



# **DESARROLLO DE COMPETENCIAS EN LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL CURSO DE QUÍMICA GENERAL E INORGÁNICA PARA ESTUDIANTES DE PRIMER SEMESTRE DE INGENIERÍA EN LA UNIVERSIDAD EIA**

**Javier Alfonso Sierra Torres, Pedronel Araque Marín, Luz Marina Arias Cadavid**

**Universidad EIA  
Envigado, Colombia**

## **Resumen**

En la búsqueda de un trabajo colaborativo que impacte el quehacer educativo en el aula de clase, en especial la implementación de herramientas metodológicas no convencionales que promuevan el proceso de enseñanza-aprendizaje por medio del desarrollo y adquisición de las competencias: comunicativa y de trabajo en equipo, principalmente, y de pensamiento sistémico y creativa, en el departamento de Ciencias Básicas y de Ciencias Sociales y Educación, decidimos iniciar una investigación desde la interdisciplinariedad de áreas del conocimiento como la Química, la Matemática y la Comunicación.

La nueva estrategia se implementó teniendo como referencia la asignatura de Química General e Inorgánica de primer semestre de ingeniería de la Universidad EIA y el Icosaedro como instrumento fundamental gracias a sus características de sinergia e integridad de su estructura. Sus 12 vértices, 20 caras y 30 aristas juegan un papel preponderante a la hora de articular la propuesta con los estudiantes de la asignatura mencionada. Se trata entonces de vivir una nueva dinámica en el aula de clase alrededor de una situación problema, para así crear las interdependencias que llevarían a la búsqueda de soluciones del mismo por medio de la integración de diversas perspectivas, conocimientos y experiencias. Las soluciones del problema comprenden una evolución de respuestas dentro del grupo, teniendo en cuenta para ello no solo las de cada estudiante sino las que son compartidas por estos a los demás, utilizando para ello la comunicación y por supuesto la sistematización de quehaceres en los cuales es básico altos niveles del trabajo colaborativo y en equipo y trabajo en equipo.

Partiendo de experiencias ya vividas en el aula de clase por parte de los profesores y de los argumentos presentados por los estudiantes sobre la dificultad en comprensión lectora e interpretación a la hora de resolver un ejercicio, se encontró que la escritura de la situación problema presentaba deficiencias estructurales de forma, manejo conceptual en Química y manejo de información inconexa, debido a la no contextualización de la situación problema. Al momento de replantear los problemas se observaron fallas en manejo de sinonimia y proformas en los escritos. En la construcción de una nueva situación problema se presentaron dificultades en la estructura formal, aunque la contextualización y manejo conceptual mejoraron. También se identificó y llamó profundamente la atención fue la dificultad al momento de aplicar conceptos básicos de Aritmética y Álgebra. Tema interesante, porque ahí podría estar la explicación a los constantes inconvenientes que estudiantes de los primeros semestres de ingeniería presenta a la hora de resolver ejercicios de aplicación en determinados contextos.

**Palabras clave:** competencias; aprendizaje significativo; química; icosaedro; roles; sintegridad

### **Abstract**

*In the search for a collaborative work that impacts the educational task in the classroom, especially the use of non-conventional methodological tools that promote the teaching-learning process through the development and acquisition of skills: creative, systemic, teamwork And communicative. We decided to work from the interdisciplinarity of areas of knowledge such as Chemistry, Mathematics and Communication. For our implementation we take as a reference the subject of General and Inorganic Chemistry of the first semester of engineering of the Universidad EIA and based on the characteristics of the synergy and integrity of the structure of a regular polyhedron like icosahedron for its symmetrical properties that Make free of inequalities, with information distributed within its 12 vertices, 20 faces and 30 edges, the 30 edges being the number of students around a problem situation, in order to create the interdependencies that would lead to the search for solutions of the same The integration of diverse perspectives, knowledge and experiences. The solutions of the problem comprise an evolution of answers within the group, taking into account for this not only those of each student but those that are shared by these to the others, using for this the communication and of course the systematization of tasks in which Are basic high levels of collaboration and teamwork.*

*Based on experiences already experienced in the classroom by teachers and the arguments presented by students about the difficulty in reading comprehension and interpretation when solving an exercise posed by peers, it was found that the writing of the Situation problem presented structural failures of form, conceptual management in Chemistry and management of information disjointed, due to the non-contextualization of the problem situation. At the moment of replanning the problems were observed faults in handling of synonymy and proformas in the writings. In the situations rephrased problems, that were rethought, there were shortcomings in the*

*formal structure; although conceptual contextualization and management improved. Something that also identified and drew deep attention was the difficulty in applying basic concepts of Arithmetic and Algebra. Interesting topic, because there could be the explanation to the constant disadvantages that students of the first semesters of engineering presents when solving exercises of application in certain contexts.*

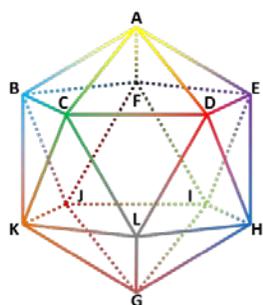
**Keywords:** *competences; significant learning; chemistry; icosahedron; roles; syntegrity*

## 1. Introducción

Es evidente que en las clases de ciencias los estudiantes tienen que aprender los modelos científicos y los términos especializados que forman parte de estos modelos, pero deben empezar a hablar de los fenómenos con sus propias palabras (Carlino, 2002), y estas irán cambiando a medida que adquieran nuevos conceptos. De alguna manera, la actividad científica también es una actividad lingüística. (Márquez, 2005). La Química es una ciencia experimental que transforma tanto sustancias como su propio lenguaje. Un lenguaje que es vital en los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente para construir y/o interpretar situaciones problema. (Araque, 2013). Entre los trabajos colaborativos que impacten el quehacer educativo en el aula, y en especial la utilización de herramientas metodológicas no convencionales, se encuentra el juego de roles, el cual es entendido como "técnica útil para manejar aspectos o temas difíciles en los que es necesario tomar diferentes posiciones para su mejor comprensión" (Tecnológico de Monterrey, 2010) y el método "syntegrity"(Beer, 1994), conocido como el método del icosaedro, basado en las características de la sinergia e integridad de la estructura de un poliedro regular como el icosaedro por sus propiedades simétricas que lo hacen libre de desigualdades, con información distribuida dentro de sus 12 vértices, 20 caras y 30 aristas, siendo las 30 aristas el número de estudiantes alrededor de una situación problema (figura 1).

El icosaedro se divide en dos grupos de 15 estudiantes, donde 3 subgrupos de 5 estudiantes (figura 2), asumirán los roles de *Diseñadores* (pirámide pentagonal), *Críticos* (pentágono opuesto a la pirámide pentagonal) y *Evaluadores* (arista de enlace entre la base piramidal y el pentágono). Los diseñadores tienen un tiempo de 10 minutos para construir una situación problema, luego los Críticos tienen 10 minutos para generar oposición respetuosa a los argumentos y a la dinámica de trabajo de los diseñadores, finalmente los evaluadores, evalúan todo el proceso de los diseñadores y críticos.

Figura 1. Distribución de los estudiantes en el aula de clase como las aristas del icosaedro.

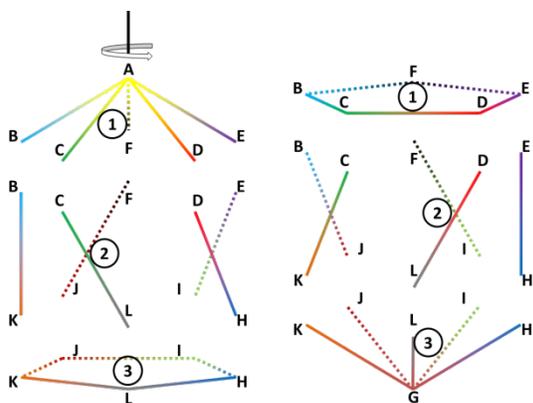


#	Arista	#	Arista	#	Arista
1	AB	11	CD	21	IE
2	AC	12	CL	22	IF
3	AD	13	CK	23	IJ
4	AF	14	CB	24	IH
5	FB	15	LD	25	JF
6	EA	16	KL	26	GH
7	EF	17	KG	27	GI
8	EH	18	KJ	28	GJ
9	ED	19	KB	29	GL
10	HD	20	BJ	30	HL

a)

Fuente: creación propia

Figura 2. Representación con el icosaedro en el aula de clase: a) icosaedro; b) subgrupo de estudiantes dentro del icosaedro.



a)

Fuente: creación propia

1	AB	Acevedo Sanchez Juan Esteban	4	GH	Muñoz Rodríguez Juan José
	AC	Castaño Aguirre Valentina		GI	Perdomo Orozco Andrés Felipe
	AD	Gutiérrez Orozco Daniela		GL	Vega Rocha Juan Camilo
	AE	Marín Giraldo Miguel Angel		GI	Arcila Cano Sara
	AF	Pacheco Durán Diomar Andrés		GK	Gómez Guerrero Sebastián
2	CL	Paniagua Maya Laura Catalina	5	DE	López Gómez Alejandro
	DH	Ruiz Castro Daniela		EF	Orozco Rivilla Santiago
	EI	Andrade Sánchez Isabella		FB	Quiñero Ivarín Juan Pablo
	FJ	Díaz Pallares Emily Paola		BC	Velez Cortes Miguel Angel
	BK	Ibarra Orozco Kevin Alexander		CD	Barrera Sánchez Jeisson Harvey
3	HL	Rodríguez Tobón Kevin	6	DL	González González Santiago
	HI	Alzate Loaiza Santiago		CK	López Gómez Juan Pablo
	IJ	Cortes Durán Cesar Ignacio		BJ	Ospina Muriel Mariana
	JK	Hoyos Chaves Alejandro		FI	Ramírez Villegas Valentina
	KL	Morales Velásquez Juan Esteban		EH	Vélez Zapata Andrés

b)

En la figura 1a se observa el icosaedro con asignación de letras en sus 12 vértices; las 30 aristas se representan por dos letras, siendo las aristas los 30 estudiantes del salón de clase (tabla 1b).

Con el ánimo de solventar la necesidad encontrada en cuanto a las dificultades de comprensión lectora e interpretación, aspectos fundamentales a la hora de resolver un ejercicio de aplicación, en la asignatura de Química General e Inorgánica para estudiantes de primer semestre de ingeniería en la Universidad EIA, se planteó una modificación al método del icosaedro ("syntegrity"), en el cual partiendo de 30 estudiantes se construyen seis subgrupos donde todos tienen el rol de: Diseñadores, Críticos y Evaluadores, además, que permita mostrar cómo es posible, no solo su implementación sino su aplicación como coadyuvantes de la potenciación de las "cuatro competencias básicas que desarrolla nuestra institución: comunicativa, trabajo en equipo, pensamiento sistémico y creativa"

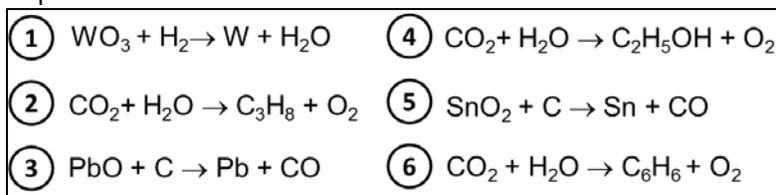
## 2. Metodología

Para potenciar el desarrollo de las cuatro competencias ya mencionadas, las cuales serán pilar fundamental en la solución de problemas, en el curso de Química General e Inorgánica para estudiantes de primer semestre de ingeniería en la Universidad EIA, se implementó durante el periodo académico 2016-2 la estrategia del icosaedro, la cual consistió al inicio en trabajar con un grupo de 30 estudiantes dividido en 6 subgrupos de 5 estudiantes cada uno, con una distribución por género de 58 % hombres y 42 % mujeres. La metodología se realizó en cuatro etapas, las cuales se describe a continuación:

### Etapa de planteamiento de la situación problema

Se asignó una ecuación química a cada subgrupo de estudiantes (figura 3), para que asumieran el rol de **Diseñadores** y elaboraran de modo escrito un problema de termodinámica, donde la reacción química (representada por la ecuación química) fuera exotérmica y el calor liberado se utilizaría para calentar un recipiente que contenía agua líquida.

Figura 3. Ecuaciones químicas.



Fuente: creación propia

### Etapa de comprensión e interpretación del problema

Se realizó iteración de los participantes construyendo nuevos subgrupos a los que se les asignó el rol de **Críticos**. Su papel fue emitir argumentos de oposición desde la comprensión lectora de la propuesta de los **Diseñadores**, además de generar una oposición respetuosa de la escritura. Luego los **Críticos** plantearon una posible solución al problema.

### Etapa de replanteamiento del enunciado del problema

Se realimentó el grupo de los **Diseñadores** con las observaciones realizadas por los **Críticos** desde la comprensión lectora del ejercicio hasta las dificultades para dar solución al mismo por falta de algunos datos dentro del enunciado. De esta forma los diseñadores construyeron un nuevo enunciado de la situación problema.

### Etapa de Implementación del instrumento de evaluación

Se asignó a los estudiantes el rol de **Evaluadores**. Su papel, por medio de la rúbrica como instrumento de evaluación, basado en una escala cuantitativa y asociada a criterios, les permitió medir la construcción de la situación problema de los **Diseñadores** y las soluciones planteadas por los **Críticos**.

### 3. Resultados

#### Planteamiento de la situación problema

En la figura 4 se observan los subgrupos de estudiantes diseñadores como partes del icosaedro (figura 4a), y los estudiantes organizados en los seis subgrupos aristas del icosaedro (figura 4b). Los subgrupos designaron internamente roles resaltando las habilidades y aptitudes de cada integrante. En la figura 5, se observan los enunciados de los diseñadores, los cuales se plantea una situación problema en termodinámica, en rojo se resaltan algunas palabras erradas en su ortografía, repetidas, frases sin puntuación o falta de utilización de conectores adecuados.

Figura 4. Representación con el icosaedro para el grupo de *Diseñadores*: a) icosaedro; b) subgrupo de estudiantes dentro del icosaedro.

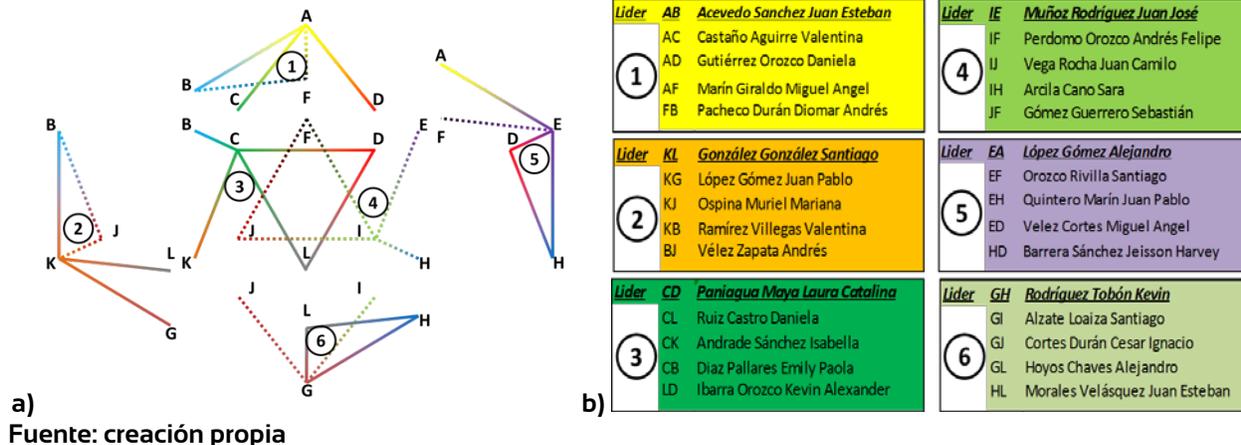


Figura 5. Ejercicios planteados por los *Diseñadores*.

<p>1. <math>W_{(s)} + 3H_2O_{(g)} \rightarrow WO_{3(s)} + 3H_{2(g)}</math>                  a) Hallar el calor producido, cuando reaccionan 220g de Tungsteno al 80% pureza (m/m) con 84 mL <math>H_2O_{(g)}</math> con una presión de 730mmHg a 20 °C.                  b) Se queman 30g de <math>W_{(s)}</math> en una bomba calorimétrica que contiene 3.333Kg de <math>H_2O</math>. Calcule la temperatura inicial si el entorno en equilibrio tiene una temperatura 52°C y la constante del calorímetro es 3050J/°C. (Nota: Utilizar el calor desprendido que se <b>haya</b> en el punto a)</p>	<p>4. Cuando 800mL de oxígeno molecular gaseoso medido a condiciones estándar, quema completamente 500 mL de <b>C2H5OH()</b> que tiene una densidad de 5,4 g/mL y una pureza de 88.2 % (m/m) en una bomba calorimétrica, la cual contiene 5 L de agua que se encuentran a 18 °C y la constante del recipiente es de 1500J/°C. <b>determine</b> si la temperatura del entorno aumentó o disminuyó y diga cuánto? Nota. Considere la densidad del agua como 1g/mL.  <math>C_2H_5OH_{(l)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}</math></p>
<p>2. El propano <math>C_3H_{8(g)}</math> sirve para la <b>calefacción del hogar</b>, para ello se somete a combustión completa, representado en la siguiente reacción:  <math>C_3H_{8(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}</math>                  a) Determinar la temperatura final del agua cuando reaccionan 0,05M y 380mL de <math>O_{2(g)}</math>; 500mL de <math>C_3H_{8(g)}</math> a condiciones estándar si la temperatura inicial del agua fue de <b>16°C y 16g</b>.</p>	<p>5. En la reacción <math>Sn_{(s)} + 2CO_{(g)} \rightarrow SnO_{2(s)} + 2C_{(s)}</math> se tienen 4.8 Kg de <b>Estaño</b> gris y 100mL de monóxido de carbono a condiciones <b>estándar que se</b> encuentran en una bomba calorimétrica <b>con una</b> constante de 2820 J/°C, <b>con</b> una temperatura de 20°C y <b>con</b> 7 Kg de agua. Este era un experimento que estaba desarrollando el <b>científico Pedrone!</b> Araque, pero para poder terminar con su experimento necesita hallar el calor de la reacción y la <b>temperatura final</b>, <b>porque</b> muy tristemente perdió esos datos. <b>¿Podras</b> ayudarle a Pedrone! para finalizar su experimento?</p>
<p>3. Teniendo en <b>cuanta</b> la siguiente reacción:  <math>Pb_{(s)} + CO_{(g)} \rightarrow PbO_{(s)} + C_{(s,grafito)}</math>                  Con 2Kg de <math>Pb_{(s)}</math> al 90%(m/m) que reaccionan con 1,5 L de <math>CO_{(g)}</math> a 30 °C y 1000 mmHg, que genera una reacción exotérmica. Luego se introduce en una bomba calorimétrica con 0,05L de agua con densidad de 1g/mL y un cambio de temperatura de 4°C. Hallar la capacidad calórica de la bomba.</p>	<p>6. En una reacción <math>C_6H_{6(l)} + 15/2O_{2(g)} \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}</math> en una bomba calorimétrica se queman 10L de <math>C_6H_6</math> con densidad de 1,385g/mL a una temperatura de 56°C y <math>O_2</math> reacciona 20°C, 750mmHg y 5L. <b>Calcule la temperatura final del sistema teniendo en cuenta que la constante del calorímetro es de 23,5KJ</b>.</p>

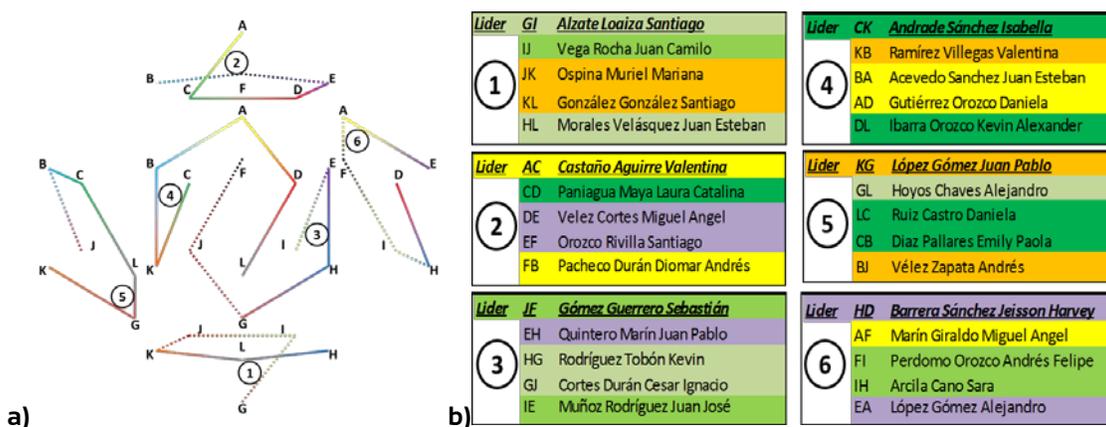
Fuente: creación propia

Desde la Comunicación se evidencian problemas de sintaxis y ortografía que afectan la cohesión y coherencia, indispensables interpretación y comprensión del problema y la elaboración del enunciado. Se presentan deficiencias en el manejo de verbos y en la cohesión del planteamiento del problema, además no tienen en cuenta el correcto uso de mayúsculas, signos de puntuación y formulación de preguntas. Desde la Química los estudiantes conceptualizaron adecuadamente el proceso exotérmico, ya que se evidencia que todas las reacciones químicas fueron organizadas para que cumplieran tal fin. Se presentaron dudas al momento de escribir algunas fórmulas moleculares ( $C_2H_5OH_{(l)}$ ), y dificultades para crear un contexto donde se pudiera integrar la ecuación química. Algunos grupos no diferenciaron los estados de agregación de las sustancias, además confunden las sustancias dentro de una reacción química.

### Comprensión e interpretación del problema

En la figura 6 se observan los subgrupos de estudiantes *Críticos* como partes del icosaedro (figura 6a), los estudiantes organizados en los seis subgrupos aristas del icosaedro (figura 6b). Los subgrupos *Críticos* fueron construidos de tal forma que el ejercicio asignado para emitir argumentos de oposición desde la comprensión lectora fue diferente al que les tocó formular cuando fueron *Diseñadores*.

Figura 6. Representación del icosaedro para el grupo de *Críticos*: a) icosaedro; b) subgrupo de estudiantes dentro del icosaedro.



Fuente: creación propia

En la figura 7, se observan los argumentos de oposición desde la comprensión lectora de los *Críticos* a la propuesta de los *Diseñadores*, en rojo se resaltan algunas fallas en manejo de sinonimia y proformas.

Desde la comunicación se evidencian problemas de sintaxis y ortografía que afectan la cohesión y coherencia; no se completan algunas palabras, utilizando abreviaturas inadecuadas, se presentaron déficit en el manejo de signos de interrogación y en la cohesión del planteamiento de las preguntas, además no tienen en cuenta el uso correcto de mayúsculas y signos de puntuación. Partiendo de los argumentos presentados por los críticos sobre la dificultad en comprensión lectora del ejercicio planteado por los diseñadores, se encontró que la escritura de la situación problema presentaba dificultades estructurales de forma, manejo conceptual en química y

manejo de información inconexa, debido a la no contextualización de la situación problema.

Desde la química los estudiantes presentan deficiencias conceptuales entre capacidad calórica de sustancias a presión constante ( $C_p$ ) y Calor específico de recipientes ( $Q_p$ ).

Figura 7. Recomendación de los *Críticos* a las propuestas de los *Diseñadores*.

<p>1.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Solo es una <b>pregunta por lo</b> tanto # a es irrelevante</li> <li>La <b>nota sobra</b> teniendo en cuenta sugerencia 1</li> <li>Falta <math>C_p</math> del <math>H_2O</math></li> <li>Falta estado de agregación en 3.333Kg de <math>H_2O_{(g)}</math></li> <li>En el enunciado falta contextualizar, ejm: el <math>W_{(s)}</math> se encuentra en ...</li> <li>El <math>H_2O</math> de la reacción ¿Dónde está? <b>Falta datos</b> del <math>H_2O</math> en la reacción para encontrar el R.L.</li> <li><b>NO</b> se puede <b>comenzar a hacer</b> el ejercicio por falta de <b>datos</b> ya que no se pueden asumir <b>datos</b>; hay <b>q'</b> dar mejores <b>datos</b> para encontrar R.L. → <b>En el enunciado</b> sólo se puede hacer la entalpía de la reacción. ☹ ¡ÁNIMO!</li> </ol>	<p>4.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>Mejorar redacción, para mayor comprensión, entendimiento y poder tener un mejor desarrollo del problema</b></li> <li>Tener en cuenta los valores <b>correctos en este</b> caso densidad de <math>C_2H_5OH</math> que es 0,789 g/mL ¡ en una bomba <b>calorimetrica</b> la <math>T^\circ</math> no disminute!</li> </ol>
<p>2.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Replantear el ejercicio, <b>dado que</b> no sabemos sobre qué vamos a trabajar, se debe especificar <b>que</b> se trabajará sobre la bomba</li> <li>Aumente la masa del agua en la bomba calorimétrica</li> <li>Falta la constante de la bomba calorimétrica</li> </ul>	<p>5.</p> <p>Como hay dos tipos de carbono se debe especificar cual se debe usar. El C grafito o <b>Cdiamante</b> Se debe dar el <math>C_p</math> del agua Especificar si la temperatura es inicial o final.</p>
<p>3.</p> <p>Poner contexto 0,05L de agua ¿(g,l,s)? ¿ el agua está dentro de la bomba o afuera? Colocar capacidad calórica del agua. ¿Qué se introduce en la bomba?</p> <p>→ El resultado no es lógico, para una bomba <b>calori...</b> el <math>C_p</math> debe ser mayor a 2000</p>	<p>6.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plantear bien el enunciado, utilizar comas.</li> <li>1,383g/mL es un dato <b>falso (Busque)</b></li> <li>23,5 KJ ¿Qué <b>onda</b> con las unidades?</li> <li><math>15/2O_{2(g)}</math> no se puede entregar en fraccionario</li> <li>Cambiar el inicio del ejercicio "En la siguiente reacción"</li> <li>Faltan datos de <math>C_6H_6</math> → ¿<b>con densidad y temperatura que se encuentra?</b></li> <li>Si es una bomba esta rodeada de Agua, ¿dónde <b>estan</b> los datos del agua?</li> <li>¿Dónde está q?</li> <li>¿cuál es la temperatura inicial de la reacción?</li> <li>No hubo solución porque faltan datos</li> </ul>

Fuente: creación propia

### Replanteamiento del enunciado del problema

En la figura 8, se resumen las situaciones problemas replanteadas por los *Diseñadores*, teniendo en cuenta las recomendaciones de los *Críticos*. Se presentó solo un error en la estructura formal; la contextualización y manejo conceptual mejoraron, pero se evidencia de nuevo problemas de sintaxis y ortografía que afectan la cohesión y coherencia, que son elementos indispensables para la comprensión del problema y la elaboración del enunciado.

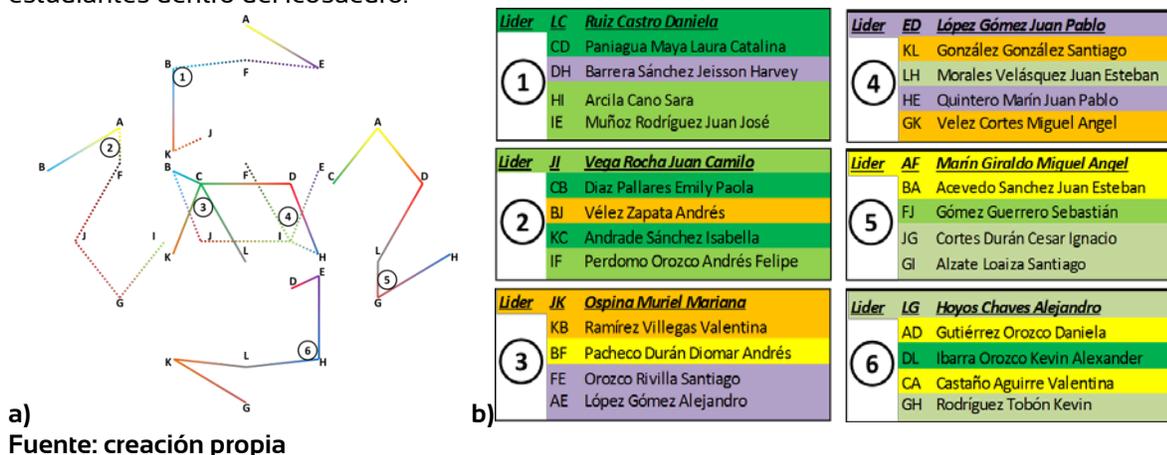
Figura 8. Situaciones problema replanteadas por los *Diseñadores*.

<p>1. Un químico desea hacer un barniz, utilizando <math>W_{(s)}</math> con agua, produciendo así una reacción <b>exotérmica</b> reaccionando 220g de wolframio sólido al 80% pureza (m/m) con 84 mL <math>H_2O_{(g)}</math> con una presión de 730mmHg a 20 °C.</p> <p>Se introducen los reactivos en una bomba <b>calorimétrica</b> que contiene <b>3.333Kg de <math>H_2O</math></b>. Calcule la temperatura inicial si el entorno en equilibrio tiene una temperatura de 52°C y la constante del calorímetro es 3050J/°C. (Recordar: el Cp del agua es constante <math>\rightarrow 4.184J/g^{\circ}C</math></p>	<p>4. Cuando se quema completamente 500 mL de <math>C_2H_5OH_{(l)}</math> con una densidad de 0.789 g/mL y una pureza de 88.2 % (m/m) en una bomba calorimétrica, que contiene 5 L de agua a una temperatura de 18°C, <b>por medio de 800mL de oxígeno molecular gaseoso medido a condiciones estándar y la constante del recipiente es de 1500 J/°C. Nota:</b> considere la densidad del agua como 1g/mL y <b>su constante de 4.184 J/g°C</b>. Determinar la temperatura final del sistema</p>
<p>2. El propano <math>C_3H_8_{(g)}</math> sirve para la calefacción del hogar, para ello se somete a combustión completa, representado en la siguiente reacción:</p> $C_3H_8_{(g)} + 5O_{2(g)} \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$ <p>a) Determinar la temperatura final del agua cuando se quema en una bomba calorimétrica que contiene 0,05M y 380mL de <math>O_{2(g)}</math>; 500mL de <math>C_3H_8_{(g)}</math> a condiciones estándar <b>si la temperatura inicial del agua fue de 16°C y 3kg.</b> <b>Nota:</b> la constante del calorímetro es de 2576 J/°C</p>	<p>5. En la reacción <math>Sn_{(s)} + 2CO_{(g)} \rightarrow SnO_{2(s)} + 2C_{(s\text{ grafit})}</math> se tienen 4.8 Kg de <b>Estaño</b> gris y 100mL de monóxido de carbono a condiciones <b>estándar que se encuentran</b> en una bomba calorimétrica <b>con una constante de 2820 J/°C, con una temperatura de 20°C y con 7 Kg de <math>H_2O</math></b> y un calor específico 4.148 J/g°C. Este era un experimento que estaba desarrollando el <b>científico Pedronel Araque</b>, pero para poder finalizar con su experimento necesita hallar el calor de la reacción y la <b>temperatura final porque</b> muy tristemente perdió esos datos. <b>¿Podras ayudarle a Pedronel para finalizar su experimento?</b></p>
<p>3. El carbono grafito se utiliza como componente de ladrillos y crisoles, que se genera a partir de la siguiente reacción:</p> $Pb_{(s)} + CO_{(g)} \rightarrow PbO_{(s)} + C_{(s, grafito)}$ <p>Con 2Kg de <math>Pb_{(s)}</math> al 90%(m/m) <b>que reaccionan</b> con 5 L de <math>CO_{(g)}</math> a 30 °C y 1000 mmHg, <b>que genera una reacción exotérmica</b>. Luego se introduce en una bomba calorimétrica con 1 L de agua <b>con densidad de 1g/mL y un cambio de temperatura de 4°C</b>. Hallar la capacidad calorífica de la bomba. <b>Recuerde:</b> <math>CpH_2O = 4.184J/g^{\circ}C</math> El agua está en la bomba calorimétrica</p>	<p>6. En la siguiente reacción:</p> $2C_6H_{6(l)} + 15O_{2(g)} \rightarrow 12CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$ <p>Se quema en una bomba calorimétrica, que contiene 10 L de <math>H_2O_{(l)}</math> a una temperatura inicial de 20°C, 20L <math>C_6H_{6(l)}</math> cuya densidad es de 0,8789 g/mL a su temperatura de 20°C, que reacciona con 5 L de <math>O_2</math> medido a 750mmHg y 20°C. Determinar la temperatura final del sistema teniendo en cuenta que la constante del calorímetro es de 2050 J/°C <b>Nota:</b> La constante del agua es 4,184 J/g°C</p>

Fuente: creación propia  
Implementación del instrumento de evaluación

En la figura 9 se observan los subgrupos de estudiantes *Evaluadores* como partes del icosaedro (figura 9a) y los estudiantes organizados en los seis subgrupos, aristas del icosaedro, (figura 9b). Los subgrupos *Evaluadores* fueron construidos de tal forma que el ejercicio fijado para asignar la nota fue diferente al que les tocó cuando plantearon la situación problema y cuando lo cuestionaron.

Figura 9. Representación del icosaedro para el grupo de *Evaluadores*: a) icosaedro; b) subgrupo de estudiantes dentro del icosaedro.



Fuente: creación propia

Los *Evaluadores* por medio de la rúbrica (tabla 1), identificaron que las dificultades al momento de dar solución a una situación problema no están en la comprensión lectora sino en la aplicación de conceptos básicos de Aritmética y Álgebra (figura 10). Entre ellas se encuentran:

**Notación Científica:** uso inadecuado del resultado que entrega la calculadora. No se usan las potencias de 10.

**Conversión de unidades:** no hay claridad en el cambio de unidades. Cuando deben multiplicar dividen o lo contrario.

**Despeje de una variable:** se presenta dificultad al resolver una ecuación con una variable

**Factorización:** confusión al momento de aplicar un determinado caso de factorización.

**Manejo adecuado de los signos y símbolos de agrupación:** no se respeta la jerarquía que existe entre los símbolos de agrupación. Cambio de signo de una expresión precedida del signo menos.

**Uso de la Propiedad Distributiva:** la aplican pensando que es del producto con respecto al producto y no del producto con respecto a la suma, que es la forma correcta.

Tabla 1. Rúbrica para la evaluación del criterio: *determina la cantidad de calor liberado en una reacción química y lo implementa para aumentar la temperatura de líquido contenido en un recipiente metálico.*

Dimensiones	Porcentaje	Valoración de desempeño				
		0%	25%	50%	75%	100%
Identifica el reactivo límite y la función que cumple para la determinación de sustancias que se producen en las reacciones químicas	25%	No establece ninguna relación cualitativa y/o cuantitativa	No tiene claridad con el orden lógico de la aplicación de los conceptos pureza y comportamiento ideal de un gas como reactivo	Aplica adecuadamente el concepto de pureza, pero no tiene claridad con la determinación de la masa de los reactivos puros.	Aplica adecuadamente el concepto pureza y comportamiento ideal de un gas, para el cálculo de los reactivos, pero no muestra claridad sobre el procedimiento para identificar el reactivo límite	Demuestra completamente el uso de los conceptos de pureza y gas ideal, con un desarrollo aritmético correcto, presentando claridad conceptual sobre el procedimiento para identificar el reactivo límite.
Relaciona el cambio de entalpía de la reacción en un proceso exotérmico o endotérmico	25%	No establece ninguna relación cualitativa y/o cuantitativa	No tiene claridad para la determinación del cambio de entalpía de una reacción a condiciones estándar	Presenta algunas imprecisiones en la determinación de la entalpía de reacción, no establece diferencias en los estados de agregación de las sustancias participantes	Muestra claridad sobre el cálculo de la entalpía de reacción, pero no establece relación con el proceso exotérmico o endotérmico	Demuestra dominio en la determinación de la entalpía de reacción y establece la relación de la misma con los procesos exotérmicos
Establece relaciones molares entre el reactivo límite y la cantidad de calor liberado	25%	No establece ninguna relación cualitativa y/o cuantitativa	Muestra relaciones molares equivocadas, Sin claridad en el uso del reactivo límite al momento de relacionar la entalpía y el calor liberado en la reacción.	Establece relaciones molares adecuadamente pero con algunas imprecisiones como la determinación de la masa molar, las moles de una sustancia al momento de relacionar el reactivo límite y la cantidad de calor liberado.	Establece relaciones molares adecuadamente con claridad sobre la determinación de las moles, pero no relacionar el reactivo límite y la cantidad de calor liberado	Demuestra el dominio de las relaciones estequiométricas, utilizando el concepto de mol, además plantea un buen desarrollo en la determinación del calor liberado a partir de la relación entre la entalpía de reacción y el reactivo límite.
Relaciona la cantidad de calor liberado en una reacción química y el uso en procesos calorimétricos	25%	No establece ninguna relación cualitativa y/o cuantitativa	No tiene claridad en la aplicación de los conceptos de equilibrio térmico, y la ley de la conservación de la energía	Implementa la ley de la conservación de la energía pero no establece la diferencias entre sistema y entorno	Implementa la ley de la conservación de la energía, establece la diferencias entre sistema y entorno, pero no tiene en cuenta el papel del recipiente en el entorno	Demuestra dominio de la ley de la conservación de la energía y la transferencia del calor de una reacción química para ser utilizado en procesos calorimétricos
	100%	0%	25%	50%	75%	100%

Fuente: creación propia

Figura 10. Observación y calificación asignada por los *Evaluadores*

<p>1. Presentan dificultades con las unidades del volumen en litros</p> <p>84 mL = 0,084 Lt 3870 mL = 3,87 Lt</p> <p><b>Nota: 4.0</b></p>	<p>2.</p> $n = 118,710 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \times 0,38 \text{ L} = 0,020 \text{ mol}$ <p>Presentan problemas en el redondeo de decimales La respuesta es 0,019 mol</p> <p><b>Nota: 4.8</b></p>
<p>5.</p> $n = \frac{4800 \text{ g}}{118,710 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 256,547 \text{ mol}$ <p>Aunque la relación para encontrar las moles es correcta, tiene errores al momento de usar la calculadora, el resultado es 40,434 mol</p> $n = \frac{1 \text{ atm} \cdot x 100 \text{ mL}}{0,0821 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \times 298,15 \text{ K}} = 4,085 \text{ mol}$ <p>El concepto sobre los gases ideales es correcto, pero el uso es inadecuado, dado que el volumen debe estar en Litros, la respuesta es <math>4,08 \times 10^{-3}</math>, además presenta dificultades para expresar el número en notación científica.</p> <p><b>Nota: 2.15</b></p>	<p>3.</p> <p><b>Nota: 5.0</b></p> <p>4.</p> $m = \frac{0,789 \frac{\text{g}}{\text{mL}}}{500 \text{ mL}} = 0,015 \text{ g}$ <p>El resultado era 392,5g.</p> <p>Conceptualmente presenta dificultades con el uso de la densidad, manejo inadecuado de unidades, a partir de este calculo el resto del procedimiento es inadecuado.</p> <p><b>Nota: 1.4</b></p> <p>6.</p> <p><b>Nota: 5.0</b></p>

Fuente: creación propia

#### 4. Conclusiones

La herramienta ha potencializado en los estudiantes el reescribir, justificar, describir, definir, reflexionar y por supuesto a argumentar y contra argumentar; lo que hace que lo aprendido cobre sentido para ellos y que en últimas su aprendizaje sea significativo y colaborativo.

La utilización de esta herramienta metodológica no convencional promueva el desarrollo y adquisición de las competencias institucionales: creativa, sistémica, trabajo en equipo y comunicativa. Se pudo detectar que las dificultades al momento de dar solución a una situación problema, no estaban en la comprensión lectora sino en las operaciones básicas de la aritmética.

#### 5. Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a los estudiantes de la Universidad EIA por el apoyo durante la implementación de la actividad para el desarrollo de competencias en la solución de problemas en el curso de química.

## 6. Referencias

- Araque, P. (2013). Módulo de Química Básica. Universidad de Antioquia. Medellín, pp. 13. ISBN: 978-958-8790-18-3.
- Beer, Stafford. (1994). "Beyond Dispute - The Invention of Team Syntegrity", John Wiley & Sons, Inc. 380 pp. ISBN: 978-0-471-94451-5.
- Carlino, P. (2002). Enseñar a escribir en la universidad: ¿cómo lo hacen en Estados Unidos y por qué? Revista Iberoamericana de Educación, 2, (2), 2002. 57-67.
- Márquez, C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. Revista Educar: revista de educación, 33, 27-38
- Tecnológico de Monterrey, 2010. Juego de Roles. Investigación e Innovación educativa Centro Virtual de Técnicas Didácticas. Tomado de: [http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas\\_didacticas/juego\\_rol.htm](http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/juego_rol.htm) (7 de marzo de 2017)

## Sobre los autores

- **Javier Alfonso Sierra Torres:** Matemático, Magister en Matemáticas Aplicadas, Director del Departamento de Ciencias Básicas. Profesor de planta de la Universidad EIA. [javier.sierra@eia.edu.co](mailto:javier.sierra@eia.edu.co)
- **Pedronel Araque Marín:** Químico, Magister en Ciencias Químicas, Candidato a Doctor en Ciencias Químicas, Universidad de Antioquia. Profesor de planta de la Universidad EIA. [pedornel.araque@eia.edu.co](mailto:pedornel.araque@eia.edu.co)
- **Luz Marina Arias Cadavid:** Licenciada, Especialista y Magister en Educación. Docencia, Universidad de Manizales. Profesora de planta de la Universidad EIA. [luz.arias@eia.edu.co](mailto:luz.arias@eia.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2017 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)