



**Encuentro Internacional de
Educación en Ingeniería ACOFI**

Innovación en las facultades de ingeniería:
el cambio para la competitividad y la sostenibilidad

Centro de Convenciones Cartagena de Indias

4 al 7 de octubre de 2016



INTEGRACIÓN A PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE CON MODELOS MOLECULARES A ESCALA, TIC, Y SOFTWARE LIBRES EN LA COTIDIANIDAD INGENIERIL DE LA QUÍMICA ORGÁNICA Y SUS APLICACIONES BIOQUÍMICAS

Lina María Jaramillo, Adriana Milena Mora, Ximena Cifuentes Wchima

**Universidad La Gran Colombia
Armenia, Colombia**

Resumen

El reto de estudiantes y docentes de los programas de Ingeniería en las asignaturas de Química Orgánica y Bioquímica es obtener a través de procesos de enseñanza aprendizaje innovadores, la percepción real de las moléculas y de las reacciones químicas en las que intervienen; dado que los compuestos orgánicos naturales y sintéticos son millones, se requiere de una metodología que permita entender la importancia del átomo de carbono, la nomenclatura de los compuestos orgánicos y su aplicación bioquímica; en un ambiente donde se construya el saber, se descubran nuevas habilidades; se aprovechen las nuevas tecnologías de la información y comunicación (Moodle), los modelos moleculares a escala, y los diversos software libres de modelamiento molecular. Se hace entonces necesario repensar las nuevas estrategias metodológicas y didácticas del aprendizaje para integrar el conocimiento de una forma vivencial y mucho más próxima a los jóvenes estudiantes, que son nativos virtuales y que tiene un acceso permanente a una amplia información pero que difícilmente logran filtrar dicho contenido, interiorizarlo, aplicarlo y hacerlo significativo (conocimiento).

Esta estrategia aplicada en los procesos de enseñanza aprendizaje con el manejo de los software libres permite a los estudiantes asimilar en los procesos bioquímicos las estructuras de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos, comprendiendo los contenidos de las páginas y el uso en espacios como biotecnología, análisis de alimentos entre otros, en este caso al ingresar a <http://mm.rcsb.org/>, se ofrece las estructuras en forma 3D de la base de datos de Protein Data Bank; por mencionar uno de los muchos casos de aplicación.

El trabajo realizado durante dos semestres inicialmente en química orgánica (2014-II y en Bioquímica (2015 I), ha permitido reportar alcances y conclusiones tales como:

- Nuevas formas de expresar los procesos químicos involucrando nuevas tecnologías en el desarrollo académico, captando la atención y la motivación de los estudiantes hacia los nuevos temas de elevado interés académico para su carrera y futuro profesional, que vistos de otra manera y por experiencias anteriores no habrían sido tan fáciles de abordar y conceptualizar, además de contar con alto porcentaje de recordación.
- Nueva manera de adquirir y ampliar los conocimientos, a través del uso permanente de las TIC en el aula, como lo son: presentaciones en prezi y power point, análisis de videos en clase, simulaciones de laboratorio que facilitan enormemente el desarrollo de habilidades de observación cualitativa y cuantitativas, creación de hipótesis y comprobación o rechazo de las mismas a través del uso de la metodología científica.
- El promedio de la nota del grupo aumentó cuando fueron usadas estas estrategias dado que paso de 3,8 a 4,1, para tener un promedio final de 3,9.
- El comité curricular de la Facultad ha considerado esta metodología como un proceso de Innovación, que aporta al proceso formativo de los estudiantes.

Palabras clave: software en modelamiento molecular; nomenclatura orgánica; bio-compuesto; aprendizaje significativo; proceso de enseñanza-aprendizaje

Abstract

Challenge for students and teachers of Organic Chemistry and Biochemistry subjects are to achieve real perception of molecules and chemical reactions involved, since natural and synthetic organic compounds are millions, it requires a methodology to understand the importance of the carbon atom, the nomenclature of biochemical organic compounds and their application. In an environment where knowledge is built, new skills are discovered; new technologies of information and communication (Moodle), molecular scale models, and diverse free software to take advantage of molecular modeling. Then, It becomes necessary to rethink the new methodological and didactic learning strategies to integrate the knowledge of an experiential way and much closer to the young students, who are virtual native and has permanent access to extensive information but difficult to achieve filtering said content, internalize it and make it meaningful to apply (knowledge).

With the free software management students achieve in biochemical processes assimilate the structures of proteins, amino acids, nucleic acids, carbohydrates and lipids, comprising the contents of the pages and use in areas such as biotechnology, food analysis, among others, in that case enter <http://mm.rcsb.org/>, structures are offered in the form of 3D database Protein Data Bank.

The scope and conclusions could be reached were:

- *New ways of expressing chemical processes involving new technologies in the academic, capturing the attention and motivation of students to the new issues of high interest to academic career and professional future, which otherwise seen and no previous experience They would have been so easy to conceptualize and address, in addition to high percentage of recall.*
- *New way to acquire and expand knowledge, through the permanent use of ICT in the classroom, such as: prezi and power point presentations, video analysis in class, laboratory simulations that greatly facilitate the development of skills qualitative and quantitative observation, creation and testing of hypotheses or reject them through the use of scientific methodology.*

Keywords: *bio-composite; meaningful learning; molecular modeling software; organic nomenclature*

1. Introducción

Las estrategias innovadoras de enseñanza-aprendizaje son fomentadas de manera constante por los docentes y directivos docentes de la Universidad la Gran Colombia. El apoyo continuo representado en la asesoría académica, la inversión en infraestructura, recursos, software educativo entre otros, permiten implementar y afianzar ideas encaminadas a desarrollar competencias de manera significativa.

El plan de aprendizaje es la oportunidad de realizar una planeación y ejecución pensada como una secuencia didáctica (que incluye inicio, desarrollo y cierre), es conveniente utilizar de forma permanente el análisis y la comprensión de conceptos sobre la solución de problemas cotidianos en el contexto de las ingenierías. Existen estrategias para recabar conocimientos previos y para organizar o estructurar contenidos. Una adecuada es la utilización de mapas conceptuales y como en este caso en particular, un software que permita modelar y reconstruir macro-moléculas indispensables para la vida.

Las estrategias para indagar en los conocimientos previos contribuyen a iniciar las actividades en secuencia didáctica. Son importantes porque constituyen un recurso para la organización gráfica de los conocimientos explorados, algo muy útil para los estudiantes cuando tienen que construir bases sólidas de sus saberes, para enlazar y comprender las áreas a fines.

El aprendizaje significativo se favorece con los puentes cognitivos entre lo que el sujeto ya conoce (“el nivel de desarrollo real” vygotskyano) y lo que necesita conocer para asimilar significativamente los nuevos conocimientos (“zona de desarrollo próximo” que conduce al nivel de desarrollo potencial).

Estos conocimientos afianzados, aplicados, aprendidos y recordados constituyen los organizadores previos, es decir, conceptos, ideas iniciales y material introductorio, los cuales se presentan como marco de referencia

de los nuevos conceptos y relaciones que serán aprendidas de manera paulatina a lo largo del desarrollo curricular.

2. La apropiación de la Química en la Cotidianidad

La química, es la ciencia que estudia la materia en su composición, propiedades y las transformaciones que en ella ocurren. Por ello tiene alta relevancia en las acciones cotidianas que realiza el ser humano; y es indispensable en el plan de estudios de los programas de formación en ingeniería, específicamente el núcleo de ciencias básicas, cuya finalidad es explicar e interpretar fenómenos de la naturaleza.

Dado que los contenidos de la química están en los planes de estudio desde la formación primaria y media, cuando los jóvenes ingresan a los programas de ingeniería no logran fácilmente articularlos a la cotidianidad y más aún entender las aplicaciones de esta ciencia en los procesos industriales y biológicos que enfrentan en las etapas formativas y profesionales.

Los espacios académicos del programa de ingeniería agroindustrial, que involucran el estudio de la Materia¹ específicamente son: Química general, Química orgánica, Bioquímica y análisis de alimentos. La estructura, funcionamiento, reacciones, e interacciones de la materia son aprendidos de manera teórico- práctico, dado que se realizan experimentos en el laboratorio. Las clases teóricas desarrolladas en el aula requieren que el estudiante se apropie de las estructuras moleculares de los compuestos químicos que implica generalmente la memorización de los grupos funcionales, las moléculas y las reacciones, todas estas temáticas se trabajan en el aula en estructuras planas (2D dibujos y fórmulas en el tablero), que dificultan la percepción de las estructuras dado que en la naturaleza las encontramos tridimensionales (3D).

El reto de estudiantes y docentes de los espacios de Química Orgánica y Bioquímica es la percepción real de las moléculas, dado que los compuestos orgánicos naturales y sintéticos son millones y se requiere de una metodología que permita entender la importancia del átomo de carbono, la nomenclatura de los compuestos orgánicos y su aplicación bioquímica; en un ambiente donde se construya el saber, se descubran nuevas habilidades; se aprovechen las nuevas tecnologías de la información y comunicación (Moodle), los modelos moleculares a escala, y los diversos software libres de modelamiento molecular. Se hace entonces necesario repensar las nuevas estrategias metodológicas y didácticas del aprendizaje para integrar el conocimiento de una forma vivencial y mucho más próxima a los jóvenes estudiantes, que son nativos virtuales y que tiene un acceso permanente a una amplia información pero que difícilmente logran filtrar dicho contenido, interiorizarlo aplicarlo y hacerlo significativo (conocimiento).

¹ Materia: 1. f. Realidad primaria de la que están hechas las cosas. 2. f. Realidad espacial y perceptible por los sentidos, que, con la energía, constituye el mundo físico. (Real Academia de la Lengua, 2015)

3. Uso de herramientas en los procesos de Enseñanza – Aprendizaje de la Química

La meta del uso de diferentes herramientas es hacer que los estudiantes vivan una experiencia que los estimulen, diviertan, agrade y permita comprender los principios de la química del carbono y las aplicaciones bioquímicas, necesarias para su buen desempeño profesional. A continuación, se describe como se logró esta nueva experiencia en el aula:

Importancia del Carbono y enlaces

La humanidad diferencia dos tipos de materiales requeridos para la supervivencia: los materiales de tipo inorgánico, compuestos derivados de los minerales; los materiales de tipo Orgánicos, derivados de los organismos vivos y ahora muchos sintetizados en el laboratorio, esto se da gracias a la estructura atómica del Carbono, su distribución electrónica y el tipo de enlaces que forma. Esto se visualiza con dibujos 2D de los cuatro orbitales sp^3 , formando figuras tetraédricas, que el estudiante puede visualizar en los textos escritos o páginas de internet. En este caso los estudiantes usan en clase plastilina y palillos, para realizar las estructuras de forma propia, en grupo y dinámica. Simulando el set del estudiante de química Orgánica "molymod" (molymod, 2009), que por convenciones químicas permite representar las estructuras que forma el átomo de carbono, la fuerza de los enlaces, ángulo de enlaces y la posibilidad de uniones del carbono con otras moléculas.

En este caso los estudiantes realizan las estructuras individualmente con el ejemplo de "molymod", planteado por la docente. Como se observa en la figura 1. Estructura de Ácido Acético y metano.



Figura 1. Estructura de Ácido Acético y metano.
Fuente: las Autoras, 2015

Formación de grupos funcionales

Las agrupaciones de varios átomos forman moléculas de características químicas y físicas similares, es así como existen tan diversos compuestos orgánicos para comprender este tipo de agrupaciones se hacen más divertido al tener que realizar los modelos moleculares en plastilina bolas de icopor y se recuerda mejor la conformación de cada grupo funcional que de la manera tradicional. En la figura 2. Comparativo de los grupos funcionales tradicionales y modelos moleculares realizados por los estudiantes. En la figura se observa la estructura plana del grupo funcional en el papel y la estructura tridimensional usando el modelador físico.



Vs

Algunos grupos funcionales presentados Tradicionalmente Modelos moleculares en plastilina realizado por los estudiantes.

Figura 2. Comparativo de los grupos funcionales tradicionales y modelos moleculares realizados por los estudiantes
Fuente: Las autoras, material de trabajo año 2014 y 2015.

Nomenclatura química Orgánica y Trabajo Independiente (Moodle)

Con las bases adquiridas anteriormente, se realizaron actividades en el curso planteado en Moodle, con la finalidad de experimentar otras alternativas de uso de las TIC, en ejercicios de nomenclatura orgánica. Las herramientas usadas fueron ejercicios propios de la IUPAC y páginas como: <http://www.alonsoformula.com/organica/>.

Reacciones químicas Orgánica y Uso de software libre

Toda reacción química implica una ruptura de los enlaces existentes en las moléculas que reaccionan y la formación de otros nuevos en los productos resultantes.

El estudio de los mecanismos de las reacciones, nos lleva a considerar la serie de pasos concretos que se producen en la transformación de las sustancias reaccionantes en productos de reacción. $\text{R-X} + \text{B-Y} = \text{R-Y} + \text{B-X}$
Estos procesos para todos complejo y difícil de comprender en el papel y el tablero, se puede asimilar cuando logramos ver las moléculas en los diferentes softwares de modelamiento químico, encontrados en

www.quimicaorganica.org (Química Organica -Germán Fernández, 2008). En este caso los estudiantes en horas de asesoría descargaron en sus computadores personales el software de su preferencia y en la asesoría se realizaron ejemplos de las estructuras productos de las reacciones químicas, el software que se adecuó a los trabajos para las exposiciones en parejas fue: ChemDraw Ultra 11.0 Trial Version.

En este caso las horas de trabajo independiente superaron las expectativas plantadas por el docente, dado que invirtieron muchas horas para lograr dominar el programa y de esta manera superar al docente en el manejo del software.

Aplicación de Modelamiento en estructuras complejas: Biomoléculas

Con el manejo de los software libres los estudiantes logran asimilar en los procesos bioquímicos las estructuras de proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos, carbohidratos y lípidos, comprendiendo los contenidos de las páginas y el uso en espacios como biotecnología, análisis de alimentos entre otros, en este caso al ingresar a <http://mm.rcsb.org/>, se ofrece las estructuras en forma 3D de la base de datos de Protein Data Bank.

4. Recordación en los procesos Bioquímicos

Los estudiantes lograron recordar en todos los procesos bioquímicos los grupos funcionales, la estructura, los átomos que lo componen y algunas propiedades de los mismos. La participación en la clase de bioquímica fue significativa dado el grado de conocimiento de la nomenclatura y estructuras moleculares de las biomoléculas.

Su aprendizaje involucro el desarrollo de nuevas habilidades y competencias que abarcan el manejo cognitivo de conceptos relacionados con nomenclatura orgánica e isomería hasta llegar al conocimiento procedimental en que los jóvenes aislaron y reconocieron biomoléculas en el laboratorio de bioquímica de una manera casi natural y espontánea, en la cual no solo integraron nuevos conceptos sino que además se apropiaron de otros vitales para su quehacer como ingenieros agroindustriales, fortaleciendo lazos de convivencia, trabajo cooperativo e identificación de roles.

5. Grandes beneficios en aplicación experimental

Las nuevas tecnologías, el internet, las herramientas web 2.0, tienen múltiples y grandes beneficios, solo por nombrar algunos, tenemos:

- La creación de entornos multimedia de aprendizaje, la superación de barreras espacio-temporales (actualmente es posible general mesas de trabajo y discusión con grupos de culturas total mente diferentes que pueden estar al otro lado del mundo).

- Usa y vuelve interactivos, espacios ideales de aprendizaje que fueron diseñados solo para unos cuantos con el poder adquisitivo para frecuentarlos como: museos, obras de arte majestuosas, el universo, el fondo marino, los grandes monumentos arquitectónicos hechos por el hombre y otros monumentos creados por la misma naturaleza (como grandes selvas, planicies, desiertos ,etc.), solo por nombrar algunos cuantos.
- Prácticas de aprendizaje seguras, de muy alto nivel, que generalmente no se realizan por su elevado costo, difícil consecución de recursos, son ahora posibles con simuladores virtuales, por tomar un ejemplo: A quien 10 años atrás se le hubiera ocurrido que el mismo Newton le explicara sus leyes y como las dedujo y además lo invitara a participar de su experimento.

6. Habilidades en el manejo de software

El manejo de software libre, específicamente de modelamiento químico son un medio para adquirir competencias instrumentales y procedimentales, que permiten al estudiante soportarse en bases de datos de estructuras moleculares con la finalidad de ayudar a realizar el análisis de la estructura química, conformación espacial y propiedades de los grupos funcionales que son de interés bilógico, industrial y ambiental.

7. Conclusiones

- Nuevas formas de expresar los procesos químicos involucrando nuevas tecnologías en el desarrollo académico, captando la atención y la motivación de los estudiantes hacia los nuevos temas de elevado interés académico para su carrera y futuro profesional, que vistos de otra manera y por experiencias anteriores no habrían sido tan fáciles de abordar y conceptualizar, además de contar con alto porcentaje de recordación.
- Nueva manera de adquirir y ampliar los conocimientos, a través del uso permanente de las TIC en el aula, como lo son: presentaciones en prezi y power point, análisis de videos en clase, simulaciones de laboratorio que facilitan enormemente el desarrollo de habilidades de observación cualitativa y cuantitativas, creación de hipótesis y comprobación o rechazo de las mismas a través del uso de la metodología científica.
- Se fomentó el razonamiento por inducción y deducción, pues los estudiantes tuvieron la oportunidad de ampliar sus conocimientos en bioquímica, partiendo de saberes previos específicos en química orgánica y enlazar así los conocimiento en bioelementos y bio-compuestos que el estudio de los metabolitos secundarios les exigía, pero también las prácticas de reconocimiento y aplicación agroindustrial de la bioquímica les permitió retomar conceptos a partir de percepciones generales conocidas con antelación en química orgánica.
- Fortalecer la pedagogía conceptual que involucra el saber, hacer y el ser , a través de la construcción de modelos tridimensionales de estructuras, que permitan comprender y aplicar conceptos claves de química orgánica y bioquímica los cuales son pilares para la comprensión de futuras asignaturas , de

manera vivencial de conceptos que involucran la percepción de espacio –tiempo y la coordinación óculo-manual, fomentando conexiones neurológicas, claridad conceptual y recordación. El trabajo cooperativo permite a cada integrante del equipo afianzar sus habilidades comunicativas y fortalecer la convivencia, siendo respetuosos con la opinión del otro y con la diferencia de criterios.

- Las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación, han permeado casi todos los ámbitos de la sociedad, la aparición y el uso generalizado de las TIC en muchos aspectos de la vida diaria, están produciendo cambios de gran dimensión en el entorno, es posible ver hoy a jóvenes y niños manejar cualquier tipo de dispositivos electrónicos y tecnológicos con los ojos cerrados, pero es preocupante ver como en el sistema educativo este cambio revolucionario no ha venido acompañado con una verdadera propuesta en el modelo de enseñanza-aprendizaje, de aquí que esta propuesta pretende convertir la modelación en 3D y las simulaciones de laboratorio en prácticas educativas exitosas que permitan explicar fenómenos de la naturaleza.

8. Recomendaciones

Se sugiere replicar esta estrategia pedagógica en otras áreas del conocimiento, relacionado con enseñanza de las ciencias básicas (Biología, Química general y Química orgánica, Bioquímica entre otras). Su aplicación y desarrollo vivencial permitirá fortalecer la conceptualización en áreas a fines como: Modelamiento en análisis de alimentos; Procesos Biotecnológicos y Procesos agroindustriales; Área ambiental

9. Referencias

- Aymerich, M., & Izquierdo, M. (2006). La educación química frente a los retos del tercer milenio. *Dialnet*, 286-299.
- molymod. (2009). Organic student Set. *Spring Enterprises Ltd*, www.molymod.com. England.
- Química Orgánica -Germán Fernández. (26 de agosto de 2008). *Editores Moleculares*. Obtenido de <http://www.quimicaorganica.org/component/content/article/30/287-editores-moleculares.html>
- Quintanilla, M., Merino, C., & Daza, S. (2010). *Unidades didácticas en químicas su contribución a la promoción de competencias de pensamiento científico volumen 3*. Barrancabermeja: FONDECYT.
- Real Academia de la Lengua. (26 de septiembre de 2015). *Real Academia Española*. Obtenido de <http://lema.rae.es/drae/?val=materia>

Sobre los autores

- **Lina María Jaramillo**: Química, Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad La Gran Colombia Armenia. Docente de Química Orgánica 2015 I. Líder del Laboratorio de la Facultad de Ingenierías. jaramilloelinamaria@miguca.edu.co

- **Adriana Milena Mora:** Química, Candidata a Máster en administración e informática educativa, Universidad La Gran Colombia Armenia. Docente Química general, Orgánica y Bioquímica. adrianamilenamora28@gmail.com
- **Ximena Cifuentes Wchima:** Ingeniera Agroindustrial, Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Universidad La Gran Colombia Armenia. Decana de la Facultad de Ingeniería. defingenieria@ugca.edu.co.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2016 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)