación de la materia, porque existe menor cantidad de ella, 13 se identificaron con el modelo que representa la formación del compuesto solicitado, sin cumplir la ley de la conservación de la materia, porque existe mayor cantidad de ella, 2 se identificaron con el modelo que representa la formación de un compuesto distinto del solicitado y la presencia del hidrógeno (H) como reactivo en exceso y 2 se identificaron con el modelo que representa una mezcla heterogénea.

12/55, (21.8 %), de los casos no dieron respuesta a la pregunta.

La estequiometría. Formación de agua y anhídrido sulfúrico en el dominio cuantitativo y cualitativo, pertenecen al dominio del cambio químico y sería conveniente una estrategia que establezca el cambio químico, la representación simbólica del fenómeno químico a través de su ecuación química, la conservación de la masa a través del balanceo de la ecuación química, identificación de los reactivos limitante y en exceso, determinación de la masa molar molecular de las sustancias involucradas, las relaciones proporcionales y si es el caso el algoritmo empleado.

En el capítulo, se establecieron los criterios para discriminar los problemas/ejercicios en correctos e incorrectos en los dominios cuantitativo (Ley de Boyle (1), Ley de Gay-Lussac (2), Estequiometria (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O] y Estequiometria (4). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]) y cualitativo (Ley de Boyle (1'), Ley de Gay-Lussac (2'), Estequiometria (3')). Formación de agua [H<sub>2</sub>O] y Estequiometria (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]), incluyendo los porcentajes, frecuencias y los casos. Esto permite establecer la ausencia de correlación en la resolución de problemas/ ejercicios cuantitativos y cualitativos, porque aun cuando se realiza el contraste entre la ley de Boyle (1) [casos: 6, 10, 15, 28, 32 y 33], que se encuentran en el dominio cuantitativo y la ley de Boyle (1') [casos: 22 y 55], que se encuentran en el dominio cualitativo, se establece claramente que los estudiantes que obtuvieron éxito en la solución del problema/ejercicios son diferentes, cuando lo que se esperaba era que los estudiantes que tuvieron éxito en el dominio cualitativo lo trasladaran al dominio cuantitativo.

Al sumar los casos incorrectos y los casos sin respuesta, en forma específica se observaron porcentajes entre el 89.1 al 100 %, de los casos en los cuales no hubo éxito, esto muestra que el proceso de enseñanza y aprendizaje debe ser revisado y modificado.

Se citaron los casos correctos y se describen los motivos que se encontraron en los casos incorrectos para cada una de las preguntas que conformaron el diagnóstico.

## **Capítulo V. Conclusiones del diagnóstico del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria**

### **5.1 Conclusiones del diagnóstico**

El diagnóstico se encuadra en el constructivismo visto como un acto cognoscitivo individual y social, siendo el estudiante el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, lo que condujo a la revisión de sus ideas previas reportadas en la literatura especializada, fundamentado en la creencia que éstas se encuentran de manera semejante en diversidad de edades, género y cultura.

Al contrastar las investigaciones en el campo de la Educación en Ciencias Naturales en el periodo 1992-2002, en los ámbitos internacional y nacional, quedó pendiente la utilización de problemas numéricos rutinarios y el aprendizaje con la comprensión de los conceptos, así como la interdependencia del desarrollo de habilidades cognitivas y la elaboración de conceptos por parte de los estudiantes, en el ámbito nacional. En este contexto fue necesario sumarse al desarrollo embrionario de la resolución de problemas en nuestro país. Por ello, se tuvo un acercamiento a la organización estructural que guardan los conceptos en Química General propuestos por Pozo et al., (1991) y se estableció que la resolución de problemas en química involucra de forma fundamental el razonamiento proporcional, el dominio del modelo de partículas, el cambio físico, el cambio químico, la cantidad de sustancia y su unidad el mol.

La ubicación que guarda la Química General es la siguiente, forma parte del núcleo básico de las asignaturas en la etapa de profundización conocido como 5<sup>to</sup> año en el Plan de Estudios de la Escuela Nacional Preparatoria y se ha declarado que se encuentra en el modelo constructivista, sin embargo, para Garritz (1999), el discurso aún esta lejano de lo que sucede en las aulas, donde los estudiantes adquieren los conocimientos fundamentales a nivel informativo y a partir de ellos establecen la

integración entre Ciencia Tecnología y Sociedad. Si sumamos a esta opinión la necesidad de realizar investigaciones educativas en el ámbito de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y teniendo conocimiento de las investigaciones existentes, se hizo necesario en primera instancia el diagnóstico que describió el estado en el que se encuentran nuestros estudiantes, que tuvieron un comportamiento similar con los estudiantes de las investigaciones revisadas y que presentaron características propias del estudiante mexicano que cursa 5<sup>to</sup> año en la Escuela Nacional Preparatoria No. 3 “Justo Sierra” .

Se establece que un problema rutinario puede ser identificado como un problema para el estudiante, porque la respuesta no es inmediatamente obvia. Sin embargo, para el profesor es un ejercicio porque lo ha resuelto previamente y ha tenido una exposición múltiple con el planteamiento a resolver. Tomando en cuenta ambos escenarios esta investigación empleó el término problema/ejercicio.

El cuestionario diagnóstico aplicado se construyó empleando como referente los instrumentos propuestos por Nakhleh y Mitchell (1993), Perren et al., (2004) y Chamizo et al., (2004), conformado por las leyes de Boyle y Gay-Lussac que están sustentadas en el cambio físico y la estequiometría en la formación de agua [H<sub>2</sub>O] y formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>], que se basan a su vez en el cambio químico. Los problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos se adecuaron y se agruparon en pares, es decir, existe un problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases para la ley de Boyle (1) y un problema/ejercicio cualitativo para la ley de Boyle (1') y así sucesivamente. Para su solución se requiere un dominio conceptual y procedimental, semejante. Sin embargo, a través del trabajo cotidiano en el aula, he podido observar que los problemas/ejercicios cualitativos les son más difíciles de resolver a los estudiantes por la ausencia de datos específicos.

El diagnóstico permite concluir lo siguiente: en lo relativo al comportamiento individual de los problemas/ejercicios cuantitativos examinados se mostró la ausencia de un algoritmo, es decir, de un procedimiento que especifica de forma muy precisa la secuencia de acciones y decisiones que deben respetarse para resolver un determinado problema y de su descripción de forma dominante, porque únicamente 6/55, (10.9 %), de los estudiantes resolvieron el problema/ejercicio cuantitativo de la ley de Boyle (1), basándose en las leyes combinada de los gases, 4 casos y sólo usando ley de Boyle en 2 casos. Esto es un hallazgo inesperado, porque los reportes de las investigaciones de Nurrenbern (1979); Gabel (1985); Anamuah-Mensah (1986); Herron y Greenbowe (1986); Lythcott (1990) y Bunce y Gabel (1991); establecen que los estudiantes resuelven los problemas/ejercicios empleando un acercamiento casi exclusivamente algorítmico, lo cual no se presentó en la investigación.

En tanto el comportamiento individual de los problemas/ejercicios cualitativos examinados mostró la ausencia de un heurístico, es decir, un procedimiento que sólo orienta de manera general en la secuencia a respetar, y no dice exactamente o completamente cómo se ha de actuar para resolver un determinado problema y su justificación plausible dominante, porque únicamente 6/55, (10.9 %), de los estudiantes los resolvieron, teniendo la siguiente distribución: ley de Boyle (1'), 2 casos; ley de Gay-Lussac (2'), 1 caso y en la formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] (4'), 3 casos. Teniendo en cuenta que la representación cualitativa, permite desarrollar la comprensión conceptual como lo señala Van Heuvelen (1992); los estudiantes fallan en resolverlos debido a que requieren un significativo y bien fundado proceso de conocimiento, según Hauslein y Smith (1995), por lo que muchos estudiantes presentan un conocimiento fragmentado y desarticulado a pesar de ganar dominio en ciertos números de procedimientos tipo DiSessa (1988) y Pickerin (1990).

En el 89.1 % de los problemas/ejercicios cualitativos de esta investigación se obtuvo, que las justificaciones que escribieron los estudiantes, presentaron inconsistencias con

el modelo de la teoría cinético-molecular, para los cambios físicos que sustentan las leyes de Boyle (1') y Gay-Lussac (2'), encontrándose que 21 y 20 de los casos respectivamente se identificaron con el modelo que representa a las moléculas en el centro del balón y tanque de acero; 12 y 5 de los casos respectivamente se identificaron con el modelo que representa a las moléculas en el fondo del balón y tanque de acero; 6 y 13 de los casos respectivamente se identificaron con el modelo que representa a las moléculas en el perímetro interno del balón y tanque de acero y 6 y 8 de los casos respectivamente, se identificaron con el modelo que representa a las moléculas distribuidas en el volumen total del balón con una reducción visible de su tamaño. Lo que permite concluir que los estudiantes trasladan las características que observar en la disminución del volumen del balón al tanque de acero y al campo conceptual, ubicando a las moléculas reunidas en el centro, en el fondo, en el perímetro interior y distribuidas en el volumen total con una reducción visible del tamaño de las partículas. Omitiendo la cualidad del estado gaseoso, que indica que éste ocupa el volumen total del recipiente que lo contiene sin modificar el tamaño de las moléculas involucradas.

En tanto las inconsistencias encontradas en el cambio químico, para la estequiometría (3'). Formación de agua [ $H_2O$ ], 52/55, (94.5 %), de los casos no cumplieron con las exigencias del cambio químico y su representación simbólica que debe establecerse con la mínima relación posible de las sustancias involucradas y el reactivo en exceso se debe excluir de la zona de productos.

Por último, para la estequiometría (4'). Formación del anhídrido sulfúrico [ $SO_3$ ], 15 de los casos se identificaron con el modelo que representa la formación del compuesto solicitado sin cumplir la ley de la conservación de la materia, existiendo una menor cantidad en el modelo seleccionado y 13 de los casos se identificaron con el modelo que representa la formación del compuesto solicitado sin cumplir la ley de la conservación de la materia, existiendo una mayor cantidad en el modelo seleccionado.

28/55, (51 %), de los estudiantes explorados presenta dificultades con la aplicación de la ley de la conservación de la materia.

El análisis de los problemas/ejercicios por pares de la ley de Boyle (1) y (1'), el único posible, establece que los estudiantes presentan ideas previas sin tomar conciencia de ellas y sus aplicaciones, encontrándose éstas indiferenciadas conduciendo a la inexistencia de correspondencia entre los estudiantes que resuelven los problemas/ejercicios planteados, según lo establecido por Pozo et al., (1991); Wandersee et al., (1994) y Gallegos (1998).

El diagnóstico obtenido, del razonamiento proporcional en Química General, en estudiantes de la Escuela Nacional Preparatoria, en el dominio cuantitativo y cualitativo, que exploró su razonamiento proporcional a través de las leyes de los gases: de Boyle y Gay-Lussac y dos cálculos estequiométricos comunes en Química General (formación de agua [ $\text{H}_2\text{O}$ ] y anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3(g)$ ]), ubican a los estudiantes de esta investigación con dificultades para resolver problemas cuantitativos y cualitativos, porque se observó una incompreensión prácticamente total.

Los resultados obtenidos nos invitan a reflexionar sobre las estrategias que estamos usando para acercar a nuestros estudiantes a los modelos de: partícula, cambio físico, cambio químico, las relaciones de proporcionalidad y la transición de un problema a un ejercicio, lo que sin lugar a duda nos llevaría a explorar la revisión en el aula de los problemas/ejercicios cualitativos, los conceptos químicos involucrados, la relación que exista entre ellos, el desarrollo de una estrategia general que incluya las operaciones matemáticas fundamentales, con el propósito de privilegiar la comprensión de los problemas/ejercicios en el ámbito conceptual y poder transitar a la resolución de problemas/ejercicios cualitativos con éxito.

Una posible solución se presenta a través del esbozo de una propuesta didáctica, que se construya en el camino del cambio conceptual, que le permita al estudiante apropiarse de la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, de la conservación de propiedades no observables de la materia y de las relaciones cuantitativas. Los elementos que deberá incluir se desarrollan a continuación.

## **5.2 Elementos para una propuesta didáctica orientada a la resolución de problemas/ejercicios en Química**

El esbozo de los contenidos de la propuesta didáctica tiene el propósito de apoyar al profesor con una serie de planteamientos que le permitan eliminar los obstáculos comunes que obstruyen un acercamiento plausible a la comprensión de los conceptos y algoritmos revisados en el cuestionario diagnóstico “Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativo”.

**5.2.1 Tema:** Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos, que involucren el razonamiento proporcional a través de las leyes de los gases y cálculos estequiométricos comunes en Química General.

### **5.2.2 Comprensión del problema didáctico y conceptual de los estudiantes**

La comprensión del razonamiento proporcional, que supone el conocimiento de la relación de igualdad entre dos razones, es la base fundamental para la aplicación cuantitativa y cualitativa de las leyes químicas fundamentales, tales como las leyes de los gases de Boyle y Gay-Lussac; y los cálculos estequiométricos en la formación de agua [H<sub>2</sub>O] y formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)]. Además, existe consenso en

la literatura especializada, en que el primer paso que debe dar el estudiante para resolver un problema/ejercicio con éxito debe ser la comprensión del enunciado planteado, éste deberá ser en el lenguaje más sencillo posible, sin desmerecer el lenguaje técnico, con el cual se expresan los conceptos químicos tales como: sistema, estado inicial, estado final, volumen, presión, temperatura, masa, cambio químico, ecuaciones químicas, balanceo de ecuaciones químicas, reactivo limitante, reactivo en exceso, cantidad de sustancia y su unidad el mol, masa molar molecular (MMM) y masa molar atómica (MMA), molécula y átomo.

Los estudiantes mostraron en esta investigación dificultades para resolver problemas cuantitativos (algoritmos) y cualitativos (conceptuales), observándose una incompreensión prácticamente total.

### **5.2.3 Comprender y enseñar los conceptos químicos involucrados**

Para abordar el tema de resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos de las leyes de los gases de Boyle y Gay-Lussac propuestos, es necesario contar con el concepto de proporcionalidad; las variables que definen al estado gaseoso; las relaciones que han sido establecidas con el volumen,  $V$ ; presión,  $P$ ; temperatura,  $T$  y la cantidad de sustancia,  $n$ .

En tanto, para la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos que involucran cálculos estequiométricos en la formación de agua [ $H_2O$ ] y formación de anhídrido sulfúrico [ $SO_3 (g)$ ], es necesario el concepto de proporcionalidad; cambio químico; balanceo de ecuaciones químicas, reactivo limitante, reactivo en exceso; cantidad de sustancia y su unidad el mol; masa molar molecular (MMM); masa molar atómica (MMA); molécula y átomo.

#### 5.2.4 Desarrollo de los conceptos involucrados en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos

Para las leyes de los gases de Boyle y Gay-Lussac:

La proporcionalidad, es un esquema descrito por Inhelder y Piaget (1955), y supone el conocimiento de la relación de igualdad entre dos razones, por lo tanto, exige conocer que un cambio en un miembro de la proporción se puede compensar con un cambio en el otro miembro sin que cambie la igualdad entre las razones (Inhelder y Piaget, 1995).

Las variables que definen al estado gaseoso (Mono et al., 1995). Bajo ciertas condiciones de temperatura y presión, todas las sustancias pueden existir como sólidos, líquidos o gases. Los gases tienen propiedades físicas simples bajo condiciones normales (273.15 K y 1 atm). Un gas es definido como una sustancia, que cuando se coloca dentro de un recipiente se expande para ocupar el volumen total. En el SI de unidades, el volumen se expresa en decímetros cúbicos,  $\text{dm}^3$ , también conocido como litro (L) (L, no pertenece al SI de unidades, sin embargo, aún es de uso común en México), para volúmenes pequeños, en el SI de unidades se usa el centímetro cúbico,  $\text{cm}^3$ , el cual es equivalente al mililitro (mL, usado en México).

La presión,  $P$ , de un gas se define como la fuerza [una interacción que produce ciertos efectos en los cuerpos (López y Flores, 2003)] por unidad de área. En el SI de unidades se recomienda el uso del pascal (Pa), el cual se define como una fuerza de un newton por metro cuadrado ( $1 \text{ Newton} / 1 \text{ m}^2 = \text{Pa}$ ). Como el pascal es una unidad de presión muy pequeña, comúnmente se usa el kilopascal (kPa),  $1 \text{ kPa} = 1\,000 \text{ Pa}$ ; es necesario indicar que diferentes unidades que no pertenecen al SI de unidades son usadas comúnmente en el trabajo de laboratorio, una de éstas es la atmósfera

estándar (atm), que se define como la presión que soporta una columna de mercurio (Hg) de exactamente 760 mm de altura a 0 °C a nivel del mar; otra es el Torricellis (torr), idéntica a un mm Hg. En tanto, en unidades inglesas se mide la presión en el psi (libra por pulgada cuadrada, lb /pulg<sup>2</sup>).

La relación entre las unidades de presión son las siguientes:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr} = 1.01325 \times 10^5 \text{ Pa} = 101.325 \text{ kPa} = 14.7 \text{ psi}$$

En el SI de unidades, para la temperatura absoluta se usa el kelvin (K, se escribe sin el símbolo de grados) y la escala se fundamenta en dos temperaturas fijas que son:

1. El punto cero (-273.15 °C), llamado cero absoluto, la temperatura teóricamente más baja, donde el volumen de un gas debería reducirse a cero.
2. El punto triple del agua, la temperatura donde coexisten el agua sólida, líquida y gaseosa.

Se puede convertir de la escala celsius a la escala kelvin adicionando 273.15 :

$$T, \text{ k} = t, \text{ }^\circ\text{C} + 273.15$$

Por último, la magnitud cantidad de sustancia (símbolo: n), es una unidad básica en el SI de unidades y se expresa de la siguiente forma:

$$n = \frac{\text{Número de entidades elementales}}{\text{Constante de Avogadro}} \\ (6.02 \ 214 \ 199 \times 10^{23} )$$

Por lo tanto, al contar las entidades elementales deben ser especificadas siempre. El nombre de la sustancia puede ser reemplazado por las especificaciones de la entidad, por ejemplo: cantidad de átomos de cloro,  $n\text{Cl}$ , cantidad de moléculas de cloro,  $n(\text{Cl}_2)$ . Ninguna especificación de la entidad puede conducir a ambigüedad (UIPAC, 1997).

El mol (símbolo: mol), es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0.012 kg de carbono-12. Cuando el mol es usado, las entidades elementales deben ser especificadas y podrían ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas o grupos específicos de tales partículas (UIPAC, 1997).

Las variables que definen el estado gaseoso de la materia son el volumen,  $V$ ; la presión,  $P$ ; la temperatura,  $T$  y la cantidad de sustancia (mol)  $n$ .

Las relaciones simples, conocidas para las leyes del gas ideal han sido descritas de la forma siguiente:

Ley de ...	Variables involucradas	Variables que se mantienen constantes
Boyle	$V_1P_1 = V_2P_2$	$T$ y $n$
Charles	$V_1/T_1 = V_2/T_2$	$P$ y $n$
Avogadro	$V_1/n_1 = V_2/n_2$	$P$ y $T$
Combinada	$V_1P_1/T_1 = V_2P_2/T_2$	$n$

Las relaciones expresadas anteriormente se presentan como casos especiales de una relación más general

$$PV = nRT$$

Donde, R es una constante conocida como la constante universal del gas ideal, el valor numérico depende de las unidades elegidas para V; P; T y n. Comúnmente se usa el valor de 0.0821 L atm/K mol; 1.987 cal/K mol y 8.315 J/K mol.

Reorganizando la ecuación anterior, se encuentra

$$V/n = RT/P$$

Se observa que el volumen molar de un gas ideal es dependiente de su temperatura y presión, porque R es la constante universal del gas ideal y n se mantiene constante (22.4 L mol<sup>-1</sup>).

Estos contenidos se proponen, porque en la investigación se observó que los estudiantes usan la ley combinada con mayor frecuencia, para resolver el problema/ejercicio de la ley de Boyle, al presentarle todas las relaciones existentes entre las variables involucradas y desarrollar los temas de forma articulada, se acercará al estudiante a una visión general que le permitirá atribuirle sentido a lo que este aprendiendo.

### **5.2.5 El cambio químico**

Los conceptos fundamentales pendientes para la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos que involucran cálculos estequiométricos en la formación de agua [H<sub>2</sub>O] y formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)].

En el cambio químico, las reacciones, la identidad de las sustancias que participan en el proceso se modifica, se produce una reordenación de los átomos que las forman, cambiando por tanto su estructura microscópica, lo que hace que la transformación no

sea reversible por métodos físicos. En este tipo de procesos a partir de unas determinadas sustancias, los reactivos, obtenemos otras diferentes, los productos. Sin embargo, se conserva el número total de átomos de cada elemento presentes al principio y al final, ni se forman átomos nuevos ni desaparecen los que ya teníamos. La conservación es la base para el ajuste de las ecuaciones químicas, a través de los coeficientes, cuando se ha logrado el balance de materia es necesario emplear el razonamiento proporcional, basado en el mol, con la intención de usarlo en el cálculo estequiométrico (Pozo et al., 1991), porque la estequiometría predice y constata las proporciones en masa y/o volumen con que se combinan las sustancias (Azcona y Furió, 1997).

#### **5.2.6 Resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos**

Se pretende que el estudiante resuelva de forma exitosa los problemas/ejercicios, que están incluidos en el instrumento de diagnóstico de esta investigación. Sin embargo, como el estudiante mostró dificultades para resolver problemas/ejercicios cuantitativos (algoritmos) y cualitativos (conceptuales), será necesario presentarle lo siguiente:

Para las leyes de los gases

1. Datos experimentales de las leyes de Boyle; Charles y Gay-Lussac, para que los grafique en papel milimétrico o empleando un programa de cómputo y determine a través de la gráfica obtenido, cual es la relación existente entre las variables involucradas, distinguiendo las que se encuentran constantes en el proceso.
2. Construya la relación de proporcionalidad inversa para la ley de Boyle y la directa para las leyes de Charles y de Gay-Lussac, para el sistema (porción del Universo aislada para su estudio) en su estado inicial y final, cristalizándose la relación proporcional inversa y directa en la fórmula respectiva.

Para tener éxito en lo propuesto se deberá abordar lo siguiente:

Los datos que se obtienen en un experimento se representan a menudo, en forma gráfica; por convención, la variable independiente se localiza en el eje horizontal o de las abscisas ( $x$ ), en tanto que la variable que se determina, o dependiente, se localiza en el eje vertical o de las ordenadas ( $y$ ).

La utilidad de la gráfica radica fundamentalmente en que proporciona una ayuda visual para comprender un conjunto de datos obtenidos al estudiar un fenómeno.

La relación entre variables, en el trabajo de laboratorio frecuentemente se estudia la variación de una variable con relación a la otra, cuando se requiere la relación o dependencia entre dos variables, se toma en cuenta como varía una respecto a la otra. En los casos en que al aumentar o disminuir el valor de una variable trae como consecuencia el aumento o disminución de la otra variable en la misma proporción, respectivamente, la dependencia es directa o lineal. En cambio, cuando al aumentar o disminuir una de las dos variables, hace que la otra disminuya o aumente, respectivamente, se dice que la dependencia es inversamente o que la relación es inversamente proporcional (Rivas et al., 1989).

Desarrollo de la propuesta para las leyes de los gases:

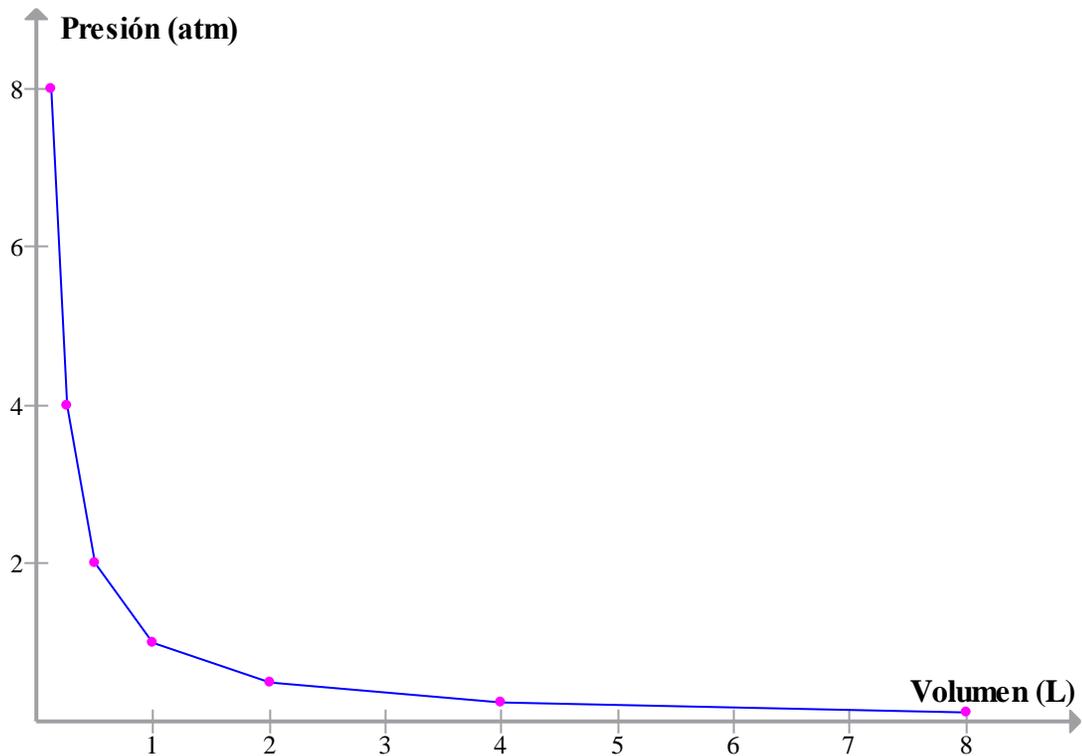
El estado gaseoso de la materia queda definido por cuatro variables, el volumen,  $V$ ; la presión,  $P$ ; la temperatura,  $T$ ; y la cantidad de sustancia,  $n$ .

Los siguientes datos son obtenidos usando un volumen conocido de un gas a una temperatura y cantidad de sustancia constantes

P, atm	0.125	0.25	0.5	1.00	2.00	4.00	8.00
V, L	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

Gráfica de la relación  $V$  versus  $P$ ; a temperatura y cantidad de sustancia constantes

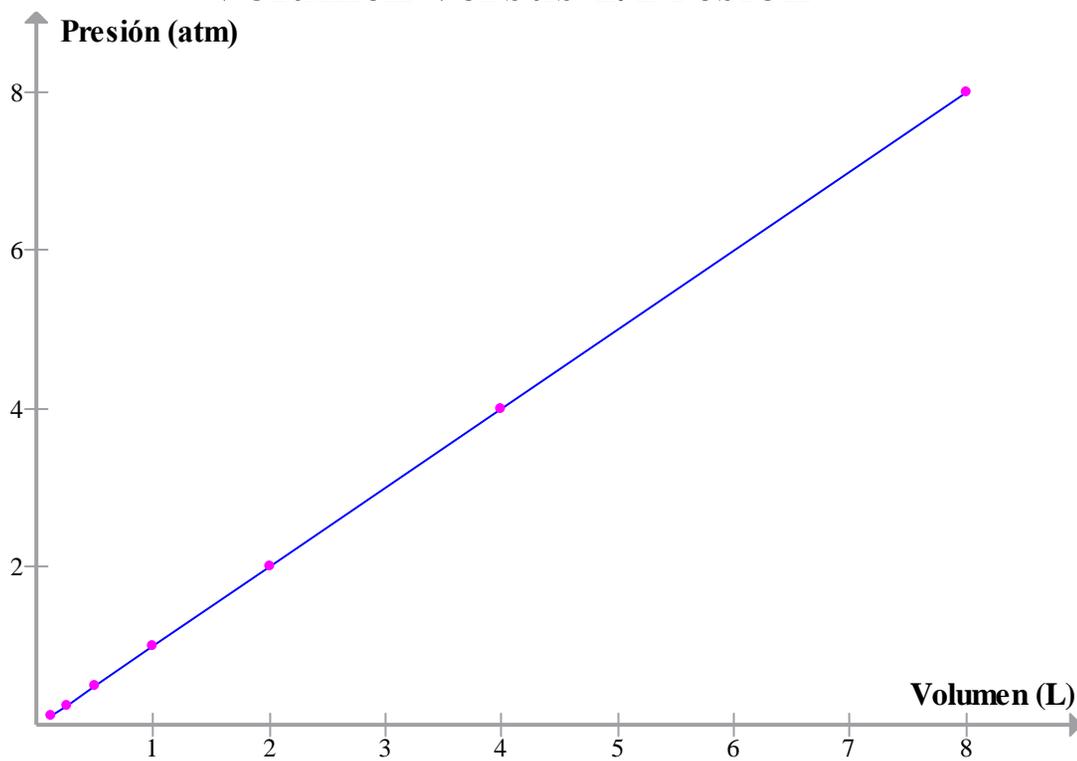
## Volumen versus Presión



1/P, atm	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125
V, L	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125

Gráfica de la relación  $V$  versus  $1/P$ ; a temperatura y cantidad de sustancia constantes

## Volumen versus 1/Presión



El estudiante notará que la relación entre  $V$  y  $P$ , muestra una dependencia inversa, porque se obtiene la línea recta al graficar  $V$  versus  $1/P$ , obteniéndose una dependencia lineal, que permite establecer el siguiente análisis:

Cuando el volumen disminuye la presión aumenta y viceversa, de esta manera el volumen es inversamente proporcional a la presión

Para el estado inicial,  $V_1 \propto 1/P_1$ ;  $V_1P_1 = k_1$  y para el estado final  $V_2 \propto 1/P_2$ ;  $V_2P_2 = k_2$ ; siendo  $k_1 = k_2$ , se obtiene

$$V_1P_1 = V_2P_2$$

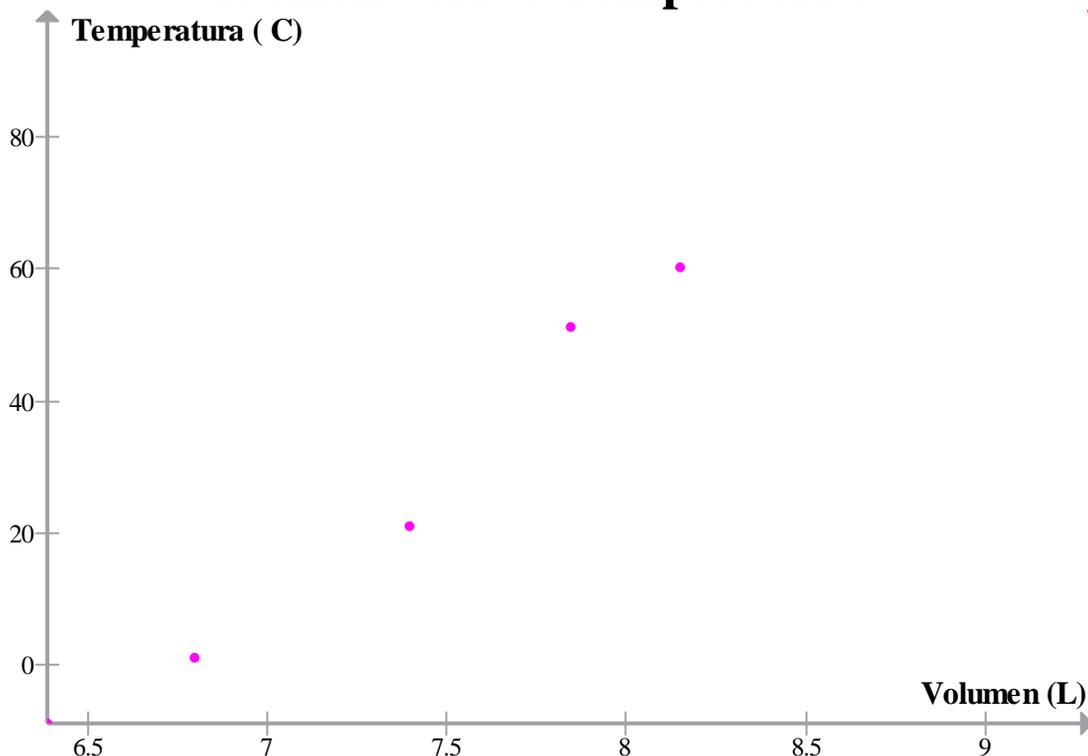
Obteniéndose la siguiente ecuación, que fue propuesta en el siglo XVII por Robert Boyle y conocida como ley de Boyle.

Los siguientes datos son obtenidos usando un volumen conocido de un gas a una

presión y cantidad de sustancia constantes

T, °C	-9	1	21	51	60	99
V, L	6.39	6.80	7.4	7.85	8.15	9.30

## Volumen versus Temperatura



El estudiante notará que la gráfica entre V *versus* T, muestra una dependencia directa, porque se obtiene en la gráfica un comportamiento lineal, que permite establecer el siguiente análisis:

Cuando el volumen aumenta la temperatura aumenta y viceversa, de esta manera el volumen es directamente proporcional a la temperatura.

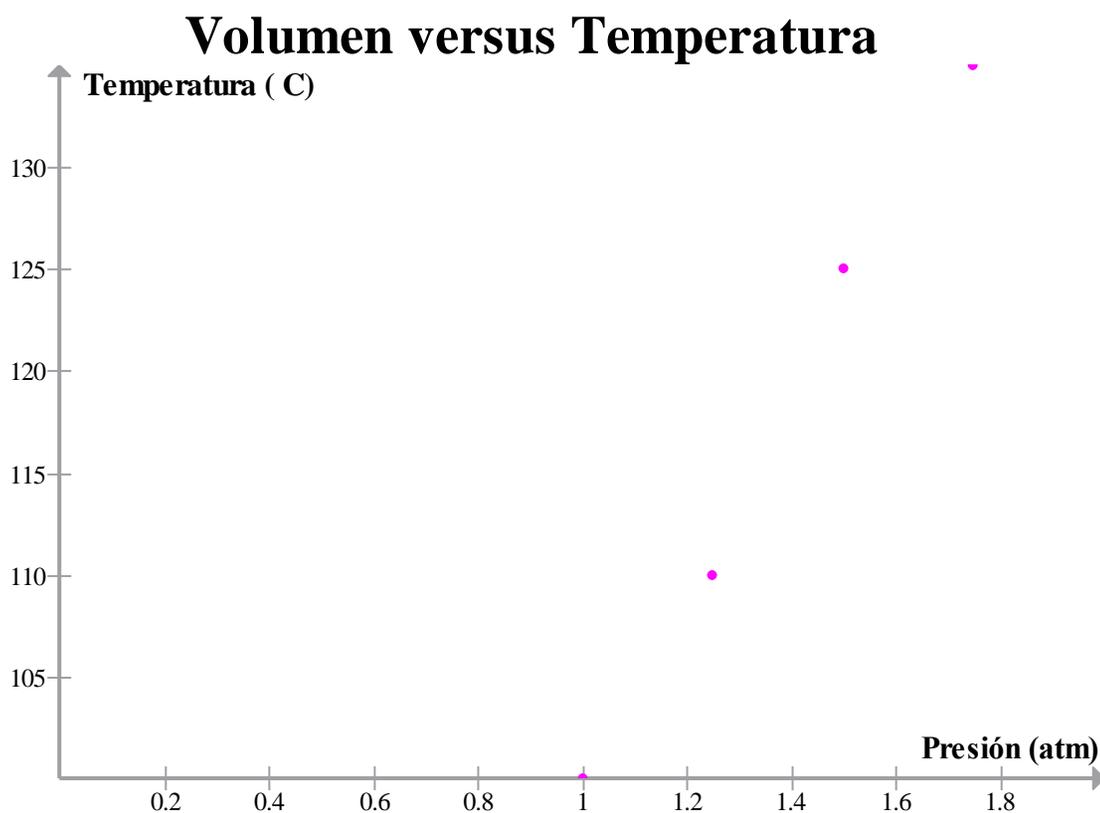
Para el estado inicial,  $V_1 \propto T_1$ ;  $V_1/T_1 = k_1$  y para el estado final  $V_2 \propto T_2$ ;  $V_2/T_2 = k_2$ ; siendo  $k_1 = k_2$ , se obtiene

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Obteniéndose la siguiente ecuación, que fue propuesta por Jacques Charles en 1800 y conocida como ley de Charles.

Los siguientes datos son obtenidos usando una presión conocido de un gas a un volumen y cantidad de sustancia constantes

T, °C	100	110	125	135
P, atm	1.00	1.25	1.50	1.75



El estudiante notará que la gráfica entre P *versus* T, muestra una dependencia directa, porque se obtiene en la gráfica un comportamiento lineal, que permite establecer el siguiente análisis:

Cuando la presión aumenta la temperatura aumenta y viceversa, de esta manera la presión es directamente proporcional a la temperatura

Para el estado inicial,  $P_1 \propto T_1$ ;  $P_1/T_1 = k_1$  y para el estado final  $P_2 \propto T_2$ ;  $P_2/T_2 = k_2$ ; siendo  $k_1 = k_2$ , se obtiene

$$P_1/T_1 = P_2/T_2$$

Obteniéndose la siguiente ecuación, que fue propuesta por Gay-Lussac.

Estas ecuaciones y la ley de Avogadro  $V_1/n_1 = V_2/n_2$  a presión y temperatura constante, son casos particulares de la relación general

$$PV = nRT$$

Será pertinente indicarle al estudiante que el razonamiento proporcional es un modelo que nos permite determinar un comportamiento entre variables y que puede ser: inversamente proporcional, ley de Boyle, o en su defecto directamente proporcional, leyes de Charles y Gay-Lussac. Y hacer hincapié que cuando se toma la decisión de aplicar alguna fórmula, ésta expresa la relación directamente proporcional o inversamente proporcional entre sus variables, según sea el caso y que por ello no puede tratar a las variables a través de una regla de tres omitiendo la fórmula, como se observó en la investigación realizada.

### **5.2 7 Actividad experimental, síntesis del agua**

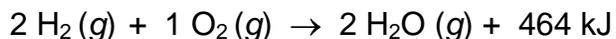
Para la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos que involucren cálculos estequiométricos comunes en Química General, en la formación de agua [H<sub>2</sub>O] y formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)], basta con desarrollar la formación de

agua [H<sub>2</sub>O] de forma experimental, porque ambos presentan similares ejes conceptual y algorítmico.

La formación de agua [H<sub>2</sub>O], busca que el estudiante obtenga agua en estado gaseoso e identifique el cambio químico involucrado, aplique la conservación de masa y pueda establecer las relaciones de proporcionalidad necesarias para obtener la estequiometría que le permitirá la cuantificación del proceso.

Fundamento de la formación de agua [H<sub>2</sub>O]

Cuando encendemos el gas hidrógeno [H<sub>2</sub> (g)] se combina con el gas oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] en proporciones en el intervalo de 4.1-71.5 % de hidrógeno. La temperatura de ignición de la reacción de una mezcla pura de hidrógeno y oxígeno gaseoso es igual a la del hidrógeno en el aire: 580-590 °C. La reacción gaseosa entre el hidrógeno y el oxígeno para formar agua es:



La reacción es exotérmica y produce 232 kJ/mol, cuando se forma agua. La rápida liberación de una considerable cantidad de energía promueve la expansión rápida del aire que se encuentra en la vecindad del cuello del envase de refresco comercial, produciéndose una explosión, el sonido es menos agudo, cuando se produce una extensa flama, la explosión depende de una reacción en cadena vía radicales libres, que queda fuera del propósito de esta actividad experimental (Shakashiri, 1990).

## Material

Material	Sustancias
2 matraces kitazato de 500 mL	Granalla de zinc, Zn
2 mangueras de hule, 30 cm	Peróxido de hidrógeno, H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
3 taponos de látex	Ácido clorhídrico concentrado, HCl (ac)
1 envase de refresco comercial de 1 ¼,	Bióxido de manganeso, MnO <sub>2</sub> , catalizador
1 probeta de 1 L	
1 marcador indeleble	
1 parrilla de calentamiento	
1 franela	
1 cubeta de 10 L	

## Desarrollo de la actividad experimental

El estudiante deberá valorar si la formación de agua [H<sub>2</sub>O], es un problema sencillo o complejo, si resulta complejo lo deberá dividir en problemas sencillos, para tener éxito, es decir, obtener hidrógeno [H<sub>2</sub> (g)]; obtener oxígeno [O<sub>2</sub> (g)] y la formación de agua [H<sub>2</sub>O], de forma independiente.

También será necesario contar con un modelo que ejemplifique el fenómeno natural que se explora y simultáneamente emplear el lenguaje técnico del área para elaborar la representación de éste y lograr una comprensión de lo que está sucediendo, en la formación de agua [H<sub>2</sub>O], a partir del procedimiento experimental siguiente:

## Dispositivo para captura de gases

1. Al envase de refresco comercial de 1 ¼ L, se le determina su capacidad total con agua y se divide el volumen total en 3 partes; se marcará el envase a 2/3 de su capacidad.

2. Llena el envase comercial y lleva la cubeta a  $\frac{3}{4}$  de su capacidad con agua.

#### Obtención de hidrógeno [ $H_2(g)$ ]

3. Se coloca en el matraz kitazato, una manguera de 30 cm y adicionar 5 ó 7 granallas de zinc, de las cuales se deberá conocer su masa (g) y adicionar 20 mL de ácido clorhídrico concentrado [ $HCl(ac)$ ], en este momento coloca sobre la boca del matraz, el tapón de hule látex y rótula el matraz con la leyenda obtención de hidrógeno.

#### Obtención de oxígeno [ $O_2(g)$ ]

4. Se coloca en el matraz kitazato, una manguera de 30 cm y adicionar 200 mL de agua oxigenada [ $H_2O_2$ ] y lo que tomes de bióxido de manganeso [ $MnO_2$ ] con la espátula. También prepara la parrilla de calentamiento y lleva el control de calentamiento al número 3 y rótula el matraz con la leyenda obtención de oxígeno.

#### Obtención de agua [ $H_2O$ ]

5. Retomar lo realizado en el numeral 2 e introduce el envase invertido en la cubeta, se ha preparado un dispositivo para la recolección de gas.
6. Retomar lo realizado en el numeral 3, formación del hidrógeno, se deberá introducir la manguera en la cubeta con agua y cuando se presente un burbujeo constante; se introducirá la manguera al dispositivo de recolección de gas hasta la marca de  $\frac{2}{3}$ , realizada previamente y se retirará de éste al llegar a la marca.
7. Retomar lo realizado en el numeral 4, obtención de oxígeno, se deberá introducir la manguera en la cubeta con agua y colocar el matraz en la parrilla de calentamiento

y cuando se presente un burbujeo constante; se introducirá la manguera al dispositivo de recolección de gas hasta que se desplace completamente el agua contenida en el envase. En este momento y sin sacar la boca del envase del agua se deberá colocar un tapón de hule látex, después podremos retirar el envase del agua para secarlo y llevarlo a un lugar despejado.

8. Se mostrará el envase de refresco comercial a los estudiantes y se describirá, que ahí están confinados 2 volúmenes de hidrógeno y un volumen de oxígeno, el envase se deberá envolver con una franela húmeda en su parte central, se deberá seleccionar un sitio despejado para dirigir la boca del envase.
9. Un estudiante acercará la flama de un encendedor de cocina a la boca del envase comercial guardando una distancia mínima de 20 cm aproximadamente.
10. Se retirará el tapón y se le acercará la flama del encendedor.

Desarrollo gráfico de la actividad experimental

Dispositivo para la captura de gases



Obtención de hidrógeno [ $H_2(g)$ ]



Obtención de oxígeno [ $O_2(g)$ ]



Obtención de agua [ $H_2O$ ]



En este momento, será oportuna la construcción del modelo, de formación de agua [H<sub>2</sub>O], a través de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué fue lo más sobresaliente del experimento? Tiene como objetivo que el estudiante comente sobre si la actividad experimental le resultó atractiva, si obtuvo agua [H<sub>2</sub>O].
2. ¿Qué sucedió al acercar la flama y la remoción del tapón; con los volúmenes de los gases involucrados? Tiene la intención que el estudiante, recuerde qué gases están involucrados, en qué proporciones participan e identificar el cambio químico que se presentó.
3. ¿Qué oíste y observaste, en la parte final del experimento?, ¿qué explicación darías a lo acontecido? Tiene como propósito que el estudiante identifique el cambio químico y establezca como requisito indispensable la presencia de la energía, involucrándose ésta también, en el desalojamiento del aire que se encuentra en la vecindad de la boca del envase y la manifestación de luz que se presenta.
4. ¿Existe algún modelo en Química que le permita representar lo sucedido? Tiene la finalidad que el estudiante realice la representación del fenómeno a través de su ecuación química, en un ejercicio de lápiz y papel, que establezca la necesidad del balance de materia con la intención de involucrar el razonamiento proporcional entre las sustancias involucradas y poder determinar la estequiometría de la formación de agua [H<sub>2</sub>O].

La estructura del esbozo de los temas que deberá tener la propuesta didáctica en el camino del cambio conceptual se tomo de Lopéz y Flores, (2003).

### 5.3 Evaluación

En congruencia con los postulados del constructivismo una evaluación auténtica, donde se evalúa el aprendizaje contextualizado, centrada en el desempeño busca evaluar lo que se hace, así como identificar el vínculo de coherencia entre lo conceptual y lo procedural, entender cómo ocurre el desempeño en un contexto y situación determinados o seguir el proceso de construcción y perfeccionamiento de determinados saberes o formas de actuación, se podría establecer a través de las rúbricas Díaz (2005).

Las rúbricas son guías o escalas de evaluación donde se establecen niveles progresivos de dominio o pericia relativos al desempeño que una persona muestra respecto de un proceso o producción determinada, éstas emplean un amplio rango de criterios que califican de modo progresivo el tránsito de un desempeño incipiente o novato al grado de experto.

La rúbrica es pertinente para evaluar tareas donde lo importante es el grado en que ciertos atributos están o no presentes en el desempeño del estudiante. De esta manera, la rúbrica necesariamente implica un juicio de valor acerca de la calidad del trabajo realizado por los estudiantes. A continuación se desarrolla una propuesta de rúbrica para la evaluación de los problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos de las leyes de Boyle y Gay-Lussac y cálculos estequiométricos comunes en Química General.

Rúbrica para evaluar una situación del aprendizaje basado en la resolución de problemas/ejercicios cuantitativos y cualitativos que involucran el razonamiento proporcional a través de las leyes de Boyle y Gay-Lussac y cálculos estequiométricos comunes en Química General.

## Rúbrica para evaluar

<b>Criterios</b>	<b>Amateur</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Admirable</b>	<b>Excepcional</b>
<b>Autenticidad</b>	El contenido y las habilidades por aprender en esta tarea permiten su empleo ulterior sólo en contextos escolares.	El contenido y las habilidades se encuentran de alguna manera conectadas con la vida en entornos que van más allá de la escuela.	El contenido y las habilidades se encuentran claramente conectadas con la vida más allá de la escuela.	El contenido y las habilidades de esta tarea tienen una alta relevancia social y se conectan de inmediato con la vida actual de los estudiantes.
<b>Apertura del problema</b>	La tarea tiene sólo una respuesta correcta posible.	La tarea permite un espacio limitado para diferentes enfoques.	La tarea permite diferentes enfoques basados en el mismo contenido y habilidades.	La tarea permite a los estudiantes seleccionar diferentes formas de resolverla.
<b>Complejidad</b>	La tarea promueve diferentes habilidades, la mayoría de bajo nivel.	La tarea promueve muchos contenidos y habilidades diversas.	La tarea promueve muchas habilidades y contenidos diversos, incluso pensamiento de alto nivel.	La tarea promueve muchas habilidades y contenidos diversos, incluso pensamiento de alto nivel. La tarea ofrece a los estudiantes la oportunidad de seleccionar algunos contenidos y habilidades.

Un ejemplo de una rúbrica específico, sobre la resolución de problemas/ejercicios cuantitativo y cualitativo que involucre el razonamiento proporcional a través de la ley de Boyle, es el siguiente:

<b>Criterios</b>	<b>Amateur</b>	<b>Aceptable</b>	<b>Admirable</b>	<b>Excepcional</b>
<b>Autenticidad</b>	1. Se limita a enlistar los datos involucrados y realizar relaciones a través de reglas de tres.	1. Conoce la fórmula de la ley de Boyle y tiene problemas en el despeje de la incógnita.	1. Conoce la fórmula de la ley de Boyle y la usa de manera plausible.	1. Comprende que es un gas. 2. Comprende el razonamiento proporcional. 3. Comprende la relación entre las variables independiente y dependiente y establecer las variables que permanecen constantes, a través de la gráfica obtenida con datos experimentales. 4. Aplica los conceptos adquiridos a problemas/ejercicios en nuevos y diferentes contextos.
<b>Apertura del problema</b>	La resolución de problemas/ejercicios tiene sólo una respuesta correcta posible.	La resolución de problemas/ejercicios permite un espacio limitado para diferentes enfoques.	La resolución de problemas/ejercicios permite diferentes enfoques basados en el mismo contenido y habilidades.	La resolución de problemas/ejercicios permite a los estudiantes seleccionar diferentes formas de resolverlos.
<b>Complejidad</b>	1. Enlistar las variables involucradas. 2. Establecer relaciones a través de la	1. Recordar la fórmula de la ley, sin poder emplearse.	1. Recordar la fórmula de la ley y emplearla plausiblemente. 2. Se promueve la comprensión	1. Se domina el razonamiento proporcional. 2. Existe comprensión del conjunto de

	regla de tres.		parcial del conjunto de conceptos involucrados.	conceptos involucrados.
--	----------------	--	---	-------------------------

El propósito del planteamiento de la propuesta didáctica es buscar que el estudiante posea un conocimiento conceptual articulado que le permita resolver problemas en su vida cotidiana, que requieran el razonamiento proporcional y tenga elementos sólidos que le permitan comprender los fenómenos naturales comunes en Química General.

Es necesario establecer que el planteamiento anterior, es un esbozo que se propone con la intención de enriquecerlo, siendo por ello un indicador de lo que pudiera hacerse. Quedando pendiente una propuesta didáctica amplia que deberá ser probada con los estudiantes que cursen Química III, en ENP y corroborar si con ello los estudiantes resuelven mejor los problemas ejercicios y si hay mejor correlación entre su solución y la comprensión conceptual.

## 5.4 Referencias bibliográficas

- Anamuah-Mensah, J. (1986). Cognitive strategies used by chemistry students to solve volumetric analysis problems, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Azcona R., y Furió, C. (1997). *Análisis Crítico de la Enseñanza-Aprendizaje de los Conceptos de "Cantidad de Sustancia" y de Mol. Una alternativa Didáctica basada en el Aprendizaje por Investigación*. Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco San Sebastián. Departament de Didáctica de les Ciències Experimentals; Socials, Universitat de València, pp. 3, 6, 8 y 11.
- Ben-Zvi, R., y Silberstein, J. (1980). The use of motivational experiments in the teaching of quantitative concepts in Chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- BouJaoude, S. B. (1991). A study of the nature of students' understandings about the concept of burning, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Brown, D. E., y Clement, J. (1992). Classroom Teaching Experiments in Mechanics, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Bunce, D. M., et al. (1990). Teaching students to solve chemistry problems-A cooperative research project, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Bunce, D. M., et al. (1991). Enhancing chemistry problem-solving achievement using problem categorization, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning.

- A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Bunce, D. M., y Heikkinen, H. (1986). The effects of an explicit problem-solving approach on mathematical chemistry achievement, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Campione, J. C., y Connell, M. L. (1988). Metacognition: On the importante of Understanding What you are doing, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Campos, M. A., y Gaspar, S. (1999). Análisis de discurso de la organización lógico-conceptual de estudiantes de biología de nivel secundaria, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Campos, M. A., y Gaspar, S. (1999). Representación y construcción del conocimiento, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Candela, A. (1991). La necesidad de entender, explicar y argumentar: los alumnos de primaria en la actividad experimental, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Candela, A. (1994). La enseñanza de la ciencia y el análisis del discurso, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.

- Candela, A. (1995). Transformaciones del conocimiento científico en el aula, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Candela, A. (1997). Demonstrations and Problem-solving Exercises in School Science: Their Transformation within the Mexican Elementary School Classroom, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Candela, A. (2001). Earthly Talk, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Cassels, J. R. T., y Johnstone, A. H. (1984). The effect of language on student performance on multiple-choice tests in chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Cassels, J. R. T., y Johnstone, A. H. (1985). Words that matter in science, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Castillo, L. O. (1992). *La Coexistencia de los Lenguajes Simbólicos: El algebraico y el lenguaje Químico*. Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados de IPN (CINVESTAV-IPN), pp. 3, 14, 20-22 y 24.
- Cervellati, R., et al. (1982). Investigation of secondary school students' understanding of the mole concept in Italy, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Chamizo, J. A., et al. (2004). La enseñanza de la química. Tercera parte. Evaluación de los contenidos de química desde secundaria hasta licenciatura. *Educación Química* 15 (2), p. 112.

- Champagne, A. B., y Klopfer, L. E. (1977). A sixty year perspective on three issues in science education: I. Whose ideas are dominant? II. Representation of women. III. Reflective thinking and problem solving, citado en: Helgeson, S. L. (1994) *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel, D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 249-268), Mcmillan Publishing Company and Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Chi, M. T. H., et al. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Cohen, J., et al. (2000). Encouraging Meaningful Quantitative Problem Solving. *Journal of Chemical Education* 77, (9), p. 27.
- Coll, C., et al. (1992). *Los Contenidos en la Reforma: Enseñanza y Aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes*, Aula XXI, Santillana, Madrid España, pp. 9, 21, 48, 84 y 92.
- Coordinación General de Centros de Cómputo de la ENP –base de datos-, consultado en noviembre de 2004.
- Córdova, J. L. (1995). *Esquemas de Resolución de Problemas de Química General. Aspectos Gramaticales, Lógicos y Matemáticos*. Tesis Doctoral. CINVESTAV-IPN, pp.1-24.
- de Jong, O. (1990). Towards a more effective methodology for research on teaching and learning chemical calculations, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- de la Chaussée, E., y Candela, A. (2000). La analogía como recurso discursivo docente en la construcción universitaria del significado de la química, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- de la Chaussée, M. E. (2001). La analogía para el uso de los libros de química orgánica en el nivel de educación superior, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.

- Díaz, F. (2005). *Enseñanza situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México; McGraw Hill, pp. 2, 3, 9, 10, 20 y 21.
- Dierks, W. (1981). Teaching the Mole, citado en: Kind, V. (2004). *Más allá de las Apariencias: Ideas Previas de los Estudiantes sobre Conceptos Básicos de Química*. Edición en Español. UNAM-Facultad de Química-Aula XXI, Santillana, México, pp. 97 y 98.
- DiSessa, A. A. (1988). Knowledge in Pieces, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Driver, R., et al. (1990). CLIS. Research on students' conceptions in Science: A Bibliography, citado en: González, F. M<sup>a</sup>. (2001). *Universidad Pública de Navarra sobre la Innovación Educativa Pamplona*. [Revista electrónica]. Disponible en: [www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf](http://www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf); consultado en noviembre de 2004, p. 4.
- Driver, R., et al. (1992). *Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia*. Segunda edición, coedición Ministerio de Educación y Ciencia y ediciones Morata, S.A., pp. 24 y 26.
- Duit, R. (2007). Bibliografía-STCSE. Concepciones de los Estudiantes y Docentes en Educación y en Ciencias. [Revista electrónica]. Disponible en: <http://www.ipn-kiel.de/persons/duit.htm>, consultado el 17 de marzo de 2008.
- Duncan, I. M., y Johnstone, A. H. (1973). The mole concept, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Erickson, F., y Shultz, J. (1992). Students' Experience of the Curriculum, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Eylon, B., et al. (1982). Student conception of structure and process in chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Fall, T. H., y Voss, B. (1985). The ability of high school chemistry students to solve computacional problems requiring proporcional as affected by item in-task variable, citado en: Gabel, D. L., y

- Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Flores, F. (2000). *La Enseñanza de las Ciencias. Su Investigación y sus Enfoques*. En Ethos Educativos, pp. 29 y 30.
- Flores, F. (2004). Ideas Previas. [Revista electrónica]. Disponible en: <http://ideasprevias.cinstrum.unam.mx:2048/preconceptos.htm>; consultado el 31/08/2004, pp. 1-20.
- Flores, F., y Aguirre, M<sup>a</sup>. E. (2003). *Educación en Física. Incursión en su Investigación*. CESU-CCADET-P y V-UNAM, pp. 1-17.
- Frank, D. V., y Herron, J. D. (1987). Teaching problem solving to university general students, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Freeman, R. D. (2003). SI for Chemists: Persistent Problems, Solid Solutions. *Journal of Chemical Education*, 80, (1), p. 20.
- Friedel, A. W., y Maloney, D. P. (1992). An exploratory, classroom-based investigation of students' difficulties with subscripts in chemical formulas, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Furió, C., et al. (1987). Parallels between adolescents' conception of gases and the history of chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Furió, C., et al. (2002). Revisión de Investigaciones sobre la Enseña-Aprendizaje de los Conceptos Cantidad de Sustancia y Mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, (2), p. 238.
- Gabel, D. L. (1981). Facilitating problem solving in high school chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.

- Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Gabel, D. L., y Samuel, K. V. (1986). High school students' ability to solve molarity problems and their analogy counterparts, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Gabel, D. L., y Sherwood, R. D. (1984). Analyzing difficulties with mole-concept tasks by using familiar analog tasks, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Gabriela, T. C., et al. (1990). Reaction and spontaneity: the influence of meaning from everyday language on fourth year undergraduates' interpretations of some simple chemical, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Gallagher, J. J. (1989). Research on Secondary School Science Teacher Practices, Knowledge and Beliefs: A Basic for Restructuring, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Gallegos, L. (1998). Formación de conceptos y su relación con la enseñanza de la física, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Gallegos, L. (2002). *Comparación entre la Evolución de los Conceptos Históricos y las Ideas de los Estudiantes: El modelo de la Estructura de la Materia*. Tesis de Doctorado. Facultad de Filosofía y Letras de la UNAM, pp. i, 11, 41 y 42.

- Gallegos, L., y Flores, F. (2003). Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- García, M., y Calixto, R. (1999). Actividades experimentales para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Garriz, A. (1994). Ciencia-Tecnología-Sociedad. A diez años de iniciada la corriente, citado en: Talanquer, V. (2000). Ciencia-Tecnología-Sociedad. El Movimiento CTS en México, ¿Vencedor Vencido? *Educación Química* 11, (4), p. 384.
- Gómez-Moliné y Sanmartí, N. (2002). El Aporte de los Obstáculos Epistemológicos. *Educación Química* 13, (1), pp. 61-68.
- González, F. M<sup>a</sup>. (2001). *Universidad Pública de Navarra sobre la Innovación Educativa Pamplona*. [Revista electrónica]. Disponible en: [www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf](http://www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf); consultado en noviembre de 2004, p. 4.
- Gorin, G. (2003). Mole, Mole per Liter, and Molar. A Primer on SI and Related Units for Chemistry Students. *Journal of Chemical Education*, 80, (1), p. 103.
- Gorodetsky, M., y Hoz, R. (1980). Use of concept profile analysis to identify difficulties in solving science problems, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Gower, D. M., et al. (1977). Hierarchies among the concepts which underlie the mole, citado en: Pozo, et al. (1991). *Procesos Cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: Las Ideas de los Adolescentes sobre la Química*. Madrid, Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE, p. 161.
- Greenbowe, T. J. (1983). An investigation of variables involved in chemistry problem solving, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.

- Griffiths, A. K., et al. (1983). Validation of a learning hierarchy for the mole concept, citados en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School. En Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto, p. 304.
- Griffiths, A. K., y Preston, K. R. (1989). An investigation of grade 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of molecules and atoms, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Hammer, D. (1989). Two approaches to Learning Physics, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.*
- Helgeson, S. L. (1994). Research on Problem Solving : Middle School. En Gabel. D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 249-268), Mcmillan Publishing Company and Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Heller, P., y Hollabaugh, M. (1992). Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping, Part 2. Designing Problem and Structuring Groups, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.*
- Herron, J. D., y Greenbowe, T. J. (1986). What can we do about Sue: A case study of competente, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Hewson, P. W. (1981). A Conceptual Change Approach to Learning Science, citados en: López, A. D. (Ed.) *Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 1-7). SEP-COMIE-CESU, México.*
- Hobden, P. (1998). The Role of Routine Problem Tasks in Science Teaching, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso. En López, A. D. (Ed.) Saberes*

- Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Houslein, P. L., y Smith, M. U. (1995). Knowledge Structures and Successful Problem Solving, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Inhelder, B., y Piaget, J. (1955). De la logique del l'enfant a la logique de l' adolescent. Essai sur la construction des structures opératoires formelles, citado en: Pozo, J. I., et al. (1991). *Procesos Cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: Las Ideas de los Adolescentes sobre la Química*. Madrid, Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE, p. 114.
- IUPAC –International Union of Pure and Applied Chemistry- *Compendium of Chemical Terminology*. (1997). 2<sup>nd</sup> Edition, pp. 1 y 2.
- Jenkis, E. (1999). Currículo como Estructura y Proceso, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Johnstone, A. H. (1990). Fashions, fads and facts in chemistry education, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Joshua, S., y Dupin, J. (1991). Physics Class, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las Apariencias: Ideas Previas de los Estudiantes sobre Conceptos Básicos de Química*. Edición en Español. UNAM-Facultad de Química-Aula XXI, Santillana, México, pp. 19-106.
- Kramer-Pals, H., et al. (1982). Recurrent dificultades: Solving quantitative problems, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.

- Krulik, S., y Rudnik, K. (1980). Problem solving in school mathematics, citado en: Ramírez, J. L., et al. (1994). *La Resolución de Problemas de Física y de Química como Investigación*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, pp. 23 y 28.
- Lazonby, J. N., et al. (1982). The Muddle-some Mole, citado en: Kind V. (2004). *Más allá de las Apariencias: Ideas Previas de los Estudiantes sobre Conceptos Básicos de Química*. Edición en Español. UNAM-Facultad de Química-Aula XXI, Santillana, México, p. 311.
- Lazonby, J. N., y et al. (1985). The mole: Questioning format can make a difference, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Lee, K. (1985). Cognitive variables in problem solving in chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- León, A. I., et al. (1995). Ciencias Naturales y Tecnología, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- López, A. D. (1997). Evocando habilidades científicas mediante actividades prácticas: problemas, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje – La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- López, A. D. (2003). *Introducción*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 357-368). SEP-COMIE-CESU, México.
- López, A. D. y León A. I. (2003). Currículo como Estructura y Proceso. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- López, A. D., et al. (2000). La formación docente en física para el bachillerato. Reporte y reflexión sobre un caso, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de

- Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- López, A., y Flores, F. (2003). Propuesta del modelo didáctico articulado de transformación conceptual. En: *Educación Física Incursiones en su investigación*. Coords. Flores, F. y Aguirre, M<sup>a</sup>. E.; Colección educación; Centros de Estudios sobre la Universidad, Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Plaza y Valdés Editores y UNAM, pp. 211-267.
- López, G. (2003). *El uso del Análisis Cualitativo en la Resolución de Problemas Relacionados con Proporcionalidad*. Tesis Doctoral. CINVESTAV-IPN, pp. 29-34, 40 y 59.
- Lythcott, J. (1990). Problem solving and requisite knowledge of chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Maciel, S., y Tecamachaltzi. V. (1997). Una experiencia de trabajo constructivo con alumnos ciegos de nivel primaria: los astros, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Maloney, D. P., y Friedel, A. W. (1991). Student's difficulties with subscripts in chemical formulas, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Mayer, R. E. (1983). *Pensamiento, Resolución de Problemas y Cognición*. Edición en Castellano. Ediciones Paidós ibérica, S. A. Barcelona y Buenos Aires, pp. 18 y 19.
- McCalla, J. (2003). Problem Solving with Pathways. *Journal of Chemical Education*, 80, (1), p. 92.
- Mettes, C. T. C. W., et al. (1980). Teaching and learning problem solving in science, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Modificación al Plan de Estudios del Bachillerato 4<sup>to</sup>, 5<sup>to</sup> y 6<sup>to</sup>*. (1996). UNAM-ENP.
- Mono, M. S., y et al. (1995). *Microscale  $\xi$  selected macroscale experiments for General  $\xi$  Advanced General Chemistry An Innovative Approach*; John Wiley y Sons, Inc; USA, pp. 151-167.

- Nakhleh, M. B., y Mitchell, R. C. (1993). Concept Learning versus Problem Solving. *Journal of Chemical Education*, 70, (3), pp. 190-192.
- Novick, S., y Menis, J. (1976). A study of student perceptions of the mole concept, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Novick, S., y Nussbaum, J. (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Novick, S., y Nussbaum, J. (1981). Pupuls' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Nurrenbern, S. C. (1979). Problem-solving behaviors of concrete and formal operational high school chemistry students when solving chemistry problems requiring Piagetian formal reasoning skills, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Nurrenbern, S. C., y Pickering, M. (1987). Concept learning versus problem solving: Is there a difference?, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Oliver-Hoyo, M<sup>a</sup> (2001). Problem Analysis: Lesson Scripts and their Potencial Applications. *Journal of Chemical Education*, 78, pp. 1425-1428.
- Osborne, R. J., y Cosgrove, M. M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.

- Pereira, M. P., y Pestana, M. E. M. (1991). Pupils' representation of models of water, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Perren, M. A., et al. (2004). Problema Cuantitativo y Comprensión de Conceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (1), pp. 105–114.
- Pessoa, M<sup>a</sup>. (2003). Las Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias y su Influencia en la Formación Docente. En: Flores, F. y Aguirre, M<sup>a</sup>. E. (2003). *Educación en Física. Incursión en su Investigación*. CESU-CCADET-P y V-UNAM, pp. 21, 22, 23 y 24.
- Pfund, H., y Duit, R. (1994). Bibliography. Students' Alternative Frameworks and Science Education (1st Ed.), citado en: González, F. M<sup>a</sup>. (2001). *Universidad Pública de Navarra sobre la Innovación Educativa Pamplona*. [Revista electrónica]. Disponible en: [www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf](http://www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf); consultado en noviembre de 2004, pp. 4 y 6.
- Pickering, M. (1990). Further Studies on Concept Learning versus Problem Solving, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Polya, G. (1945). How to solve it: A new aspect of mathematical method, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Polya, G. (1980). On solving mathematical problems in high school, citado en: Ramírez, J. L., et al. (1994). *La Resolución de Problemas de Física y de Química como Investigación*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, p. 27.
- Pozo, J. I, et al. (1999). When Change Does not Mean Replacement: Different Representation for Different Context, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.

- Pozo, J. I. (1992). El Aprendizaje y la Enseñanza de Hechos y Conceptos En: Coll, C., y et al. *Los Contenidos en la Reforma Enseñanza y Aprendizaje de Conceptos, Procedimientos y Actitudes*. Aula XXI, Santillana, Madrid España, pp. 440 y 441.
- Pozo, J. I., et al. (1991). *Procesos Cognitivos en la Comprensión de la Ciencia: Las Ideas de los Adolescentes sobre la Química*. Madrid, Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia: CIDE, pp. 112, 113, 114, 162 y 163.
- Pozo, J. I., et al. (1991). Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre química, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Programa de Estudios de la asignatura de Química III*. (1996). UNAM-ENP, pp. 1-23.
- Rager, T., y Stavy, R. (1989). Students' understanding conceptions of the various dimensions of the quantity of matter, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Reusser, K. (1988). Problem Solving Beyond the Logic of things: Contextual Effects on Understanding and Solving Word Problem, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Rickey, D., y Stacy, A. M. (2000). The Role of Metacognition in Learning Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 77, (7), pp. 915 y 916.
- Rivas, J., et al. (1989). *Laboratorio de Ciencias Básicas 1*; Escuela Nacional de Estudios Profesionales Zaragoza, UNAM, pp. 96-115.
- Rueda, M. (2003). La Investigación Educativa en México (1992-2002). Coordinador General de los Estados de Conocimiento, citados en: López, A. D. (Ed.) *Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 1-7). SEP-COMIE-CESU, México.
- Sawrey, B. A. (1990). Concept learning versus problem solving: Revisited, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. A Project of the National Science

- Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Schoenfeld, A. H. (1988). *When Good Teaching Leads to Bad Results*, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Séller, D. L., y Renner, J. W. (1982). Student understandings and misunderstandings of states of matter and density changes, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) *Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Sèvres. (1991). *Bureau International des Poids et Mesures, Le Systeme International d' Unités (SI)*, 6<sup>th</sup> French and English Edition, BIPM, pp. 1 y 2.
- Shakashiri, B. Z. (1990). *Chemical Demonstration a Hand Book for Teachers of Chemistry*; vol. 3; The University of Winconsin Press, London England.
- Shepherd, D. L., y Renner, J. W. (1982). Student understandings and misunderstandings of matter and states of matter and density changes, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Shmidt, H. (1990). Secondary school students' strategies in stoichiometry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Silberman, R. G. (1981). Problems with chemistry problems: Student perception and suggestions, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association*, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Spada, H. (1994). Conceptual Change or Multiple Representations?, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) *Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-*. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.

- Staver, J. R. (1984). Research on formal reasoning patterns in science education: Some messages for science teachers, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Staver, J. R. (1986). The effects of problem format, number of independent variables, and their interaction on student performance on a control of variables reasoning problem, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Stavy, R. (1990). Children's conception of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Stiff, L. V. (1988). Problem solving by example, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Strike, K., y Posner, G. (1985). A conceptual change view of learning and understanding, citado en: Flores, F. y Aguirre, M<sup>a</sup>. E. (2003). *Educación en Física. Incursión en su Investigación*. CESU-CCADET-P y V-UNAM, pp. 163-165.
- Sumfleth, E. (1988). Knowledge of terms and problem-solving in chemistry, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.
- Talanquer, V. (2000). Ciencia-Tecnología-Sociedad. El Movimiento CTS en México, ¿Vencedor Vencido? *Educación Química* 11, (4), pp. 381-386.

- Tobin, K., y Gallagher, J. J. (1978). What Happens in High School Science Classrooms, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Treagust, D., et al. (2000). Sources of Students' Difficulties in Learning Chemistry. *Educación Química*, 11, (2), p. 228.
- Tullberg, A., et al. (1994). Students' Conceptions of 1 Mol and Educators' Conceptions of how they Teach "the Mole". *International Journal of Science Education*, 16, (2), pp. 145–151.
- UNAM. (1996), citado en: Talanquer, V. (2000). Ciencia-Tecnología-Sociedad. El Movimiento CTS en México, ¿Vencedor Vencido? *Educación Química* 11, (4), p. 384.
- UNAM. (1997), citado en: Talanquer, V. (2000). Ciencia-Tecnología-Sociedad. El Movimiento CTS en México, ¿Vencedor Vencido? *Educación Química* 11, (4), p. 384.
- Van Heuvelen, A. (1992). Models of Learning and teaching, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Vosniadou, S. (1999). Conceptual Change Research: State of the Art and Future Direction, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Vosniadou, S., y Brewer, W. F. (1992). Mental models of the Herat: A study of Conceptual Change in Childhood, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Wadling, R. E. (1988). Pictorial problem-solving networks, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.

- Wandersee, J. H., et al. (1994). Learning: Alternative conceptions, citado en: González, F. M<sup>a</sup>. (2001). *Universidad Pública de Navarra sobre la Innovación Educativa Pamplona*. [Revista electrónica]. Disponible en: [www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf](http://www.unavarra.es/servicio/errores1.pdf); consultado en noviembre de 2004.
- Wandersee, J. H., et al. (1994). Research in Alternative Conceptions in Science, citado en: Gallegos, L. y Flores, F. (2003). *Concepciones, Cambio Conceptual, Modelos de Representación e Historia y Filosofía en la Enseñanza de la Ciencia*. En: López, A. D. (Ed.) Introducción. En Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 457-507). SEP-COMIE-CESU, México.
- Webb, J. (1988). Problem Solving in South Africa, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Ramírez, J. L., et al., (1994). *La Resolución de Problemas de Física y de Química como Investigación*. Ministerio de Educación y Ciencia, Madrid, p. 27.
- Reif, F. (1983). How can chemists teach problem solving?, citado en: López, A. D., y León, A. I. (2003). *Currículo como Estructura y Proceso*. En López, A. D. (Ed.) Saberes Científicos, Humanísticos y Tecnológicos: Procesos de Enseñanza y Aprendizaje –La Investigación Educativa en México 1992-2002-. Tomo I., (pp. 369-455). SEP-COMIE-CESU, México.
- Yarroch, W. L. (1985). Student understanding of chemical equation balancing, citado en: Gabel, D. L., y Bunce, D. M. (1994). *Research on Problem Solving: Middle School*. En Gabel D. L. (Ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. A Project of the National Science Teachers Association, (pp. 301-326), Mcmillan Publishing Company y Maxwell Macmillan Canada, New York/Toronto.

## 5.5 Anexo número 1. Instrumento empleado

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases ley de Boyle (1)

1. Un balón de voleibol, tiene un volumen de 4 litros (L), en las siguientes condiciones: a una altura de 2 240 metros sobre el nivel del mar (msnm), presión promedio de 585 milímetros de mercurio (mm Hg) y temperatura de 22 grados Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ). Al ser trasladado el balón a nivel del mar, las condiciones fueron: presión promedio de 760 mm Hg y temperatura de  $22^{\circ}\text{C}$  ¿Determina el volumen de aire en litros que presenta el balón?

Seleccione el inciso correcto:

A 5.19 L; B 51.90 L; **C 3.08 L**; D 30.80 L y E 9.15 L

Inciso correcto: **C**

Describe el proceso empleado en tu respuesta (justificación):

---

---

---

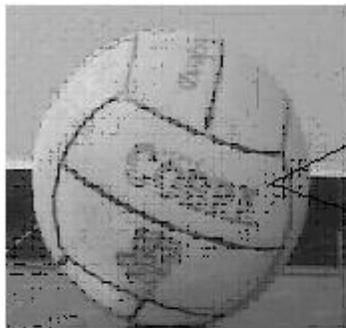
---

---

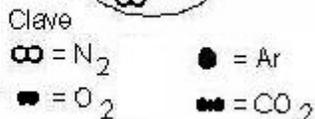
Se busca la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; la selección de datos numéricos; determinar que la temperatura es constante ( $t = 22^{\circ}\text{C}$ ) al igual que la masa, que es un dato implícito; la recuperación de la fórmula de la ley de Boyle ( $V_1P_1 = V_2P_2$ ); despejar el volumen solicitado ( $V_1P_1 \cdot P_2^{-1} = V_2$ ); sustituir los valores en la fórmula, realizar el análisis dimensional y la realización operativa de las operaciones básicas.

### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases ley de Boyle (1')

1'



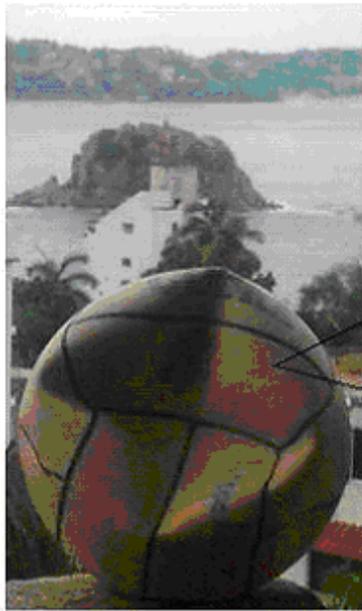
Fotografía número 1



La fotografía número 1, corresponde a un balón de voleibol, tomada a una altura de 2 240 msnm, a una presión promedio de 585 mm Hg y una temperatura de  $22^{\circ}\text{C}$ . El círculo de la derecha muestra un modelo

aumentado de una pequeña porción del aire contenido en el balón.

En la fotografía no. 2, se observa el mismo balón, ahora a nivel del mar, a una presión promedio de 760 mm Hg y una temperatura de 22 °C ¿Qué círculo del modelo aumentado corresponde a la situación?



Fotografía no. 2

Diagram showing five circles (A, B, C, D, E) representing different gas compositions and pressures. A key indicates the symbols for different gases:

Clave  
○○ = N<sub>2</sub>      ● = Ar  
●● = O<sub>2</sub>      ●● = CO<sub>2</sub>

The circles contain various combinations of these symbols, representing different gas mixtures and pressures.

Seleccione el inciso correcto.

Inciso correcto: **E**

Justifica tu respuesta:

---

---

---

---

---

¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; el conocimiento declarativo involucrado: las variables que definen al sistema, volumen (V), presión (P) y temperatura (t) y su equivalencia en la escala absoluta (T); en el estado inicial y final; determinar las variables que permanecen constantes (t o T y m); comprender la relación inversamente proporcional entre el V y la P [ $V \propto P^{-1}$ ]; comprender el fenómeno físico planteado a la luz de la teoría cinético-molecular y de la representación simbólica a través del modelo que corresponda con el conocimiento declarativo que se posea.

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases ley de Gay-Lussac (2)**

2. 0.1 mol de gas hidrógeno ocupa un volumen de 600 mililitros (mL) a 25 °C y 4.08 atmósferas (atm). Sí el volumen y la cantidad de sustancia son constantes ¿Cuál será la presión en atmósferas de la muestra de gas a -5 °C?

Selecciona el inciso correcto:

A 4.54 atm; **B 3.67 atm**; C 6.00 atm; D 4.08 atm y E 2.98 atm

Inciso correcto: **B**

Describe el proceso empleado en tu respuesta (justificación):

---

---

---

---

---

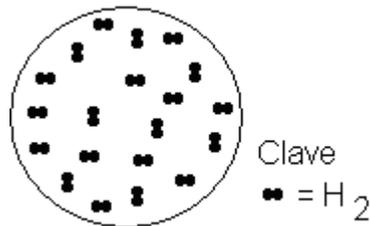
¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; la selección de datos numéricos; determinar que el volumen es constante (V = 600 mL) al igual que la cantidad de sustancia [ $n = 0.1 \text{ mol H}_2 (g)$ ]; la recuperación de la fórmula de la ley de Gay-Lussac

$(P_1 \cdot T_1^{-1} = P_2 \cdot T_2^{-1})$ ; despejar la presión solicitado ( $P_1 \cdot T_2 \cdot T_1^{-1} = P_2$ ); sustituir los valores en la fórmula, realizar el análisis dimensional y la realización operativa de las operaciones básicas.

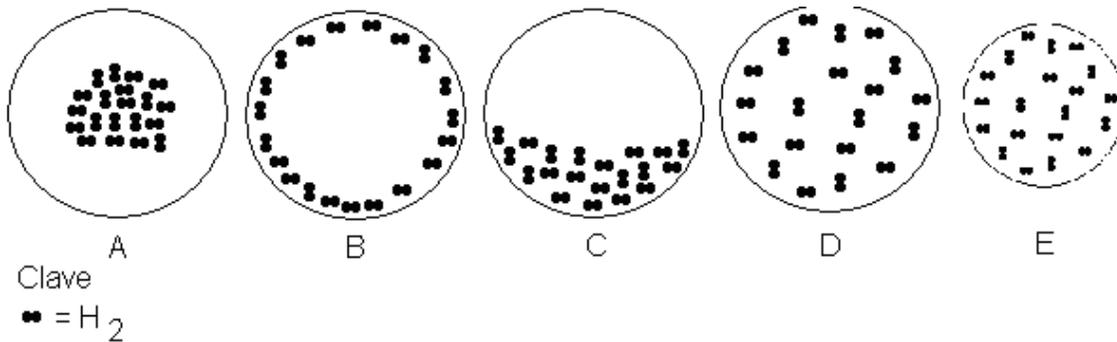
**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases ley de Gay-Lussac (2')**

2'. El siguiente diagrama representa un volumen de un tanque de acero que contiene gas hidrógeno a 20 °C y 3 atm. Los puntos representan la distribución de todas las moléculas de hidrógeno en el tanque.



En los siguientes modelos se ilustra la distribución más probable de moléculas del gas hidrógeno en el tanque de acero cuando ha bajado la temperatura a -5 °C y la presión de éste.

El punto de ebullición para el hidrógeno es -252.8 °C.



Seleccione el inciso correcto:

Inciso correcto: **D**

Justifica tu respuesta:

---

---

---

---

---

¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; el conocimiento declarativo involucrado: las variables que definen al sistema, volumen (V); presión (P); temperatura (t) y su equivalencia en la escala absoluta (T) y cantidad de sustancia (n) o la masa (m)], en el estado inicial y final; determinar las variables que permanecen constantes (V y n); comprender la relación directamente proporcional entre la P y T [ $P \propto T$ ]; comprender el fenómeno físico planteado a la luz de la teoría cinético-molecular y de la representación simbólica a través del modelo que corresponda con el conocimiento declarativo que se posea.

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico (3). Formación de agua [H<sub>2</sub>O]**

3. Bajo ciertas condiciones, el hidrógeno reacciona con el oxígeno en forma completa para formar agua. Cuando se hacen reaccionar 10 moles de O<sub>2</sub> (g) con un exceso de H<sub>2</sub> (g), ¿qué masa máxima de agua en gramos (g) podría obtenerse?

Selecciona el inciso correcto:

A 180 g, **B 360 g**, C 10 g, D 20 g y E 36 g.

Inciso correcto: **B**

Describe el proceso empleado en tu respuesta (justificación):

---

---

---

---

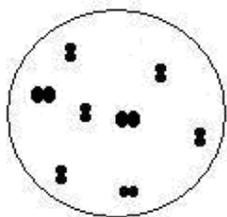
---

¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

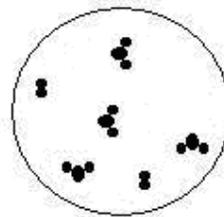
Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; la correlación del fenómeno químico de formación de agua, con su interpretación macroscópica, microscópica y simbólica, es decir, la representación simbólica del elemento oxígeno en estado gaseoso [ $O_2(g)$ ] y su identificación como reactivo limitante y la representación simbólica del elemento hidrógeno en estado gaseoso [ $H_2(g)$ ] y su identificación como reactivo en exceso; la representación simbólica del compuesto agua en estado gaseoso [ $H_2O(g)$ ] y su identificación como producto; el establecimiento de la ecuación química que representa la formación de agua [ $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ ]; la aplicación de la ley de la conservación de la materia en la formación de agua [ $2 H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2 H_2O(g)$ ]; se realice la transición del mundo microscópico [2 moléculas de  $H_2$  + 1 molécula de  $O_2 \rightarrow 2$  moléculas de  $H_2O$ ] al macroscópico [2 mol  $H_2(g)$  + 1 mol  $O_2(g) \rightarrow 2$  mol  $H_2O(g)$ ]; se parta de los 10 moles de  $O_2(g)$  y se relacionen con la proporción de oxígeno en estado gaseoso necesario para la producción de agua en estado gaseoso [1 mol  $O_2(g)$  es necesario para producir 2 mol  $H_2O(g)$ ]; el resultado obtenido en este punto de 20 mol  $H_2O(g)$ , se deberá relacionar con la masa molar molecular del agua [MMM  $H_2O$ ,  $18 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} H_2O(g)$ ]; realizar el análisis dimensional y efectuar las operaciones básicas necesarias.

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico (3'). Formación de agua [ $H_2O$ ]**

3'. Suponga que, en un recipiente cerrado, se produjo la siguiente reacción química:



Estado inicial en el recipiente



Estado final en el recipiente

Clave

Representan átomos del elemento H: •

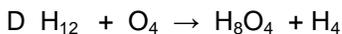
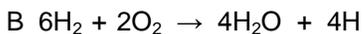
Representan átomos del elemento O: ●

Representan moléculas: ●● =  $H_2$

●●● =  $O_2$

●●● =  $H_2O$

¿Cuál de las siguientes opciones eliges como ecuación química correspondiente a esta reacción?



Inciso correcto: **E**

Justifica tu respuesta:

---

---

---

---

---

¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; el conocimiento declarativo involucrado: cambio químico, identificación de reactivo limitante, identificación de reactivo en exceso, producto; representación simbólica del fenómeno a través de la ecuación química; el balanceo de la ecuación química y la correspondencia del conocimiento declarativo (entramado de conceptos), con el modelo que le represente.

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico (4). Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$  (g)]**

4. ¿Calcule el peso en gramos del anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$  (g)] que podría producirse a partir de 1.9 mol de oxígeno [ $\text{O}_2$  (g)] y azufre en exceso [S (s)]?  $2\text{S} (\text{s}) + 3\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{SO}_3 (\text{g})$

Seleccione el inciso correcto.

A 28.00 g  $\text{SO}_3$ ; **B 101.33 g  $\text{SO}_3$** ; C 0.35 g  $\text{SO}_3$ ; D 152.00 g  $\text{SO}_3$  y E 2.85 g  $\text{SO}_3$

Inciso correcto: **B**

Describe el proceso empleado en tu respuesta (justificación):

---

---

---

---

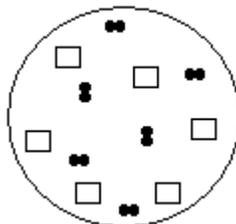
---

¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

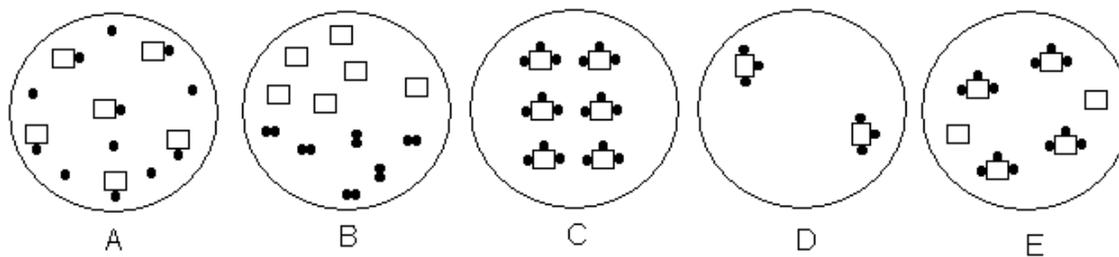
Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; la correlación del fenómeno químico de formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3 (g)$ ], con su interpretación macroscópica, microscópica y simbólica, es decir, la representación simbólica del elemento oxígeno en estado gaseoso [ $\text{O}_2 (g)$ ] y su identificación como reactivo limitante; la representación simbólica del elemento azufre en estado sólido [ $\text{S} (s)$ ] y su identificación como reactivo en exceso; la representación simbólica del compuesto anhídrido sulfúrico en estado gaseoso [ $\text{SO}_3 (g)$ ] y su identificación como producto; el reconocimiento de la ecuación química que representa la formación de anhídrido sulfúrico ( $\text{S} (s) + \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{SO}_3 (g)$ ); la revisión que corrobore que cumple la ley de la conservación de la materia al formarse el anhídrido sulfúrico [ $2\text{S} (s) + 3\text{O}_2 (g) \rightarrow 2\text{SO}_3 (g)$ ]; se realice la transición del mundo microscópico [2 moléculas de  $\text{S} + 3$  molécula de  $\text{O}_2 \rightarrow 2$  moléculas de  $\text{SO}_3$ ] al macroscópico [2 mol de  $\text{S} (s) + 3$  mol de  $\text{O}_2 (g) \rightarrow 2$  mol de  $\text{SO}_3 (g)$ ]; se parta de 1.9 mol de  $\text{O}_2 (g)$  y se relacionen con la proporción de oxígeno en estado gaseoso necesario para la producción de anhídrido sulfúrico en estado gaseoso [3 mol  $\text{O}_2 (g)$  son necesarias para que se produzcan 2 mol  $\text{SO}_3 (g)$ ]; el resultado obtenido en este punto de 1.26 mol  $\text{SO}_3 (g)$ , se deberá relacionar con la masa molar molecular del anhídrido sulfúrico [MMM  $\text{SO}_3 (g)$ ,  $80 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$   $\text{SO}_3 (g)$ ]; realizar el análisis dimensional y efectuar las operaciones básicas necesarias.

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico (4'). Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$ ]**

4'. La ecuación para la reacción  $2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{SO}_3$ , considere la reacción  $\text{S} (\square)$  y  $\text{O}_2 (\infty)$  en un recipiente cerrado como se ilustra abajo:



¿Cuál de los siguientes modelos, representa el producto y el reactivo en exceso?



Seleccione el inciso correcto.

Inciso correcto: **E**

Justifica tu respuesta:

---

---

---

---

---

¿Cómo se relaciona la pregunta, con lo que se requiere averiguar de los estudiantes?

Se requiere la comprensión del enunciado del problema/ejercicio planteado; el conocimiento declarativo involucrado: cambio químico, identificación de reactivos limitante, y en exceso, producto; representación simbólica del fenómeno a través de la ecuación química; corroboración del balanceo de la ecuación química y la correspondencia del conocimiento declarativo con el modelo que lo represente.

## 5.6 Anexo número 2, casos 2 al 54

### Caso número 2

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

#### Selección C; (Sin cálculos; Correcto).

1. Se enlistan las variables involucradas y su correspondiente valor para el estado inicial: V, h, P, y t

Justifica la respuesta. "Porque la t es constante y solo se toma en cuenta la  $P_1$ ,  $V_1$ ,  $P_2$  y se quiere saber  $V_2$ , se hace un despeje  $V_2 = P_1 V_1 / P_2$ "

1. La justificación es plausible y expresa el uso de la fórmula con su respectivo despeje.
2. Conoce la expresión correcta, pero no puede aplicarla.

No existe correspondencia entre la elección numérica realizada, porque no se realizó cálculo alguno y la justificación plausible de la ley de Boyle.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

#### Selección A; (incorrecto).

Justifica la respuesta. "Porque hay una menor P en el balón"

1. La justificación describe una presión menor para el estado final, lo cual indica incomprensión del problema/ejercicio.

No hay información que permita establecer una relación entre la imagen seleccionada y la justificación ambigua e inacabada.

---

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

#### Selección E; (incorrecto).

1. Se enlistaron los valores de V, t y P iniciales; sin realizar la conversión de la temperatura a Kelvin.
2. Se expresa en la fórmula una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión.
3. Se expresa de forma incomprensible una relación que pudiera referirse al despeje.

Justifica su respuesta. "La P tenía que disminuir"

1. Se apunta acertadamente que la presión debe disminuir, sin embargo, no puntualiza el como.

No existe correspondencia entre la selección numérica y la justificación, porque no se efectuaron los cálculos correspondientes y la selección se encaminó a localizar el valor que estableciera una menor presión, es decir, se determina que la selección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**  
2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "A una menor temperatura el gas no se dilata, esta contraído y se acercan entre si"

1. No se tiene dominio de la propiedad de los gases que indica que los gases se expanden uniformemente y pueden llenar cualquier recipiente.

Existe correspondencia entre la justificación, "se acercan entre si", y la elección de la imagen.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (al azar fue correcto).**

Justifica su respuesta "Por la cantidad de oxígeno era de  $16 \times 2 \times 10$  del O<sub>2</sub> y  $1 \times 2 \times 10$  H<sub>2</sub>.

1. La justificación es ambigua e incompleta.

No existe correspondencia entre la justificación, que es ambigua, y la ausencia de cálculos.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Era la única que tenía 4 moléculas de agua y los hidrógenos restantes"

1. Establece que el inciso correcto es B, lo que implica que confunde la representación de molécula y de átomo para el hidrógeno.

Existe correspondencia entre el inciso seleccionado y la justificación, sin embargo, se expresa como la única opción posible por tener 4 moléculas de agua y los hidrógenos restantes.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia entre la ausencia del algoritmo y ausencia de la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Era la unica con 2 moléculas del reactivo"

1. Expresa una confusión en el cambio químico que manifiesta la relación básica entre los reactivos y productos involucrados, no puede establecer la relación proporcional que guardan entre ellos.

Existe correlación entre el inciso seleccionado y la justificación, sin embargo, no se puede establecer una relación de proporcionalidad diferente a la básica expresada en el cambio químico.

---

---

**Caso número 3**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Seleccionó C; (Con una justificación plausible. Sin embargo, hubo inconsistencias en el planteamiento de la fórmula  $\Xi$  incorrecto).**

1. Se enlistan las variables involucradas y su correspondiente valor para el estado inicial y final: V, h, P, y t
2. Se planteó la fórmula que relaciona a la presión y al volumen de forma inconsistente,  $P_1/P_2 = V_1/V_2$ .
3. Se planteó la operatividad aritmética discrepando de lo sustentado por la fórmula, lo que lleva al alumno a obtener el resultado correcto a través de un planteamiento inconsistente.

Justifica su respuesta. "El volumen es menor sobre nivel del mar ya que cuando aumenta la presión, disminuye su volumen y viceversa"

1. Establece de forma plausible la relación entre el volumen y la presión, en la justificación.

No existe correspondencia entre la expresión de la fórmula empleada, los errores aritméticos y la justificación correcta de la relación volumen y presión.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica la respuesta. "Ya que la presión aumenta entonces las partículas del aire contenido son mas juntas que cuando estaba a la altura de 2240 msnm".

1. Establece en su justificación que las partículas se juntan y elige una imagen que indica la disminución del tamaño de las partículas con distribución uniforme.
2. No se tiene dominio de la propiedad de los gases que indica que los gases se expanden uniformemente y pueden llenar cualquier recipiente.

No existe correlación entre la imagen seleccionada y su idea de que las partículas se juntan al aumentar la presión.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se enlistan las variables involucradas: n, V, t, P; para el estado inicial y final respectivamente.
2. No se realiza la conversión de grados Celsius a Kelvin, para la temperatura.
3. Se realiza un planteamiento aritmético que involucra al volumen (constante) y la presión del estado inicial, para obtener el resultado equivocado.

Justifica su respuesta. "Son las mismas atm aunque la temperatura baje ya que no se cambio el nivel del mar"

1. No se establece la relación entre la temperatura en Kelvin y la presión existente.

Existe correspondencia entre el planteamiento aritmético empleado y la indicación que la presión no cambia a pesar de modificarse la temperatura.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección D; (Correcto, sin embargo, no se entiende la relación que existe entre la temperatura y la presión  $\Xi$  incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Sigue siendo el mismo ya que las atm no cambiaron"

1. No se establece la relación existente entre la temperatura y la presión.  
No existe correspondencia entre la justificación que indica que la presión, no ha cambiado y por lo tanto selecciona la imagen correcta sin poseer el conocimiento de las variables involucradas.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta: No hubo.

Existe correlación, porque no hubo cálculo y selección.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta: No hubo.

Existe correlación, porque no hubo cálculo y selección.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia entre la ausencia del cálculo y ausencia de la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia entre la ausencia de la justificación y ausencia de la selección.

---

---

#### Caso número 4

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Selección C; (Correcto, sin embargo, no presenta un razonamiento lógico para su elección  $\Xi$  incorrecto).**

1. Se enlistan las variables involucradas y su correspondiente valor del estado inicial, cambiando la abreviatura para mm Hg por ml, y con confusión en el estado final: V, n, P, y t.
2. Establece relaciones con las magnitudes sin unidades entre la altura-presión-temperatura y la presión-temperatura.
3. Subrayó la respuesta correcta sin tener un razonamiento lógico en su elección.

Justifica la respuesta. “La atracción hacia nivel del mar hace que la presión baje porque hay menos altura hay menos presión”.

1. La narrativa se aleja del campo de conocimientos que establece que la presión y la altura guardan una relación inversamente proporcional.

No existe correspondencia entre el planteamiento teórico y su justificación, expresando una confusión en ambos planteamientos. Sin embargo marcó el inciso correcto.

---

##### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica la respuesta: “Creo que al subir la presión hace que los gases se precipitan a la parte inferior”

1. Establece que los gases se precipitan al incrementar la presión.

Existe correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación, donde se establece una precipitación del gas al incrementar la presión.

---

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2. ...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. “No hubo”

Existe correspondencia, pues en ambos casos no hubo respuesta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Creo que a menor temperatura sus moléculas se juntan por la falta de calor"

1. Confunde el concepto de calor y temperatura

Existe correlación entre la imagen seleccionada y el efecto que indica que a menor temperatura sus moléculas se juntan.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque mediante esa ecuación representa de forma abreviada la reacción antes de ser una reacción y ya cuando se realiza la reacción"

1. Se piensa que es la elección correcta sin estar fundamentada la selección.

No existe correspondencia, porque no se fundamenta la respuesta, únicamente se plantea una condición previa y una condición final.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque a partir de esa grafica se muestra el resultado o producto final de la reaccion"

No existe correlación entre la selección realizada y la justificación, porque ésta indica que es la respuesta buscada sin dar algún argumento.

---

**Caso número 5**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistan las variables involucradas y su correspondiente valor para el estado inicial y final: V, h, P, y t
2. Se establece la fórmula que expresa una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen. Se despejó la incógnita y se sustituyeron los valores y se obtuvo el valor deseado.

Justifica la respuesta. "Porque la ley de Boyle nos dice que el volumen de un gas va a depender de la presión que se ejerce sobre él, entonces, si aumenta la presión, disminuirá el volumen.

1. Se establece plausiblemente la relación entre la presión y el volumen establecido en la ley de Boyle.

No existe correspondencia, porque se propone y se sigue una fórmula que establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen, en tanto en la justificación se narra la relación inversamente proporcional entre las variables citadas.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. “No hubo”

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Correcto: B, (sin embargo, la justificación establece que el volumen puede variar, cuando éste se mantiene constante  $\Xi$  incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables involucradas y sus correspondientes magnitudes
2. Se estableció la fórmula de la ley combinada de los gases
3. Se realizó correctamente el despeje de la incógnita
4. Se realizó la transformación de grados Celsius a Kelvin

Justifica su respuesta. “Por que el volumen de un gas puede variar, depende de la presión y temperatura ejercidas en el”

1. Narra entre otras cosas, que el volumen puede variar, lo cual es incorrecto pues se mantiene constante.

No existe correlación en la determinación cuantitativa, que es totalmente plausible y la justificación porque establece que el volumen puede variar, cuando éste se mantiene constante.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. “No hubo”

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. “No hubo”

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

1. En el estado inicial se observa la identificación de los oxígenos e hidrógenos existentes.
2. En el estado final se escribió 4 H<sub>2</sub>O y 4...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque si consideramos que la materia no se crea ni se destruye y que por cada molécula de agua hay dos hidrógenos y 1 oxígeno, no puede haber más de 4 moléculas de agua a pesar de que sobren hidrógenos (si no tienen oxígeno, no se pueden enlazar)"

1. La justificación es plausible.
2. La selección que se eligió expresa en la zona de productos la formación de 4 H<sub>2</sub>O, sin embargo, la forma de representar a los hidrógenos que no intervinieron está expresada en forma monoatómica (incorrecta).

No existe correspondencia, porque la justificación es plausible y la elección realizada expresa una confusión entre las representaciones moleculares en la zona de productos, como la representación del agua y la forma incorrecta para el hidrógeno sobrante.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se enlistó la incógnita, en forma de pregunta; la cantidad de sustancia del oxígeno presente en el enunciado y el azufre.

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo cálculo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Caso número 6**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C** ≡ Empleó la ley combinada de los gases.

1. Se establece la fórmula que expresa plausiblemente la relación entre la presión y el volumen (ley de Boyle).
2. Se sustituyen los valores correspondientes a cada una de las variables involucradas y se realizó el cálculo.

Justifica la respuesta. "al utilizar la ley de Boyle ya que la temperatura y la altura son constantes obtenemos como resultado después del despeje 3.078 L que se aproxima al inciso C".

1. Se emplea adecuadamente la ley de Boyle, sin embargo, se hace mención que la temperatura y la altura son constantes; lo cual implica que existe desconocimiento que el nivel del mar es un referente al cual se le asigna el valor de cero.
2. Se menciona la necesidad de realizar un despeje de la fórmula propuesta.

Existe correspondencia, porque se aplicó adecuadamente la ley de Boyle y se narró la necesidad de despejar la incógnita y también se expresa el desconocimiento que el nivel del mar es un referente al cual se le asigna el valor de cero msnm.

---

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque al meterle mas presión al balón como es circular las particulas se van juntando más en el centro del cuerpo".

Existe correspondencia entre la selección de la imagen y la reunión de las partículas en el centro del cuerpo.

---

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque al disminuir la temperatura y la presión las moléculas tienden a separarse y querer salir del lugar que las contiene".

Existe correlación entre la imagen seleccionada y la idea de que las moléculas tienden a separarse y querer salir del lugar que las contienen.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque hay 12 átomos de hidrogeno formados en 6 pares de H<sub>2</sub> y 4 átomos de oxigeno formados en 2 pares de O<sub>2</sub>, que al reaccionar forman 4 moléculas de agua y 4 de hidrógeno".

1. La justificación es plausible.
3. La selección que se eligió expresa en la zona de productos la formación de 4 H<sub>2</sub>O, sin embargo, la forma de representar a los hidrógenos que no intervinieron está expresada en forma monoatómica (incorrecta).

No existe correspondencia, porque la justificación es plausible y la elección realizada expresa una confusión entre las representaciones moleculares en la zona de productos, como la representación del agua y la forma incorrecta para el hidrógeno sobrante.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "si por cada azufre hay 3 oxigenos y el producto es 2 SO<sub>3(g)</sub> y cada uno tiene su representación grafica, el inciso "D" tiene 3 oxigenos en cada asufre"

1. Centra su análisis en el 2 SO<sub>3(g)</sub> , zona de productos, y la representación gráfica del inciso D.

Existe correspondencia, entre la justificación y la elección hecha.

---

### Caso número 7

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

#### Seleccionó A; (incorrecto).

1. Se enlistan las variables involucradas y su correspondiente valor para el estado inicial y final: V, h, P, t; y se enuncia la incógnita.

Justifica la respuesta. "Porque al aumentar la precion, el volumen tambien aumento"

1. Se establece una relación entre la presión y el volumen directamente proporcional.

No existe correspondencia, porque no empleó una fórmula con su respectivo procedimiento cuantitativo y la justificación establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

- 1'...

#### Seleccionó A; (incorrecto).

Justifica su respuesta. "porque la precion fue promedio"

No existe una explicación lógica para la elección hecha.

---

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

- 2...

#### No hubo selección.

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Por el numero que dan los hidrogenos y los oxigenos sumados"

1. La justificación es incompleta y no permite su análisis.
2. Se seleccionó el inciso C, que no representa la formación de agua.

No existe correspondencia, porque la justificación es incompleta, lo cual no permite un análisis y la selección no representa la formación de agua.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4'...

**No hubo selección.**

1. Se enlistaron algunos números y una relación numérica.

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque es el de mayor cantidad"

No existe correspondencia, porque la justificación es incompleta, lo cual no permite un análisis y la selección realizada, expresa únicamente un reacomodo de los reactivos.

---

### **Caso número 8**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se enlistan las variables involucradas y su correspondiente valor para el estado inicial y final: V, h, P y t.
2. La fórmula empleada estableció una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.
3. Se sustituyó los valores de las variables correspondientes y se determinó el valor de la incógnita.

Justifica la respuesta. "No hubo"

No existe correspondencia, porque únicamente se realizó la parte cuantitativa y no hubo justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo"

No existe una correspondencia, porque no se desarrolló la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Correcto: B, sin embargo, no hubo justificación  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se recuperó la fórmula de la ley combina de los gases.
2. Se realizó adecuadamente el despeje y la sustitución de los valores correspondientes.

Justifica su respuesta. "No hubo"

No existe correlación, porque no hubo justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo"

No existe correlación, porque no hubo justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

1. En la zona de reactivos, identificó la representación del hidrógeno y del oxígeno.
2. En la zona de productos, identificó la representación de agua y confundió la representación del hidrógeno con la del oxígeno.

Justifica su respuesta. "no hubo"

No existe correspondencia, porque no hubo justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Caso número 9**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, fundamentado en el concepto de la ley de Boyle, a través de una inferencia. Sin embargo, no se sustentó en el aspecto cuantitativo.**

1. No hubo análisis cuantitativo.

Justifica la respuesta. "La verdad no recuerdo la Fórmula Boyle-Mariot, pero lo que pasa es que la presión aumenta porque el balón es trasladado al nivel del mar, osea mas a bajo que si estuviera sobre el nivel del mar, por tanto el volumen tiene que disminuir asi que la respuesta correcta según yo por mi lógica es 3.08".

1. La justificación estableció una relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión.
2. Se realizó una inferencia del resultado, apoyada en el fundamento conceptual de la ley de Boyle.

No existe correspondencia, porque únicamente se desarrolló de forma plausible la justificación y no hubo un sustentó cuantitativo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Ya que el balón tiene tanta presión que hasta se revienta"

1. Se eligió una imagen en la cual las moléculas se concentran en la parte inferior, lo que se contrapone con el argumento desarrollado en la justificación.

No existe una correspondencia, porque se eligió una imagen en la cual las moléculas se concentran en la parte inferior, lo que se contrapone con el argumento de la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Ya que las moléculas al hacer frío expanden y se separan de tal manera que se acomodan y aumenta el volumen de tal gas o líquido pero como en este caso está en un tanque solo quedan mas separadas".

1. Estableció una relación inexacta entre el "frío" y la expansión.
2. Confundió el estado de agregación "gas o líquido", citado en el enunciado

Existe correlación, porque la justificación puede quedar representada con la imagen seleccionada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Correcto: D**

Justifica su respuesta. "Ya que solo observando conté las moléculas y las multiplique por el subíndice".

1. La justificación es operativa.

Existe correspondencia, porque es correcto el inciso seleccionado y la justificación es operativa.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Correcto: E, sin embargo, a pesar de la selección acertada se obtuvo a través de un razonamiento ambiguo que dificulta su análisis  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Ya que contiene todos los elementos en las cantidades (subíndices son correctos)".

1. Existe ambigüedad en la justificación de la elección, que evita su análisis.

No existe correspondencia, porque se seleccionó el inciso correcto a través de un razonamiento ambiguo que dificulta su análisis.

---

**Caso número 10**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, empleó la ley combinada de los gases y en la justificación estableció el procedimiento operativo empleado.**

1. Enlistó las variables involucradas para los estados inicial y final.
2. Se sustituyeron los valores respectivos, sin embargo, la temperatura se trabajó en grados Celsius y no se realizó la transformación a Kelvin.

Justifica la respuesta. "el volumen por la presión entre la temperatura son una constante, haciendo el cálculo despejamos el V<sub>2</sub> y hacemos las operaciones".

1. La justificación estableció el procedimiento operativo utilizado sobre la ley combinada de los gases, sin transformación de la temperatura en, grados Celsius a Kelvin.

Existe correspondencia, porque la justificación describe el procedimiento operativo utilizado para la ley combinada de los gases.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "a una presión mayor las partículas del gas tienden a irse hacia el centro estando estas juntas dentro de el balón (en este caso)".

1. Se eligió una imagen en la cual las moléculas se concentran en la parte central, que se justifica por el aumento de presión.

Existe una correspondencia, porque se eligió una imagen en la cual las moléculas se concentran en la parte central, que se justifica por el incremento de la presión.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se enlistó las variables para los estados inicia y final, con sus respectivos valores únicamente.

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Correcto: D, sin embargo, no hay una justificación plausible en toda su extensión  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "mientras menos presión haya las moléculas del gas van a estar más dispersas en donde se encuentren contenidas.

1. La justificación es incompleta, lo cual dificulta su análisis, en lo relativo al volumen.

Existe una correlación parcial, porque la justificación es incompleta, lo que impide vincular la relación existente entre el volumen y la presión.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Incorrecto: B, sin embargo, la justificación fue descriptiva y plausible para la formación de las moléculas de agua y el exceso de hidrógeno que no intervino en la reacción dada.**

Justifica su respuesta. "en el primer recipiente existen 2 molécula de O<sub>2</sub> con 6 moléculas de H<sub>2</sub> en el segundo caso cada una de las moléculas, ahora átomos de O se juntan con 2 de hidrógeno para formar de esta forma 4 moléculas de agua sobrando 2 moléculas de hidrógeno".

1. La justificación es descriptiva y plausible.
2. El inciso correcto no fue identificado, porque confundió la representación simbólica del hidrógeno.

No existe correspondencia, porque la justificación es plausible y la elección seleccionada es inconsistente con la representación simbólica de las moléculas involucradas.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"  
Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Correcto: E, sin embargo, a pesar de la selección acertada se obtuvo a través de un planteamiento fuera del contexto de la reacción dada  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "cuando hay exesos de solvente se empiezan a producir, sólidos de dicha reacción".

1. La justificación habló de exceso de solvente y la producción de sólidos, lo cual sale del contexto de la reacción involucrada.

No existe correspondencia, porque se seleccionó el inciso correcto a través de un razonamiento fuera del contexto de la reacción involucrada.

---

---

## Caso número 11

Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, la justificación es incorrecta y hay ausencia de las relaciones cuantitativas  $\Xi$  incorrecto.**

1. Estableció una relación numérica sin consistencia lógica.
2. No hubo un proceso cuantitativo.

Justifica la respuesta. “según mis calculos la presión atmosferica, comparada exp dividida en ° centigrados, meda una relación que existe en estas respuestas, dando un volumen en litros definido”.

1. La justificación intentó establecer una relación entre la presión y la temperatura ambigua.

No existe correspondencia, porque la justificación establece una relación entre presión y temperatura ambigua, además de omitir las relaciones cuantitativas.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selecciónó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Es el inciso A porque la fuerza a la que fue expuesto el balón, presión atmosferica, hizo que las moléculas se comprimieran provocando un agrupamiento de sus moleculas”.

1. Se eligió una imagen en la cual las moléculas se concentran en la parte central y está de acuerdo con la justificación dada.

Existe una correspondencia, porque se eligió una imagen en la cual las moléculas se concentran en la parte central y está de acuerdo con la justificación dada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selecciónó C; (incorrecto).**

1. Se estableció algunas relaciones numéricas sin orden aparente.

Justifica su respuesta. “Porque la presión atmosférica aumenta”

1. La justificación es incompleta lo cual impide el análisis.

Existe correlación, porque las relaciones planteadas no tienen un orden aparente y la justificación es incompleta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque entre mas disminuye la temperatura el gas tiende a comprimirse y a guntar sus moleculas existentes".

1. En la justificación se describió la imagen seleccionada.

Existe una correlación, porque la justificación describió la imagen que se seleccionó.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo"

No existió correspondencia, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación, sin embargo, se realizó la selección al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Incorrecto: B, sin embargo, la justificación fue plausible para la formación de las moléculas de agua y el exceso de hidrógeno que no intervino en la reacción dada.**

Justifica su respuesta. "Porque al reaccionar el oxigeno con el hidrógeno forma 4 moleculas de agua, dejando así 4 hidrogenos sueltos".

1. La justificación es plausible.
2. El inciso correcto no fue identificado, porque confundió la representación simbólica del hidrógeno (H).

No existe correspondencia, porque la justificación es plausible y la elección seleccionada es inconsistente con la representación simbólica de las moléculas involucradas.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque al reaccionar el azufre queda con sus dos moléculas, produciendo que el oxígeno se reproduzca formando 6 moléculas del mismo".

1. La justificación es ambigua y presenta problemas de redacción, lo que impide el análisis.

No existe correspondencia, porque la imagen seleccionada no se ajusta a la descripción ambigua realizada en la justificación.

---

---

**Caso número 12**

Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Correcto: C, la justificación es plausible, sin embargo, la elección se realizó al azar, porque no hubo planteamiento cuantitativo ≡ incorrecto.**

1. No hay un planteamiento cuantitativo.
2. La selección es al azar.

Justifica la respuesta. "Entre mayor es la presión y la temperatura es constante el volumen del balón disminuye".

1. La justificación es plausible.

No existe correspondencia, porque la justificación establece una relación inversamente proporcional entre presión y volumen a temperatura constante, sin embargo, no hubo planteamiento cuantitativo y la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Correcto: E, sin embargo, la justificación parte del supuesto que la presión a nivel del mar ha disminuido lo cual es opuesto a lo descrito en el enunciado del problema/ejercicio ≡ incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Si existe menor presión la fuerza de atracción entre las moléculas es menor por lo tanto se expande teniendo un mayor volumen".

1. Se estableció una relación inversamente proporcional entre la presión y el volumen, plausible y al ser aplicado el razonamiento bajo el supuesto que la presión disminuye, lo cual es opuesto a la redacción del enunciado del problema/ejercicio.
2. Se eligió una imagen en la cual las moléculas se encuentran distribuidas equitativamente y no se aprecia un incremento del volumen debido a la disminución de la presión.
3. La redacción del problema/ejercicio estableció un aumento de presión y la justificación hace hincapié en una menor presión, lo que indica que no se comprendió el enunciado.

No existe una correspondencia, porque se eligió una imagen que representa una distribución equitativa de las moléculas involucradas y la justificación estableció que a menor presión se presentó un mayor volumen; lo que permite inferir que el enunciado no se comprendió.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección C; (incorrecto).**

1. No hubo planteamiento cuantitativo.
2. La elección fue al azar.

Justifica su respuesta. "No hubo"

No existe correlación, porque la elección se realizó al azar y sin justificar la respuesta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Existe separación entre las moléculas".

1. Se seleccionó una imagen que no representa la separación entre las moléculas.
2. La justificación es incompleta y no permite analizarla.

No existe una correlación, porque la justificación describió una separación entre las moléculas y la imagen seleccionada presentó una distribución equitativa con disminución del tamaño de las moléculas.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correspondencia, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque se enumeran el numero de moléculas que hay antes y Después de la reacción y se acomodan repetidamente".

Existe correspondencia, porque el inciso seleccionado presenta el mismo número de átomos involucrados en las zonas de reactivos y productos, lo cual es descrito en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Correcto: E, sin embargo, no se fundamentó porque la justificación fue incompleta y no permitió su análisis.**

Justifica su respuesta. "Por cada molécula de Azufre hay tres de Oxígeno".

1. La justificación es incompleta, lo cual impidió su análisis.
2. Faltó describir lo que sucede en la zona de reactivos, en lo relativo al hidrógeno y al oxígeno.
3. La selección no se encuentra fundamentada.

No existe correspondencia, porque la justificación fue incompleta y no permitió su análisis a pesar de marcar el inciso correcto.

---

---

### Caso número 13

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

#### Selección A; (incorrecto).

1. No hay un planteamiento cuantitativo.
2. La selección es al azar.

Justifica la respuesta. "Porque cuando está a nivel del mar la presión aumenta y entonces a mayor presión su volumen será menor".

1. La justificación es plausible.

No existe correspondencia, porque la justificación es plausible y la elección se realizó al azar (sin planteamiento cuantitativo).

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

#### Selección A; (incorrecto).

Justifica su respuesta. "Porque al aumentar la presión sus elementos se juntan".

1. La imagen seleccionada describió que los "elementos" (lenguaje cotidiano) que conforman el aire se juntan, por el incremento de la presión.

Existió una correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación, porque al aumentar la presión los "elementos" (lenguaje cotidiano) se juntan.

---

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

#### No hubo selección.

Justifica su respuesta. "No hubo"

Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')

2'...

#### Selección A; (incorrecto).

Justifica su respuesta. "Porque cuando baja la temperatura sus moléculas se van juntando".

1. Se seleccionó una imagen que representa lo que la justificación describió.
  2. La justificación involucra únicamente a la temperatura y no aborda a la presión.
- Existe una correlación, porque la imagen seleccionada representó lo que la justificación describió.
- 

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

1. No hay planteamiento cuantitativo.
2. La selección se realizó al azar.

Justifica su respuesta. "Porque 10 mol de O<sub>2</sub> equivale a 10 g y si hay un exceso de H<sub>2</sub>, las moléculas de agua se forman de H<sub>2</sub>O".

1. La equivalencia que se planteó, implica un error conceptual.

No existe correspondencia, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la justificación presentó un concepto equivocado.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque se hace una reacción y solo hay que equilibrarla".

No existe correspondencia, porque la justificación es incompleta, lo cual imposibilita hacer el análisis.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo"  
Existe correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Solo ilustre el resultado de la reacción y es ese inciso".

1. La justificación es incompleta, lo cual impidió su análisis.
2. La selección no se encuentra fundamentada.

No existe correspondencia, porque la elección no estuvo justificada.

---

#### Caso número 14

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Correcto: C, la elección se realizó al azar y no hubo planteamiento cuantitativo y justificación, que sustentará la respuesta.**

1. No hay un planteamiento cuantitativo.
2. La selección es al azar.

Justifica la respuesta. "No hubo".

No existe correspondencia, porque la elección se realizó al azar y no hubo justificación.

---

##### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "A mayor presión las moléculas del gas se juntan mas".

1. La imagen seleccionada describió la reunión de las moléculas por el incremento de la presión.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

**Selección A; (incorrecto).**

1. No hubo planteamiento cuantitativo.
2. La selección se realizó al azar.

Justifica su respuesta. "aumentan las atm a menor temperatura".

1. Se establece una relación inversamente proporcional entre la presión y el volumen.  
No existe correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la elección se realizó al azar; en tanto la justificación establece una relación inversamente proporcional entre la presión y el volumen.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque a bajas temperaturas los gases se contraen".

1. Se seleccionó una imagen que representa lo que la justificación describió.

Existe una correlación, porque la imagen seleccionada representó lo que la justificación describió.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existe correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "por cada oxígeno se necesitan 2 hidrógenos".

1. La justificación es incompleta y no fue posible su análisis.
2. La elección es al azar.

No existe correspondencia, porque la justificación es incompleta, lo cual imposibilita hacer el análisis y la elección se tomó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Correcto: B, sin embargo, la elección se realizó al azar y la justificación fue incompleta ≡ incorrecto.**

1. No hay un planteamiento cuantitativo.
2. La elección se realizó al azar.

Justifica su respuesta. “se saca el peso molecular”.

1. La justificación es incompleta, lo que impide su análisis.

No existe correlación, porque la elección se realizó al azar y la justificación es incompleta.

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Correcto: E, sin embargo, la selección no fue fundamentada porque la justificación es incompleta ≡ incorrecto.**

Justifica su respuesta. “Sobran S”.

1. La justificación es incompleta, lo cual impidió su análisis.
2. La selección no se encuentra fundamentada.

No existe correspondencia, porque la elección no estuvo justificada.

---

---

### Caso número 15

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C. Hubo el planteamiento operativo y la justificación fue operativa, usando como eje conductor la ley de Boyle.**

1. Se enlistaron las variables involucradas para los estados inicial y final; y sus respectivos valores.
2. Se estableció la expresión de la ley de Boyle y se realizó el despeje del volumen final.

Justifica la respuesta. “Creo que utilizando esta formula es como se calcula éste inciso y sustituyendo llegue a ese resultado”.

1. La justificación describió el procedimiento operativo realizado a la ley de Boyle.

Existe correspondencia entre la elección y la justificación, porque se describe el procedimiento operativo de la ley de Boyle.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Lo que pasa es que aunque este a temp. cte. cuando agregamos más presión las moléculas se juntan y cuando es menor se alejan".

1. La imagen seleccionada describió la reunión de las moléculas por el incremento de la presión.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

1. Se estableció una relación numérica, sin una lógica aparente.

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Lo que pasa es que a mayor temperatura hay menor fuerza de cohesión de las moléculas y a menor temperatura hay mayor fuerza de cohesión de las moléculas".

1. La justificación fue incompleta y no permite su análisis.

Existió correlación, porque la imagen seleccionada representó lo que la justificación describió, aun cuando fue incompleta.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección C; (incorrecto).**

1. No hubo planteamiento cuantitativo.
2. La elección se realizó al azar.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la elección fue al azar; y sin justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Bueno, yo creo qe contando el número de moléculas es como podría obtenerse su formula o ecuación química".

1. La justificación es ambigua y planteó la necesidad de contar las moléculas para establecer la reacción química.
2. La justificación establece que su elección fue al azar.

No existe correspondencia, porque la justificación es ambigua y por lo tanto la elección fue tomada al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4'**  
4'...

1. No hubo un planteamiento cuantitativo.

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

## Caso número 16

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

#### Selección A; (incorrecto).

1. Se recuperó una fórmula que establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.
2. Se establecieron los valores de las variables y se empleó la regla de tres para encontrar el volumen deseado.

Justifica la respuesta. "Segun las leyes de los gases a temperatura constante las medidas del volumen y la presión son constantes".

1. La justificación fue incompleta.

No existió correspondencia, porque se empleó una fórmula que estableció una relación directamente proporcional entre las variables de volumen y presión; en tanto la justificación fue incompleta.

---

### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

#### No hubo selección.

Justifica su respuesta. "el volumen aumenta pues la presión dentro del balon es mayor".

1. Se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión.

No existió correspondencia, porque no hubo inciso seleccionado y la justificación estableció una relación entre las variables incorrecta.

---

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

1. No hubo planteamiento cuantitativo.

#### No hubo selección.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al bajar la temperatura del gas la cohesión de las moléculas aumenta haciendo que estas moléculas se acerquen y la gravedad de la tierra las hace ir al fondo del tanque".

1. La justificación estableció que al bajar la temperatura se incrementa la fuerza de cohesión y se fueron las moléculas al fondo.

Existió correlación, porque la imagen seleccionada representó lo que la justificación describió.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "al tener 2 O<sub>2</sub> y 6 H<sub>2</sub> se forman moléculas de agua de manera que quedan libres 4 H y los...(no es claro lo que se redactó)".

1. La justificación es ambigua e incompleta.
2. La justificación establece que su elección fue al azar.

No existe correspondencia, porque la justificación es ambigua e incompleta y por lo tanto la elección fue tomada al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**

4'...

1. No hubo un planteamiento cuantitativo.

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".  
Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Correcto: E, la respuesta se obtuvo al azar  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "al formarse el compuesto se forman 4 moléculas de SO<sub>3</sub> y (no es claro lo que se redactó)".

1. La justificación fue incompleta y ambigua.

No existió correspondencia, porque la respuesta correcta se obtuvo al azar.

---

**Caso número 17**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica la respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio sin contestación.

Justifica su respuesta. "el volumen aumenta pues la presión dentro del balón es mayor".

1. Se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión.

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

1. No hubo planteamiento cuantitativo.

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porq' se formaron moléculas de agua sólo 4 y dos pares de hidrógenos y haciendo la cuenta de todas las moléculas. A diferencia de cómo estaban antes de la reacción ese insiso muestra claramente las cantidades exactas de inicio y al final de la reacción".

1. La justificación tiende a ser lógica, sin embargo, indica que dos pares de hidrógeno pueden ser representados como 4H y la representación de agua es totalmente plausible y diferente a la representación inicial.

No existe correspondencia, porque la justificación es contradictoria en lo referente a las representaciones de las moléculas de agua e hidrógeno.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

**Caso número 18**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, no hay un procedimiento cuantitativo y una explicación que justifique la elección, parece que la selección se hizo al azar  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se estableció una relación incomprensible entre algunos números.
2. No hay un planteamiento cuantitativo comprensible.

Justifica la respuesta. "El aire ocupa menos volumen debido a que esta al nivel del mar".

1. No establece una explicación del posicionamiento que tiene.

No existió correspondencia, porque se identificó el inciso correcto a través del azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica tu respuesta. "El gas sólo se va a un extremo y lo demás esta desinflado".

1. No hay un fundamento que sustente la declaración realizada en la justificación.

Existió una buena correlación entre la imagen seleccionada y la declaración realizada en la justificación, aunque no presenta una fundamentación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección E; (incorrecto).**

1. Se encuentran enlistadas las variables involucradas y su respectivo valor.
2. No se estableció un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "Porque al disminuir la temp. Disminuye la presión atm".

1. Se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión.  
No existió correspondencia, porque no hay un planteamiento cuantitativo que respalde la justificación.
- 

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al disminuir la temperatura las moléculas se juntan (se adaptan al ambiente)".

1. Existe una correlación satisfactoria entre la imagen seleccionada y lo escrito en la justificación, aunque ésta no este sustentada.

Existió correlación, sin embargo, no existe justificación plausible.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**Selección C; (incorrecto).**

1. No hay un planteamiento cuantitativo

Justifica su respuesta. “Porque una molécula se enlazaria con 2 de hidrógeno solo se puede producir el total de moléculas de oxígeno unidas con 2 hidrógenos”.

1. La justificación establece la necesidad de una molécula de oxígeno unida a 2 de hidrógenos, en la formación de agua. Sin embargo, no hay un análisis que involucren las 10 mol de O<sub>2(g)</sub> iniciales.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación no profundizo en las cantidades de sustancias involucradas.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Porque en total forman 4 estructuras de H<sub>2</sub>O y deja libre 4 moléculas de Hidrógeno”.

1. La justificación es parcialmente lógica, sin embargo, no existió la capacidad de identificar las representaciones correspondientes para el estado final de la reacción química, porque existen inconsistencias al citar 4 moléculas de hidrógeno.

No existe correspondencia, porque la justificación es parcialmente lógica y no hubo una identificación correcta de las representaciones correspondientes para el estado final.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque hay 2 moléculas de S y 3 de O<sub>2</sub> entonces (2 moléculas de oxígenos unidas) y por la expresión 2 SO<sub>3</sub> se refiere a 7 moléculas de S unida con 3 de O más otra estructura igual Sólo se forman 2 estructuras semejantes → 2SO<sub>3</sub> y no queda ninguna".

1. Se describe el cambio químico, sin embargo, existió una incompreensión de las moléculas involucradas y el establecimiento de las relaciones proporcionales existentes en el cambio químico.

No existió una correspondencia, porque hubo una confusión conceptual de las moléculas involucradas y el establecimiento de las relaciones proporcionales existentes en el cambio químico.

---

---

**Caso número 19**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, no hay un procedimiento cuantitativo que justifique la elección, la justificación es plausible ≡ incorrecto.**

1. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica la respuesta. "Puesto q' la presión aumenta el volumen disminuye ya que las moléculas se juntan más".

1. Establece una relación entre la presión y el volumen inversamente proporcional, explicando que las moléculas se juntan más.

No existió correspondencia, porque se identificó el inciso correcto a través del azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica tu respuesta. "La presión ejerce mayor fuerza sobre el balón".

1. No se establece alguna relación con el aumento de la presión sobre el balón.

No hay información que nos permita establecer o no una correspondencia entre el inciso seleccionado y la justificación inacabada que se da.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección A; (incorrecto).**

1. No se estableció un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "a menor temperatura existe menor presión.

1. Se estableció una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión, sin indicar el porque de su elección.

No existió correspondencia, porque no hay un planteamiento cuantitativo que respalde la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "A mayor temperatura existe menor presión y a mayor presión, menor temperatura".

1. Se estable una relación inversamente proporcional entre la temperatura y la presión.

No existió correlación entre la imagen seleccionada y la relación inversamente proporcional entre la temperatura y la presión.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección E; (incorrecto).**

1. No hay un planteamiento cuantitativo

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación, sin embargo, se realizó la elección al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existe correspondencia, porque no hubo justificación y la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió una correspondencia, porque no hubo justificación y lo cual nos indica que la selección se realizó al azar.

---

---

**Caso número 20**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, hubo un error en el despeje del volumen, a pesar del uso de la ley combinada de los gases y de una justificación plausible, la elección fue al azar ≡ incorrecto.**

1. Se enlistaron las variables involucradas para los estados inicial y final, así como sus respectivos valores.
2. Se plasmó la ley combinada de los gases y se despejó de forma incorrecta el volumen final.
3. Apareció sin una lógica sustentable una razón numérica, que no corresponde con el valor del inciso seleccionado.

Justifica su respuesta. "Porque al aumentar la presión, el volumen disminuye".

1. Se estableció una relación entre la presión y el volumen inversamente proporcional.

No existió correspondencia, porque se identificó el inciso correcto a través del azar, puesto que hubo un error en el despeje del volumen, a pesar de una justificación plausible.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

#### **Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "La respuesta es D porq aumentó la presión y las moléculas quedan + comprimidas".

1. Se estableció una relación entre la presión y la compresión de moléculas.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada estableció una disminución del tamaño de las moléculas involucradas y lo que se indica en la justificación es una compresión de ellas.

---

### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

#### **No hubo selección.**

1. Se enlistaron las variables y los valores correspondientes para el estado inicial únicamente.
2. No se estableció un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y tampoco hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2'...

#### **Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "la imagen B muestra que en el interior del tanque, las moléculas de gas ya no son tan comprimidas, debido a la disminución de la temperatura".

1. Se estable una relación directamente proporcional entre la temperatura y la disminución en la compresión.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación desarrollada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**No hubo selección.**

1. No hay un planteamiento cuantitativo  
Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Correcto: D, sin embargo, la elección se realizó al azar, al no haber argumentación que avale la elección E incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Porque el número de átomos pares de hidrógeno coincide con el número de oxígenos".

1. Establece una relación no clara entre las moléculas de hidrógeno y oxígeno.

No existe correspondencia, porque no hubo justificación y la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.  
Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió una correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

### Caso número 21

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

#### Selección A; (incorrecto).

1. Se estableció una regla de tres entre la presión y el volumen, quedando plasmada una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión.
2. No se presentó un planteamiento cuantitativo diferente al de la regla de tres mencionada.

Justifica su respuesta. "Pues si a 585 mm Hg de presión el balón se encuentra con un volumen de 4 Lt. Solo hacemos una regla de tres para encontrar lo equivalente así la presión es mayor".

1. Se estableció una relación entre la presión y el volumen directamente proporcional, a través de la regla de tres.

Existió correspondencia entre el inciso seleccionado y lo planteado en la regla de tres.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

#### Selección A; (incorrecto).

Justifica su respuesta. "Porque como las moléculas están muy estrechas no se mantiene inflado y por eso se contrae y pierde la propiedad de gas".

1. Se estableció que las moléculas están muy estrechas y se reúnen en el centro como lo muestra la imagen A, y se presenta un cambio de estado.
2. El gas pierde sus propiedades inherentes a su estado.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación expresada.

---

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

#### No hubo selección.

1. Se encontró el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al bajar la temperatura se convierte en líquido por eso adopta esa forma".

1. La imagen seleccionada, para el alumno, representa un cambio de estado, de gas a líquido.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación, aunque esta se aleja de lo establecido por las ciencias naturales.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**No hubo selección.**

1. El espacio se encuentra vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque con las moléculas que había en el primer cuadro se formaron 4 moléculas de agua y sobraron 4 moléculas de O<sub>2</sub>".

1. Establece que sobraron 4 moléculas de O<sub>2</sub>, confundiéndole con el hidrógeno que es el reactivo en exceso.

No existe correspondencia, porque en la justificación se confunde el oxígeno con el hidrógeno que es el reactivo en exceso, además de tener problemas en la representación de las moléculas de agua e hidrógeno.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Correcto: E, sin embargo, la justificación es ambigua, lo que implica que la elección se realizó al azar  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Es como se pueden formar las moléculas".

1. La justificación es ambigua y no aporta algún elemento que justifique la elección realizada.

No existió una correspondencia, porque la selección fue al azar.

---

**Caso número 22**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, la selección se realizó al azar, porque no hubo un planteamiento cuantitativo a pesar de que la justificación resulto ser plausible  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Se supone que un volumen de un gas disminuye a mayor presión".

1. Se estableció una relación entre la presión y el volumen inversamente proporcional, la justificación es plausible.

No existió correspondencia entre el inciso seleccionado, porque no existió un planteamiento cuantitativo a pesar de que la justificación resulto ser plausible para la ley de Boyle.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Correcto: E.**

Justifica su respuesta. "Las moléculas de un gas siempre van a tener una fuerza de cohesión muy debil".

1. Se estableció que las moléculas presentan siempre fuerzas de cohesión muy débiles.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación expresada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Correcto: B, sin embargo, no existió un respaldo cuantitativo por lo cual la selección resulto al azar  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se encontró el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Si disminuye la temperatura, también disminuye la presión".

1. Estableció una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión. No existió correspondencia, porque aunque establece una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión, no presentó un respaldo cuantitativo en la elección, por lo cual ésta fue realizada al azar.
- 

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. El espacio se encuentra vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "La ecuación es la más fiable, está bien balanceada".

1. Establece que la ecuación seleccionada está bien balanceada, aunque se aleja de las relaciones planteadas en el problema/ejercicio.

Existió correspondencia, entre la expresión balanceada y la selección realizada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra una relación numérica sin consistencia.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Correcto: E, sin embargo, la justificación es ambigua, lo que implica que la elección se realizó al azar ≡ incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Si es sobresaturado, parte del reactivo de azufre quedaría como sólido además del producto SO<sub>3</sub>".

1. La justificación es ambigua y no aporta algún elemento que justifique la elección realizada.

No existió una correspondencia, porque la selección fue al azar.

---

---

**Caso número 23**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un par de relaciones que no es clara.
2. Se obtuvo un resultado diferente al de los incisos enlistados (0.0392)

Justifica su respuesta. "A mayor presión mayor volumen pues son directamente proporcionales.

1. Se estableció una relación entre la presión y el volumen directamente proporcional.

No existió correspondencia, porque la justificación resulto ser incorrecta y el planteamiento cuantitativo ambiguo, el cual arrojó un resultado distinto a los ofrecidos en los incisos.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "el aire contenido en el balón debido a las circunstancias en las que se encuentra (nivel del mar, temperatura) Sus partículas se expanden".

1. Existió ambigüedad en la justificación y por lo cual no se puede establecer alguna relación entre las variables involucradas.
2. Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la descripción que establece en su justificación.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación expresada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se encontró una fórmula de densidad que involucró a la masa, volumen y a la temperatura y se sustituyeron los valores, sin poder concretarse en un resultado.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Cuando los gases en este caso las moléculas de hidrogeno se mantienen a una temperatura más baja de su punto de ebullición se juntan en el centro".

1. Existió ambigüedad en la justificación y establece que las moléculas se juntan en el centro.
2. Existió correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la parte final de la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la parte final de la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**No hubo selección.**

1. El espacio se encuentra vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Si a H<sub>2</sub> le agregamos dos moléculas de O el hidrogeno se unira con el O formando 1 molecula de agua y al resultado de balanceo de ambos lados da 4 H<sub>2</sub>O + 4 H".

1. Establece la relación básica de la ecuación de forma incorrecta y no es capaz de emplear los datos que se dan en el problema/ejercicio.
2. Existió la confusión en la representación de moléculas de agua e hidrógenos en la zona de productos.

Existió correspondencia, sin embargo, está representación es incorrecta por la forma en que se plasmaron las moléculas de hidrógeno.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque al unirse el S con el O se producen relaciones entre las moléculas de oxígeno este queda en exceso y no se une con el azufre".

1. La justificación establece una relación de los reactivos, sin embargo, confundió el reactivo en exceso.

No existió una correspondencia, porque la selección fue al azar, fundamentada en la confusión del reactivo en exceso.

---

---

**Caso número 24**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. " $P_1/V_1 = P_2/V_2$ ".

1. Se planteó la expresión de la ley de Boyle, como una relación directamente proporcional entre las variables.

No existió correspondencia, porque no hubo selección y en la justificación se colocó la expresión de la ley de Boyle, como una relación directamente proporcional entre las variables.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Como la presión aumenta, las partículas se acercan entre sí".

1. Existió ambigüedad en la justificación y por lo cual no se puede establecer alguna relación entre las variables involucradas.
2. Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la descripción que establece en su justificación.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación expresada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Correcto: D.**

Justifica su respuesta. "El estado del hidrógeno sigue siendo gaseoso, por lo cual sus moléculas se mantienen dispersas de la misma forma...".

1. Se estableció que las moléculas del gas se mantienen dispersas.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección A; (incorrecto).**

1. El espacio se encuentra vacío.

Justifica su respuesta. "1 mol de O es igual a 16 g. 10 moles son a 160. 1 mol de H es igual a 1 g. Como el H<sub>2</sub>O requiere 2 H se multiplica por 2 y se le suma a 160 dando 180".

1. Se describen los procedimientos algorítmicos para justificar 180 g.

No existió correspondencia, porque la justificación está sobre el procedimiento algorítmico para obtener 180 y hay ausencia de un planteamiento cuantitativo lógico.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque no hubo justificación y por lo tanto la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Se cuenta el peso molecular".

1. No se obtiene información que permita hacer un análisis del planteamiento.

No existió correlación, porque tanto la justificación como la elección parecen ser hechas al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Se cuentan las moléculas de SO<sub>3</sub> y como en el 2 SO<sub>3</sub> son 2, se ve que diagrama tiene ese resultado".

1. La justificación no establece una relación lógica.

No existió una correspondencia, porque parece ser que la elección fue al azar y su justificación no establece una relación lógica.

---

---

**Caso número 25**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, la elección se realizó al azar, porque no hubo planteamiento cuantitativo a pesar de contar con una justificación plausible ☒ incorrecto.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Al haber mas presión sobre el balón este disminuye su volumen porque la presión cambio".

1. Se estableció una relación inversamente proporcional entre la presión y el volumen.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo, a pesar de que la justificación fue plausible.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque la presión externa hace que las moléculas se compacten unas con otras y por eso a las paredes del balón le pasa lo mismo".

1. Se estableció de forma indirecta la relación inversamente proporcional que existió entre la presión y la compactación de las moléculas en el interior del balón.
2. Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y lo plasmado en la justificación.

Existió correspondencia entre la imagen seleccionada y la justificación expresada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección E; (incorrecto).**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Al disminuir la temperatura la presión disminuye".

1. Se estableció una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión.

No existió correspondencia, porque la elección se hizo al azar, al no contar con un planteamiento cuantitativo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "las moléculas se comprimen".

1. La justificación no permite realizar un análisis.
2. La elección realizada de la imagen establece que las moléculas disminuyen de tamaño.

No existió correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección C; (incorrecto).**

1. El espacio se encuentre vacío.

Justifica su respuesta. "Por el número de mol".

1. La justificación no permite un análisis de su contenido.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite un análisis de su contenido y al no haber un planteamiento cuantitativo, la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Por el numero de átomos".

1. La justificación no permite un análisis de su contenido.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite un análisis de su contenido y la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**No hay selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió una correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

## Caso número 26

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Correcto: C, la elección se realizó al azar, porque el procedimiento cuantitativo buscó justificar el valor de 3.08 L y la justificación ambigua  $\Xi$  incorrecta.**

1. Se encuentra enlistado las variables y sus respectivos valores para el estado inicial y final.
2. Se estableció una razón que involucra a la altura sobre la presión, con el propósito de obtener el volumen uno y se procedió de igual manera para obtener el volumen dos.
3. El procedimiento cuantitativo se guió con la intención de justificar el valor de 3.08 L.

Justifica su respuesta. “El volumen queda así por que a mayor presión las moléculas se encuentran mas juntas y eso lo hace más sólido y que su peso sea menor”.

1. Se estableció una relación ambigua y se piensa que existe una confusión arraigada de los estados de agregación fundamentales.
2. Al no establecerse un razonamiento coherente que respalde el procedimiento cuantitativo, se indica que la elección se efectuó al azar.

No existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo busca justificar el valor de 3.08 L, en tanto la justificación es inconsistente.

---

### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

**Correcto: E, sin embargo, la elección se realizó al azar  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. “No hubo”.

No existió correspondencia, porque a pesar de no contar con la justificación se realizó una elección al azar.

---

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

**No hay selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

Existió correspondencia, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Las moléculas quedaron igual o más juntas debido a que la temperatura ha bajado pero la presión a disminuido".

1. La justificación establece una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión.
2. Se establece que las moléculas quedaron igual o más juntas.
3. La imagen seleccionada corresponde a una disminución del tamaño de las moléculas involucradas.

No existió correlación entre la imagen seleccionada, que corresponde a una disminución del tamaño de las moléculas involucradas y lo descrito en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**No hay selección.**

1. El espacio se encuentre vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Correcto: D, la elección fue realizada al azar  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "La respuesta es así porque además de que queda equilibrada la ecuación nos da el resultado de los dibujos".

1. La justificación es ambigua y no permite un análisis de su contenido que avale la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la justificación es ambigua y no permite un análisis de su contenido que avale la elección hecha.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**

4'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Correcto: E, la elección se realizó al azar  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió una correspondencia, porque hubo selección y no justificación.

---

---

**Caso número 27**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión al colocar directamente los valores involucrados.

Justifica su respuesta. "La presión es proporcional al volumen por lo que solo despejo y obtengo el volumen.

1. Se describe el procedimiento cuantitativo planteado.

Existió correspondencia, porque la justificación describe el procedimiento cuantitativo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "debido a que los gases que se encuentran al nivel del mar se dispersan por todo su alrededor".

1. La imagen seleccionada puede quedar descrita con la justificación realizada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se encuentra una relación numérica que no es clara.

Justifica su respuesta. "Porque ambas condiciones son proporcionales".

No existió correspondencia, porque la relación numérica establecida es ambigua y la justificación no permite su análisis.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Debido a que la temperatura disminuyó considerablemente, las moléculas de hidrógeno van al centro".

1. La justificación establece una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación establecida.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección D; (incorrecto).**

1. El espacio se encuentra vacío.

Justifica su respuesta. "puesto que sólo se puede duplicar la cantidad de moles".

1. La justificación no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y un respaldo evidente por la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque se formaron 4 moléculas de H<sub>2</sub>O y restaron 4 hidrógenos".

1. La justificación es clara en lo relativo a la formación del agua y el hidrógeno en exceso, sin embargo, confundió la representación para el hidrógeno.

Existió correspondencia, sin embargo, confundió la forma de representar el reactivo en exceso.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4'**  
4'...

**No hay selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No se como realizarlo".

Existió correlación, porque no hubo selección y en la justificación establece que desconoce como realizarlo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No se como realizarlo".

Existió una correspondencia, porque no hubo selección y en la justificación establece que desconoce como realizarlo.

---

---

**Caso número 28**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, empleó la ley de Boyle.**

1. Se enlistaron las variables y los valores correspondientes al estado inicial y final.

2. Se estableció una relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión (ley de Boyle) y se colocó directamente los valores involucrados.

Justifica su respuesta. “Porque la presión final aumento y a mayor presión menor volumen y tenía que ser menor al vol. Inicial que era 4”.

1. Se describe plausiblemente la justificación y se aseveró que el volumen debería ser menor al del estado inicial.

Existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo corresponde con la justificación y con la confirmación de la predicción hecha.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1’)**

1’...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Porque la presión que esta ejerciendo sobre el balon provoco que las particulas se acumulen en la parte baja y que el volumen disminuya”.

1. Se establece una relación inversamente proporcional entre la presión y el volumen.
2. La imagen seleccionada corresponde con la justificación hecha.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2’...

**No hay selección.**

1. Se enlistan las variables involucradas y sus valores respectivos de forma incompleta para los estados inicial y final.
2. Se encuentra una relación numérica que no es clara.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

No existió correspondencia, porque se planteó de forma ambigua el procedimiento cuantitativo y no hubo justificación.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2’)**

2’...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “porque no existe tanta presion sobre el tanque y permite que las particulas esten mas dispersas”.

1. La justificación establece una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación establecida.

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3...

**No hubo selección.**

1. El espacio se encuentra vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque el Oxígeno tiene capacidad donante por lo que su carga atrae al receptor que en este caso es el H se unen las moléculas formando H<sub>2</sub>O y".

1. La justificación describe la intervención de un donante y de un receptor de forma adecuada, sin embargo, no se hace hincapié en el enunciado del problema/ejercicio.

No existió correspondencia, porque la elección se realizó al azar.

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4'**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque en los reactivos solo existen 2 moléculas".

1. La justificación no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque la justificación no permitió su análisis.

---

---

**Caso número 29**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables y los valores correspondientes al estado inicial y final.
2. Se estableció una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión y se citó la ecuación respectiva.
3. Se realizó la operación aritmética.

Justifica su respuesta. "Da eso ya que al bajar la presión el volumen aumenta".

1. Se describe plausiblemente la relación entre la presión y el volumen, desafortunadamente el enunciado del problema/ejercicio establece que la presión aumentó.

No existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo representa una relación directamente proporcional y lo planteado en la justificación se establece una relación inversamente proporcional.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "por que con esa presión las moléculas se expanden".

1. Se establece una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección C; (incorrecto).**

1. Se enlistan las variables involucradas y sus valores respectivos.
2. Se encuentra una relación de la presión y la temperatura que expresa un comportamiento directamente proporcional.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque se planteó un procedimiento cuantitativo y no hubo justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Como hay menos temperatura, también hay menos presión".

1. Se establece una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión.
2. No existe una fundamentación que avale la elección realizada.

No existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación establecida.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección C; (incorrecto).**

1. Se expuso un dato sin establecer alguna relación.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Es porque el agua solo necesita 1 molécula de O y 2 de H entonces sí hay mayor número de moléculas de H tienen que sobrar".

1. La justificación describe una relación básica entre los componentes de la molécula de agua y evade las cantidades estipuladas en el enunciado.

No existió correspondencia, porque la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Selección E; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correlación, porque no hubo selección y justificación, y se realizó la elección al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Es la E ya que se forman con 2 S y con 3 O".

1. La justificación no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque la justificación no permitió su análisis.

---

---

### **Caso número 30**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron algunos valores y se agruparon, sin embargo, no es posible visualizar un hilo conductor del planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "Por que a 585 mm Hg de altura hay 4 litros se hace una relación, puesto que a 505 mm Hg a 0 mts".

1. Se inicia la descripción de un planteamiento cuantitativo que no se termina y por lo cual no es posible su análisis.

No existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo es incompleto al igual que la justificación, por lo tanto la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "por q' las moléculas del gas estan mas juntas y en un solo lugar por eso se ve como desinflado".

1. Se establece una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se establecen unas relaciones numéricas que no son comprensibles.
2. No existe un planteamiento cuantitativo lógico.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque no existió un procedimiento cuantitativo lógico y no hubo justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "se unen porque va decayendo la presión".

1. Existe una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo que se describe en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación establecida.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Correcto: D.**

Justifica su respuesta. "Puesto que en 2do hay solo hay 4 moléculas de agua y 4 de hidrógeno Por separado".

1. La justificación describe la relación entre las moléculas de agua e hidrógeno en la zona de productos, adecuadamente.

Existió correspondencia, porque la elección se centro en la zona de productos y en la identificación de sus expresiones en química.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentran unas relaciones numéricas que no permiten un análisis.
2. No hay un planteamiento cuantitativo lógico.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "por q' para una adición y se forma oxido de azufre".

1. La justificación no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque la justificación no permitió su análisis.

---

---

### **Caso número 31**

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

#### **Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables y valores correspondientes a los estados inicial y final.
2. Se expresó una fórmula que establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.
3. No se plantea el despeje y no se mira la sustitución de valores, sin embargo, se puntualiza con un resultado.

Justifica su respuesta. "Analizando la Presión y volumen del balón, con la altura en la que se encuentra, se busca una fórmula que actúe de acuerdo al volumen, dándonos así el volumen faltante".

1. Se establece la necesidad de relacionar a la presión, volumen y a la altura, se menciona la necesidad de buscar una fórmula que involucre al volumen.

Existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo se encaminó a la búsqueda del volumen, como se narra en la justificación.

---

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

- 1'...

#### **Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "El aire que el balón contiene debido a las circunstancias en las que su presión aumenta al encontrarse al nivel del mar se ve como las moléculas se han expandido por lo mismo de su situación".

1. Se establece una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al bajar la Presión y la temperatura las moléculas del gas de hidrogeno se esparcen por toda el area".

1. Existe una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo que se describe en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación establecida.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Los átomos que se representan en el primer diagrama son 12 hidrogenos y 4 oxigenos que a su vez en el segundo diagrama Comparten hidrógenos y oxigenos formandose asi las moléculas 4 de agua y 2 de Hidrogeno quedando la ecuación química correspondiente".

1. La justificación es plausible en su totalidad.
2. Existió un error al elegir el inciso B, porque este representa de forma incorrecta a la molécula de hidrógeno involucrado en tanto las demás sustancias están representadas correctamente.

No existió correspondencia, porque la elección fue equivocada y no corresponde con lo planteado en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "ya que al excederse el reactivo el Producto se nota con mayor facilidad por sobre el envase, adheriéndose el azufre al oxígeno, dando un gran exceso del reactivo disponible".

1. La justificación es ambigua y no permite su análisis.  
No existió correspondencia, porque la justificación es ambigua y no permitió su análisis.
- 
- 

**Caso número 32**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, empleó la ley combinada de los gases.**

1. Se enlistaron las variables y valores correspondientes a los estados inicial y final.
2. Se expresó la fórmula de la ley combinada de los gases.
3. Se planteó el despeje y se sustituyeron los valores y se realizó las operaciones aritméticas correspondientes.

Justifica su respuesta. “Se obtuvieron los 3.08 l luego de despejar de la fórmula general al volumen final y sustituir los valores dados”.

1. Se establece la narrativa descriptiva del procedimiento cuantitativo realizado.

Existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo se describe a nivel operativo en la justificación.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Por que todos los elementos, se juntaron al tener una menor presión y eso produjo una contracción del volumen del balón”.

1. Se establece una buena correlación entre la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación, si entendemos como contracción reunión de las moléculas en el centro.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se enlistaron las variables y sus respectivos valores para los estados inicial y final.
2. No se realizó un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Se separaron para estar en las orillas ya que al descenso de la temperatura buscaron el intercambio de electrones con el acero que los contiene”.

1. Existió una confusión del fenómeno físico, al indicar el intercambio de electrones con el acero que los contiene, que esta en el dominio químico.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación establecida parcialmente.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se esboza las cantidades de los reactivos involucrados.  
Justifica su respuesta. "Por que las moléculas de oxígeno al reaccionar con el exceso del hidrógeno se duplicaron lo que aumentara su volumen".

1. Se realiza un análisis cualitativo con un alto grado de ambigüedad.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación fue ambigua.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Por que al comparar un dibujo con el otro y analizar cuantas moléculas de agua se formaron llegue a dicha respuesta".

1. La justificación es general y no puntualiza el caso particular.

No existió correspondencia, porque la justificación es general y no puntualiza el caso particular.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Correcto: E, sin embargo, no esta sustentada porque indica que las moléculas aumentan de tamaño entre otras cosas ≡ incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Se vuelve una reacción con producto en exceso ya que al juntarse o unirse con otras moléculas estas aumentan de tamaño y toman su lugar".

1. La justificación es ambigua y no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque la justificación es ambigua y no permitió su análisis.

---

---

### **Caso número 33**

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, empleó la ley combinada de lo gases.**

1. Se expresó la fórmula de la ley combinada de los gases.
2. Se sustituyeron las variables, es necesario notar que la temperatura se introdujo en grados Celsius.
3. Se realizaron los cálculos aritméticos necesarios.

Justifica su respuesta. "Solo se despejo la ecuación y se saco la respuesta del volumen".

1. Se establece la narrativa descriptiva del procedimiento cuantitativo realizado. Existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo se describe a nivel operativo en la justificación.
- 

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

- 1'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

- 2...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Cuando baja la presión las partículas se riegan mas".

1. Se dice que las partículas se riegan más y se seleccionó una imagen que representa la disminución del tamaño de las moléculas de hidrógeno.

No existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3'...

**Selección E; (incorrecto).**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "por la suma de sus m".

1. No se proporcionan elementos que permitan un análisis.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "porque es como mejor se entiende la separación de estas moléculas".

1. La justificación no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis, la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "se separan sus moléculas".

1. La justificación no permite su análisis.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis y la elección se realizó al azar.

---

---

**Caso número 34**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, la justificación fue inconsistente con el planteamiento cuantitativo  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se expresó la fórmula de la ley combinada de los gases despejada, en función del volumen del estado final.
2. Se sustituyeron las variables, es necesario notar que la temperatura se introdujo en grados Celsius.
3. Se realizaron los cálculos aritméticos necesarios.

Justifica su respuesta. "Por que lo hice por eliminación de unidades y es la diferencia de presión al nivel del mar.

1. La justificación es inconsistente, con el trabajo desarrollado en el planteamiento cuantitativo.

No existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo fue correcto y la justificación inconsistente con lo realizado.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Por que los gases se encuentran en la parte inferior del balón ya que hay mayor presión".

Existió correspondencia, con la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Correcto: B, sin embargo, no hay un planteamiento cuantitativo consistente a pesar de que la justificación es plausible  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se enlistaron las variables y sus valores respectivos para los estados inicial y final.
2. Se propuso una fórmula que relaciona a la presión y a la temperatura sin consistencia.
3. Sustituyó los valores e hizo las operaciones aritméticas y obtuvo el valor de 3.4 y lo ajustó al resultado de uno de los incisos.

Justifica su respuesta. "Ya que a menor temperatura hay menor presión".

1. Se establece una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión.

No existió correspondencia, porque no hay un procedimiento cuantitativo consistente.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Se separaron las moléculas ya que disminuye la presión y por lo tanto también la temperatura".

1. La imagen seleccionada corresponde con lo dicho en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección E; (incorrecto).**

1. Se escribieron los datos del problema/ejercicio.

Justifica su respuesta. "Por que al unirse se van eliminando moles de hidrógeno".

1. No se proporcionan elementos que permitan un análisis.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y una justificación que permita el análisis de lo realizado.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Correcto: D, sin embargo, la elección fue al azar. Porque la justificación no fundamenta la elección realizada  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Ya que concuerda con el número de átomos que hay en su estado final.

1. La justificación no permite analizar, el porque de la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis, la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**  
4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Ya que estan agrupadas en 2 y un enlace entre S (azufre) y O (oxígeno)".

1. La justificación no fundamenta la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis y la elección se realizó al azar.

---

---

### Caso número 35

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, no hay un planteamiento cuantitativo, aún cuando la justificación fue plausible  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "a menor volumen mayor presión".

1. La justificación establece una relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión.

No existió correspondencia, porque no hay planteamiento cuantitativo a pesar de que la justificación es plausible, la elección se realizó al azar.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "La respuesta es la b ya que existe una mayor presión y esto hace que sus moléculas se expandan".

Existió correspondencia, con la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación.

---

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

**Seleccionó E; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "si tiene una menor temperatura hay menor presión".

1. Se establece una relación directamente proporcional entre la temperatura y la presión.

No existió correspondencia, porque no hay un procedimiento cuantitativo aún cuando la justificación es plausible.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “la temperatura es menor y estas se tienen que juntar más”.

1. La imagen seleccionada corresponde con lo dicho en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**No hubo selección.**

Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y una justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Correcto: D, sin embargo, la elección fue al azar. Porque la justificación no esta fundamentada  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. “en la ecuación como en el diagrama las moléculas se juntan”.

1. La justificación no permite analizar, el porque de la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis, la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**Seleccionó E; (incorrecto).**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. “porque lleva un exceso”.

No existió correlación, porque la justificación no fundamenta la elección realizada.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque no hubo justificación y la elección se realizó al azar.

---

---

### **Caso número 36**

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables y sus valores respectivos para los estados inicial y final.
2. Se planteó la fórmula de la ley de Boyle y sin mediar la sustitución de valores se indica un resultado.

Justifica su respuesta. "Porque me piden el volumen final, tome en cuenta las 2 presiones y al multiplicar salio eso como resultado".

1. La justificación establece una narrativa del procedimiento cuantitativo que tiene el problema y se omitió la sustitución de los valores de las variables correspondientes y las operaciones aritméticas.

No existió correspondencia, porque no hay planteamiento cuantitativo satisfactorio, la elección se realizó al azar.

---

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Correcto: E, sin embargo, se piensa que las moléculas salen disparadas lo que resulta opuesto con la selección realizada, lo cual indica que se realizó al azar  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Por que la presión aumento por lo tanto las moléculas salen disparadas por todas parte".

No existió correspondencia, con la imagen seleccionada y lo descrito en la justificación

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hay un procedimiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al bajar la presión las moléculas se van uniendo".

1. La imagen seleccionada corresponde con lo dicho en la justificación.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y una justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Correcto: D, sin embargo, la elección fue al azar. Porque la justificación no esta fundamentada  $\Xi$  incorrecto.**

Justifica su respuesta. "Porque al juntarse se hacen molécula de agua y las otras sobran".

1. La justificación no permite analizar, el porque de la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis, la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque todas se unieron".

1. No se fundamenta el porque de la selección realizada.

No existió correspondencia, porque no fundamenta el porque de la selección realizada.

---

---

**Caso número 37**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, se obtuvo al azar porque no contó con un respaldo cuantitativo y una justificación lógica  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Porque al estar a nivel del mar las moléculas se unen mas reducidas por el evidente cambio de presión atmosférica".

1. La justificación establece una narrativa que justifica que las moléculas se unen más y se reducen por el cambio de presión.

No existió correspondencia, porque no hay planteamiento cuantitativo, en tanto la justificación establece que las moléculas se unen y se reducen por el cambio de presión.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Las moléculas deben estar mas unidas ya que la presion a nivel de mar es mayor que en otra parte".

No existió correspondencia, con la imagen seleccionada, porque esta describe una disminución del tamaño de las moléculas.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No sufre ningún cambio porque la masa, el volumen son constantes".

1. Se citan las condiciones de masa y volumen constante y se establece que no hay cambio.

No existió correspondencia, porque no hay un procedimiento cuantitativo y la justificación cita únicamente las constantes involucradas. La selección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al bajar la temperatura las moléculas del gas se ven más dispersas y quietas ya que disminuyó la temperatura".

1. La imagen seleccionada corresponde con lo dicho en la justificación y les da el atributo de quietud.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección C; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Porque cada oxígeno le corresponde 2 de Hidrógeno".

1. La justificación no establece porque se hizo la selección.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación no establece el porque de la selección.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Al reaccionar se forman 4 moléculas de agua que están representadas en el dibujo y sobran 4 átomos de hidrógeno".

1. La justificación es plausible.

No existió correspondencia, porque la justificación no permite su análisis, la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque el resultado de la fórmula dice que hay dos átomos de S y que cada uno de ellos le corresponden 3 de O".

1. El análisis se centró en la zona de reactivos y se omitió la zona de productos.

No existió correspondencia, porque no fundamenta el porque de la selección realizada en función de la reacción en general. La elección se realizó al azar.

---

---

**Caso número 38**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, se obtuvo al azar porque no se desarrolló la sustitución de los valores correspondientes en el proceso cuantitativo  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se realizó el listado de las variables involucradas con sus respectivos valores correspondientes a los estados inicial y final.
2. Se colocó la fórmula de la ley combinada de los gases y se despejó de forma correcta, en función del volumen que se busca.
3. No se sustituyeron los valores respectivos de las variables en el despeje realizado y tampoco se realizaron las operaciones aritméticas requeridas. Sin embargo se realizó la elección del inciso correcto.

Justifica su respuesta. "se despeja el volumen 2 de la fórmula y se hacen las operaciones correspondientes".

1. La justificación establece la realización de las operaciones, que no están presentes en el planteamiento cuantitativo.

No existió correspondencia, porque se cita la realización de operaciones correspondientes y éstas no se presentaron en el desarrollo cuantitativo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "por la presión que es mayor las partículas tienden a ir hacia el centro".

Existió correspondencia con la imagen seleccionada, porque la justificación la describe.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hay un procedimiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "por el frío puede presentarse una congelación las moléculas tienden a unirse".

1. La imagen seleccionada corresponde con lo dicho en la justificación y les da el atributo de sentir.

Existió correlación entre la imagen seleccionada y la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Había 6 pares de hidrógeno y 2 de oxígeno se unieron formando moléculas de agua (H<sub>2</sub>O) y solo quedaron 2 pares de hidrógeno".

1. La justificación es plausible.

No existió correspondencia, porque la justificación es plausible, en tanto el inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno que es el reactivo en exceso.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Cuando hay un exceso se empiezan a formar pequeños sólidos".

1. Los elementos citados en la justificación no respaldan la elección realizada.

No existió correspondencia, porque no hay respaldo de la elección hecha.

---

---

**Caso número 39**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se realizó el listado de las variables involucradas con sus respectivos valores correspondientes al estado inicial.
2. Se plantean algunas relaciones entre la presión, masa, volumen, sin una consistencia lógica.

Justifica su respuesta. "Pues porque si a 585 mm Hg equivalen a 4 l, hacemos una regla de 3 y como el incognito es los titros que equivalen 760 mm Hg, por lo tanto, 584 es a 4 l como 760 son a 5.19 l y como la temperatura no cambio pues es constante".

1. La justificación establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen. Además de presentar inconsistencias en las cantidades que menciona.

No existió correspondencia, porque no se plantea con claridad un proceso cuantitativo y en la justificación se establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen, con inconsistencias en los valores citados.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Por qué hay mayor presión y los gases se van enrareciendo".

No existió correspondencia, porque se cita que a mayor presión los gases se enrarecen, sin terminar la argumentación que respalde la selección realizada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Correcto: B.**

1. Se enlistaron las variables y valores correspondientes al estado inicial.
2. Se planteó la fórmula que involucra al volumen y a la temperatura, sin embargo, hay inconsistencias en el procedimiento cuantitativo y en la justificación.

Justifica su respuesta. "x q' Sustituyendo valores en la fórmula  $P_2 = P_1 \cdot T_2 / T_1$  me salio ese resultado".

Existieron inconsistencias en el procedimiento cuantitativo y en la justificación que indican una confusión de los conceptos involucrados.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque a menor temperatura sus moléculas se exilan mas y porque se esta acercando a su punto de ebullición".

1. La justificación no es consistente con un razonamiento lógico avalada por la ciencia.

No existió correlación porque la justificación no avala la selección realizada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**Selecciónó A; (incorrecto).**

1. Se realizó la determinación de la masa molar molecular del agua.
2. No hay un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "Porque 1 mol de agua vale 18 g/mol si lo multiplicas x 10 mol Salen 180 g de masa maxima".

1. La justificación es inacabada y no permite avalar la elección realizada.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación es inacabada.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selecciónó B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Porque al unirse el H<sup>+</sup> con el O<sup>-</sup> se forman moléculas de agua que en este caso son 4, con sus respectivos H<sup>+</sup> y oxigenos y sobrán 4 Hidrogenos que no se combinan".

1. La justificación es parcialmente aceptable.

No existió correspondencia, porque la justificación es parcialmente aceptable, en tanto el inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno que es el reactivo en exceso.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

1. Se calculó la masa molar molecular del anhídrido sulfúrico.
2. No se presentó un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "x q' 80 g/mol x 1.9 mol = 152.00 g SO<sub>3</sub>".

1. No se dan elementos que avalen la selección realizada.

No existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación en función del problema/ejercicio planteado.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "x q' a cada azufre le tocan 3 oxígenos".

1. Los elementos citados en la justificación no respaldan la elección realizada.

No existió correspondencia, porque no hay respaldo de la elección hecha.

---

---

#### Caso número 40

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

##### **Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se colocó el planteamiento de una regla de tres, únicamente citando valores.
2. No hay otro planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "A temperatura constante si la presión aumenta el volumen también lo hace".

1. La justificación establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen, cuando la temperatura es constante.
2. No se establece la relación que avale la elección realizada.

No existió correspondencia, porque no se plantea con claridad un proceso cuantitativo y en la justificación se establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.

---

##### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

##### **Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "A temperatura constante y con una presión mayor el aire en el interior del balón se comprime, es por eso que elegí la opción donde todas las partículas se hayan más unidas".

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada queda descrita en la justificación.

---

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

**No hay selección.**

1. Se enlistaron las variables y valores correspondientes al estado inicial.
2. Se planteó una reglas de 3 entre la temperatura, °C, y la presión. Únicamente se colocaron los valores.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

Existió correlación, porquen no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “No hubo”.

No existió correlación porque no hubo justificación y la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.
2. No hay un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. “Se obtiene la misma cantidad de agua en g que el de moles de oxígeno”.

1. La justificación es inacabada y no permite avalar la elección realizada.

No existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación es inacabada.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Al unir el H y el O se forman 4 partículas completas de agua y 4 moléculas de H".

1. La justificación es parcialmente plausible.

No existió correspondencia, porque la justificación es parcialmente plausible, en tanto el inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno que es el reactivo en exceso.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub> (g)] 4**

4...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

**Caso número 41**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron los valores de las variables involucradas para los estados inicial y final.
2. Se sustituyeron los valores de la presión en orden invertido al deseado y se multiplico por el volumen dado.
3. Se obtuvo el resultado de 5.196 L.

Justifica su respuesta. "A mayor presión mayor volumen".

1. La justificación establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.

Existió correspondencia, porque se planteó una relación inconsistente en el proceso cuantitativo que también se plasmó en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "El aire del balón desplaza hacia abajo".

1. No hay un planteamiento que sea satisfactorio para la afirmación realizada.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no satisface lo enunciado en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se enlistaron los valores correspondientes al estado inicial.
2. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "Si el volumen y la masa son constantes la presión no cambia".

No existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la justificación establece que la presión no cambia al ser la masa y el volumen constantes.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Al bajar la temperatura y la presión las moléculas tienden a juntarse más".

Existió correlación porque la imagen seleccionada queda descrita con la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hay selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Porque en total hay 4 moléculas de agua más 4 hidrógenos".

1. La justificación es parcialmente aceptable.

No existió correspondencia, porque la justificación es parcialmente aceptable, en tanto el inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno que es el reactivo en exceso.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

**Caso número 42**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se planteo únicamente con valores una regla de tres, entre la presión y el volumen.
2. Sin mediar operación alguna se seleccionó un inciso.

Justifica su respuesta. "Pues porque x representa los el volumen del aire en litros del balon. Por lo tanto tenia que multiplicar 4 l por 760 mm Hg entre 585 mm Hg y se llevo al resultado de 5.19 L".

1. La justificación establece una narrativa de lo propuesto en el procedimiento cuantitativo.

Existió correspondencia, porque se planteó una relación inconsistente en el proceso cuantitativo que también se plasmó en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque las moléculas se encuentran separadas por lo tanto solo hay aire en alguna zona del balón".

1. Se planteó un razonamiento que establece la separación de las moléculas y se seleccionó una imagen en la cual se concentran las moléculas en una zona.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no satisface lo enunciado en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque la temperatura bajo y la presión a su vez disminuye también".

1. No establece la causa que se presenta por el descenso de temperatura y presión.

No existió correlación porque la imagen seleccionada no queda descrita con la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hay selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Porque se formaron 4 moléculas de agua y 4 moléculas de hidrógeno".

1. La justificación es parcialmente aceptable.

No existió correspondencia, porque la justificación es parcialmente aceptable, en tanto el inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno que es el reactivo en exceso.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque hay muchas más moléculas de las especificadas".

1. No se encontró una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

No existió correspondencia, porque no hubo una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

---

---

### **Caso número 43**

#### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

#### **No hubo selección.**

1. Se encontró el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

#### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

#### **Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Pues por ejercerle presión distinta las moléculas se agruparon en el centro ya que la otra presión fue mayor es por eso que el balón perdió su forma".

1. Se planteó un razonamiento que establece el papel que juega la presión en el estado inicial y final. Sin embargo, no establece alguna otra relación indispensable para explicar el suceso.
2. También se describe satisfactoriamente la imagen seleccionada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se describe en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Pues porque la presión es menor es por eso que las moléculas no tienen que hacer tanta fuerza en conservar la apariencia del objeto".

1. Establece una explicación para la imagen seleccionada.

Existió correlación porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hay selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto)**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Pues por que el problema consiste en comparar las moléculas de todos los elementos y resulta al sumarlos se obtiene la respuesta".

1. La justificación compara a las moléculas involucradas, sin embargo, omite describir en que consistió esa comparación.

No existió correspondencia, porque la justificación omitió describir en que consistió su comparación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "pues por que dicen que son 2 azufres y 6 oxígenos".

1. No se encontró una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

No existió correspondencia, porque no hubo una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

---

---

#### Caso número 44

##### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

##### Selección A; (incorrecto).

1. Se enlistaron las variables y sus valores para los estados inicial y final.
2. Se planteó una relación de variables, que expresa una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión.
3. Se sustituyeron los valores respectivos de las variables y no se encontró el resultado final escrito.

Justifica su respuesta. “Todos los datos dados son los mismos excepto el volumen y la presión, por lo tanto, tomamos estos valores y podemos hacer una regla de 3”.

1. Describe lo propuesto en el planteamiento cuantitativo.

Existió correspondencia, porque la justificación esta en función del planteamiento cuantitativo realizado.

---

##### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

##### Selección B; (incorrecto).

Justifica su respuesta. “ya que a causa de la presión a nivel del mar el volumen suele ser mayor y se expanden las moléculas”.

1. Se planteó un razonamiento que avala la imagen seleccionada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se describe en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hay selección.**

1. Se encuentran algunos valores numéricos y relaciones que no describen un planteamiento coherente.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hay selección.**

1. Se encuentra la determinación de la masa molar molecular atómica para el oxígeno e hidrógeno.
2. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Porque se tiene que equilibrar las ecuaciones y esta, esta bien equilibrada".

1. La justificación busca que la ecuación este equilibrada y omite incorporar los datos propuestos y las relaciones de proporcionalidad que existen.

No existió correspondencia, porque la justificación omitió incorporar los datos propuestos y las relaciones existentes de proporcionalidad entre la ecuación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se establecen algunas relaciones que no son consistentes con el procedimiento cuantitativo esperado.

Justifica su respuesta. "porque si te dan la molaridad y puedes sacar el peso molecular, utilizas la formula de:  $m = \text{mol} \cdot P_m$ ".

Existió correlación, porque aún cuando el planteamiento cuantitativo es inconsistente la justificación, describe lo realizado.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "pues es el recipiente o la figura que contiene los elementos resultantes de la ecuación".

1. No se encontró una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

No existió correspondencia, porque no hubo una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

---

---

#### **Caso número 45**

##### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se plasmó una relación que no esta involucrada en el planteamiento cuantitativo deseado.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque no hubo justificación y procedimiento cuantitativo y se realizó la elección (azar).

---

##### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "PORQUE SE SUPONE Q A MAYOR PRESIÓN LAS PARICULAS SE JUNTAN MÁS ENTRE SI".

1. Se planteó un razonamiento que avala la imagen seleccionada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se describe en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se encuentran algunos valores numéricos que expresan una relación entre la temperatura (°C) y la presión a través de una regla de tres.

Justifica su respuesta. “PORQUE DE ACUERDO A LA REGLA DE 3 ESTE ES EL RESULTADO”.

Existió correlación, porque el planteamiento plasmado en la regla de tres se narra en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “YA QUE ESTAN MÁS PEGADAS, PORQUE EL PUNTO DE EBULLICIÓN ESTA A PUNTO DE SUCEDER, YA QUE SE ENCUENTRA A -5 °C”.

1. La imagen seleccionada corresponde con lo descrito en la justificación.

Existió correlación, porque la imagen seleccionada se encuentra descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección C; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. “10 g, YA QUE EL PESO ATOMICO DEL HIDROGENO ES UNO”.

1. Es incompleta y no proporciona elementos que permitan justificar la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la justificación no proporciona elementos que avalen la elección realizada y hay ausencia del procedimiento cuantitativo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "PORQUE EN EL RECIPIENTE EXISTEN 4 MOLECULAS DE HIDROGENO, 3 DE OXIGENO Y 4 DE HO<sub>2</sub>".

1. La justificación establece que existe una confusión del número de moléculas involucradas. No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no se ajusta con el contenido de la justificación.
- 

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**  
4...

**Selección E; (incorrecto).**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "YA QUE DE ACUERDO A LOS GMS MOL Y LOS GRAMOS DEL OXIGENO Y DEL AZUFRE, ESE ES EL PESO CORRESPONDIENTE".

1. No existen elementos que justifiquen la elección realizada.

No existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la justificación no avala la elección realizada.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**  
4'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "PORQUE PRESENTA MAYOR NUMERO DE PARTICULAS DE O<sub>2</sub>, "REACTIVO EXESIVO".

1. No se encontró una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

No existió correspondencia, porque no hubo una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

---

---

#### **Caso número 46**

##### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**No hubo selección.**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

##### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

- 1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque como hay demasiada presión atmosférica las partículas del exterior atacan sobre todos los puntos externos de la pelota y hacen q' las partículas que estan dentro de esta se contraigan".

1. Se planteó un razonamiento que avala la imagen seleccionada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se describe en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque se muestra que las partículas del gas están en constante movimiento, ya que se encuentran a una temperatura donde les falta poco para ebullición".

1. La imagen seleccionada corresponde con la idea de disminución del tamaño de las partículas y no con la idea de aumento de la ebullición.

No existió correlación, porque la imagen seleccionada no está descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Porque simplemente se cuantifica cuántas moléculas salieron de cada elemento".

1. La justificación no establece lo que sucede en los estados inicial y final.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no se ajusta con el contenido de la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque hay muchas moléculas de ese tipo".

1. No se encontró una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

No existió correspondencia, porque no hubo una explicación satisfactoria del porque del inciso seleccionado.

---

---

#### **Caso número 47**

##### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**No hubo selección.**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

##### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Pues se ejerce presión en la pelota y hace que todos los atomos se mantengan aun mas juntos lo que resulta la deformidad en la pelota".

1. Se planteó un razonamiento que avala la imagen seleccionada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se describe en la justificación.

---

##### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Las moléculas de Hidrogeno tienen una temperatura menor al igual que la presión pero estas ocupan siempre el total de volumen de él recipiente en que estan contenidas, se mantienen, tranquilas".

1. La imagen seleccionada corresponde con la idea de ordenamiento en el perímetro interior del recipiente que contiene a las moléculas lo que es diferente a lo desarrollado en la justificación, cuando se cita que las moléculas se mantienen tranquilas.

No existió correlación, porque la imagen seleccionada no esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. “Estan 2 pares de Oxigenos y 6 pares de Hidrógenos, cuando ocurre la reacción los oxigenos atrapan a dos hidrógenos, cada uno de ellos, convirtiendose en 4 moleculas de agua como total más los 4 atomos de Hidrogeno”.

1. La justificación es plausible.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada es inadecuada en la representación para el hidrógeno en exceso, aún cuando la justificación sea plausible.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hay selección.**

1. Se encontró un espacio vacío.

Justifica su respuesta. “No hubo”.

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. “Son 2 azufres y 6 oxigenos como resultado de la reacción”.

1. No se encontró una explicación satisfactoria del proceso químico involucrado.

No existió correspondencia, porque no hubo selección y la justificación no explicó satisfactoriamente el proceso químico involucrado.

---

---

**Caso número 48**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**No hubo selección.**

1. Se enlistaron las variables y los valores para el estado inicial.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque existe una mayor presión sobre el balón por lo q' sus molec. Se juntan".

1. Se planteó un razonamiento que avala la imagen seleccionada.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se describe en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

1. Se enlistan las variables y los valores para el estado inicial.

2. No hubo procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correlación, porque no hubo justificación y por consiguiente la elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Seleccionó E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque al mezclar el H c/el O se obtiene agua".

1. La justificación no aborda la ecuación química correctamente al igual que las relaciones que surgen de ella.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se obtuvo al azar. Porque la justificación no permite avalar la elección realizada.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se encontraron unas relaciones para determinar la masa molar molecular sin una razón lógica.
2. No hay un procedimiento cuantitativo formal.

Justifica su respuesta. "Por que al llevar acabo la fórmula el r = al que llegué fue 152 grs, por lo tanto esa es la respuesta".

No existió correlación, porque no hubo un planteamiento cuantitativo sustentado en un razonamiento lógico y en tanto la justificación pretende dar elementos para la elección. La respuesta se obtuvo al azar.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque se empezó con 6 S y a c/u le corresponde 3 Oxigenos por lo tanto no se puede quitar ni poner azufre x q' solo se esta transformando".

1. Se establece una explicación para los reactivos y se omite la reacción química y las posibles relaciones que de ella surgen.

No existió correspondencia, porque no hubo una concatenación con los datos de partida y la ecuación química y las posibles relaciones que de ella surgen.

---

---

## Caso número 49

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables y los valores para los estados inicial y final.
2. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. “Simplemente por que al aumentar la presión del balón de voleiball el volumen del mismo también aumentará”.

1. Se establece una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen.

No existió correspondencia, porque no hubo un procedimiento cuantitativo que avale lo descrito en la justificación.

---

### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Por que la presión ejercida sobre el balón es más o menos graficada en ese inciso a comparación de los demás”.

1. Se planteó una declaración sin dar un argumento.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se determinó al azar y la justificación estableció una declaración sin argumentar.

---

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

**No hubo selección.**

1. Se enlistan las variables y los valores para el estado inicial.
2. No hubo procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "al disminuir la temperatura de un gas, sus moléculas pierden movimiento y entran en un estado de reposo".

Existió correlación, porque la imagen seleccionada esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "Por que la formula  $6 \text{H}_2 + 2 \text{O}_2$  (se forma)  $4 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{H}$  muestra mas claramente la reacción química de formación de agua que las otras dos".

1. La justificación es parcialmente plausible.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso, a pesar de que la justificación es parcialmente plausible.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico  $[\text{SO}_3(\text{g})]$  4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico  $[\text{SO}_3]$  4'**

4'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Por que gráficamente es la representación que hace referencia al producto  $2 \text{SO}_3$ ".

1. Se establece una relación en la zona de productos del cambio química y la imagen seleccionada, omitiendo las relaciones proporcionales existentes.

Existió correspondencia, porque la elección realizada queda descrita en la justificación.

---

---

## Caso número 50

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables y los valores para los estados inicial y final.
2. Se estableció una fórmula que expresa una relación directamente proporcional entre la presión y el volumen, se despejó la incógnita. Sin embargo, no se sustituyeron los valores y sí se realizó la elección del inciso.

Justifica su respuesta. "PORQUE CUANDO SE ENCUENTRA A UNA ALTURTA MAYOR LAS MOLECULAS (AIRE) SE ENCUENTRAN MAS SEPARADAS QUE CUANDO ESTAN A UNA ALTURA MUCHO MENOR".

1. Se establece una relación directamente proporcional entre la altura y la separación de las moléculas.

Existió correspondencia, porque el resultado obtenido se explicó en la justificación.

---

### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

1'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada se realizó al azar y sin justificación.

---

### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)

2...

**Incorrecto: E.**

1. Se establece una relación entre la presión, temperatura inconsistente en el planteamiento.
2. No hubo procedimiento cuantitativo lógico.

Justifica su respuesta. "POR QUE CUANDO HAY UNA MAYOR TEMPERATURA LA PRESIÓN AUMENTA Y SI LA TEMPERATURA DISMINUYE LA PRESIÓN BAJA".

1. Se establece una relación directamente proporcional entre la presión y la temperatura.
2. La justificación es adecuada.

No existió correlación, porque el planteamiento cuantitativo es contradictorio en la propuesta, a pesar de que la justificación es adecuada.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "POR QUE CUANDO BAJA LA TEMPERATURA LAS MOLECULAS DEJAN DE MOVERSE O DISMINUYE SU VELOCIDAD".

Existió correlación, porque la imagen seleccionada esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correspondencia, porque la elección se hizo al azar, sin planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. "POR QUE AL REALIZARSE ESA REACCIÓN SE FORMARON 4 MOLECULAS DE AGUA Y RESULTARON 2 MOLECULAS DE H<sub>2</sub>".

1. La justificación es plausible.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso, a pesar de que la justificación es plausible.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**Correcto: B, sin embargo, la elección se realizó al azar, no contó con un fundamento cuantitativo y cualitativo ≡ incorrecto.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

No existió correlación, porque la elección se realizó al azar, no contó con fundamento cuantitativo y cualitativo.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "POR QUE ALGUNAS MOLECULAS DE S SE UNIERON A LAS MOLECULAS DE O<sub>2</sub>".

1. Se establece una relación con las moléculas de S y de oxígeno sin un fundamento.

No existió correspondencia, porque la elección se realizó al azar. La justificación no avala la elección realizada.

---

---

### Caso número 51

#### Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, no existió correspondencia, porque no hubo un procedimiento cuantitativo que avale la elección realizada. Y la justificación es incompleta  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se plasmaron un par de operaciones numéricas sin razón lógica.
2. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. “El producto de la presión por el volumen de un gas, es constante, solo hice una regla de 3”.

1. Se establece el producto de la presión y el volumen como una constante, lo cual es cierto, sin embargo, no termina la idea.

No existió correspondencia, porque no hubo un procedimiento cuantitativo que avale la elección realizada.

---

#### Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')

- 1'...

**Selección D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Los gases a mayor presión menor volumen, por lo tanto las moléculas están muy juntas”.

1. Se planteó una relación inversamente proporcional entre el volumen y la presión.
2. La imagen seleccionada describe una disminución de tamaño, que se contrapone con lo expuesto en la justificación.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no queda descrita con la justificación. La elección se realizó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.  
Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Seleccionó B; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Las moléculas se expanden mas porque hay menos presión".

1. La imagen seleccionada queda descrita con la justificación.

Existió correlación, porque la imagen seleccionada esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Incorrecto: Se indica que el resultado es 480 g y que las opciones posibles no lo presentan.**

1. Se encuentra el espacio vacío.
2. No se presenta un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. “10 mol de  $O_2$  son 160 g, si le agregamos 320 g mas de las moles qe se necesitan para formar moléculas de agua, se obtienen 480 g”.

1. Se parte de 10 mol de oxígeno y se establecen unas relaciones que no son claras y se obtuvo el resultado propuesto.

Existió correspondencia, porque establece una serie de operaciones que no son claras y le llevan al resultado expresado.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua ( $H_2O$ ) 3'**  
3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. “Es la forma correcta del balanceo de la ecuación, ya qe hay el mismo numero de atomos de un lado que del otro”.

1. La justificación se centra en el principio de igualdad de átomos y se omite el cambio químico que se presenta.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso, en tanto la justificación se centra en el balanceo de la ecuación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [ $SO_3(g)$ ] 4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra la masa molar molecular atómica del oxígeno.

2. No se establece un procedimiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Correcto: E.**

Justifica su respuesta. "Porque hay 6 atomos de azufre y 12 de oxigeno, pero cada uno de azufre atrae 3 de oxigeno asi que quedan 2 azufres libres".

1. Se establece una justificación plausible.

Existió correspondencia, porque la elección realizada queda descrita en la justificación.

---

---

**Caso número 52**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron la altura y el volumen iniciales.
2. Hay un planteamiento cuantitativo, que establece una relación directamente proporcional entre el volumen y la presión.
3. Se realiza el despeje y se sustituyen los valores respectivos.
4. Se obtiene el resultado.

Justifica su respuesta. "Con la formula de la ley de Boyle pude sacar el volumen ya que despeje y asi obtuve el resultado".

1. La justificación narra el procedimiento operativo del planteamiento cuantitativo.

Existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo se describe en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**No hay selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "la presión es la misma ya que el vol. y la masa son constantes, o sea no cambian".

1. Se establece que no hay algún cambio.

No existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la justificación establece que no hay algún cambio.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección E; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Ya que la temp. no es un elemento que influya en la distribución de las moléculas”.

1. La imagen seleccionada describe una disminución de tamaño de las moléculas, lo que resulta inconsistente con lo descrito en la justificación.

No existió correlación, porque la imagen seleccionada no esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**  
3...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. “Por que en las condiciones que se encuentra pues la masa es 10 g”.

1. Se da un argumento inconsistente e incompleto.

No existió correspondencia, porque no hay un planteamiento cuantitativo y la justificación es inconsistente e incompleta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**  
3'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Ya que los elementos del estado inicial al presentar una reacción se unieron formando moléculas de agua”.

1. La justificación se centra en la formación de agua sin explicar lo que va sucediendo en el proceso.

No existió correspondencia, porque el inciso seleccionado no se encuentra argumentado en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>(g)] 4**

4...

**No hubo selección.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correlación, porque no hubo selección y justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**No hubo selección.**

Justifica su respuesta. "No hubo".

Existió correspondencia, porque no hubo selección y justificación.

---

---

**Caso número 53**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Correcto: C, sin embargo, la elección fue al azar  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se enlistaron las variables y los valores respectivos para el estado inicial.
2. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "A mayor Presión menor temperatura".

1. La justificación establece una relación inversamente proporcional entre la presión y la temperatura.
2. No hay elementos que respalden la elección realizada.

No existió correspondencia, porque no hay planteamiento cuantitativo y la justificación involucra a la presión y a la temperatura.

---

### **Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Seleccionó D; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "No cambia el aire contenido en el balón, ya que las partículas de cada elemento que contenga no pueden salir del balón".

1. La imagen seleccionada representa una disminución del tamaño de las moléculas involucradas.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no está descrita en la justificación.

---

### **Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Correcto: B, sin embargo, se determinó al azar. Porque no hubo planteamiento cuantitativo y la justificación no establece el porque se realizó la elección  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se enlistaron las variables y los valores respectivos para el estado inicial.
2. No existe planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "No baja mucho la presión, debido al volumen".

1. La información que se proporciona no permite un análisis del porque de la selección realizada.

No existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo y la justificación no establece el porque se realizó la elección.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Debido a que bajo su temperatura se condensan y se juntan".

1. La imagen seleccionada esta descrita en la justificación hecha.

Existió correlación, porque la imagen seleccionada esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Correcto: B, sin embargo, la elección esta al azar, pues no esta respaldada por un procedimiento cuantitativo y cualitativo  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se encuentra el espacio vacío.

Justifica su respuesta. "Se suma para sacar PM y se multiplica por el numero de mol para sacar la masa".

1. Se da un argumento inconsistente e incompleto.

No existió correspondencia, porque no hay un planteamiento cuantitativo y la justificación es inconsistente e incompleta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3'**

3'...

**Selección B; (incorrecto).**

1. El inciso seleccionado contiene una representación inadecuada para el hidrógeno en exceso.

Justifica su respuesta. “Se tienen 6 moléculas de hidrógeno y 2 de Oxígeno al efectuarse la reacción se atraen debido a sus cargas y se forman 4 moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$  y 2 de  $\text{H}^+$ ”.

1. La justificación es plausible.

No existió correspondencia, porque el inciso seleccionado representa de forma inadecuada a las moléculas del hidrógeno que se encuentra en exceso, aún cuando la justificación es plausible.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3(\text{g})$ ] 4**

4...

**Correcto: B, sin embargo, la elección se realizó al azar. Porque no hubo planteamiento cuantitativo y una justificación que avalará la elección realizada  $\Xi$  incorrecto.**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. “Se saca el PM y se multiplica por el número de mol para sacar el peso”.

1. Es incompleta y no permite avalar la elección realizada.

No existió correlación, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación fue incompleta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [ $\text{SO}_3$ ] 4'**

4'...

**Correcto: E.**

Justifica su respuesta. “Al efectuarse la reacción se atraen las partículas por las cargas los de azufre atraen el Oxígeno, y quedan 2 libres”.

1. La imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

Existió correspondencia, porque la imagen seleccionada quedó descrita con la justificación.

---

---

**Caso número 54**

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1)**

1. ...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se enlistaron las variables y los valores respectivos para los estados inicial y final.
2. Se planteó una regla de 3, que involucra al volumen y a la presión.
3. No se presentaron los cálculos aritméticos.

Justifica su respuesta. “Creo que es ella porque la único que se me está pidiendo es el volumen y no su temperatura u otra incógnita”.

1. La justificación establece la narrativa del proceso cuantitativo planteado.

Existió correspondencia, porque el planteamiento cuantitativo quedó descrito en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Boyle 1')**

1'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Porque está cargando más capas de la atmósfera”.

1. La narrativa no permite justificar la elección realizada.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2)**

2...

**Selección A; (incorrecto).**

1. Se establecieron algunas relaciones sin una lógica.
2. No existe planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. "Porque el volumen y la masa son constantes y lo que se está pidiendo es la presión en atmósferas".

1. La información que se proporciona no permite un análisis del porque de la selección realizada.

No existió correlación, porque no hubo planteamiento cuantitativo claro y la justificación no establece el porque se realizó la elección.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio de gases (ley de Gay-Lussac 2')**

2'...

**Selección C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque ha bajado su temperatura y presión".

1. La imagen seleccionada esta descrita en la justificación hecha.

Existió correlación, porque la imagen seleccionada esta descrita en la justificación.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua (H<sub>2</sub>O) 3**

3...

**Selección D; (incorrecto).**

1. Se encuentran algunos datos citados en el enunciado sin orden.
2. No hay un planteamiento cuantitativo.

Justifica su respuesta. “Porque se saca de los 10 mol del  $O_2$  y de allí se saca su masa máxima”.

1. Se da un argumento inconsistente e incompleto.

No existió correspondencia, porque no hay un planteamiento cuantitativo y la justificación es inconsistente e incompleta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de agua ( $H_2O$ ) 3'**  
3'...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. “Da por resultado ello por los subíndices que se tienen de las reacciones”.

1. La narrativa es incompleta.

No existió correspondencia, porque el inciso se seleccionó al azar.

---

**Problema/ejercicio cuantitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [ $SO_3(g)$ ] 4**  
4...

**Seleccionó A; (incorrecto).**

1. Se encuentra un espacio vacío.

Justifica su respuesta. “Porque solamente nos están pidiendo su peso (masa) en gramos”.

1. Es incompleta y no permite avalar la elección realizada.

No existió correlación, porque no hubo un planteamiento cuantitativo y la justificación fue incompleta.

---

**Problema/ejercicio cualitativo en el dominio estequiométrico. Formación de anhídrido sulfúrico [SO<sub>3</sub>] 4'**

4'...

**Seleccionó C; (incorrecto).**

Justifica su respuesta. "Porque lo que se pide representa el producto del reactivo".

1. La imagen seleccionada no quedó descrita con la justificación que es incompleta.

No existió correspondencia, porque la imagen seleccionada no quedó descrita con la justificación.