



## Niveles de argumentación en Docentes en Formación Inicial (DFI). Una mirada de los mecanismos de reacción en la síntesis del dibenzoilmetano

Juan David Quintero Puentes; Yessika Paola Vega Gómez  
Universidad Pedagógica Nacional Ac 72 #11, Bogotá, Colombia

### ARTICLE INFO

**Received:** 2 de abril de 2015

**Accepted:** 28 de abril de 2015

**Keywords:**

Educación universitaria.  
Niveles de argumentación.  
Mecanismos de reacción.  
Lógica argumentativa de Toulmin.  
Formación del Profesorado.

**E-mail:**

dqu\_jquintero607@pedagogica.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2016 Institute of Science Education.  
All rights reserved

### ABSTRACT

El presente trabajo muestra los aspectos de la investigación realizada con Docentes en Formación Inicial (DFI) de licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional, en el campo de la argumentación en ciencias. El objeto de dicha investigación es caracterizar las habilidades argumentativas que presenta un grupo DFI de quinto semestre, partiendo del análisis de los mecanismos de reacción, en la síntesis del 1,3-difenilpropan-1,3-diona (dibenzoilmetano). De esta manera, se aborda un problema en particular: la tendencia de los DFI de asociar los mecanismos de reacción con un aprendizaje mecanicista; esto hace que no analicen a fondo los factores participes en una reacción química. Dentro de los mayores alcances evidenciados en la investigación, se exalta la importancia de la articulación del trabajo experimental evidenciado en el proceso de síntesis de la molécula propuesta, con el análisis de los modelos teóricos que le permiten al DFI proponer posibles mecanismos de reacción que sean acordes con el comportamiento experimental de los compuestos estudiados. Todo esto, en el marco de la formación de docentes capaces de construir argumentos basados en evidencias experimentales y científicas, generando las capacidades conceptuales que le permitirán en un futuro proponer estrategias didácticas acordes a las necesidades del contexto. La importancia de la investigación realizada radica en la pertinencia de formular estrategias de formación de docentes, donde se fomente la capacidad analítica y argumentativa, articulando el conocimiento en química con la didáctica de la química.

The present work shows aspects of research with service teachers (DFI for its acronym in Spanish) degree in chemistry from the National Pedagogical University, in the field of argument in science. The purpose of this research is to characterize the argumentative skills DFI has a group of fifth semester, based on the analysis of reaction mechanisms in the synthesis of 1,3-difenilpropan-1,3-dione (dibenzoilmethane). A problem in particular is addressed: the tendency of the DFI of reaction mechanisms associated with a mechanistic learning, it does not analyze thoroughly participate in a chemical reaction factors. The research evidenced the remarkable importance of joint experimental work demonstrated in the synthesis of the molecule approach to the analysis of theoretical models, which allow the DFI proposing possible reaction mechanisms, that are consistent with experimental behavior of the compounds studied. All this, in the context of training of teachers able to build arguments based on experimental and scientific evidence, creating conceptual skills that will allow in the future proposing that meet the needs of context teaching strategies. The importance of research lies in the relevance of formulating strategies for teacher training, where the analytical and argumentative ability to encourage, articulate knowledge in chemistry teaching of chemistry.

### I. INTRODUCCIÓN

Nuestro principal objetivo fue diseñar una estrategia de intervención para los estudiantes de Sistemas Orgánicos I, de la

Licenciatura en Química de la universidad pedagógica nacional, partiendo de la síntesis del dibenzoilmetano como herramienta para caracterizar los niveles de argumentación en la interpretación y análisis de los mecanismos de reacción.

Y como objetivos específicos consideramos:

- Formular una ruta sintética y estudiar el mecanismo de reacción para la obtención y caracterización de dibenzoilmetano, partiendo del benzaldehído y acetofenona.
- Categorizar la capacidad de análisis que tienen los estudiantes de los espacios académicos de sistemas orgánicos I y II, sistemas fisicoquímicos II de la licenciatura en química, de la Universidad Pedagógica Nacional sobre mecanismos de reacción, utilizando una prueba diagnóstica.
- Establecer y analizar los niveles de argumentación de los estudiantes del curso de sistemas orgánicos I de la Universidad Pedagógica Nacional, basados en la lógica argumentativa de Toulmin.

### **I.1 Una breve aproximación a la lógica argumentativa de Toulmin**

Desde siglos atrás, los seres humanos han implementado la argumentación para muchos hechos, sucesos; siempre se está argumentando, pero en realidad ¿qué es la argumentación? Según Toulmin: “Es la constatación de que uno de los modos de comportamiento lo constituye la práctica de razonar, de dar razones a otros a favor de lo que hacemos, pensamos o decimos” (Atienza, 2005).

Los niveles de argumentación de los profesores en formación inicial son básicos, puesto que se limitan a dos usos: lo que es el instrumental y el argumentativo. Siendo ambas emisiones lingüísticas, en la primera se consiguen propósitos sin dar razones adicionales; y en la segunda se dan razones, argumentos y pruebas. No todos los seres humanos tienen la misma capacidad de argumentación, pero se puede ir mejorando con el tiempo hasta llegar a una categorización como la que plantea Toulmin.

Antes de referirse a esta categorización, es importante ver la diferencia que hay entre argumentación y razonamiento. Para Atienza, la argumentación es la: “actividad total de planear pretensiones ponerlas en cuestión, respaldarlas produciendo razones, criticando esas razones, refutando esas críticas, etc. (Atienza, 2005)”. Y para el mismo autor, el razonamiento es: “la actividad central de presentar las razones a favor de una pretensión, así como para mostrar de qué manera esas razones tienen éxito en dar fuerza a la pretensión” (Atienza, 2005). Con estos conceptos se puede continuar con la categorización que realizó Toulmin para el análisis de los argumentos, puesto que él asegura que en un argumento pueden haber cuatro elementos: la pretensión, las razones, las garantías y los respaldos.

*La pretensión.*- Para esta categoría se tiene un proponente y un oponente. Aquí se tiene un punto de partida y un punto claro de destino del proceder en la argumentación, donde el oponente cuestiona la pretensión del proponente y él se encargará de dar razones en favor de su pretensión inicial.

*Las razones.*- No son teorías generales, son hechos específicos del caso, cuya naturaleza varía de acuerdo con el tipo de argumento de que se trate.

*Las garantías.*- Dependen del tipo de argumento de que se trate. “No son enunciados que descifran hechos, sino reglas que permiten o autorizan el paso de los enunciados a otros” (Atienza, 2005). Por ejemplo, cuando se quiere realizar unas arepas, los hechos o las razones son los ingredientes, y las garantías son la receta general, que permite obtener el resultado combinando los ingredientes.

*El respaldo.*- Este es el presupuesto en la garantía, aquí hay variaciones según el tipo de argumento, se puede expresar como enunciados categóricos sobre hechos, es válido si se pone en cuestión la garantía si esto no se hace el respaldo no tiene ninguna validez.

## I.2 Clasificación de las reacciones orgánicas

El sin número de reacciones orgánicas que en la actualidad se conocen con nombre propio, dificultaría el estudio de sus mecanismos. Sin embargo, las reacciones orgánicas experimentan una serie de procesos puntuales, que Sykes (1985) clasifica de la siguiente forma:

- a) Desplazamiento (sustituciones)
- b) Adiciones
- c) Eliminaciones
- d) Transposiciones

## I.3 Mecanismos de reacción

Un mecanismo de reacción es un supuesto de tipo teórico, que puede sustentarse en hechos experimentales; es la secuencia de pasos que corresponden al avance de una reacción química. El mecanismo de una reacción específica define las etapas y la formación de productos pasando por un complejo activado o estado de transición.

Cuando se va a proponer un mecanismo de reacción, se debe tener claro el camino que conduce a la formación de productos. Frente a dicha especificidad, Breslow (1967) plantea que se debe conocer exactamente la posición de cada uno de los átomos, tanto en las moléculas del solvente como en las de los reactivos, durante todo el tiempo de la reacción.

Al tener clara la naturaleza de las interacciones en la reacción, la energía del sistema y la velocidad con la que ocurren los cambios químicos, se puede establecer una relación entre la ecuación general de una reacción y su mecanismo.

El mismo autor postula que, la descripción general de un mecanismo de reacción deberá contener todo lo que se pueda afirmar acerca de: el ataque de unos átomos por otros, la factibilidad de dicho ataque y la clase de uniones que se generan en la medida que la reacción progresa.

En otro orden de ideas, el estudio de los mecanismos de reacción es uno de los campos donde la investigación es más próspera, aun cuando queda mucho por hacer. Por lo general, se formula un mecanismo de reacción partiendo de alternativas razonables, y demostrando que el mecanismo propuesto responde a todos los ensayos experimentales.

## I.4 El dibenzoilmetano

Es un polvo cristalino de color amarillo. Su fórmula estructural es la siguiente:

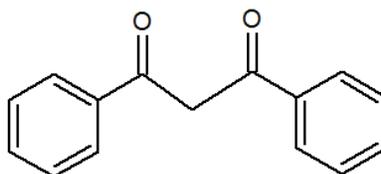


FIGURA 1. Fórmula estructural del dibenzoilmetano.

Los reactivos de partida para la obtención del dibenzoilmetano son el benzaldehído y la acetofenona. Con ellos, la síntesis de dicha molécula se realiza en cuatro pasos.

Esta molécula tiene una gran utilidad en la industria, su principal propiedad es la capacidad de bloquear los rayos ultravioleta, por esto es muy utilizada en la industria de los bloqueadores solares, y como co-estabilizador para la producción de materiales termoplásticos como el PVC.

Su uso en la enseñanza de los mecanismos de reacción en química orgánica no tiene antecedentes, aunque su proceso de síntesis constituye una herramienta didáctica muy útil para la enseñanza de las reacciones orgánicas, clasificadas anteriormente.

A continuación, se hace una elucidación teórica de las reacciones involucradas en la síntesis del dibenzoilmetano y se muestra la ruta sintética para la obtención de la molécula.

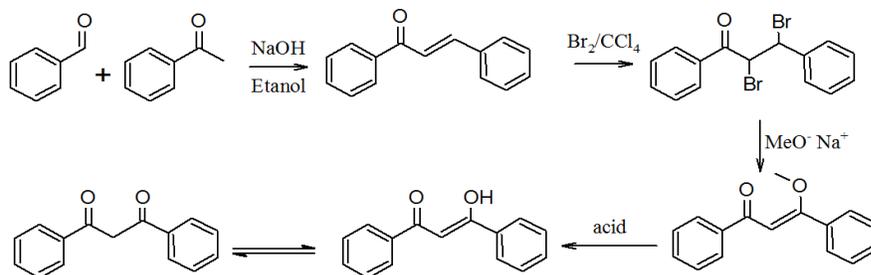


FIGURA 2. Pasos a seguir para la síntesis del dibenzoilmetano.

## II. METODOLOGÍA

Dada la naturaleza de esta propuesta, el enfoque de investigación que se asume es de tipo cualitativo, puesto que en el transcurso de las cuatro etapas se va a analizar el nivel de argumentación de los DFI con respecto a los mecanismos de reacción, y también se analizará la forma en que ellos cuantifican los resultados obtenidos en cada una de las sesiones de trabajo –tanto introductorios, laboratorios y retroalimentaciones–, el análisis se realizará utilizando categorías correspondientes en cada sesión de trabajo.

La investigación se desarrolla en cuatro etapas:

- Formulación.
- Síntesis de la molécula.
- Intervención.
- Análisis de resultados.

Esto se muestra en la figura 3

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la presente investigación y el análisis correspondiente.

Se sintetizan y caracterizan los intermediarios de reacción que permiten la obtención del dibenzoilmetano.

También se aplica una prueba de conocimientos previos, sobre mecanismos de reacción, a estudiantes de sistemas orgánicos II (SOII) población objeto de la investigación y a un grupo de sistemas fisicoquímicos II (SFII) que sirve como grupo control en el estudio

### III.1 Síntesis de dibenzoilmetano

Partiendo de los trabajos realizados en la síntesis de la benzalacetofenona (Kohler & Chadwell, 1941, Dupont Durst & Gokel, 1985), dibromuro de benzalacetofenona (Abbott, & Althausen, 1943) y dibenzoilmetano Allen, *et al.*, 1941), se diseña la ruta sintética que guía el trabajo experimental.

El dibenzoilmetano se sintetiza en tres pasos:

- El primero es la obtención de la benzalacetofenona utilizando como reactivos benzaldehído y acetofenona se trata de una reacción de condensación aldólica cruzada, el producto obtenido es caracterizado por pruebas de infrarrojo, punto de fusión y solubilidad.
- El segundo es la bromación de la benzalacetofenona obtenida obteniendo el dibromuro de benzalacetofenona, es una reacción de adición, este producto también es caracterizado por pruebas de infrarrojo su punto de fusión y solubilidad.
- En el último paso se obtiene al producto final, el dibenzolimetano, en una reacción de sustitución.

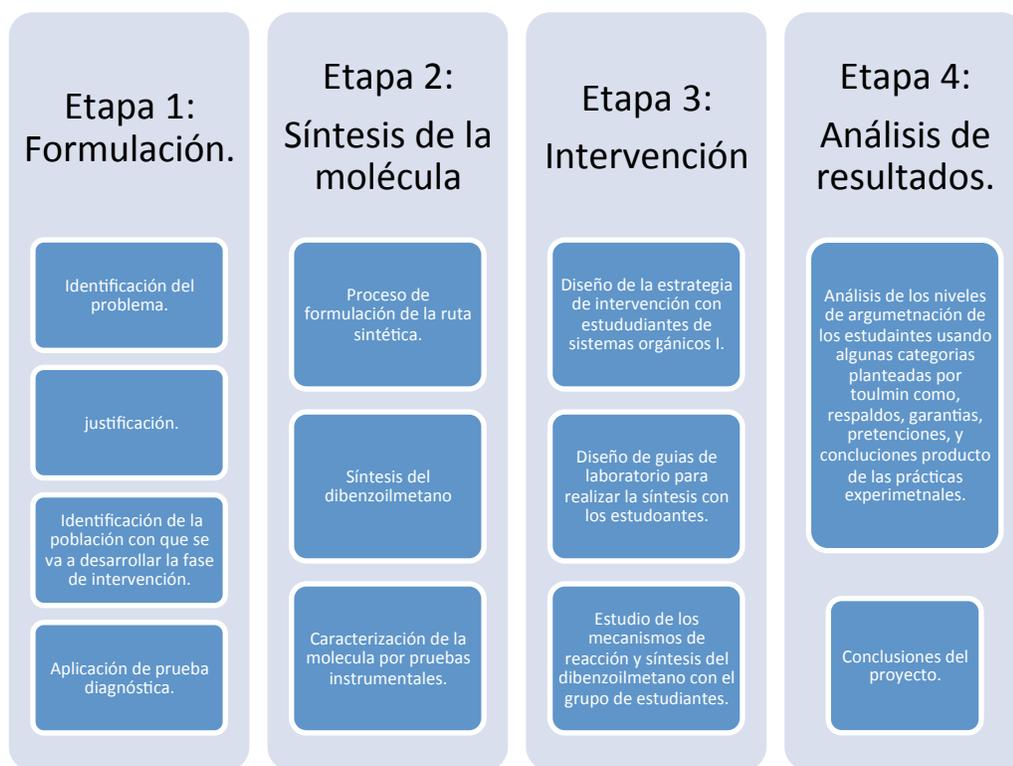
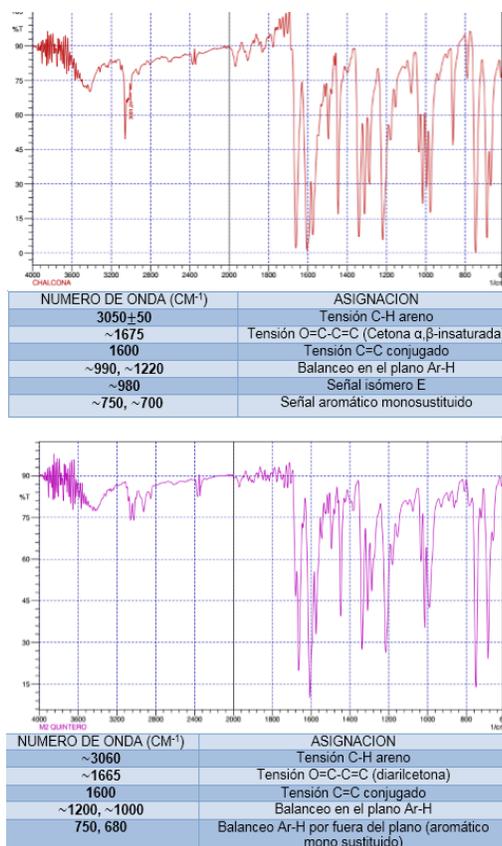


FIGURA 3. Etapas de la investigación.



**FIGURA 4.** La caracterización instrumental de los productos intermedios de reacción se realizó en un espectrómetro infrarrojo con transformadas de Fourier, marca SHIMADZU Referencia IRAffinity1. Los espectros obtenidos se muestran en la imagen adjunta.

La caracterización instrumental de los productos intermedios de reacción se realizó en un espectrómetro infrarrojo con transformadas de Fourier, marca SHIMADZU Referencia IRAffinity1. Los espectros obtenidos se muestran en la figura 4.

En síntesis, si se consideran los resultados obtenidos en el espectro FTIR, las pruebas de solubilidad y punto de fusión, realizados a los intermedios de reacción, existe una alta probabilidad para afirmar que los productos de reacción son benzalacetofenona y dibromuro de benzalacetofenona respectivamente.

Para terminar, la síntesis se realiza con una reacción de sustitución y eliminación en un solo montaje experimental.

Debido al bajo rendimiento de la reacción no se recrystaliza la muestra, sin embargo, el punto de fusión de la molécula se encuentra dentro del rango registrado por Allen, C. *et al.*, (1941).

Entre otras cosas, se debe tener en cuenta el efecto del solvente: en la medida que se use un solvente polar, la solvatación de carbocatión será más efectiva; por ende, existe una mayor posibilidad de llevar a cabo la sustitución.

En el primer trabajo experimental, el disolvente usado es metanol absoluto. Pero Morrison & Boyd (1998) mencionan que, en la medida que la polaridad del solvente aumente, la solvatación en la molécula aumenta y la energía de activación disminuye, disminuyendo la velocidad de reacción. Basados en dicha afirmación se decide en el segundo experimento, cambiar el solvente por una mezcla metanol-agua en proporción 50:50.

En definitiva, es el uso del solvente de mayor polaridad, el que favorece el requerimiento energético de la reacción, ayudando a la formación del producto; cuestión que no se tiene en cuenta en los tres experimentos fallidos.

Después de obtener el producto de síntesis se realizan las pruebas de solubilidad.

Se hacen pruebas cualitativas para identificar la presencia de grupos carbonilo en la muestra. Las pruebas cualitativas realizadas a la muestra identifican la presencia del grupo carbonilo, y descartan la formación de aldehídos por disociación de la molécula. También la prueba de 2,4-DNFH puede usarse para identificar dicetonas impedidas estéricamente; esto se puede hacer si se tiene en cuenta la velocidad de formación de la 2,4-dinitrofenil-hidrazona.

Si bien las pruebas cualitativas no tienen la misma confiabilidad que las instrumentales, si son útiles para identificar la presencia de los grupos funcionales en la molécula. En ese orden de ideas, los resultados obtenidos indican en primer lugar que: la molécula está impedida estéricamente; esto se evidencia en la velocidad de formación de la 2,4-dinitrofenil-hidrazona, ya que esta prueba identifica los compuestos carbonílicos, así estén impedidos. No obstante, la reacción se lleva a cabo lentamente, pero da positivo, producto de la disponibilidad que tiene la molécula de reaccionar con uno de los dos grupos carbonilo que tiene (Durst & Gokel, 1985).

La prueba de Tollens y Schiff descarta la posible formación de aldehídos como producto de síntesis. A su vez, la prueba de Baeyer descarta que el compuesto obtenido tenga insaturaciones o se encuentre en su forma enólica.

Finalmente, el ensayo de yodoformo descarta la presencia del grupo acetilo.

Por consiguiente, si se analizan los resultados del punto de fusión, de las pruebas de solubilidad y del análisis cualitativo, existe una gran probabilidad de haber obtenido el producto proyectado en la ruta sintética: el dibenzoilmetano.

### **III.2 Prueba de conocimientos en mecanismos de reacción**

Con el fin de caracterizar los conocimientos que tienen los estudiantes (grupo de estudio), con quienes se realiza la intervención, se diseña y valida una prueba inicial. Esta se aplica, a quince estudiantes del curso de Sistemas Fisicoquímicos II (grupo control), quienes se encuentran en un nivel de conocimientos disciplinares más avanzados que el grupo a intervenir, se supone que los conocimientos sobre el tema de mecanismos de reacción, deben ser los adecuados para responder la prueba.

La muestra a la que se aplica este instrumento es de quince estudiantes de SOII y quince estudiantes de SFII.

Los conceptos analizados en los dos grupos son: procesos de ruptura de enlace, comparación entre la distribución estadística y experimental de los productos de reacción, mecanismos de reacción por radicales libres, análisis de mecanismo de sustitución nucleofílica bimolecular.

Los resultados de la aplicación de la prueba diagnóstica en los dos grupos, evidencia que el conocimiento adquirido en el campo de los mecanismos de reacción es elemental, y que existen deficiencias en el análisis de los mecanismos de reacción. Esto se debe, a la tendencia de asociar las reacciones con procesos memorísticos, mas no analíticos de los procesos intermoleculares, ni con los estados de transición ni demás intermediarios que se evidencian en un mecanismo de reacción. Por el contrario, concentran la atención únicamente en la formación de productos. Esta práctica recurrente puede ser un impedimento para la argumentación en química orgánica, debido a la poca capacidad de análisis y la gran tendencia a dar razones basadas en su saber memorístico.

### **III.3 Análisis de los niveles de argumentación**

La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias experimentales, en la formación universitaria, presuponen un saber que históricamente ha sido construido, validado y refutado. Desde esa mirada, la argumentación cobra especial importancia, puesto que aprender ciencias implica estar en constante discusión, crítica, razonamiento y argumentación; razón que pone de manifiesto una estrecha relación entre la argumentación y el aprendizaje de modelos científicos, llegando al punto de asegurar que si se mejora la argumentación, se logrará un aprendizaje de mayor calidad (Henao & Stripcich, 2008).

Basados en los resultados obtenidos en la prueba inicial, se diseña una estrategia de intervención que permita caracterizar los niveles de argumentación en mecanismos de reacción que tienen los DFI del curso SOII, y al que

pueden llegar tras finalizar la estrategia. Para ello se propone una serie de instrumentos cuyo objetivo es, realizar el análisis argumentativo de los mecanismos de reacción basados en procesos clave, que permiten entender y analizar los mismos.

La categorización de los resultados obtenidos se hace con la ayuda de matrices de análisis diseñadas en el marco del proyecto y debidamente validadas. Los niveles de argumentación se explican en la tabla I.

**TABLA I.** Niveles de argumentación.

<b>NIVEL DE ARGUMENTACION</b>	<b>CRITERIO DE ANALISIS</b>
<b>Uno</b>	No hay razones claras que sustenten el proceso analizado expuesto en el mecanismo de reacción
<b>Dos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay razones que sustentan el proceso analizado, pero estas carecen de respaldos</li> <li>• Las razones que sustentan el proceso analizado no son claras; sin embargo, busca respaldos que le permitan defender su postura</li> </ul>
<b>Tres</b>	Las razones que dan explicación al proceso analizado son claras y están basadas en respaldos, no obstante existen algunas dificultades para identificar algunos procesos clave en el mecanismo de reacción
<b>Cuatro</b>	Las razones que dan explicación al proceso analizado son claras están basadas en respaldos, el discurso argumentativo es coherente y estructurado, alejado del lenguaje cotidiano.

En un segundo momento, se sintetizan los intermediarios que permiten llegar al producto final. En este espacio se hace un contraste entre el mecanismo de reacción planteado por los DFI, y las variables experimentales que se deben tener en cuenta para realizar un buen trabajo de laboratorio. Por último, se realiza el análisis de los niveles de argumentación basados en los productos escritos que entregan los DFI al finalizar cada sesión experimental. En total, se hacen seis sesiones de intervención, tres previas a las prácticas experimentales, dos experimentales y una final de retroalimentación de la experiencia.

Los criterios de análisis planteados siguen la lógica argumentativa de Toulmin, donde se analizan los elementos que constituyen los argumentos que dan los DFI en una situación concreta. Harada (2009) menciona que se debe buscar que el razonamiento no se base únicamente en premisas y conclusiones, por el contrario que las razones deben estar llenas de respaldos, garantías y pretensiones que permitan alcanzar buenos niveles de argumentación.

Tras finalizar la estrategia de intervención con los DFI y contrastando los resultados obtenidos, se evidencia: un cambio positivo en los niveles de argumentación, logrando estructurar un texto argumentativo donde se plasman razones acompañadas de respaldos, un lenguaje científico acorde al tema estudiado y un mejor análisis de los mecanismos de reacción; se cambió el imaginario en los mismos, refutando la creencia que las reacciones en química orgánica eran cuestión de memorizar los productos; y se abrió el horizonte en el aprendizaje por medio del análisis de los mecanismos de reacción.

En cuanto a la síntesis de la molécula, los DFI encuentran positivo que se articule el saber en mecanismos de reacción con la posibilidad de corroborar experimentalmente: qué pasa, cómo se comportan las reacciones, qué variables se deben tener en cuenta para lograr un trabajo exitoso, qué función cumple el solvente, qué pasa si se altera el orden de adición de reactivos, y demás cuestiones que únicamente se pueden corroborar por medio de la experimentación.

Además, las observaciones experimentales les permiten fortalecer el argumento, logrando una articulación entre la pretensión, las razones, los respaldos y las garantías, cuestión que se busca en el modelo argumentativo de Toulmin.

Es importante mencionar que, con las observaciones experimentales se logran estructurar mejor los argumentos, y construir un discurso más sólido.

Los DFI mencionan que por medio de esta estrategia de intervención, se logra articular el saber condensado en la literatura con las nociones que ellos tienen sobre un fenómeno, y que además, estos dos se articulan con el trabajo experimental de los procesos estudiados.

En términos generales, los DFI consideran que la estrategia de intervención diseñada, fortalece su capacidad de análisis en mecanismos de reacción, sus niveles de argumentación, la posibilidad de estructurar mejor un discurso argumentativo, todo esto en el marco de la síntesis del dibenzoilmetano.

Del mismo modo, es importante formular estrategias que permitan fortalecer la capacidad argumentativa; y más allá del argumento, analizar cómo argumentan, qué compone ese discurso, qué fortalezas y debilidades se presentan al argumentar. En ese orden de ideas, Jiménez & Díaz de Bustamante (2003) ponen de manifiesto la necesidad de comprender cómo se construyen las explicaciones en el aula, explorar los procesos a través de los cuales se construyen significados en las clases, qué significado asignan los estudiantes a ciertos tópicos que pueden ser abstractos (algo que se evidencia en esta investigación).

En cuanto a la construcción de argumentos, mencionan que se deben hacer preguntas cuando se estudia la argumentación. Como por ejemplo:

*¿Qué cuenta como dato, como comprobación para los estudiantes?*

*¿Qué cuenta como conclusión o explicación teórica?*

*¿Qué cuenta como una justificación en apoyo de una conclusión?*

*¿Cómo se relacionan las justificaciones con conocimiento básico que les respalda?*

*¿Qué procesos siguen para argumentar mientras están resolviendo un problema?*

En consecuencia, muchas de las preguntas formuladas por los autores se responden en esta investigación.

#### IV. CONCLUSIONES

Tras culminar el trabajo de investigación, se llegan a las siguientes conclusiones:

- El diseño de la estrategia de intervención con los estudiantes del curso Sistemas Orgánicos II, permite caracterizar los niveles de argumentación en dos momentos cruciales: En un primer momento se analiza el mecanismo de reacción, caracterizando el discurso argumentativo desde el uso de respaldos. Y en un segundo momento, tras el trabajo de la síntesis de los intermediarios de reacción, donde se caracteriza el discurso desde el uso de respaldos, garantías y pretensiones, demostrando que el trabajo experimental les permite estructurar el argumento de una manera más coherente. Sin embargo, siguen existiendo problemas en la estructuración de las pretensiones, ya que estas se limitan a procesos descriptivos y metodológicos, mas no a la conclusión de los aspectos y cuestiones que atañen el mecanismo de reacción.
- Tras formular y realizar la ruta sintética en la síntesis del dibenzoilmetano, se concluye que el control de las condiciones cinéticas y termodinámicas en la reacción son indispensables para lograr el cometido; así como el uso de buenos solventes que permitan la solvatación de los iones. En ese orden de ideas, los DFI exploraron el

campo de la síntesis orgánica, contrastando el trabajo en mecanismos de reacción desde el punto de vista teórico-práctico, logrando sintetizar benzalacetofenona y dibromuro de benzalacetofenona.

- La aplicación de la prueba de conocimientos en mecanismos de reacción, identifica una gran falla en los contenidos aprendidos por los DFI en mecanismos de reacción, donde existe casi una igualdad de condiciones en los DFI del curso Sistemas Físicoquímicos II y Sistemas Orgánicos II. En ese orden de ideas, es importante mencionar que los contenidos aprendidos en mecanismos de reacción se hacen de forma memorística,; de esta manera se asimilan tópicos básicos en mecanismos de reacción como: rupturas de enlace, identificación de ciertos procesos básicos como la naturaleza de los nucleófilos o el carácter nucleófilo de los halógenos. Sin embargo, los procesos en mecanismos de reacción más complejos no pueden ser contestados acertadamente, evidenciando una falta de conceptos en los temas abordados en la prueba diagnóstica.
- En cuanto a los niveles de argumentación, los DFI presentan al principio de la estrategia de intervención, argumentos que en su mayoría se encuentran en nivel dos. En la medida que se avanza en la estrategia de intervención, se muestra un avance progresivo en la capacidad de estructurar argumentos. Cabe destacar que los argumentos mejor estructurados son los que derivan de preguntas concretas, cuando los argumentos surgen de la justificación de una pregunta de múltiple opción de respuesta, predominan los argumentos básicos, entendidos estos como la explicación del ¿por qué? Se escogió la opción de respuesta y no se logra estructurar un discurso basado en respaldos. La construcción de argumentos que surgen del último ejercicio, donde no se tiene un direccionamiento alguno, presenta cierta coherencia entre el mecanismo de reacción y el uso de respaldos que le dan una mayor fuerza al argumento. Los argumentos que surgen de la explicación de las observaciones experimentales logran una mejor estructura, esto se debe más al uso de garantías y respaldos que a la explicación al mecanismo de reacción y al procedimiento experimental.

## REFERENCIAS

- Abbott, T. & Althousen, D. (1943). Ethyl  $\alpha$ ,  $\beta$ -dibromo- $\beta$ -phenylpropionate. *Organic Syntheses, Coll. 2*, 270-271.
- Allen, C., Abell, R. & Normington, J. (1941). *Dibenzoylmethane. Organic Syntheses, Coll. 1*, 201-203.
- Atienza, M. (2005). Las razones del derecho. En: M. Atienza, *Las razones del derecho*, México: Universidad Nacional Autónoma de México. pp. 83.
- Breslow, R. (1967). *Mecanismos de reacciones orgánicas*. Barcelona: Reverté.
- Dupont, H. & Gokel, G. W. (1985). *Química Orgánica Experimental*. Barcelona: Reverté.
- Durst, H. & Gokel, G. (1985). *Química Orgánica Experimental*. Barcelona: Reverté.
- Harada, E. (2009). Algunas aclaraciones sobre el "modelo" argumentativo de Toulmin. *ContactoS 73*, 45-56.
- Heno, B. L. & Stripcich, M. S. (2008). Educación en ciencias y argumentación: La perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias 7*(1), 47-62.
- Jiménez Aleixandre, M. D. & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias, 21*(3), 359-370.

Kohler, E. & Chadwell, H. (1941). Benzalacetophenone. *Organic Syntheses, Coll. 1*, 78.

Morrison, R. T. & Boyd, R. N. (1998). *Química Orgánica*. 5<sup>a</sup> Ed. México: Addison Wesley Longman de México.

Sykes, P. (1985). *Mecanismos de reacción en química orgánica*. Barcelona: Reverté.