

DINÁMICA DEL PROCESO DOCENTE EDUCATIVO DE LA UNIDAD TEMÁTICA DE ÁCIDOS CARBOXÍLICOS, SUSTENTADA EN UN MODELO PARA LA SISTEMATIZACIÓN DE LOS CONTENIDOS.

DYNAMICS OF THE EDUCATIONAL LEARNING PROCESS OF THE UNIT ON CARBOXYLIC ACIDS, SUSTAINED BY A MODEL FOR THE SYSTEMATIZATION OF THE CONTENTS.

Ms. C. Adelaida M. Ballbé Valdés*

Dr. C. Hipólito Peralta Benítez*

Lic. Mayelin Mora González*

Lic. Ninel Peralta Ballbé**

Ms.C. María de los A. Blanco Jerez*

Lic. Leyanis Rodríguez*

*** Universidad de Ciego de Ávila “Máximo Gómez Báez”**

**** Universidad de Camaguey**

pfr_aballbe@rect.unica.cu

Palabras claves: pedagogía, enseñanza, aprendizaje, sistematización del contenido, química

Key words: pedagogy, teaching, apprenticeship, systematization of the contents, chemistry

Resumen

Los estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila, afrontan dificultades para apropiarse de los contenidos de la unidad temática de Ácidos Carboxílicos, las cuales se manifiestan sobre todo cuando deben comparar su estructura y propiedades con las de otras funciones orgánicas como aldehídos y cetonas y alcoholes y fenoles. Una de las causas de estas dificultades radica en que, en la dinámica del Proceso Docente Educativo del tema, el estudiante no se enfrenta a la solución de problemas que posibiliten encontrar las similitudes y diferencias estructurales entre estas sustancias y a partir de ellas justificar las propiedades físicas y químicas. Para contribuir a resolver este problema se propone una dinámica del Proceso Docente Educativo de la asignatura sustentada en un modelo para la sistematización de los contenidos, cuya posibilidad de implementación y contribución a la solución del problema fue corroborado mediante el criterio de los expertos.

Abstract

The students of the career in Agronomical Engineering of the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Ciego de Avila, face difficulties to manage the concepts of the unit Carboxylic Acids. These are more evident when they have to compare their structure and properties with the ones of the other organic functions such as aldehydes and cetones as well as alcohols and phenols. One of the reasons of these difficulties can be found in the dynamics of the Educational Learning Process. The student doesn't face the solution of the problems that allow them to find out structural similarities and differences between these substances and following this the justification of the physical and chemical properties. In order to solve this problem, a dynamic of the Educational Learning Process based on a model for the

systematization of the contents is proposed. The possibility of the implementation and contribution to the solution of the problem was certified by the criteria of the experts.

INTRODUCCIÓN

La Química Orgánica tiene un objeto de estudio muy diverso, abarca la mayor parte de las sustancias conocidas (todas las que contienen carbono), que participan en una gran diversidad de procesos químicos. Es una ciencia muy sistémica, esta gran variedad de compuestos orgánicos puede ser asignada a un reducido número de familias (funciones orgánicas), o combinaciones de ellas, cuyas propiedades varían bastante regularmente. La gran variedad de procesos químicos orgánicos puede ser dividida en un reducido número de tipos principales de reacciones químicas.

Esta contradicción diversidad-sistematicidad del objeto de estudio de la Química Orgánica trasciende al Proceso Docente Educativo de la asignatura, cuando a partir de la amplia diversidad de sustancias y reacciones químicas incluidas en su sistema de contenidos, los estudiantes deben interpretar, con un enfoque dialéctico materialista, las propiedades físicas y químicas, la significación biológica y la influencia ambiental de los compuestos orgánicos de interés agropecuario, a partir de su composición y estructura (enlaces químicos y efectos electrónicos), representando las ecuaciones y los mecanismos de las reacciones y utilizando los métodos termodinámico y cinético en la predicción del desarrollo y la velocidad de las reacciones, en dependencia de las interacciones de las sustancias reaccionantes.

Dentro de las funciones orgánicas que más dificultades presentan los estudiantes para lograr la sistematización de los contenidos, el colectivo de la asignatura ha identificado a los ácidos carboxílicos y sus derivados, ya que no logran interpretar las semejanzas y diferencias con otras funciones orgánicas estudiadas con anterioridad.

La forma en que se logra la integración de los nuevos conocimientos y habilidades a los que ya posee el estudiante, constituye uno de los elementos esenciales de la Teoría del Aprendizaje Significativo. De acuerdo a Paissan (2003) "El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") preexistente en la estructura cognitiva. Es necesario además que el contenido sea potencialmente significativo y que el alumno muestre disposición para relacionar el nuevo conocimiento, de manera sustantiva y no literal, con su estructura cognitiva previa.

"La dinámica de la formación de los profesionales se desarrolla a través de la motivación, la comprensión y la sistematización del contenido, los que constituyen los eslabones a través de los cuales se desarrolla la dinámica del mismo. Estos eslabones se desarrollan de manera muy vinculada y se reiteran en el tiempo, a la vez que se producen al unísono" (Fuentes, 2002).

La sistematización se concibe como un proceso de inserción del nuevo contenido ahora enriquecido y diversificado en la estructura de conocimientos que poseía el estudiante.

Shardakov (1978) destaca la relación entre la sistematización y la solidez de los conocimientos cuando señala: "tener conocimientos sistémicos de un problema significa poseer una síntesis de conjunto de todas sus partes y de los nexos que existen entre ellos, como consecuencia, los conocimientos se recuerdan bien, se conservan de manera estable y se reconstruyen cuando haya que resolver nuevos problemas".

Danilov (1980) señala que "la sistematización es una actividad mental que se efectúa en el proceso de estudio, consistente en reunir en grupos los objetos y fenómenos según

determinados rasgos o principios y ordenar las materias según determinados sistemas, en los que al guardar cada una de sus partes ciertas relaciones con las demás, forman un conjunto armónico”.

“La sistematización del nuevo contenido, del nuevo objeto y en especial de sus invariantes, se desarrolla en la dinámica del proceso, y es el resultado fundamental, es el aprendizaje de más valor” Álvarez (1998).

Para Oconor (1998) “la sistematización se concibe como un parámetro de desarrollo del Proceso Docente Educativo y no como un parámetro de estado; es decir no solo caracteriza de modo especial al proceso en cada una de sus instancias, sino en todo su desarrollo y es resultado del proceso de asimilación.”

“La sistematización del contenido es el eslabón en el cual el estudiante, conforme su objetivo, generaliza y transfiere los contenidos a situaciones nuevas, como resultado de la relación dialéctica siempre ascendente entre el nivel de profundidad del contenido, o nivel de riqueza de este y el nivel de las potencialidades intelectuales requeridas para enfrentarlo” Álvarez y Fuentes (2003).

También Pardo (2005) señala que: La sistematización del contenido, proceso en el cual el estudiante, conforme a su objetivo, generaliza y transfieren a situaciones nuevas, se ve potenciado cuando a través del método, a partir del objetivo, y a través del cambio de roles, la extensibilidad y la flexibilidad, se garantiza la adecuada generalización, transferencia y funcionalidad de los contenidos.

Fuentes (2006) señala que: “La sistematización del contenido es el proceso a través del cual el sujeto, en aras de alcanzar un objetivo, integra y generaliza los conocimientos y habilidades adquiridos, como resultado de la relación dialéctica siempre ascendente entre el nivel de profundidad del contenido, o nivel de riqueza que se revela en el objeto de estudio y el nivel de las potencialidades intelectuales requeridas por el sujeto para enfrentarlo.”

En las definiciones de la sistematización se destacan: que es el eslabón fundamental de la dinámica, su relación con la generalización y transferencia de los contenidos, así como con la solidez de los conocimientos.

A partir de lo anterior, se propone como objetivo el diseño de la dinámica de la unidad temática de ácidos carboxílicos y sus derivados, sustentado en un modelo para la sistematización de los contenidos.

DESARROLLO

A partir de las concepciones analizadas, se asumen como dimensiones de la dinámica de la unidad temática de ácidos carboxílicos: orientación, comprensión (asimilación y dominio) y sistematización.

Orientación: En este subeslabón se diagnostican y reactivan los contenidos de temas precedentes indispensables para el estudio de los ácidos carboxílicos: composición, estructura, ecuación y mecanismo general, así como las propiedades físicas y químicas de los aldehídos y cetonas, alcoholes y fenoles y compuestos aromáticos.

De los aldehídos y las cetonas es necesario reactivar los conocimientos sobre la composición y estructura, los efectos electrónicos en el grupo carbonilo y porqué estos compuestos químicos presentan afinidad por los agentes nucleofílicos. El mecanismo de adición nucleofílica simple

constituye la base para que el estudiante interprete el de sustitución nucleofílica acílica por ser muy similares en la primera etapa. También la polaridad del enlace O—H en los alcoholes constituye un antecedente para que los estudiantes interpreten las características ácidas de los ácidos carboxílicos. En los ácidos carboxílicos la presencia del grupo carbonilo y el hidroxilo y la interacción entre los mismos le confiere a estos compuestos propiedades que los distinguen, que no son la suma de las que poseen los aldehídos y las cetonas y los alcoholes, pero que deben explicarse partiendo de las que estos poseen.

Referentes muy cercanos a los ácidos carboxílicos lo constituyen los fenoles, en ellos también está presente la conjugación p- π , por ello las propiedades ácidas de los ácidos carboxílicos se asemejan más a las de los fenoles que a la de los alcoholes; aunque existe una diferencia sustancial: en los ácidos carboxílicos el grupo hidroxilo está unido a un centro de baja densidad electrónica y en los fenoles a un átomo que forma parte de un anillo con alta densidad electrónica. También es recomendable reactivar los conocimientos sobre las reacciones de sustitución electrofílica en los compuestos aromáticos. En los ácidos carboxílicos las reacciones características también son de sustitución, aunque nucleofílicas.

En la orientación debe lograrse la motivación de los estudiantes por los nuevos contenidos, porque les serán necesarios para interpretar los procesos biológicos de interés agropecuario en otras asignaturas del plan de estudio; por ello se requiere hacer referencia a la presencia de los ácidos carboxílicos en las grasas, los aceites y las ceras y la función biológica de estos compuestos, que participan en importantes procesos del metabolismo celular, a la reacción de esterificación, etc.

Se debe propiciar el surgimiento de situaciones problemáticas: mostrando ensayos donde se expresen las diferencias en las propiedades ácidas de alcoholes, fenoles y ácidos carboxílicos; de la acción de oxidantes poco enérgicos sobre aldehídos, cetonas, el ácido metanoico y otros ácidos; problemas modelados como: ¿por qué utilizando oxígeno marcado (^{15}O), se demuestra que en las reacciones entre los alcoholes y los ácidos los primeros aportan el H y los segundos el OH para la formación del agua? Contrario a lo que debería esperarse por su nombre genérico “ácidos carboxílicos” ¿son más básicos que los alcoholes?

En este subeslabón se desarrollan algunos contenidos esenciales para que los estudiantes puedan desarrollar el trabajo independiente (individual o colectivo). Esto se refiere a los aspectos generales sobre la composición y estructura de los ácidos carboxílicos y sus derivados, los efectos electrónicos y como se justifican las propiedades físicas generales, las reacciones fundamentales de estos compuestos: las propiedades ácidas y las reacciones de sustitución nucleofílica acílica, así como, la ecuación y el mecanismo general de esta reacción y su análisis energético y cinético.

Se orienta a los estudiantes sobre lo que se espera de ellos en el aprendizaje del tema (los objetivos) y como abordar su estudio: es importante la justificación de las propiedades de estas sustancias a partir de la composición y la estructura (el núcleo de lo que debe alcanzarse en la comprensión) y que comparen estas sustancias con las estudiadas anteriormente: semejanzas y diferencias (el núcleo de la sistematización).

La orientación de ejercicios para que se logre lo anterior, así como recomendar métodos y técnicas a ser utilizados en el trabajo independiente: elaborar resúmenes, cuadros, gráficos, mapas conceptuales, bibliografía a consultar, etc., son importantes en este subeslabón.

La orientación se desarrolla inicialmente en la conferencia y como una prolongación de ella, el estudiante debe contar con una guía y está presente también en las clases prácticas y

seminarios, donde a partir de la retroalimentación del aprendizaje del estudiante se generan nuevas orientaciones.

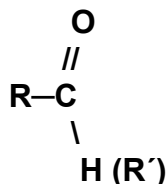
Comprensión (asimilación y dominio): en estos subeslabón el estudiante resuelve ejercicios cuya complejidad se incrementa. Al inicio predomina la deducción y después la inducción hasta lograr interpretar la esencia de la relación composición-estructura y propiedades que constituye la invariante del contenido de la unidad temática.

Sistematización: la sistematización, aunque es el resultado final de la dinámica de la unidad temática de ácidos carboxílicos (donde se integran los conocimientos y habilidades de las nuevas funciones orgánicas y las precedentes), se configura desde la propia orientación cuando se reactivan los contenidos precedentes.

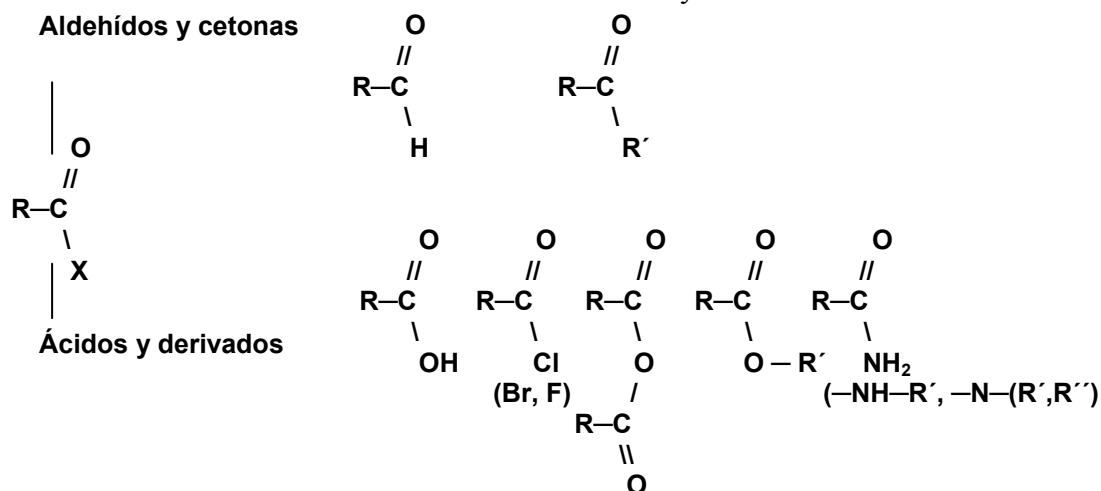
Por ser el núcleo de la dinámica se dedicará mayor atención a cómo y qué debe integrarse del tema de ácidos carboxílicos y sus derivados con los precedentes.

En la unidad temática de ácidos carboxílicos y sus derivados la sistematización significa la integración de sus contenidos sobre la composición, estructura, ecuación y mecanismo general, así como las propiedades físicas y químicas con las de los aldehídos y cetonas, alcoholes y fenoles y compuestos aromáticos, fundamentalmente.

Desde el punto de vistas de la composición y estructura, los ácidos carboxílicos, los aldehídos y las cetonas tienen en común que contienen en su composición C, H y O y en ambos la presencia del grupo carbonilo es determinante en sus propiedades físicas y químicas (aunque en los ácidos hay interacción con el grupo hidroxilo presente y de otros grupos en sus derivados).

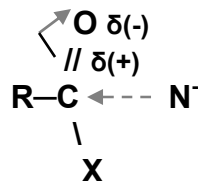


Desde el punto de vista formal, los ácidos carboxílicos y sus derivados pueden ser considerados como derivados funcionales de los aldehídos y las cetonas.

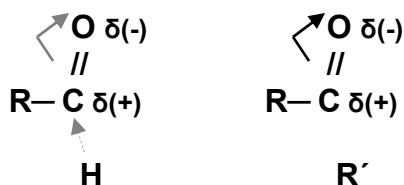


El desplazamiento de la nube electrónica π en el enlace C=O hacia el átomo de O, debido a su mayor electronegatividad, es una característica común en ambos tipos de compuestos

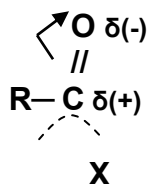
orgánicos. La presencia de un átomo de carbono con baja densidad electrónica determina la similitud de ambos tipos de especies químicas: su tendencia a interactuar con agentes nucleofílicos.



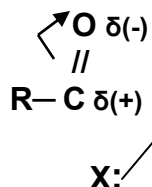
Un análisis más profundo permite encontrar las diferencias entre ambos grupos de compuestos orgánicos; la naturaleza del sustituyente X, en su interacción con el grupo carbonilo, determina las diferencias. En los aldehídos y cetonas el átomo del grupo X que está unido directamente al carbono carbonilo, tiene una electronegatividad ligeramente menor en comparación con este (H en los aldehídos y C con hibridación sp_3 en las cetonas). En ambos casos la nube electrónica del enlace sigma (σ) del enlace C-X, está ligeramente desplazado hacia el primero. Este enlace está poco polarizado, lo que justifica la escasa tendencia a experimentar rupturas heterolíticas.



En los ácidos carboxílicos y sus derivados, por el contrario, directamente al carbono carbonílico está unido un átomo más electronegativo que el carbono; la polaridad del enlace C-X y su orientación hacia X ($C \rightarrow X$), posibilitan que sea factible la ruptura heterolítica, donde el átomo del grupo X se queda con el par de electrones.



Pero la característica estructural más importante, que diferencia a estas sustancias orgánicas, es que en los ácidos carboxílicos y sus derivados, el átomo del grupo X, directamente unido al carbono carbonílico, presenta pares de electrones no compartidos, uno de los cuales se conjugan con la nube electrónica del enlace π del grupo carbonílico. La presencia de la conjugación $p-\pi$ da al agrupamiento características de enlace policentrado y le confiere gran estabilidad y por ello estos compuestos tienen tendencia a participar en reacciones donde el grupo X sea sustituido por otro donde también esté presente la conjugación $p-\pi$.



En la siguiente Figura 1 se resumen las similitudes y diferencias estructurales entre los aldehídos y cetonas y los ácidos carboxílicos y sus derivados:

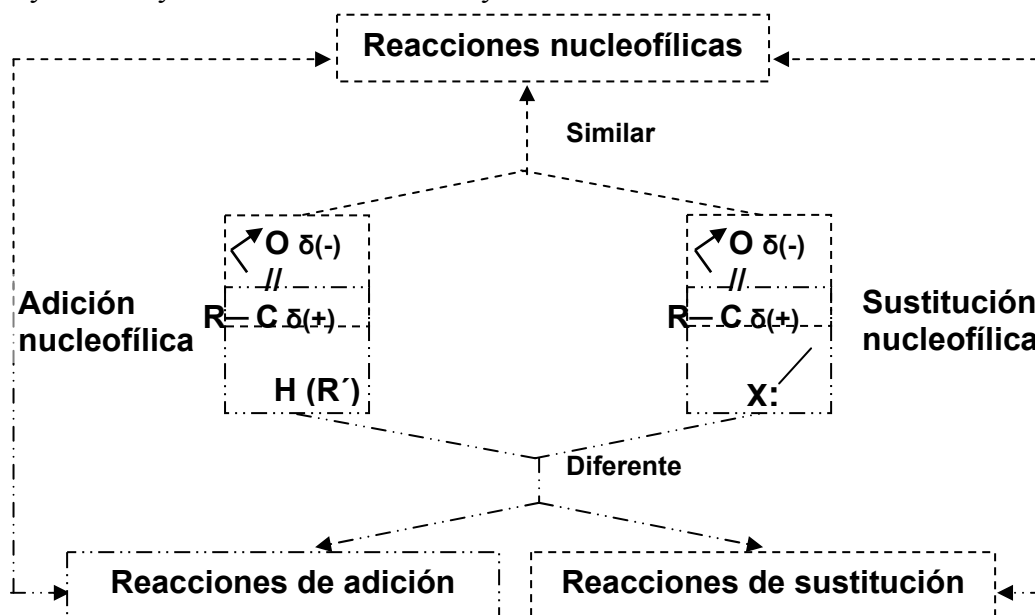


Figura 1. Similitudes y diferencias en entre las estructuras de los aldehídos y cetonas y los ácidos carboxílicos y sus derivados.

A partir del análisis estructural se pueden establecer las diferencias y similitudes en las propiedades físicas y químicas. Contribuye a la sistematización, que los estudiantes interpreten las similitudes y diferencias entre las ecuaciones generales de estas reacciones (Figura 2):

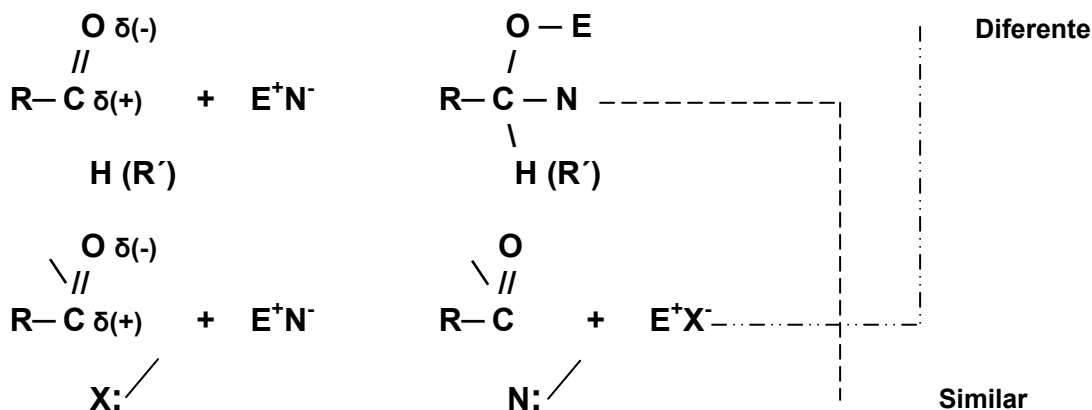


Figura 2. Semejanzas y diferencias entre las ecuaciones generales de las reacciones de adición nucleofílica simple en aldehídos y cetonas y las de sustitución nucleofílica acílica en los ácidos carboxílicos y sus derivados.

También es importante para la sistematización la comparación de los mecanismos de las reacciones de adición nucleofílica simple y la sustitución nucleofílica acílica (Figura 3):

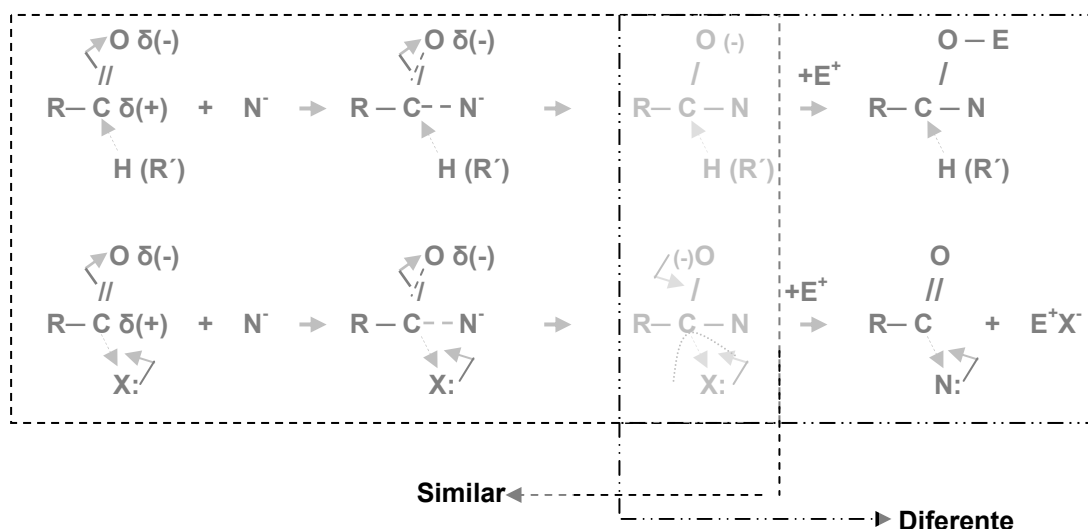


Figura 3. Semejanzas y diferencias entre los mecanismos de las reacciones de adición nucleofílica simple en aldehídos y cetonas y las de sustitución nucleofílica acílica en los ácidos carboxílicos y sus derivados.

Como resultado de la comparación, el estudiante debe interpretar la influencia del grupo X en las diferencias de las propiedades. De los haluros de acilo a las amidas, disminuyen las propiedades acilantes, debido a la disminución de la electronegatividad del átomo del grupo X directamente unido al átomo de carbono carbonilo (disminuye el efecto $-I$) y en este mismo orden aumenta la tendencia de ese átomo a ceder pares de electrones (fortaleza como bases de Lewis), pero en el paso del grupo NH_2 de las aminas al H y R' de los aldehídos y las cetonas se produce un cambio sustancial en la composición y estructura: el efecto inductivo cambia de dirección ($-I$ a $+I$) y no está presente la conjugación $p-\pi$; se produce un cambio cualitativo en el tipo de reacción: de sustitución nucleofílica acílica a adición nucleofílica.

En la sistematización de los contenidos de los ácidos carboxílicos, es necesario compararlos, en cuanto a sus propiedades ácido-básicas con los alcoholes y los fenoles. En estas funciones orgánicas es común la presencia del grupo $-OH$, en el cual, debido a la elevada electronegatividad del átomo de oxígeno, la nube electrónica está desplazada hacia este átomo. Lo anterior posibilita la sustitución del H^+ , por lo cual los alcoholes, fenoles y ácidos carboxílicos, presentan propiedades ácidas. Sin embargo, la facilidad con que el H^+ puede ser sustituido y la estabilidad del anión que se forma, depende de la interacción con otros átomos o grupos de átomos en la molécula.

La conjugación $p-\pi$ en los fenoles y los ácidos carboxílicos dificulta la ruptura $C-O-H$ y facilita la ruptura $C-O^-$ y estabiliza el anión $C-O^-$. En los alcoholes, el efecto inductivo $+I$ sobre el átomo de carbono unido al grupo hidroxilo, disminuye la polaridad del enlace $O-H$ y desestabiliza el ión alcóxido. Aunque los ácidos carboxílicos y los fenoles tienen en común la conjugación $p-\pi$, en los primeros el grupo hidroxilo está unido a un átomo de carbono de baja densidad electrónica, mientras que en los fenoles está unido a un átomo que forma parte de un anillo aromático de alta densidad electrónica. Las semejanzas y diferentes estructurales entre los alcoholes, fenoles y ácidos carboxílicos se ilustra en la Figura 4.

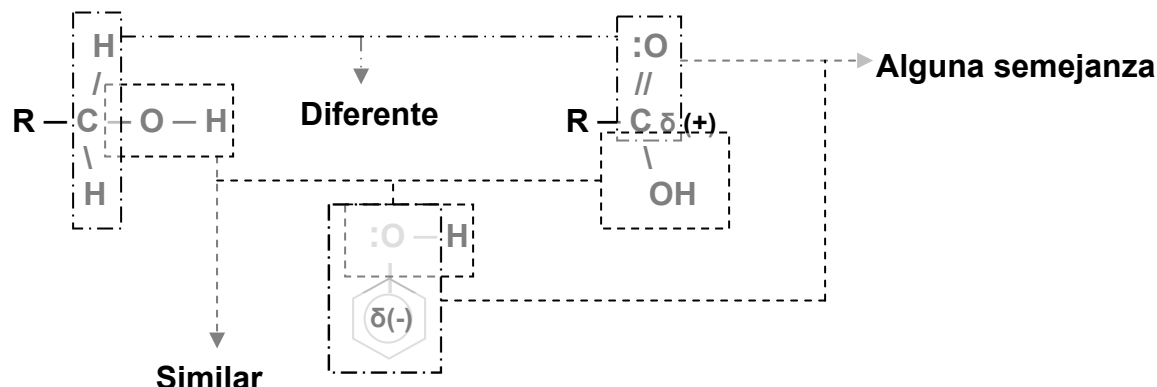


Figura 4. Similitudes y diferencias entre las estructuras de los alcoholes, los fenoles y los ácidos carboxílicos y sus derivados.

La comparación de las ecuaciones y los mecanismos generales de sustitución electrofílica y nucleofílica acílica también puede contribuir a la sistematización de los contenidos del tema. En la ecuación general se aprecia que lo común es que son sustituciones y que la diferencia radica en qué especie química, nucleofílica o electrofílica, queda unida a la molécula orgánica (Figura 5):

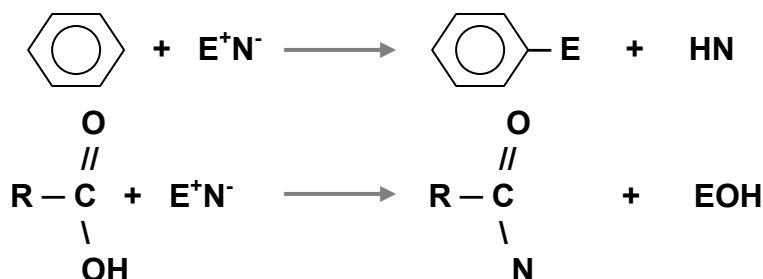


Figura 5. Semejanzas y diferencias entre las ecuaciones generales de las reacciones de sustitución electrofílica aromática y las de sustitución nucleofílica acílica en los ácidos carboxílicos y sus derivados.

Con el mismo objetivo pueden compararse los mecanismos de reacción (Figura 6):

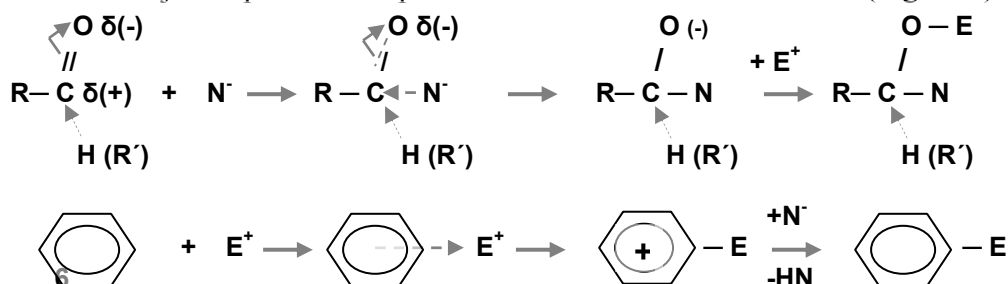


Figura 6. Comparación de los mecanismos de sustitución electrofílica aromática y sustitución nucleofílica acílica.

Los análisis anteriores constituyen las invariantes de contenido de la cual debe apropiarse el estudiante para que logre sistematizar los contenidos de ácidos carboxílicos e integrando los contenidos de aldehídos, cetonas, alcoholes, fenoles y compuestos aromáticos. Lo anterior

requiere que el estudiante confeccione diagramas, elabore mapas conceptuales y resuelva ejercicio que permitan comparar las diferentes funciones orgánicas.

La propuesta de dinámica de la unidad temática de ácidos carboxílicos fue considerada, por un grupo de 17 expertos, como muy adecuada o bastante adecuada, respecto a: originalidad, coherencia, secuencia lógica de sus subeslabones, contribución a la motivación, comprensión y sistematización de los contenidos, así como al perfeccionamiento del Proceso Docente Educativo de la asignatura.

CONCLUSIONES

1. En el Proceso Docente Educativo de la asignatura Química Orgánica de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Ciego de Ávila, los estudiantes no logran sistematizar los contenidos de la unidad temática de ácidos carboxílicos.
2. De acuerdo al criterio de los expertos consultados la dinámica que se propone, puede contribuir a la motivación comprensión y sistematización de los contenidos de la unidad temática.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, C. M. Pedagogía Como Ciencia. Editorial Félix Varela. La Habana. 1998. ISBN 959-258-037-5. 254 P.
- ÁLVAREZ, I. B. Y FUENTES, H. C. Didáctica del Proceso de Formación de Los Profesionales Asistido por las Tecnologías de la Información y la Comunicación. Centro de Estudios de Educación Superior “Manuel F. Gran”, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, 2003.
- DANILOV, M. A. Y SKATKIN, M. N. Didáctica de la escuela media. Libros para la Educación. La Habana, 1980.
- FUENTES, H. C. Dinámica de la Educación Superior. Centro de Estudio de Educación Superior “Manuel F. Grant”. Universidad de Oriente, 2006.
- FUENTES, H. Diseño Curricular y Evaluación Basados en Competencias. Universidad de Cundinamarca, 2002.
- OCOR, L. Pilares del Proceso de Enseñanza, La Asimilación y la Sistematización del Aprendizaje. Revista Pedagogía Universitaria Vol. 3, No. 1. 1998.
- PAISSAN, M. H. Teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel [en línea]. <http://www.apuntesuniversitarios.com/AusubelTeoriaAprendizaje/teoapren.html.htm>. Consultado 12/09/2003.
- PARDO, M. E. La Didáctica de la Educación Superior con el Empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Revista Pedagogía Universitaria. Vol. X, No. 5. 2005.
- SHARDAKOV, M. N. Desarrollo del pensamiento en el escolar. Libros para la Educación. La Habana, 1978.