
CONCEPTOS BÁSICOS Y MECANISMOS DE REACCIÓN EN LA QUÍMICA ORGÁNICA

IGNACIO LÓPEZ Y CELIS / ALFREDO ISSAC ORDAZ CARMONA / CARLOS KERBEL LIFSHITZ

RESUMEN:

Se aplicó una evaluación diagnóstica a un grupo conformado por alumnos de las Licenciaturas Ingeniería Bioquímica Industrial e Ingeniería de los Alimentos para conocer los conceptos básicos adquiridos en cursos previos, como elementos de anclaje para la construcción de nuevos saberes en la UEA (Unidad de Enseñanza-Aprendizaje) Química Orgánica II. Los conceptos evaluados fueron: Electrones No Compartidos, Cargas Parciales y Formales, Enlaces Iónicos y Covalentes, Ruptura Homolítica y Heterolítica. Los resultados de esta exploración permitieron detectar un deficiente manejo conceptual, procedimental y la falta de sistematización por parte de los alumnos en el uso de estos conceptos, necesarios para la adecuada resolución de mecanismos de reacción. A partir de los resultados obtenidos de esta evaluación, se trabajó a lo largo del trimestre para reforzar estos conceptos. Se llevaron a cabo otras tres evaluaciones (Experiencia I, Experiencia II y Evaluación Parcial) en las que se analizó el avance alcanzado. Se concluye que es necesario realizar evaluaciones diagnósticas a los alumnos para conocer sus deficiencias conceptuales, así como reforzar permanentemente la sistematización de los conceptos mencionados, para lograr un avance significativo en su comprensión.

PALABRAS CLAVE: Química Orgánica, conceptos previos, mecanismos de reacción, evaluación diagnóstica.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las reacciones químicas y su utilización en la síntesis de compuestos representa uno de los principales objetivos de los cursos de química orgánica (Friesen, 2008); sin embargo, describir de forma adecuada los mecanismos de reacción y predecir los compuestos resultantes, es precisamente uno de los mayores problemas que enfrentan los alumnos en este tipo de cursos. Un aspecto fundamental de esta problemática es el que se refiere a los conocimientos previos que poseen los alumnos cuando se inscriben a un curso.

Es preocupante atestiguar como los alumnos, a pesar de haber transitado de manera más o menos exitosa por los niveles inferiores del currículo, arriban a un curso de un nivel superior con deficiencias conceptuales, que de no detectarse adecuadamente, seguirían reproduciendo a lo largo de sus estudios, además de dificultar severamente su proceso de aprendizaje. Es en este sentido que resulta de primordial importancia identificar estos conocimientos en el alumno, particularmente en el caso de los alumnos que tienen el antecedente de haber cursado con anterioridad otros cursos relacionados, ya que existe el supuesto de que poseen los conceptos necesarios y suficientes, así como la comprensión de éstos, que les sirven de anclaje para la construcción de nuevos saberes específicos (Cervantes Espinosa, *et al.*, 2005). La evaluación diagnóstica cumple aquí un papel fundamental, ya que permite al docente conocer de primera mano la situación particular de sus alumnos en lo que se refiere al manejo de conceptos que les serán requeridos.

De acuerdo con Friesen (2008) es fundamental que los alumnos eviten la memorización de las reacciones, en el sentido operativo del término, estrategia bastante común en aquellos alumnos que carecen de las bases necesarias para resolver ejercicios del tipo que se presentan en los cursos de Química Orgánica. Muchos de ellos incurren en la memorización de los pasos a seguir sin reflexionar adecuadamente en el problema que tienen que resolver.

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. 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. Lo anterior, iii) permite transferir el conocimiento a otros problemas y por último, iv) saber representar las estructuras moleculares y representar el movimiento de los pares de electrones.

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

En el presente trabajo se evaluó el conocimiento que tenían los alumnos acerca de los siguientes conceptos: Identificación de Electrones No Compartidos, Identificación de Cargas, Identificación de Enlace Iónico, Identificación de Enlace Covalente, Identificación de Ruptura Homolítica, Identificación de Ruptura Heterolítica, ya que se consideran elementos fundamentales para describir y resolver un mecanismo de reacción.

METODOLOGÍA

En la primera semana del curso se aplicó un ejercicio diagnóstico para evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre los siguientes conceptos: Estructuras de Lewis, Cargas Parciales y Formales, Enlaces Iónicos y Covalentes, Ruptura Homolítica y Heterolítica. Se pidió a los alumnos que aplicaran los conceptos mencionados en la resolución de un ejercicio: desarrollar 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 de los conceptos y se graficaron los resultados obtenidos (ver tabla 1 y gráfica 1). Se procedió a impartir los temas establecidos en el programa oficial de la UEA. En todas las sesiones se realizaron ejercicios en los que se reforzó la aplicación ordenada y sistemática de los conceptos analizados en el presente trabajo. En la tercera y sexta semanas del curso se aplicaron nuevamente unos ejercicios diagnósticos para evaluar el avance en la comprensión, asimilación y aplicación sistemática de los conceptos estudiados: i) describir el mecanismo de reacción para la obtención de éter dimetílico a partir de reactivos propuestos por los alumnos y ii) desarrollar el mecanismo de la reacción entre el Eteno y Bromo molecular, respectivamente. 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 2; tabla 3 y gráfica 3). Para la séptima semana del curso se aplicó un examen (ver tabla 4 y gráfica 4) en el que solicitó a los alumnos describir los mecanismos de reacción y desarrollar la síntesis de diferentes productos, 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 el 38% de los estudiantes aplicó correctamente el concepto de electrones no compartidos, el 21% el concepto de cargas, el 21% el enlace iónico, el 54% el enlace covalente, el 4% la ruptura homolítica y 4 % la ruptura heterolítica.

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

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

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

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica constituyeron el punto de partida para abordar el temario del curso, mismo que inició con un repaso sobre los conceptos ya mencionados. La evaluación diagnóstica permitió apreciar la carencia conceptual, procedimental y la falta de sistematización en la resolución de los mecanismos de reacción. Ante esto se procedió a repasar los conceptos. Cabe resaltar que los alumnos inscritos en la UEA de Química Orgánica II, previamente han cursado las UEA de Química General y de Química Orgánica I, por lo que resulta necesario indagar la razón por la cual los alumnos llegan a la UEA de Química Orgánica II con deficiencias conceptuales.

Posterior al periodo de repaso, y dado que era imperativo revisar los temas propios de la UEA, se procedió a reforzar mediante ejercicios la sistematización de los conceptos. En la tercera semana se realizó una segunda evaluación diagnóstica que consistió en describir el mecanismo de reacción para la obtención de éter dimetílico a partir de reactivos propuestos por los alumnos. Como se puede apreciar los valores son muy bajos, lo cual se explica, en parte, por el tipo de ejercicio, ya que en este caso, los alumnos tenían que proponer algunos reactivos. Estos resultados ponen en evidencia otro aspecto digno de mención: los alumnos, siguiendo el análisis de Heyworth (1999), tienen deficiencias en resolver problemas y manejar los conceptos, máxime cuando se trata de ejercicios que apelan a su capacidad de toma de decisiones y en los que tienen que discernir entre distintas opciones propuestas por ellos mismos. Los alumnos, en este caso, se “sintieron perdidos”, a decir de algunos de ellos.

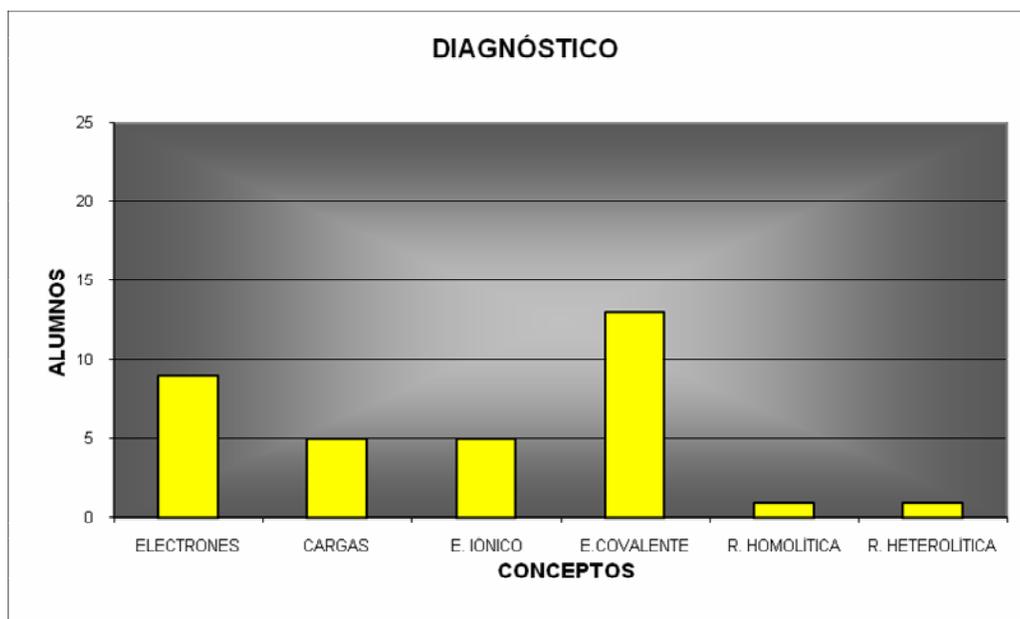
Conforme avanzó el trimestre, y se veían los temas del programa, y se insistía en la sistematización de los conceptos, se observó una mejoría en algunas habilidades, y cabe mencionar, un aumento en la participación activa en el salón de clases y fuera del aula, lo que hizo que aumentara la confianza para intentar resolver los ejercicios. En el tercer ejercicio, se observa un incremento, en términos generales, en la habilidad para aplicar los conceptos y resolver el mecanismo de reacción propuesto. Para la séptima semana, en la que se realizó

un examen, la insistencia por parte del docente en la aplicación y sistematización de los conceptos a lo largo del curso permitió que los alumnos aumentaran su comprensión en la resolución de los problemas planteados.

BIBLIOGRAFÍA

- Brent Friesen, J. (2008). "Saying what you mean: Teaching mechanisms in organic chemistry", *J. Chem. Educ.* 85 (11): 1515-1518.
- Cervantes Espinosa, L.; Hernández Segura, O.; Trejo, L. M. y Vega Rodríguez, A. (2005). *Evaluación diagnóstica de termodinámica a nivel universitario* (en línea, consultado: 2 de marzo de 2009, en <http://www.fisica.ucr.ac.cr/variados/ponencias/9evaluacion%20diagnostica.pdf>).
- Heyworth, R. M. (1999). "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.
- Sánchez, M. R. y Miguel, V.C. (2006). "Relación entre los conocimientos previos y el rendimiento en la asignatura bioquímica en estudiantes de medicina", *Rev. Fac. Med. (Caracas)* 29 (2): 114-120
- Wentland, S. H. (1994). "A new approach to teaching organic chemical mechanisms", *J. Chem. Educ.* 71 (1): 3-8.

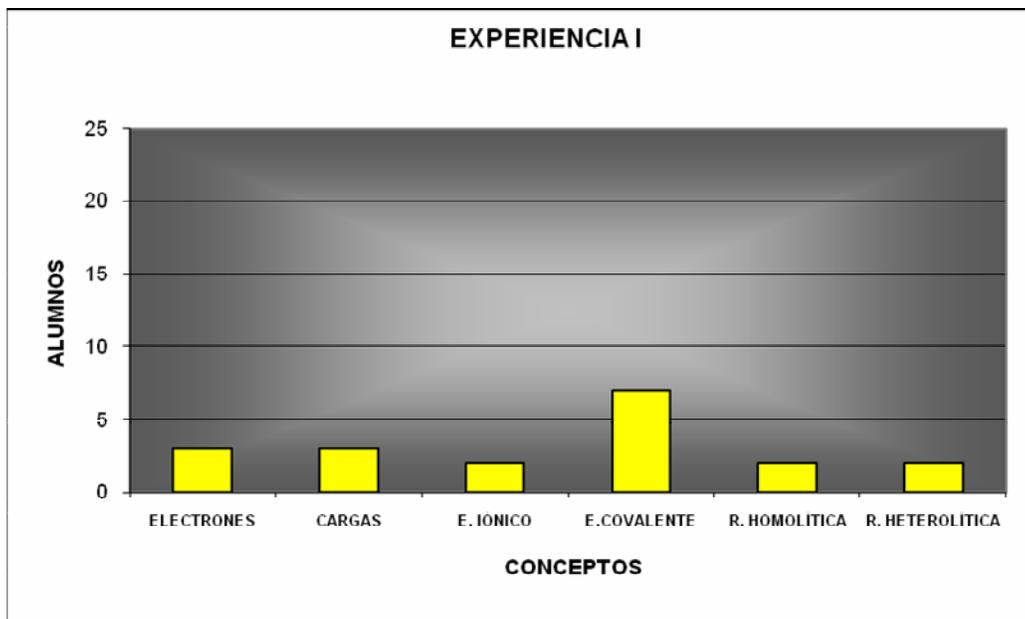
ANEXO



**Grafica 1: Evaluación diagnóstica de conocimientos previos
Mecanismo de Reacción entre el CloroMetano e Hidróxido de Sodio**

EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA		
Conceptos Valorados	Comprensión del Concepto	
	R.C. (Respondió Correctamente)	R.I. (Respondió Incorrectamente)
Identificación de Electrones No Compartidos	38%	62%
Identificación de Cargas	21%	79%
Identificación de Enlace Ionico	21%	79%
Identificación de Enlace Covalente	54%	46%
Identificación de Ruptura Homolítica	4%	96%
Identificación de Ruptura Heterolítica	4%	96%

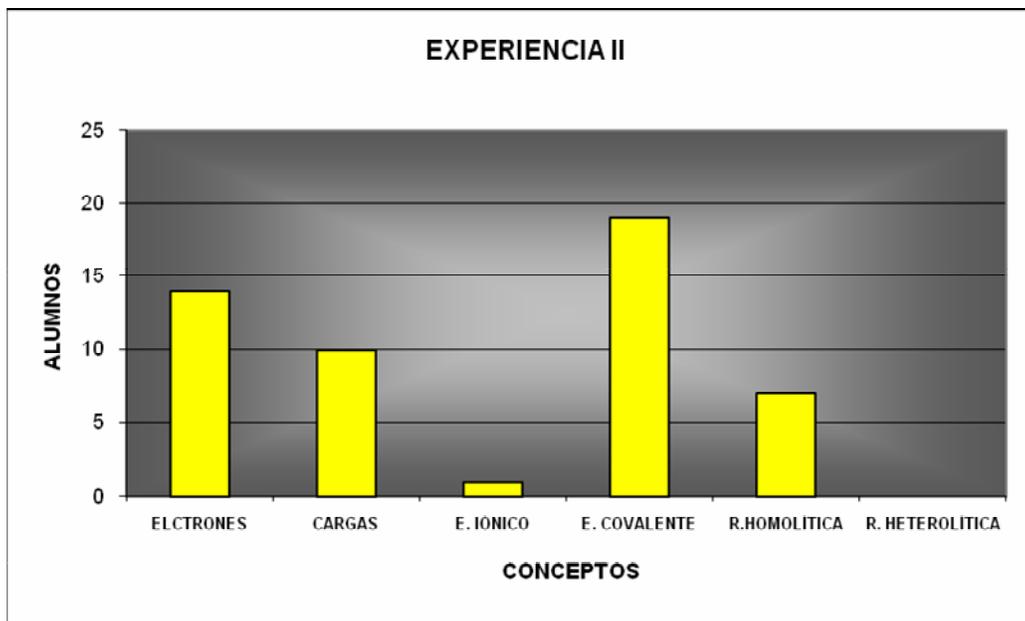
**Tabla 1: Evaluación diagnóstica de conocimientos previos
Mecanismo de Reacción entre el CloroMetano e Hidróxido de Sodio.**



Gráfica 2: Síntesis de Eter Metílico, a partir de reactivos propuestos.

EXPERIENCIA I		
Conceptos Valorados	Comprensión del Concepto	
	R.C. (Respondió Correctamente)	R.I. (Respondió Incorrectamente)
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%

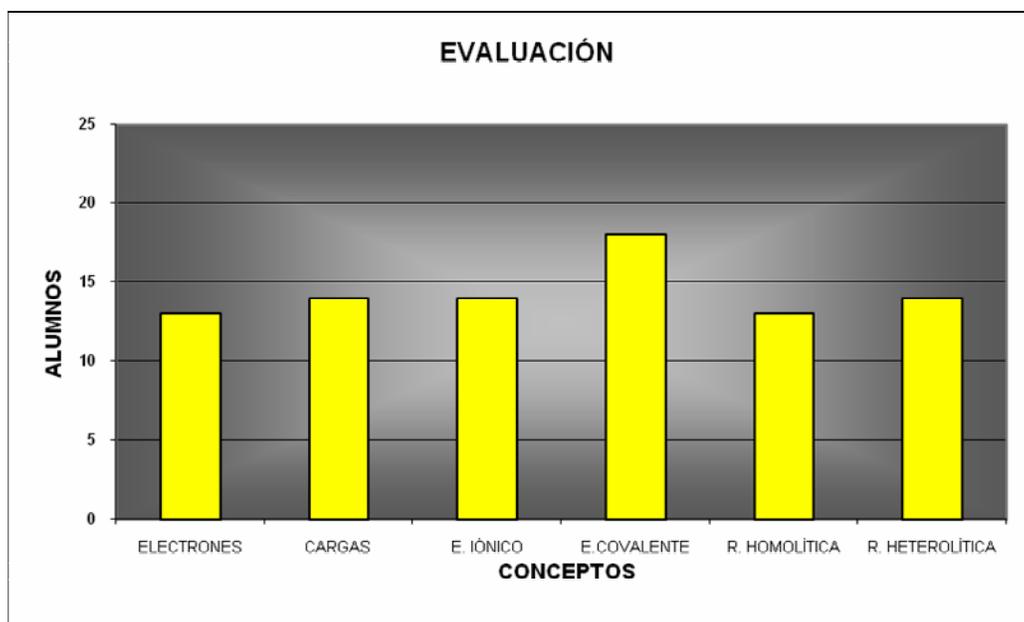
Tabla 2: Síntesis de Eter Metílico, a partir de reactivos propuestos.



Gráfica 3: Mecanismo de reacción entre el Etano y Bromo Molecular.

EXPERIENCIA II		
Conceptos Valorados	Comprensión del Concepto	
	R.C. (Respondió Correctamente)	R.I. (Respondió Incorrectamente)
Identificación de Electrones No Compartidos	58%	42%
Identificación de Cargas	41%	59%
Identificación de Enlace Ionico	4%	96%
Identificación de Enlace Covalente	79%	21%
Identificación de Ruptura Homolitica	29%	71%
Identificación de Ruptura Heterolítica	0%	100%

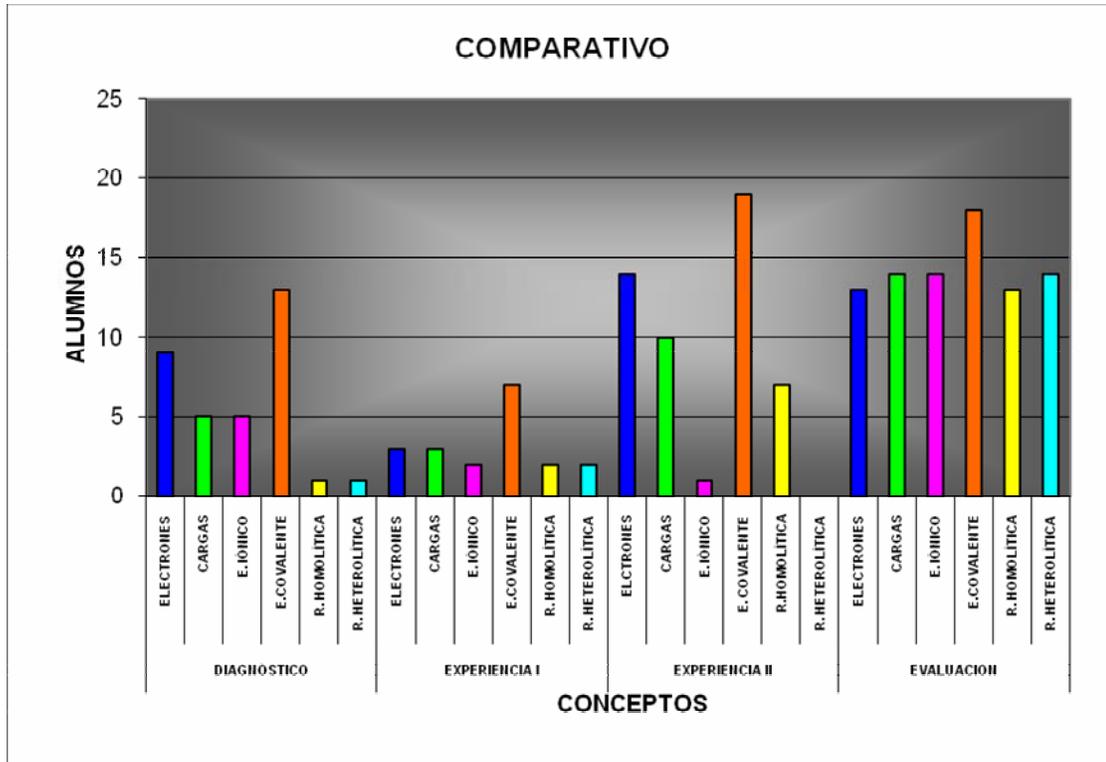
Tabla 3: Mecanismo de reacción entre el Etano y Bromo Molecular.



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

EVALUACIÓN		
Conceptos Valorados	Comprensión del Concepto	
	R.C. (Respondió Correctamente)	R.I. (Respondió Incorrectamente)
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%

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



Gráfica 5. Comparativo entre la Evaluación diagnóstica de la primera, tercera y sexta semanas y la evaluación parcial