

## Propuesta de aprendizaje basada en el modelo Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): el comportamiento de las disoluciones

Learning Proposal Based on the Problem-Based Learning Model (PBL): The Behavior of Dissolutions

Jesmy Maryibe Martínez Díaz<sup>1</sup>

Quira Alejandra Sanabria Rojas<sup>2</sup>

### Resumen

En el presente escrito se aborda el desarrollo de una propuesta de enseñanza estructurada desde el modelo didáctico Aprendizaje Basado en Problemas (en adelante ABP), cuyo objetivo es mejorar la comprensión del comportamiento de las disoluciones. La población de estudiantes que participa es del grado 11.º del Instituto Pedagógico Nacional (en adelante IPN). Metodológicamente, se inicia con una fase de observación de las clases de química, el desempeño de los estudiantes en las actividades propuestas en dichas clases, y el diagnóstico de las ideas que los estudiantes tienen en relación con las disoluciones y los conceptos asociados a estas. El diagnóstico permite identificar, como principal dificultad, la incorporación de modelo corpuscular a las interpretaciones de las propiedades e interacciones entre los componentes de las disoluciones, y el desarrollo de operaciones algorítmicas relacionadas con estos sistemas materiales. A partir de ello se diseña e implementa una propuesta de aprendizaje que metodológicamente se organiza desde el modelo ABP, y didácticamente adoptó el modelo analógico de cuadros y puntos (en adelante MPC). Posterior a la implementación y el análisis de resultados, se concluye que la propuesta de enseñanza es útil para mejorar la comprensión de las disoluciones sobre todo en el fortalecimiento de las relaciones cuantificables que facilitan la interpretación de estos sistemas.

### Palabras clave

disoluciones, aprendizaje basado en problemas; modelo de cuadros y puntos.

<sup>1</sup> Docente en formación, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: mar1706@hotmail.com.

<sup>2</sup> Asesora de práctica, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: qsanabria@pedagogica.edu.co

## Abstract

This paper addresses the development of a teaching proposal structured on the didactic Problem-based Learning (hereinafter PBL) model, which aims to improve the understanding of the behavior of dissolutions. A group of seniors from Instituto Pedagógico Nacional (hereinafter IPN) participated in this study. In terms of methodology, we begin with a phase of observation of the chemistry classes, the performance of students in the activities proposed in them, and the diagnosis of the students' ideas about dissolutions and the concepts associated with them. The diagnosis allows us to identify, as a main difficulty, the incorporation of a corpuscular model to the interpretations of the properties and interactions between the components of the dissolutions, and the development of algorithmic operations related to these material systems. Based on this, a learning proposal is designed and implemented, was methodologically based on the PBL model, and which adopted the analogical model of frames and dots (hereinafter MPC). After the implementation and analysis of results, it is concluded that the teaching proposal is useful to improve the understanding of dissolutions, especially in the strengthening of quantifiable relationships that facilitate the interpretation of these systems.

## Keywords

dissolutions, problem-based learning; model of frames and dots.

## Introducción

La actividad de enseñanza encierra en sí misma el compromiso de realizar con éxito esta acción, la cual debe ser acompañada de un conocimiento consistente, racional y, de cierta manera, científico de los procesos más significativos en el aula de clase, donde el profesor debe asumirse como investigador de las realidades que allí tienen lugar, máxime cuando en la actualidad la enseñanza está comprometida con la concepción constructivista del aprendizaje, en la que cobra importancia analizar el papel de la comunicación en la construcción del conocimiento y la reflexión sobre el currículo (Polán Ariza, 1987). Con base en la afirmación anterior, se presentan los resultados del proceso de la práctica pedagógica y didáctica como un ejercicio de investigación formativa.

Metodológicamente, este ejercicio corresponde a un estudio descriptivo sobre la comprensión del comportamiento de las sustancias para tener

la oportunidad de comprender la relación de los fenómenos vinculados a las disoluciones químicas cuando se desarrollan procesos de enseñanza de la cinética y el equilibrio químico. Para ello, se obtienen datos en la observación de las clases de Química de los grados 1101 y 1103 a lo largo de cuatro meses, lo que facilita la identificación de los temas que presentan mayor dificultad de comprensión, siendo los más relevantes cinética y equilibrio químico. Al profundizar en el diagnóstico (ver Anexo 1) se establece que difícilmente los estudiantes logran comprender el comportamiento de las disoluciones cuando se asocia a factores que afectan la cinética y el equilibrio: las constantes de equilibrio y la determinación de velocidades de reacción,  $P^H$  y  $P^{OH}$ . Al consultar sobre los aportes de investigaciones en didáctica de la química, se encontró que las ideas de los estudiantes en torno a las disoluciones están permeadas por las dificultades inherentes al aprendizaje de las ciencias (Raviolo, Siracusa, Gennari y Corso, 2004).

## Dificultades conceptuales asociadas a la enseñanza de las disoluciones

La química desde hace bastante tiempo ha sido un campo del conocimiento que genera una profunda sensación de crisis y fracaso en la educación científica (Gómez Crespo, 2008). Según investigaciones realizadas en distintos contextos, las dificultades de comprensión de los sistemas materiales no siempre se superan persistiendo; incluso en docentes en ejercicio (Cárdenas Salgado, 2006), entre los sistemas de mayor dificultad de comprensión se encuentran los que se enlistan a continuación:

- Concepción continua y estática de la materia.
- Indiferenciación entre cambio físico y químico.
- Atribución de propiedades microscópicas: átomos y moléculas.
- Dificultad de identificación de conceptos como sustancia pura, elemento, compuesto y mezcla.
- Dificultad para establecer relaciones cuantitativas entre masas, cantidades de sustancia, número de átomos, etc.
- Explicaciones de orden descriptivo basadas en observaciones organolépticas con respecto a los cambios observables en una transformación de la materia.

Estas dificultades permean temas como las disoluciones, el equilibrio químico, la cinética química, las reacciones químicas, la estequiometría, los gases, entre otros (Pozo Municio y Gómez Crespo, 2006), y han sido vinculados a las concepciones que tienen los estudiantes frente a tres núcleos conceptuales: la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, la conservación de las propiedades no observables de la materia y las relaciones cuantitativas en química.

En primer lugar, en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, es fundamental que los estudiantes puedan asumir la *naturaleza discontinua de la materia*, es decir, adquirir la noción de que la materia está formada por partículas, átomos o

moléculas, que se encuentran en continuo movimiento e interacción y que, en muchos casos, pueden combinarse para formar nuevas estructuras con diferentes características y propiedades o cambiar sus propiedades macroscópicas sin alterar su composición (Pozo, Gómez Crespo, Limón y Saenz Serrano, 1991). Piaget e Inhelder (citados en Driver Guesne y Tiberghien, 1989) llevaron a cabo investigaciones para identificar las nociones frente al proceso de disolución, estableciendo que las explicaciones de los estudiantes están basadas en las percepciones que tienen de los cambios de aspecto y las propiedades macroscópicas de los componentes de estos sistemas, sin tener en cuenta las interacciones físicas, químicas y la conservación de la naturaleza de las sustancias que intervienen en el proceso de disolución.

En segundo lugar, la necesidad de implementar la teoría cinético-molecular para lograr la comprensión de las propiedades no observables de la materia y los cambios microscópicos de esta implica la aparición de concepciones alternativas de los alumnos ante la explicación de dichos fenómenos. En investigaciones realizadas por Anderson en 1990 y Driver en 1994 (Pozo Municio y Gómez Crespo, 2006) se ha encontrado que la mayor dificultad proviene de la atribución de propiedades macroscópicas a niveles microscópicos, dándole propiedades a la materia desde lo aparente. Esto es evidente en sistemas como las disoluciones puesto que la explicación frente al proceso de disolución de un sólido en una fase acuosa o los fenómenos de dilatación del acero se limitan a razonamientos desde las percepciones sensoriales.

Por último, encontramos *las relaciones cuantitativas en la química*, núcleo conceptual en el que, quizá, los estudiantes encuentran más dificultades en general para comprender los aspectos cuantitativos de las teorías científicas, debido a que depende de cómo se relacionan esquemas de cuantificación como la proporción, la probabilidad y la correlación, con las teorías de cada tema en química y en general de las ciencias. Esto ha conllevado a que el estudiante infiera las relaciones cuantitativas como reglas simples o heurísticas, sin hacer relaciones cognitivas veraces, ya que se limitan a establecer

relaciones de proporcionalidad entre cualquier variable independientemente de su relación y a realizar comparaciones numéricas simples, que implican resultados correctos o incorrectos que no son comprendidos desde la composición de la materia ni sus propiedades debido a que el análisis lógico resulta muy costoso (Martín, Gómez y Gutiérrez, 2000).

En este aspecto, las disoluciones presentan claras dificultades. Las relaciones cuantitativas que caracterizan este tema son las operaciones realizadas en torno a la concentración, es decir, la relación que existe entre la cantidad de soluto contenido en el solvente de una disolución, la cual, por sí misma, causa confusión entre los estudiantes; la concentración es una función de dos variables, el soluto directamente proporcional y el solvente inversamente proporcional a esta, lo que requiere la asimilación de una doble correspondencia que muchas ocasiones da lugar a errores cuando se realizan cálculos matemáticos (Pozo et al., 1991). Además de ello, la determinación de la concentración implica tener una idea clara de los conceptos de soluto, solvente y solubilidad, que involucran el manejo de distintas unidades de medida de volumen y masa para representar la cantidad de soluto, en este aspecto, el uso del concepto mol y todas las dificultades conceptuales asociadas a este, son factores que inciden en las dificultades asociadas a la cuantificación.

### Modelo de cuadros y puntos

Es un modelo analógico que permite representar las disoluciones y establecer relaciones cuantitativas en torno a estos sistemas. Como su nombre lo indica, el modelo de cuadros y puntos (MPC) asigna a cuadrados de iguales dimensiones la unidad de volumen de la disolución y a puntos iguales la unidad de masa del soluto; la cantidad de puntos por unidad de volumen constituye la unidad de concentración. Este modelo se estructura con base en el trabajo de Smith, Snir y Grosslight (1992), quienes presentaron un modelo similar para representar en concepto densidad (*grid-and-dots model*) en función del volumen. El objetivo de estos autores

fue representar visualmente la densidad, de modo tal que dicho modelo funcione como una analogía visual que tiene la misma correspondencia del concepto físico de densidad, es decir, masa en función del volumen (Raviolo et al., 2004).

### Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es un modelo didáctico que requiere que los estudiantes se involucren de forma activa en su propio aprendizaje. El ABP propone confrontar a los estudiantes con un problema real y significativo para ellos, con el objetivo de desarrollar la indagación mientras se trata un tema concreto en el marco de una asignatura específica (Moust, Bouhuijs y Schmidt, 2007).

El aprendizaje basado en problemas se centra en los siguientes criterios:

- La adquisición de conocimiento, que puede ser retenido y susceptible de ser utilizado.
- El aprendizaje autónomo o dirigido por uno mismo.
- Aprender a analizar y a resolver problemas.
- El profesor como facilitador o guía.

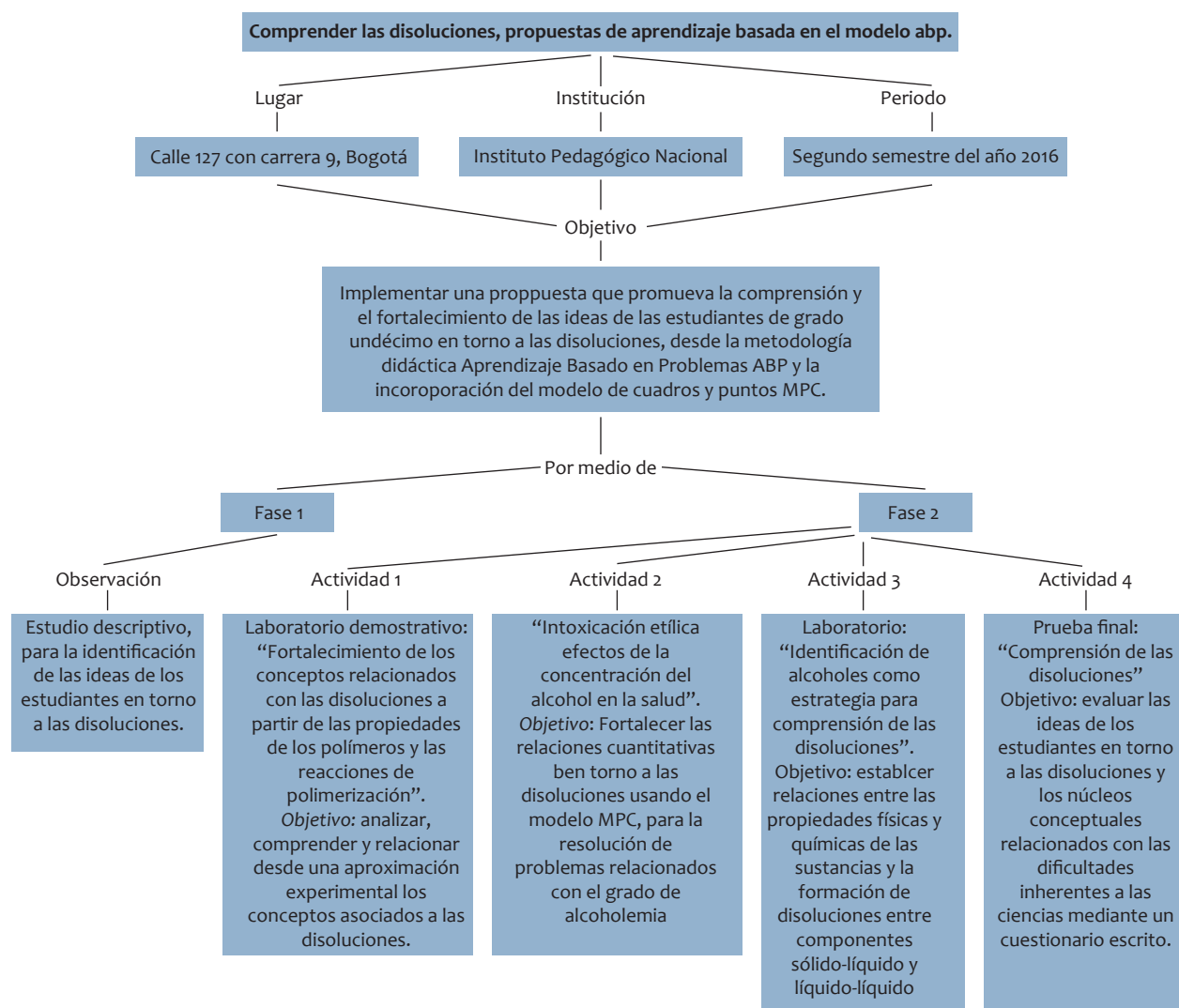
El ABP se caracteriza por el trabajo grupal, interactivo y autorregulado; promueve el desarrollo de conocimientos profundos y reflexivos, y de habilidades y actitudes frente a la evaluación crítica, las relaciones interpersonales y la colaboración.

El proceso de aprendizaje mediante la metodología ABP se da en cuatro fases: se inicia con la presentación de un problema al que los estudiantes deben dar respuesta; a partir de este problema se identifican las necesidades de aprendizaje; posteriormente, se plantea una hipótesis (o conjetura) del problema según los conocimientos previos del estudiante, lo cual permite plantear preguntas y evaluar cuáles son los conocimientos necesarios para resolver el problema. Es importante decir que funciona como un ciclo y siempre se produce una solución del problema, solo que al finalizar se identifican nuevos problemas, los cuales se utilizan para potenciar el proceso de aprendizaje y robustecer

los sistemas cognitivos. Cada una de estas fases se realiza con el acompañamiento del maestro, quien tiene la función de orientar y acompañar en momentos de tutoría a los estudiantes para que se aproximen a la solución del problema, a partir de la apropiación autónoma del conocimiento, y la participación y oportuna de cada integrante del grupo en el proceso.

## Metodología

A partir de lo ya descrito, se diseña el proceso de intervención en el aula que se representa en la gráfica 1.



**Gráfica 1.** Metodología  
Fuente: elaboración propia.

## Resultados

La implementación de la propuesta didáctica se realiza en su totalidad con un curso de grado 11.º, constituido por 26 estudiantes, a lo largo de dos meses, en los que se realizan sesiones de 45 y 90 minutos por semana. Para las actividades se propusieron experiencias empíricas no convencionales con materiales de fácil consecución.

A continuación, se presentan los resultados de cada una de las actividades.

### Actividad 1. Fortalecimiento de los conceptos relacionados con las disoluciones a partir de las propiedades de los polímeros y las reacciones de polimerización

Los resultados de esta actividad se centran en las interpretaciones y el análisis que hacen los estudiantes sobre las siguientes preguntas: ¿qué tipo de sistema material se constituyó en cada uno de los procesos realizados?, ¿cuáles de los procesos pueden ser catalogados como una disolución?, de ser así, justifique el porqué, ¿cómo se conservan las propiedades físicas y químicas de las materias primas utilizadas?

Un 50% de los estudiantes identifica que los procesos de formación de poliuretano y pelotas de goma a partir de cola blanca son reacciones químicas en las que las propiedades macroscópicas y microscópicas de las sustancias que intervienen en la reacción son alteradas. ¿Por qué concluye que las propiedades microscópicas son alteradas? En el caso del sistema poliestireno-acetona un 80% de los estudiantes realiza explicaciones del proceso en que se “disuelve” el polietileno en la acetona por la similitud en la apolaridad de las dos sustancias, liberando el aire que se encuentra entre las esferas expandidas de poliestireno. La dificultad principal y generalizada se centra en que, pese a que los estudiantes realizan el proceso y observan su resultado, solo un 40% de los estudiantes identifica, sin dudar, este sistema como una mezcla heterogénea, los demás lo asumen como una disolución. El siguiente ejemplo representa los resultados encontrados:

Estudiante 26: ¿Cuáles de los procesos pueden ser catalogados como una disolución? Respuesta:

Ninguno de los procesos es una disolución, ya que en el caso del poliuretano y la pelota de colbón se dio una polimerización y eso es una reacción química, y el caso del icopor no se considera disolución pues los componentes se pueden diferenciar a simple vista.

### Actividad 2. Intoxicación etílica: efectos de la concentración del alcohol en la salud

En la actividad 2 (Anexo 2) el 80% de los estudiantes logró hallar el grado de alcoholemia del ciudadano en el problema en cuestión y determinar la fase de intoxicación, explicación que le permite entender por qué el valor que marca el alcoholímetro es un criterio para ser sancionado legalmente. Por otro lado, un 70% de los estudiantes representa las concentraciones involucradas en la solución del problema mediante el modelo MPC y logra establecer relaciones proporcionales acertadas frente al cambio de unidades de concentración en el mismo sistema. La fuente bibliográfica consultada que respalda la información sobre alcoholes y su comportamiento químico fueron los libros de Brown, LeMay, Bursten, & Burdige, 2004 ; Koolman, 2004; Martínez Ruiz & Río Valladolid, 2002;

### Actividad 3. Identificación de alcoholes como estrategia para la comprensión de las disoluciones

Esta actividad se evalúa mediante un informe de laboratorio. Un 60% de los estudiantes utiliza adecuadamente los términos *solubilidad* y *polaridad* para explicar la formación de mezclas homogéneas entre alcoholes y agua, y mezclas heterogéneas entre alcoholes y hexano. Además, en el documento mencionado se encuentra la construcción de argumentos en los que se evidencia la relación entre la polaridad y los grupos funcionales oxigenados presentes en compuestos como alcoholes, aldehídos, cetonas y ácidos carboxílicos. El ejemplo que se presenta a continuación es una muestra de los resultados.

Grupo 1: estudiantes 2, 6, 8 y 10. Análisis prueba de solubilidad para la identificación de alcoholes.

Respuesta:

Esta prueba dio resultados positivos para 8 de las 10 muestras, teniendo en cuenta que prueba de solubilidad no tiene un 100% de veracidad ya que lo único que analiza es la polaridad de la muestra mediante la formación de una mezcla homogénea con el agua, debido a los puentes de hidrógeno que se forman entre estas. Esto quiere decir que las muestras que dan positivo pueden ser otros compuestos oxigenados tales como aldehídos, cetonas y carbohidratos. Aunque la prueba de solubilidad es un método sencillo de realizar, no es confiable ya que puede haber sustancias diferentes a los alcoholes que son solubles en agua.

#### Actividad 4. Prueba final: comprensión de las disoluciones y los conceptos asociados

Esta prueba se realizó usando la aplicación Google Formularios. A través del cuestionario se evaluaron las ideas de los estudiantes respecto a las disoluciones obtenidas o transformadas luego de la implementación de la propuesta de enseñanza. A continuación, se presentan los resultados a cada pregunta:

- Pregunta 1. Cuando se realiza una mezcla de agua y sal de cocina puede observarse cómo los cristales de sal se disuelven y se forma una mezcla homogénea, mediante métodos sencillos, como la evaporación del agua, pueden obtenerse nuevamente los cristales de sal. ¿Cuáles son las razones por las que puede considerarse que esta mezcla es reversible? ¿Qué propiedades de las sustancias son afectadas?

Con esta pregunta se buscó evaluar la comprensión y la asociación de las propiedades macroscópicas y microscópicas de los componentes de una disolución. Un 92% de los estudiantes establece que se trata de una mezcla, toda vez que es reversible el proceso por medios físicos. Debido a que los procesos de disolución sólido-líquido están acompañados de la ionización de las moléculas o solvatación de estas, solo se ven perturbadas

las propiedades físicas de las sustancias (ver resultados de tabulación en la Tabla 1).

Estudiante 7:

Los componentes de la disolución se conservan intactos ya que no se afecta la naturaleza de las sustancias, solo cambian las propiedades físicas de los compuestos como la forma de la sal que ya no es sólida, sino que se encuentra ionizada.

Estudiante 19:

Aunque se presenta una reacción de disociación de los cristales NaCl, los iones del compuesto conservan su carga en la disolución y cuando se evapora el agua los iones vuelven a juntarse y se obtiene nuevamente la sal, por lo tanto, solo se afectan las propiedades físicas de los componentes.

- Pregunta 2. Entre las sustancias orgánicas que se obtienen del petróleo están los hidrocarburos, compuestos que tienen características físicas y químicas específicas que determinan su comportamiento frente a otras sustancias. ¿Qué tipo de sistema podemos obtener al mezclarlos con agua?

Esta pregunta busca evaluar las ideas de los estudiantes frente a las características químicas que permiten la formación de una disolución, entre estas la solubilidad, la polaridad y el tipo de enlace, etc. Un 70% de los estudiantes logra establecer que entre los hidrocarburos y el agua se forma una mezcla heterogénea, porque la polaridad de las sustancias mencionadas es diferente: mientras que los hidrocarburos son significativamente apolares debido a la electronegatividad mínima y con alta simetría molecular, el agua es fuertemente polar. El siguiente ejemplo permite identificar las relaciones que sobre este comportamiento hacen los estudiantes (Ver resultados tabulados en la Tabla 1).

Estudiante 12: “Se obtienen mezclas heterogéneas, pues los hidrocarburos son compuestos apolares insolubles en compuestos polares como el agua, no formar polos

porque solo tienen enlaces covalentes en sus estructuras”.

- Pregunta 3. En esta pregunta, se presentaron a los estudiantes tres sistemas materiales para que fueran clasificados y así evaluar las ideas frente a los conceptos *mezcla* y *reacción química*. Los sistemas de trabajo son: una bebida alcohólica, un tornillo oxidado, una ensalada de frutas, el aire y una barra de acero.

Un 70% de los estudiantes logra establecer la clasificación de manera adecuada. Identificaron la bebida alcohólica, el aire y la barra de acero como disoluciones en fase líquida, gaseosa y sólida, respectivamente. La ensalada de frutas fue clasificada como mezcla heterogénea. El caso del tornillo oxidado fue el que presentó dificultad al clasificarlo, puesto que un 30% de los estudiantes lo clasifica como disolución, argumentando que los tornillos podían estar fabricados de una mezcla de metales, y el 70% restante clasifica este sistema como una reacción química provocada por la exposición del metal a agentes oxidantes (Ver resultados tabulados Tabla 1).

- Pregunta 4. Ante la congestión nasal, pueden realizarse terapias respiratorias con suero fisiológico para retirar las mucosidades acumuladas. El suero fisiológico es una disolución compuesta por cloruro de sodio y agua a una concentración específica; si se toman 50 mL de una disolución al 1,8% (p/v) y se añaden 50 mL de agua puede obtenerse el suero fisiológico ¿Cuál es la concentración del suero?

Con esta pregunta se determina la capacidad de los estudiantes para establecer relaciones proporcionales en cuanto al aumento de volumen en una disolución. Un 90% establece el cálculo de la concentración del suero (0,9%) argumentando que, al aumentar dos veces el volumen de una disolución, la concentración de esta debía disminuir a la mitad (Ver resultados tabulados Tabla 1).

Por último, en la tabla No 1 se presentan los resultados generales de la implementación de la propuesta de enseñanza. Se hace un análisis de las ideas de cada uno de los estudiantes del grado 11.º expresadas en las explicaciones y las respuestas dadas ante los problemas presentados en las actividades en relación con el uso de términos específicos y operaciones matemáticas asociados a los núcleos conceptuales en la comprensión de la química.

Según los resultados obtenidos tras la implementación de cada una de las actividades de la propuesta de enseñanza, se refleja que las explicaciones de los estudiantes participantes respecto a las disoluciones y los conceptos asociados a estas son mejor argumentados en comparación con las concepciones iniciales que evidenciadas inicialmente en los estudiantes, y que se encuentran expuestas en la categoría dificultades de la matriz DOFA (Anexo 1).

## Conclusiones

En el caso de la comprensión de la naturaleza discontinua de la materia, respecto a las disoluciones, la mayoría de los estudiantes utiliza adecuadamente los conceptos disolución, soluto y solvente, asociándolos a mezclas con una única fase de carácter homogéneo, en donde los componentes conservan su naturaleza y no se ve alterada su constitución atómica. Esto se ve demostrado en los argumentos construidos por los estudiantes a problemas que involucran, por ejemplo, el proceso de disolución de compuestos sólidos como sales y agentes oxidantes en el agua y del poliestireno en acetona. Alrededor del 50% de los estudiantes presenta algunas dificultades en la diferenciación de sistemas materiales donde se presentan reacciones químicas y se obtiene una sola fase, pues persisten las interpretaciones desde la experiencia empírica en sus argumentos. También se infiere que no reconocen con claridad el tipo de interacciones que se producen entre los componentes de una disolución y en una reacción química.

En cuanto a la dificultad de la conservación de las propiedades no observables de la materia, y según el análisis general de las actividades desarrolladas



por los estudiantes, se aprecia que este núcleo conceptual es el que presenta mayor dificultad de comprensión. Según los resultados, solo el 50% de la población en cuestión comprende que la naturaleza de las sustancias en una disolución se conserva y solo se ven afectadas las propiedades macroscópicas de los componentes. En otras palabras, las nociones de cambio físico y químico aún presentan dificultades, lo que se constata con las afirmaciones y los argumentos que elaboran los estudiantes ante los procesos de polimerización, en los cuales, pese a evidenciar que a partir de dos reactivos en estado líquido se obtenía un único producto en estado sólido (formación de poliuretano), algunos de los estudiantes argumentan que el proceso es una disolución debido a la formación de una única fase, sin tener en cuenta que se había llevado a cabo un cambio químico.

Por último, respecto a la comprensión de las relaciones cuantificables, que está directamente relacionada con las ideas conceptuales de los estudiantes y la aplicación cuantitativa de estos conceptos a operaciones algorítmicas, los resultados obtenidos indican que realizan cálculos de forma correcta de concentración de una disolución, apoyados principalmente en el modelo MPC, aunque inicialmente su comprensión les causó algunas dificultades debido al manejo de unidades de masa y volumen en diferentes sistemas de medida. Pero, finalmente, como se evidencia, sobre todo en los resultados de la actividad tres sobre el cálculo de la concentración de alcohol en la sangre, los estudiantes incorporan las representaciones analógicas por medio de cuadros y puntos para representar y calcular concentraciones, trasladándose de una unidad de volumen a otra y realizando cálculos proporcionales de manera acertada.

Esta propuesta de enseñanza, además de fortalecer las ideas frente a las disoluciones, permite potencializar las habilidades investigativas de los estudiantes, debido a que los conocimientos previos que tenían no les permitían dar una respuesta concreta a los problemas orientadores. La identificación de dificultades y fortalezas, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, es indispensable para la construcción de nuevas estrategias de aprendizaje

por parte del docente que puedan contribuir a una mejor comprensión de los conceptos y las relaciones cuantificables en la química. Estos procesos de investigación en el aula también son esenciales para la implementación de metodologías didácticas que faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje y potencien nuevas habilidades en los docentes y los estudiantes.

## Referencias

- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., y Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. México: Pearson Educación.
- Cárdenas Salgado, F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciencia y Educación*, 12 (3), 333-346.
- Driver, R., Guesne, E., y Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata, S.L.
- Gómez Crespo, M. A. (2008). *Aprendizaje e instrucción en química. El cambio de las representaciones de los estudiantes sobre la materia*. Madrid: Centro de Investigaciones y Documentación Educativa.
- Koolman, J. (2004). *Bioquímica: Texto y Atlas*. Madrid: Panamericana.
- Martín, J., Gómez, M. y Gutiérrez, S. (2000). *La física y la química en secundaria*. Madrid: Narcea S.A. Ediciones.
- Martínez Ruiz, M., y Río Valladolid, G. (2002). *Toxicología clínica. España*: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Moust, J., Bouhuijs, P. y Schmidt, H. (2007). *El aprendizaje basado en problemas: guía del estudiante*. Ciudad Real: Ediciones de la Universidad de Castilla.
- Polán Ariza, R. (1987). El maestro como investigador en el aula. Investigar para conocer, conocer para enseñar. *Investigación en la escuela*, 1, 63-69.
- Pozo Muncio, J. I. y Gómez Crespo, M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Saenz Serrano, A. (1991). *Procesos cognitivos en la*

*compresión de las ciencias: las ideas de los adolescentes sobre la química.* Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencias.

Raviolo, A., Siracusa, P., Gennari, F. y Corso, H. (2004). Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de

disoluciones. Primeros resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 379-388.

Smith, C., Snir, J., y Grosslight, L. (1992). Using conceptual models to facilitate conceptual change: The case of weight-density differentiation. *Cognition and Instruction*, 9(3), 221-283.

## Anexo 1

Matriz DOFA 1103 énfasis en artes			
Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
<p>D<sub>1</sub>. Ideas incorrectas e inadecuadas alrededor de algunos conceptos como: disolución, soluto, solvente, concentración.</p> <p>D<sub>2</sub>. Dificultad en la interpretación de los ejercicios de lápiz y papel, que involucran conversiones de gramos a moles y cálculos de concentración.</p> <p>D<sub>3</sub>. Inconvenientes al momento de despejar incógnitas en una ecuación y con el manejo de calculadora.</p>	<p>O<sub>1</sub>. Implementar estrategias didácticas que desarrollen y faciliten la interpretación de los conceptos.</p> <p>O<sub>2</sub>. En conjunto con el área de matemáticas, fortalecer los conocimientos frente a las propiedades de las operaciones matemáticas (suma, resta, multiplicación, potencias, etc.), los casos de factorización que permiten hallar las incógnitas en una ecuación y el manejo de la calculadora.</p>	<p>F<sub>1</sub>. Escucha activa y reflexiva de los estudiantes, frente a los aportes de sus compañeros, el docente titular y los docentes en formación.</p> <p>F<sub>2</sub>. Uso del color como herramienta de aprendizaje para mejorar la memoria visual y la interpretación mediante la distinción de conceptos clave.</p> <p>F<sub>3</sub>. Asistencia, buena disposición y participación constante en los espacios de tutoría de la mayoría de los estudiantes.</p>	<p>A<sub>1</sub>. La persistencia en la falta de interés hacia la química que puede llevar a los estudiantes a la pérdida de la asignatura.</p>
<p>D<sub>4</sub>. Contantes llegadas tarde de los estudiantes a las sesiones de 7 de la mañana.</p> <p>D<sub>5</sub>. Falta de interés de un pequeño grupo de estudiantes frente a la clase, pláticas constantes, no entregan talleres a tiempo y no asisten a las tutorías.</p>	<p>O<sub>3</sub>. Uso de plataformas virtuales para exponer y reforzar las temáticas vistas en las sesiones de clase.</p>		

## Anexo 2

Introducción a los compuestos oxigenados: los alcoholes

Los alcoholes son compuestos orgánicos que tienen el grupo hidroxilo (-OH) en su estructura. Son derivados de los hidrocarburos, en los que uno o más átomos de hidrógeno se han sustituido por el

grupo funcional hidroxilo (Brown, LeMay, Bursten, y Burdge, 2004).

Los alcoholes son los productos químicos más antiguos empleados por el hombre. Usualmente el término alcohol se asocia al alcohol etílico debido a que comercialmente este es el más importante.

El alcohol etílico o etanol es el componente fundamental de las bebidas alcohólicas destinadas

al consumo humano, también se usa como anti-séptico, disolvente, combustible automotor, en lámparas, como materia prima para la obtención de éter etílico, y como componente en enjuagues bucales y colonias.

El alcohol etílico actúa como un depresor del sistema nervioso central; el grado de depresión que causa el alcohol en el organismo depende de la cantidad consumida. Cuando la concentración de alcohol en la sangre es baja (50 mg/dL), puede presentarse estimulación del comportamiento y sensación de bienestar y euforia; este estado se conoce como intoxicación leve. Cuando se sobrepasa esta concentración, se produce una intoxicación etílica moderada, en este caso se ven comprometidas funciones cognitivas y psicomotoras, además, el organismo puede presentar somnolencia e inconciencia. Se produce intoxicación grave cuando la concentración de alcohol etílico en la sangre sobrepasa los 250 mg/dL; se produce inconciencia, alta incoordinación, hipoglucemia grave y convulsiones. Por último, en caso de sobrepasar una concentración de 300 mg/dL de alcohol etílico en la sangre se produce intoxicación etílica aguda y pueden presentarse cuadros de coma, depresión respiratoria grave y hasta la muerte.

La concentración de alcohol en la sangre o grado de alcoholemia tiene una estrecha relación con el aire exhalado por una persona que ha consumido alcohol. Esta relación se basa en la ley de Henry sobre los intercambios entre un gas, un vapor y un líquido, que afirma que la razón entre el alcohol en la sangre y el aliento es de 2100:1, lo que significa que el alcohol presente en 2100 mL de aire alveolar equivale al alcohol en 1 mL de sangre, así:

$$\text{Alcoholemia} = \text{Alcohol en el aliento} \times 2100$$

Además de esto, la concentración de alcohol en la sangre y los efectos que se producen en el organismo se relacionan con factores adicionales como:

- La edad: las personas jóvenes son más sensibles a los efectos del alcohol.
- El peso: el alcohol afecta más a las personas que tienen menos masa corporal.
- La ingestión conjunta de comida: la ingestión simultánea de alimentos grasos enlentece la intoxicación, pero no evita ni reduce los daños en el organismo.
- La cantidad y la rapidez de la ingesta: a mayor ingesta de alcohol en menor tiempo, mayor es la posibilidad de sufrir intoxicación.
- El sexo: las mujeres pueden alcanzar mayores concentraciones de alcohol en el organismo respecto a un hombre con el mismo peso corporal debido a que las mujeres tienen un menor porcentaje de agua en el organismo en comparación con los varones. Este factor también depende del grado de tolerancia aprendida, metabólica y celular, que adquiere una persona que constante o eventualmente se encuentra bajo la influencia del alcohol.
- La concentración: la concentración de alcohol en una bebida es directamente proporcional al grado de alcoholemia en el organismo.

Obtenido de: (Koolman, 2004).

Según la interacción entre estos factores se ha estimado la alcoholemia generada en el organismo al ingerir diferentes bebidas (tabla 1).

**Tabla 1.** Alcholeemia dada en valores de g/l. Tomado de: (Martinez Ruiz & Rio Valladolid, 2002)

Bebida		Varones			Mujeres		
Tipo	N.º de vasos	60 kg	70 kg	80 kg	50 kg	60 kg	70 kg
Cerveza lata 33 cL	1	0,4	0,3	0,2	0,5	0,5	0,4
	2	0,7	0,6	0,5	1	0,8	0,7
	3	1	0,8	0,7	1,5	1,2	1,1
Vino 100 mL	1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2
	2	0,5	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5
	3	0,7	0,6	0,6	1,1	0,9	0,8
Aperitivos 70 mL	1	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2
	2	0,5	0,4	0,4	0,7	0,6	0,5
	3	0,7	0,6	0,6	1	0,8	0,7
Licores 45 mL	1	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2
	2	0,5	0,4	0,3	0,6	0,5	0,4
	3	0,6	0,5	0,4	0,9	0,8	0,7
Brandy 45 mL	1	0,3	0,3	0,2	0,5	0,4	0,4
	2	0,7	0,6	0,5	1	0,8	0,7
	3	1	0,9	0,8	1,5	1,3	1,1
Combinados	1	0,5	0,4	0,4	0,8	0,6	0,5
	2	1	0,9	3,8	1,5	1,3	1,1
	3	1,6	1,3	1,2	2,3	1,9	1,7

Estos valores están establecidos para el grado de alcholeemia en ayunas. Con consumo de alimentos, la tasa de alcholeemia puede disminuir como máximo a la mitad, también se debe tener en cuenta que cada hora se metabolizan 0,15 g/L de etanol.

Según lo anterior, analice la siguiente situación:

Pedro es un estudiante de Ingeniería Mecánica, el jueves a las siete de la mañana despertó asustado pues olvidó activar su alarma y debía presentar el parcial final de cálculo diferencial a las ocho de la mañana. Tomó una ducha rápida, se vistió y salió de casa hacia la universidad en su camioneta.

Alrededor del mediodía, Pedro y sus amigos decidieron ir a tomar unos tragos para celebrar que habían culminado de manera exitosa su parcial. Ingirió diferentes cocteles combinados y dos horas

más tarde se despidió de sus amigos, encendió su camioneta y se retiró del lugar.

De camino a casa, Pedro chocó con un automóvil, desafortunadamente en el automóvil se encontraba un niño que sufre heridas de gravedad a causa del accidente. Pasada una hora, y después de llevar al niño al hospital más cercano, los agentes de tránsito le realizaron una prueba de alcholeemia a Pedro mediante el aire exhalado. La prueba arrojó que la concentración de alcohol en el aliento de Pedro es 0,547 mg/L.

- ¿En qué estado de intoxicación etílica se encontraba Pedro?
- Consulte la normatividad colombiana y establezca cuál es la sanción que puede recibir Pedro.

## Preguntas adicionales

---

- Algunas reconocidas marcas de cerveza indican que el contenido de alcohol es del 5%. Establezca una relación entre la concentración de alcohol en la cerveza y el organismo teniendo en cuenta los parámetros citados.
- Suponga que tiene a su disposición distintas sustancias almacenadas en barriles, algunas de estas contienen alcoholes en su composición. ¿Cómo puede determinarse cuales son las sustancias que contienen alcohol? ¿Puede establecer si estas sustancias son aptas para el consumo?

## Referencias

- Koolman, J. (2004). *Bioquímica: Texto y Atlas*. Madrid: Panamericana.
- Martinez Ruiz, M., y Rio Valladolid, G. (2002). *Toxicología clínica*. España: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Brown, T., LeMay, E., Bursten, B., y Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. México: Pearson Educación.