

Conceptos básicos y mecanismos de reacción en la Química Orgánica

Ignacio López,¹ Alfredo Ordaz,² Carlos Kerbel³

ABSTRACT (Basic Concepts and Reaction Mechanisms in Organic Chemistry)

Describing the adequate form of the reaction mechanisms and predicting the resulting compounds represent a challenge for students. A diagnostic evaluation was applied to a group of students enrolled in the industrial biochemistry engineering and food engineering programs who were taking an organic chemistry II class in the Unit of Teaching and Learning (UEA – Unidad de Enseñanza-Aprendizaje) to get well-acquainted with the basic concepts acquired in previous courses. The concepts that were evaluated were: Non-shared electrons, partial and formal charges, covalent and ionic bonds, homolytic and heterolytic break. The results of this research allowed to detect a deficient conceptual, procedural knowledge and a lack of systematization for the comprehension and development of the reaction mechanisms.

KEYWORDS: Reaction mechanisms, basic concepts, procedural knowledge

Introducción

El aprendizaje de las reacciones químicas y la síntesis de compuestos en el aula representan uno de los principales objetivos de los cursos de química orgánica; describir de forma adecuada los mecanismos de reacción y predecir los compuestos resultantes, es uno de los mayores retos que enfrentan los estudiantes (Wentland, 1994). Consideramos conveniente que al inicio del curso se realice una evaluación diagnóstica (Sánchez y Miguel, 2006) que oriente a los profesores en la adecuación de sus clases y les permita conocer la situación particular de sus alumnos. Cabe señalar que los alumnos inscritos en la UEA (Unidad de Enseñanza Aprendizaje) de Química Orgánica II han cursado previamente la UEA de Química General y Química Orgánica I, por lo que resulta necesario indagar cuáles son los conocimientos teóricos adquiridos antes de abordar la Química Orgánica II.

De acuerdo con Heyworth (1999) se puede hablar de alumnos “novatos”, que son personas que piensan en el resultado, más que en el proceso, y de alumnos “expertos”, que se enfocan más a los procesos que a las sustancias. Siguiendo esta

línea de pensamiento, cabe agregar aquí otros aspectos señalados por Friesen (2008) como fundamentales para comprender y resolver los mecanismos de reacción:

- i) Conocer los principios de reactividad molecular, lo que a su vez permite...
- ii) Entender el porqué y el cómo de las reacciones, y no únicamente pensar en obtener “algo” como producto final;
- iii) Transferir el conocimiento a otros problemas y, por último,
- iv) Saber representar las estructuras moleculares.

El mecanismo propuesto debe, así, incluir una representación plausible de la reorganización electrónica y ser coherente con las características de las sustancias que intervienen.

Metodología

En la primera semana del curso se aplicó una evaluación diagnóstica. Se pidió a los alumnos que desarrollaran el mecanismo de reacción entre el clorometano y el hidróxido de sodio y escribir el (los) producto(s) de la reacción. Se realizó un análisis porcentual de la aplicación de cada uno los conceptos y se graficaron los resultados obtenidos (ver tabla 1 y gráfica 1). En la tercera y sexta semanas del curso se aplicaron evaluaciones diagnósticas para conocer el avance logrado en la comprensión y aplicación de los conceptos estudiados para desarrollar los mecanismos de reacción:

- i) Para la síntesis de éter dimetílico a partir de los reactivos propuestos por los alumnos, y
- ii) Entre el eteno y bromo molecular.

Se realizó el análisis porcentual para cada concepto a partir de la respuesta de los alumnos en cada uno de los ejercicios y se graficaron los resultados (ver tabla 2 y gráfica 1; tabla 3 y

¹ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Depto. de Biotecnología.

Correo electrónico: nace@xanum.uam.mx

² Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Licenciatura en Bioquímica Industrial.

Correo electrónico: alfredordaz_nthd@hotmail.com

³ Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Depto. de Ciencias de la Salud.

Correo electrónico: oso@xanum.uam.mx

Fecha de recepción: 26 de enero 2010.

Fecha de aceptación: 29 de agosto 2011.

Gráfica 1. Comparativo entre la evaluación diagnóstica de la primera, tercera y sexta semanas y la evaluación parcial.

gráfica 1). Para la séptima semana del curso se aplicó un examen (ver tabla 4 y gráfica 1) en el que solicitó a los alumnos describir los mecanismos de reacción a partir de una lista de reactivos que podían combinar. Una vez más se evaluó la aplicación de cada uno de los conceptos estudiados. La muestra estuvo conformada por 24 alumnos de las licenciaturas Ingeniería Bioquímica Industrial e Ingeniería de los Alimentos inscritos en la UEA de Química Orgánica II.

Resultados

La tabla 1 revela que un 38 % de los estudiantes identificó el concepto de electrones no compartidos, un 21 % el concepto de cargas, un 21 % enlace iónico, un 54 % enlace covalente, un 4 % la ruptura homolítica y un 4 % la ruptura heterolítica.

Tabla 1. Evaluación diagnóstica de conocimientos previos. Mecanismo de reacción entre el clorometano e hidróxido de sodio.

Conceptos valorados	EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	
	Aplicación del concepto (%)	
	(Identificó)	(No identificó)
Identificación de electrones no compartidos	38	62
Identificación de cargas	21	79
Identificación de enlace iónico	21	79
Identificación de enlace covalente	54	46
Identificación de ruptura homolítica	4	96
Identificación de ruptura heterolítica	4	96

En la tabla 2 se observa que únicamente un 13 % identificó el concepto de electrones no compartidos, un 13 % el concepto de cargas, un 8 % enlace iónico, un 29 % enlace covalente, un 8 % la ruptura homolítica y un 8 % la ruptura heterolítica.

En la tabla 3 se observa que un 58 % de los estudiantes identificaron el concepto de electrones no compartidos, un 41 % el concepto de cargas, un 4 % enlace iónico, un 79 % enlace covalente, un 29 % la ruptura homolítica y un 0 % la ruptura heterolítica.

En el examen aplicado en la séptima semana de clases, los valores obtenidos para los conceptos estudiados fueron los siguientes: un 54 % de los estudiantes aplicó correctamente el concepto de electrones no compartidos, un 58 % el concepto de cargas, un 58 % enlace iónico, un 75 % enlace covalente, un

Tabla 2. Síntesis de éter metílico a partir de reactivos propuestos.

Conceptos valorados	EXPERIENCIA I	
	Aplicación del concepto (%)	
	(Identificó)	(No identificó)
Identificación de electrones no compartidos	13	87
Identificación de cargas	13	87
Identificación de enlace iónico	8	92
Identificación de enlace covalente	29	71
Identificación de ruptura homolítica	8	92
Identificación de ruptura heterolítica	8	92

Tabla 3. Mecanismo de reacción entre el etano y bromo molecular.

Conceptos valorados	EXPERIENCIA II	
	Aplicación del concepto (%)	
	(Identificó)	(No identificó)
Identificación de electrones no compartidos	58	42
Identificación de cargas	41	59
Identificación de enlace iónico	4	96
Identificación de enlace covalente	79	21
Identificación de ruptura homolítica	29	71
Identificación de ruptura heterolítica	0	100

54% la ruptura homolítica y un 58% la ruptura heterolítica. La mejora en los porcentajes muestra el éxito del refuerzo de la aplicación, especialmente porque en el segundo momento se aplicó el mismo tipo de cuestionario que al inicio, para lo cual los alumnos ya habían sido entrenados.

Conclusiones

En esta investigación los sujetos de estudio habían cursado previamente las asignaturas de Química General y Química Orgánica I. Después de aplicar la evaluación diagnóstica en la primera semana del curso, los resultados observados fueron inquietantes, como se puede observar en la tabla I. Los conceptos valorados tema de esta investigación al parecer no son relevantes para los estudiantes, ya que en promedio un 87% no los identificó como parte importante al tratar de resolver la reacción.

Una pregunta inquietante nos surgió, ¿cómo esperan los estudiantes tener éxito al cursar la asignatura de Química Orgánica II, cuando sus deficiencias conceptuales son tan significativas?

En las semanas siguientes, en cada clase se hizo un refuerzo

Tabla 4. Evaluación parcial. Síntesis de compuestos a partir de una lista de reactivos proporcionada por el profesor.

Conceptos valorados	EVALUACIÓN	
	Aplicación del concepto (%)	
	(Identificó)	(No identificó)
Identificación de electrones no compartidos	54	46
Identificación de cargas	58	42
Identificación de enlace iónico	58	42
Identificación de enlace covalente	75	25
Identificación de ruptura homolítica	54	46
Identificación de ruptura heterolítica	58	42

pedagógico, indicándoles que anotaran los conceptos valorados en la evaluación diagnóstica en cada reacción que resolvían, gracias a lo cual se obtuvieron mejores resultados, tal como se muestra en las diferentes etapas en este trabajo. Consideramos que la evaluación diagnóstica nos ayuda a conocer cuáles son los saberes y capacidades de los estudiantes y así guiarlos en la adquisición de nuevos aprendizajes.

Referencias

- Friesen, J. B., Saying what you mean: Teaching mechanisms in Organic Chemistry, *J. Chem. Educ.*, **85**(11), 1515–1518, 2008.
- Heyworth, R. M., Procedural and conceptual knowledge of expert and novice students for the solving of a basic problem in chemistry, *Int. J. Sci. Educ.*, **21**(2), 195–211, 1999.
- Sánchez, M. R. y Miguel, V. C., Relación entre los conocimientos previos y el rendimiento en la asignatura bioquímica en estudiantes de medicina, *Rev. Fac. Med.* (Caracas), **29**(2), 114–120, 2006.
- Wentland, S. H., A new approach to teaching organic chemical mechanisms, *J. Chem. Educ.*, **71**(1), 3–8, 1994.