Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional Ingeniería Agronómica

Evaluación de la comprensión de fórmulas enlace línea para la representación molecular de compuestos orgánicos, Bagua Grande-2018

Informe de investigación

Autor:

Dr. Nelson César Santisteban Salazar

Dra. Mirtha Yvis Santisteban Salazar

Bagua Grande – Utcubamba

2019

Dedicatoria

A nuestros familiares y amigos por sus muestras de aprecio que nos estimulan a superarnos.

Agradecimiento

Agradecer a las personas que de un modo u otro han apoyada la realización de la investigación.

Tabla de contenidos

Pág.

Dedicatoria ii
Agradecimiento iii
Índice iv
Resumen v
Abstract vi
I. Introducción. 7
1.1. Realidad problemática. 7
1.2. Formulación del problema. 8
1.3. Justificación de la investigación. 8
1.4. Hipótesis 9
1.5. Objetivo general 9
1.6. Objetivos específicos 9
II. Marco teórico. 11
2.1. Antecedentes 11
2.2. Bases teóricas 12
2.3. Definición de términos básicos 16
III. Material y métodos 17
3.1. Diseño de la investigación 17
3.2. Población y muestra 17
3.3. Determinación de variables. 17
3.3.1. Definición conceptual. 17
3.3.2. Definición operacional. 17
3.3.3. Matriz de Operacionalizacion de variables. 17
3.4. Fuentes de información. 18
3.5. Métodos. 18
3.6. Técnicas e instrumentos. 19
3.7. Procedimiento. 19
3.8. Análisis estadístico 20
3.9. Consideraciones éticas. 20
IV. Resultados. 21
V. Discusión 29
Conclusiones. 30
Recomendaciones 30
Referencias bibliográficas. 30
Anexos 37

Índice de tablas

Tabla 1……...18
Tabla 2……...21
Tabla 3……22
Tabla 4……26
Tabla 5……...28

Índice de figuras

Figura I……22
Figura II……23
Figura III……23
Figura IV……24
Figura V……24
Figura VI……25
Figura VII……25
Figura VIII……26

Índice de anexos

Anexo 1……37
Anexo 2……39

Resumen

v

El objetivo fue determinar el nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea para la representación de fórmulas moleculares de compuestos orgánicos e identificar los procedimientos que siguieron los alumnos en sus intentos de solución. La investigación fue no experimental, descriptiva y transversal, con una muestra de 53 alumnos de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que estuvieron matriculados en un curso de química orgánica del ciclo 2018-I, seleccionados por muestreo no probabilístico por conveniencia. Se utilizó una versión adaptada del instrumento de Villaseñor et al. (2013) y validado por expertos. Se consideró el porcentaje de respuestas correctas para ubicar a los alumnos en tres niveles de comprensión. La mayor concentración de estudiantes se encontró en el nivel alto de comprensión en los tres grupos evaluados. El valor más bajo de aciertos correspondió al orden de colocación de los elementos en la fórmula molecular, seguido por la determinación del número de hidrógenos. La mayoría de estudiantes recurrieron a la escritura de los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas. No se obtuvieron diferencias significativas entre los niveles de comprensión de las fórmulas enlace línea y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados. Se concluye que los estudiantes tuvieron un elevado por ciento de aciertos al escribir las fórmulas moleculares como resultado de un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea.

Palabras clave: nivel de comprensión, fórmulas moleculares, fórmulas enlace-línea, compuestos orgánicos, química orgánica.

Abstract

The objective was to determine the level of understanding of the link-line formulas for the representation of molecular formulas of organic compounds and to identify the procedures that students followed in their attempts to solve them. The research was non-experimental, descriptive and transversal, with a sample of 53 students from the Polytechnic University of Bagua Grande, who were enrolled in an organic chemistry course of the 2018-I cycle, selected by non-probabilistic sampling for convenience. An adapted version of Villaseñor et al. (2013) and validated by experts. The percentage of correct answers was considered to place the students in three levels of comprehension. The highest concentration of students was found in the high level of comprehension in the three groups evaluated. The lowest value of correct answers corresponded to the order of placement of the elements in the molecular formula, followed by the determination of the number of hydrogens. Most students resorted to writing the carbon and hydrogen atoms on the formulas. There were no significant differences between the levels of comprehension of the online link formulas and the university careers of the students evaluated. It is concluded that the students had a high percentage of correct answers when writing the molecular formulas as a result of a high level of understanding of the link-line formulas.

Key words: level of understanding, molecular formulas, link-line formulas, organic compounds, organic chemistry.

I. Introducción

1.1. Realidad Problemática.

La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y esto parece asociado a que no se logra despertar el interés de los alumnos (Galagovsky, 2005; Galagovsky, 2007; Cabrera, 2015), por una actitud desfavorable hacia el curso (Gamboa, Corso y Severino, 2009).

A su vez, las discusiones respecto de la selección de contenidos de Química a enseñar en los diferentes niveles de escolaridad es una problemática abierta a nivel internacional (Galagovsky, 2005). Sin embargo, hasta el presente son más las reflexiones sobre las dificultades en el aprendizaje de temas particulares que las propuestas sobre cómo superarlas (Galagovsky, 2005).

Por otro lado, el aprendizaje de química requiere correlacionar tres niveles de descripción e interpretación: microscópico, macroscópico y simbólico; sin embargo, suele ocurrir el uso casi exclusivo del nivel simbólico (Gamboa, Corso y Severino, 2009). Esto hace que la enseñanza de la química, sigua teniendo una mayor dificultad que la de otras asignaturas (Aguilar, Fernández y Duran, 2011; Nakamatsu, 2012) debido a que los estudiantes deben dominar un lenguaje químico (Castelán y Hernández, 2009; Zaragoza et al., 2015) que se caracteriza por la rigurosidad con que se definen sus términos (Lorenzo, Salerno y Blanco, 2009, p.78) y por el uso de múltiples reglas (Valero y Mayora, 2009) y fórmulas para representar sustancias, reacciones y mecanismos (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014), las mismas que son establecidos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) (Zaragoza et al., 2015; Villaseñor et al., 2013).

En cuanto a la enseñanza que realizan los profesores universitarios de química se reduce al dictado de contenidos conceptuales (Cabrera, 2015) centrado en la resolución de ejercicios (Raviolo y Lerzo, 2016) que en la práctica desarrolla las competencias para aprobar el curso (Pulido y Barbero, 2015). Consecuentemente, la química orgánica se presenta como una asignatura de memoria (Barrera, 2017; Cabrera, 2015; Roque y Silva, 2008; Valero y Mayora, 2009), aunque no son necesarios muchos cálculos, sino claridad de conceptos (Pulido y Barbero, 2015), por una diversidad de diagramas y modelos estructurales que se utilizan, los que pueden crear confusiones (Caamaño y Oñorbe, 2004).

Algunos estudios reportan que podría resultar difícil de comprender para los estudiantes la representación molecular de los compuestos orgánicos (García, Valdez y Gómez, 2008; Villaseñor et al., 2013; Cerón et al., 2013; Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014; Morales y Salgado, 2017; Ríos, 2017).

Esto se debe a que los estudiantes poseen algunos obstáculos para la comprensión de la nomenclatura y la estructura de moléculas (Morales y Salgado, 2017) relacionadas con la falta de esfuerzo de ellos o a formas inadecuadas de enseñanza del docente (Galagovsky y Bekerman, 2009) o dificultades del procesamiento de información del complejo lenguaje químico (Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí, 2014).

Aunque, la tendencia actual es usar las fórmulas enlace-línea, aún existen profesores en las universidades que usan fórmulas desarrolladas o semidesarrolladas (Villaseñor et al., 2013).

Cabe señalar que la escritura de fórmulas enlace-línea, implica el desarrollo de inteligencias como la lógico-matemática y la espacial en los estudiantes (Cerón, Arroyo, Aguilar, Gonzáles y Pérez, 2013).

Se asume que los estudiantes aprenden a partir de estructuras de conocimiento en las que razonamiento y acción se relacionan por medio de lenguajes (Rouaux et al., 2006).

No obstante, una de las principales dificultades que presentan los estudiantes universitarios consiste en desarrollar acciones cognitivas como el análisis, el razonamiento, la comunicación, el realizar operaciones, entre otras (Ruiz, Gutiérrez y Garay, 2018).

Por su parte, de acuerdo con la taxonomía del dominio cognitivo de Bloom, en el nivel 2 o de comprensión el alumno entiende el significado de la información recibida (Hernán, Lázaro y Velásquez, 2005).

"Los docentes, entonces, como actores del proceso de construir representaciones y manipular las mismas no sólo deben priorizar los conceptos a transmitir sino, preocuparse por cómo son transmitidos esos conceptos y qué competencias son necesarias para ello" (Rouaux et al., 2006, p.77).

Las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica en Bagua Grande, poseen en el tercer semestre de sus planes de estudio, el curso de Química Orgánica. Este curso, que se dicta en 16 semanas, presenta clases teóricas con ejercicios de aplicación con el uso de fórmulas semidesarrolladas, desarrolladas o las de enlace-línea, preparados por el docente y administrado a través del Aula Virtual de esta Universidad. Cabe señalar que los alumnos inscritos en el curso de Química Orgánica han cursado previamente la asignatura de Química Inorgánica.

En este contexto se investigará si el alumno comprende las fórmulas enlace-línea de los compuestos orgánicos al escribir su correspondiente fórmula molecular considerando el número de átomos de carbono e hidrógeno, los heteroátomos y el orden de los elementos e identificar los procedimientos que siguieron los alumnos al intentar escribir la fórmula.

1.2. Formulación del Problema.

¿Cuál es el nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande?

1.3. Justificación de la investigación.

La enseñanza y el aprendizaje de la química orgánica son esenciales en la formación de recursos humanos en ingeniería agronómica y enfermería en las universidades públicas y privadas del país. Sin embargo, no han sido aún muy explorados en nuestra universidad, a pesar de que todos los alumnos de las carreras de ciencias de la salud y agrarias llevan el curso en el tercer semestre de sus mallas curriculares.

Las representaciones enlace-línea son usadas en Química Orgánica por lo que del aprendizaje de su escritura depende la comprensión de híbridos de resonancia y de mecanismos de reacción de los compuestos orgánicos.

Frente a la importancia que tienen las fórmulas enlace-línea en la Química Orgánica y basados en las dificultades que podrían tener los estudiantes universitarios para su representación e interpretación, consideramos de interés desarrollar esta investigación en el aula.

Los resultados permitirán a los docentes del curso replantear las estrategias de enseñanza – aprendizaje de las representaciones moleculares de los compuestos orgánicos a la hora de planificar las clases de química orgánica en la universidad.

La investigación propiciará mejoras en la enseñanza y en el aprendizaje de la Química en el aula, lo que hará que los alumnos desarrollen las competencias necesarias para el éxito académico en la universidad.

La investigación sobre este problema se relaciona con el aprendizaje significativo de la química, congruente con las teorías constructivistas y cognitivas de la educación.

Adicionalmente cabe mencionar que este estudio representa uno de los primeros de su género en la Universidad Politécnica Amazónica por lo que tiene un valor institucional importante.

1.4. Hipótesis.

Los estudiantes de la carrera de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I, tienen un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir de forma correcta un mayor porcentaje de fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en un cuestionario.

1.5. Objetivo general.

Evaluar el nivel de comprensión de las fórmulas enlace línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande.

1.6. Objetivos específicos.

- Describir las características sociodemográficas de los estudiantes de las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande.

- Determinar el nivel de comprensión de las fórmulas enlace línea al escribir el símbolo de los elementos, el número de átomos y el orden de los elementos de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes de las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica que cursaron la asignatura de química

orgánica en el semestre académico 2018-I en la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande.

- Identificar los procedimientos que siguieron los alumnos para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos.

- Establecer la relación entre el nivel de comprensión de las fórmulas enlace línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados.

II. Marco Teórico.

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel internacional

García, Valdez y Gómez (2008, p.2184) afirman que "los modelos de las estructuras moleculares en la bioquímica son considerados complejos por la mayoría de los estudiantes de química, ya que involucran múltiples agrupaciones de átomos en las moléculas".

Villaseñor et al. (2013, p.178) en un estudio realizado con alumnos de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-Iztapalapa) encontraron que "el nivel de dificultad al escribir la fórmula molecular de las representaciones de enlace-línea de los compuestos orgánicos, es mayor para el número de hidrógenos, seguido por el orden de acomodo de los símbolos de los elementos y menor para el número de átomos de carbono y de los heteroátomos presentes".

Farré, Zugbi y Lorenzo (2014) en un estudio realizado con 91 estudiantes que cursaban por primera vez la asignatura Química Orgánica I en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, encontraron que los errores en la escritura de la representación del benceno se presentaron en el número de hidrógenos y no en el número de carbonos y que algunos emplearon incorrectamente las fórmulas desarrolladas o de líneas de enlace para escribir la estructura del compuesto.

Morales y Salgado (2017) indicaron que un 72% de los estudiantes de segundo año de media el Colegio San Pedro Nolasco de Quillota logran representar estructuras de hidrocarburos y más del 40% creen identificar y reconocer las estructuras químicas orgánicas simples.

Cerón et al. (2013) sostuvieron que los errores cometidos por los estudiantes se producen al reemplazar átomos en las fórmulas sin agregar los hidrógenos para completar las valencias o colocar carbonos y sus hidrógenos en los finales de las líneas que conectan a los heteroátomos.

2.1.2. A nivel nacional

Ríos (2017) en una investigación con 30 estudiantes de tercer ciclo de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, reportó que fue superior el porcentaje de desaprobados (86,66%) en comparación a los aprobados (13,66%), usando formulas estructurales en clases de química orgánica.

2.1.3. A nivel regional o local

No se encontraron estudios a nivel regional o local.

2.2. Bases teóricas.

Se considera a la química orgánica como la química de los compuestos de carbono-hidrógeno (Hernández, 2015), los cuales tienen enlaces covalentes (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001). "Prácticamente todos los compuestos del carbono se denominan moléculas orgánicas (algunas excepciones son el dióxido de carbono, CO_2, el monóxido de carbono, CO, y el cianuro de hidrógeno, HCN)" (Herradón, 2012, p. 39)

El número atómico del C es 6 (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001), tiene seis electrones y la configuración de su estado fundamental es $1s^2\ 2s^2\ 2p_x^1\ 2p_y^1$ (McMurry, 2012).

Como elemento del grupo 4A, el carbono puede compartir cuatro electrones de valencia y formar cuatro enlaces covalentes (McMurry, 2012). Además, el carbono tiene una capacidad para enlazarse consigo mismo para formar una gran variedad de compuestos con cadenas abiertas o cíclicos (anillos) (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001) y a su vez, forma enlaces con H, O, N, halógenos (Brown, LeMay y Bursten, 2004) y azufre (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001). Así, cuando dos átomos comparten un par de electrones forman un enlace simple. Cuando comparten dos pares forman un enlace doble y cuando comparten tres forman un enlace triple (Wade, 2012). Esto permite clasificarlos en compuestos saturados que tienen átomos de carbono unidos por enlaces simples y los compuestos insaturados que tienen átomos de carbono enlazados por enlaces múltiples (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001).

No hay que olvidar que un C primario esta enlazado con tres H o con un C; un C secundario con dos C; uno terciario con tres C y un C cuaternario con cuatro C. Los H unidos a estos tipos de átomos de carbono también se llaman primario, secundario y terciario, respectivamente. A su vez, los heteroátomos son átomos distintos al carbono e hidrógeno (Wade, 2012)

"Hablando de hibridación en la Química Orgánica, normalmente se refiere a los elementos carbono, nitrógeno y oxígeno, y solamente se involucran orbitales s y p para formar orbitales híbridos sp, sp^2 o sp^3" (Haro, Ramírez, James, Romero y Soriano, 2006, p.43). Cuando los enlaces son sencillos, los pares de electrones tienen una disposición tetraédrica (hibridación sp^3). Cuando hay un doble enlace, la disposición es plana trigonal (hibridación sp^2). Con dos dobles enlaces o con un triple enlace, la disposición es lineal (hibridación sp) (Brown, LeMay y Bursten, 2004).

Los compuestos orgánicos han sido clasificados como hidrocarburos, compuestos que contienen oxígeno y compuestos que presentan nitrógeno. Los hidrocarburos están conformados por alcanos, alquenos, alquinos e hidrocarburos aromáticos; los compuestos oxigenados por alcoholes, éteres, cetonas, aldehídos, ácidos carboxílicos y derivados de ácidos y los compuestos nitrogenados por aminas, amidas y nitrilos (Wade, 2012).

Por cierto, los grupos funcionales son los sitios reactivos en las moléculas (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001) y los compuestos orgánicos tienen grupos funcionales con excepción de los alcanos. Así, los alquenos contienen enlaces dobles carbono-carbono y los alquinos enlaces triples carbono-carbono como grupo funcional; los hidrocarburos aromáticos contienen el anillo bencénico; los alcoholes tienen el grupo hidroxilo (—OH); los éteres contienen un grupo alcoxi, R-O-R'; los aldehídos y las cetonas contienen el grupo carbonilo, —C = O; los ácidos carboxílicos contienen al grupo carboxilo, —COOH (Wade, 2012); las aminas, tienen el grupo amino —NH_2 (Brown, LeMay y Bursten, 2004); las amidas tienen el grupo amida, —$CONH_2$ y los nitrilos, contienen el grupo ciano, — C ≡ N (Wade, 2012).

Cabe hacer notar que en los textos de Química Orgánica se utilizan diversos tipos de fórmulas para representar compuestos orgánicos. "Las fórmulas químicas constituyen un lenguaje para traducir de modo figurado la identidad química de las sustancias, lo cual implica su naturaleza, sus constituyentes, su organización y sus relaciones cualitativas, cuantitativas y estructurales" (Alzate, 2006, p.290).

Sabemos ahora, que un compuesto es una sustancia constituida por moléculas, las cuales están formadas por dos o más átomos (Caamaño, 2011), por lo que su estructura depende del tipo y número de átomos que la constituyen, la distribución espacial de los núcleos y la conectividad entre ellos (Cerro y Merino, 2009; Farré y Lorenzo, 2012).

En este sentido, las fórmulas estructurales muestran cuáles átomos están enlazados entre sí (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001; Wade, 2012) pero no son representaciones de las formas reales de la molécula (Solomons y Fryhle, 2012). En las fórmulas condensadas, no se muestran los enlaces carbono-hidrógeno y carbono-carbono (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001; Wade, 2012; Klein, 2013) sino que se sobreentienden (McMurry, 2012).

Otro tipo es la fórmula de líneas y ángulos, algunas veces llamada estructura de esqueleto o figura de líneas y se asume que el carbono está presente en cualquier punto donde dos líneas se encuentren o una línea comience o finalice (Wade, 2012), y que posee suficientes hidrógenos para completar sus cuatro enlaces (Klein, 2013); sin embargo, no todas las moléculas pueden ser representadas con enlaces en zig-zag, pues la geometría de algunos compuestos es lineal y no angulada (Cerón, Arroyo, Aguilar, Gonzáles y Pérez, 2013) lo cual ocurre con los enlaces triples que tienen átomos de carbono con hibridación sp, que se dibujan en forma lineal (Klein, 2013). Si bien es cierto que los vértices o los extremos de línea pueden ser reemplazados por el símbolo de heteroátomos, agregándole los hidrógenos que le corresponden, a veces son reemplazados por los símbolos de sus carbonos e hidrógenos (Cerón, Arroyo, Aguilar, Gonzales y Pérez, 2013).

Ahora, la fórmula molecular proporciona información del tipo y número de átomos en una molécula (Wade, 2012; Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001) lo cual ayuda a acotar las posibilidades de grupos funcionales presentes en el compuesto (Haro, James y Romero, 2001), por tanto, para poder escribir las fórmulas estructurales posibles de un compuesto, debemos conocer su fórmula molecular (Wade, 2012).

Hasta aquí, hemos visto que las fórmulas químicas permiten la inferencia y la predicción (Alzate, 2006).

Dicho esto, "la noción de estructura molecular es un concepto central de la química, implicado en el desarrollo de algunas áreas como la biología y la genética molecular, la electrónica y la ciencia de materiales" (Alzate, Caballero y Moreira, 2006, p.2).

No obstante, las representaciones moleculares son construcciones del pensamiento que resultan de una teoría, sin la cual no es posible interpretarla (Flamini y Wainmaier, 2012).

Desde la perspectiva de las ciencias cognitivas las representaciones son consideradas como cualquier noción, signo o conjunto de símbolos que representan algo del mundo exterior o de nuestro mundo interior (López, Saldarriaga y Tamaño, 2007).

Por ende, "las representaciones hacen referencia a todas aquellas construcciones de sistemas de expresión y representación que pueden incluir diferentes sistemas de escritura, tales como números, notaciones simbólicas, representaciones tridimensionales, gráficas, redes, diagramas, esquemas, etcétera" (López, Saldarriaga y Tamaño, 2007, p.62).

Ahora bien, "estos conjuntos de signos o de símbolos que representan algo pueden ser externos o internos… Por ejemplo, el empleo de notaciones simbólicas en los campos de la física, la química y las matemáticas, son representaciones externas o representaciones semióticas" (López, Saldarriaga y Tamaño, 2007, p.63).

De ahí que, los libros de Química presentan representaciones gráficas de la estructura molecular, denominadas fórmulas estructurales, símbolos químicos y lenguaje químico o semiótica química. (Alzate, Caballero y Moreira, 2006).

Por lo expuesto, los cursos de Química son difíciles para los estudiantes, ya que se les presenta como una ciencia abstracta y compleja y deben conocer y dominar su propio lenguaje (Nakamatsu, 2012), que es muy distinto del que utilizan en la vida diaria (Izquierdo, 2004). Así pues, "el lenguaje químico, está constituido por un amplio vocabulario específico y por variados tipos de fórmulas y convenciones para representar sustancias, reacciones y mecanismos" (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014, p.14).

En lo que se refiere a la enseñanza de la estructura bi o tridimensional de moléculas, algunos estudios demuestran obstáculos que poseen los estudiantes para su comprensión (Morales y Salgado, 2017).

De hecho, la enseñanza-aprendizaje de la química normalmente se aborda con elementos bidimensionales, como imágenes en pizarrones o en libros de texto (Arroyo y Pérez, 2003).

Los alumnos deben aprender la nomenclatura de los sistemas de representación, sus reglas sintácticas, siendo capaces de traducir de un código o lenguaje a otro (Lorenzo y Pozo, 2010).

En cuanto a la dinámica de enseñanza que realizan los profesores universitarios de química se puede decir que dan un papel secundario y pasivo a los estudiantes, se

reduce la enseñanza al simple hecho de dictar contenidos conceptuales, el aprendizaje se convierte en un sinónimo de memorización y la evaluación queda limitada únicamente a la calificación que se da al finalizar un semestre (Cabrera, 2015).

Por otra parte, los alumnos, no incorporan a su estructura cognitiva de modo significativo la representación molecular, el sistema simbólico y los diversos subsistemas semióticos asociados a las clases de sustancias químicas (Alzate et al., 2001; Alzate, 2006 citado en Alzate, Caballero y Moreira, 2006).

Ahora bien, "la enseñanza y el aprendizaje de la química para los alumnos de los primeros cursos de la universidad, es una constante preocupación debido a las altas tasas de reprobación" (Lazo, 2012, p.66). A menudo, "los estudiantes que no comprenden la forma de escritura de la química orgánica difícilmente logran aprobar el curso, ya que no pueden identificar las fórmulas moleculares" (Morales y Salgado, 2017, p.28). "Por lo tanto, habrá que tener en cuenta los procesos a través de los cuales los estudiantes aprenden a reconocer y a usar fórmulas y las dificultades que comprende dicho aprendizaje" (Lorenzo y Pozo, 2010 citado en Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014, p.15).

De acuerdo con la taxonomía de Bloom, en la enseñanza los procesos cognitivos se encuentran jerarquizados en seis niveles de complejidad: 1) recordar información, (2) comprender, (3) aplicar para resolver problemas nuevos, (4) analizar, (5) evaluar y (6) crear nuevo conocimiento (Aznar et al., 2012).

De hecho, en el nivel 2 o nivel de comprensión, el estudiante puede entender y explicar el significado de la información recibida, lo que implica traducción, interpretación y extrapolación (Hernán, 2014).

Si consideramos que comprender es pensar y actuar a partir de lo que uno sabe, esto involucra varios elementos:1) Los tópicos generativos que nos ayuda a expresar lo que queremos enseñar 2) Las metas de comprensión que definen las ideas, procesos, relaciones o preguntas que los alumnos comprenderán por medio de su indagación 3) Los desempeños de comprensión que permiten demostrar el dominio que tienen los alumnos de las metas de comprensión establecidas 4) La evaluación diagnóstica que brinda a los alumnos una respuesta sobre su trabajo (Jubert, Pogliani, Tocci y Vallejo, 2011).

Desde luego, no se trata de aprender de memoria las fórmulas de las diferentes sustancias, sino a deducirlas (Valles, 2012).

Por lo general, el aprendizaje es el proceso a través del cual se adquieren nuevas habilidades, destrezas, conocimientos, conductas o valores como resultado del estudio, la práctica, la experiencia, la instrucción, la asimilación y la observación (Pérez, Carbonell, Gutiérrez y Penichet, 2015).

> En la enseñanza–aprendizaje de la química cualquiera que sea su especialidad, (orgánica, inorgánica, analítica) siempre se han presentado problemas, tanto de orden pedagógico como didáctico en el sistema educativo, pues no se había aplicado una metodología que permitiera a los alumnos construir una imagen mental de manera sencilla, ordenada y segura para comprender y asimilar conceptos relevantes en ésta área de las ciencias. (Tejada, Chicangana y Villabona, 2013, p. 145)

Frecuentemente las fallas en el aprendizaje de la Química, son atribuidas a la falta de comprensión de los estudiantes que, es quien debe desarrollar un esfuerzo cognitivo, también es cierto que el docente debe orientar el procedimiento para lograrlo y no solo exponer de manera rigurosa el conocimiento científico (Perozo, 2016).

Por consiguiente, es necesario que el docente se preocupe en buscar nuevos métodos, técnicas y recursos, que le permitan propiciar en sus estudiantes situaciones, en las cuales puedan orientar sus potencialidades y favorecer su desarrollo, para lograr que éste adquiera un aprendizaje realmente útil y significativo (Perozo, 2016).

2.3. Definición de términos básicos.

Átomo.- "Unidad fundamental de un elemento que puede intervenir en una combinación química" (Chang, 2007, p. 1115)

Compuesto.- "Sustancia formada por dos o más elementos unidos químicamente en proporciones definidas" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p. 1120).

Compuesto molecular.- "Compuesto que consta de moléculas" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p. 1120).

Fórmula molecular.- "Fórmula química que indica el número real de átomos de cada elemento que hay en una molécula de una sustancia" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p.1123).

Geometría molecular.- "Acomodo de los átomos de una molécula en el espacio" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p. 1123).

Grupo funcional.- "Átomo o grupo de átomos que imparte propiedades químicas características a un compuesto orgánico" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p. 1123).

Molécula.- "Combinación química de dos o más átomos" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p. 1125).

III. Material y Métodos.

3.1. Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación es no experimental, descriptiva, del tipo transversal.

3.2. Población y muestra.

La población estuvo constituida por todos los alumnos de las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que estuvieron matriculados en el semestre académico 2018-I, siendo un total de 623 alumnos y la muestra quedó conformada por un total de 53 alumnos inscritos en el curso de Química Orgánica distribuidos en las carreras de Enfermería (40) que constaba de 2 secciones: A (22) y B (18) e Ingeniería Agronómica (13) y que habían tenido la oportunidad de abordar el tema fórmulas con el mismo profesor.

Para seleccionar a los alumnos en la presente investigación se llevó a cabo un proceso de muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental.

3.3. Determinación de variables.

3.3.1. Definición conceptual.

a. Variable dependiente.

Comprensión de fórmulas enlace-línea de compuestos orgánicos. Se refiere a que "el alumno entiende el significado de la información recibida" (Hernán, Lázaro y Velásquez, 2005, p.107).

b. Variable independiente.

Representación de fórmulas moleculares de compuestos orgánicos. "Expresión que muestra los números exactos de átomos de cada elemento en una molécula" (Brown, LeMay y Bursten, 2004, p.1123).

3.3.2. Definición operacional.

a. Variable dependiente.

Comprensión de fórmulas enlace-línea de compuestos orgánicos. Se refiere a que el alumno comprende las formulas enlace-línea de los compuestos orgánicos si es capaz de escribir su correspondiente fórmula molecular.

b. Variable independiente.

Representación de fórmulas moleculares de compuestos orgánicos. Se refiere a que para cada fórmula enlace-línea corresponde solamente una fórmula molecular.

3.3.3. Matriz de Operacionalizacion de variables.

Tabla 1
Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	ítems	Escala de medición	Técnica e instrumento
Comprensión de fórmulas enlace-línea de compuestos orgánicos	Nombre y símbolo de los átomos Número de átomos Orden de los elementos Tipo de átomos de carbono Tipo de enlaces carbono-carbono Tipos de compuestos orgánicos	Bajo (de 0 a 33,3 por ciento) Medio (de 33,4 a 66.6 por ciento) Alto (66,7 por ciento o más)	Fórmulas enlace línea de 20 compuestos orgánicos	Cualitativa Ordinal	Prueba
Representación de fórmulas moleculares de compuestos orgánicos	Nombre y símbolo de los átomos Número de átomos Orden de los elementos Tipos de compuestos orgánicos	Porcentaje de preguntas	Fórmulas moleculares de 20 compuestos orgánicos	Cuantitativa Razón	Prueba

La tabla 1 muestra la operacionalización de las variables de estudio.

3.4. Fuentes de información.

La fuente de información primaria fue la prueba o el instrumento de recolección de datos y las fuentes secundarias fueron la información estadística proporcionada por la Oficina de Registros Académicos de la Universidad Politécnica Amazónica y las bases de datos bibliográficos consultadas en internet como Scientific Electronic Library Online (Scielo), Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc) y el Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) del Concejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC).

3.5. Métodos.

Se aplicaron los métodos teóricos inductivo-deductivo, análisis y síntesis.

- Inducción-Deducción. - De acuerdo con Cabrera (2010) el método inductivo se refiere al primer vistazo con el que el investigador asume un problema, una situación, un hecho o un fenómeno de estudio; por otra parte, la deducción permite afirmar que una situación producirá determinado resultado.

- Análisis y síntesis. - Para Palacios (2005), citado en Cabrera (2010), analizar se trata de descomponer el objeto de estudio en sus componentes, a fin de conocer la naturaleza del fenómeno estudiado, sus causas y efectos, su lógica, así como lo específico del funcionamiento de las partes.

3.6. Técnicas e instrumentos (Validez y confiabilidad).

El cuestionario que se utilizó fue adaptado del propuesto por Villaseñor et al. (2013).

El cuestionario completo se observa en el Anexo 1. El mismo constó de dos partes, una correspondiente a las instrucciones para su resolución y otra correspondiente a fórmulas enlace-línea de 20 compuestos orgánicos.

Se realizó la revisión del instrumento seleccionado por dos doctores en educación, en cuanto a los siguientes aspectos: a) pertinencia del contenido del texto de las instrucciones; b) pertinencia de las fórmulas que se incluyeron en el cuestionario de evaluación y c) pertinencia de la respuesta considerada como correcta para cada pregunta.

Con base en las opiniones de los especialistas se realizaron algunas correcciones para contar con una versión consensuada del instrumento. Estas fueron: a) se realizó una reformulación de las instrucciones que aparecen en la prueba; b) se corrigieron dos ítems de la prueba, colocando líneas rectas verticales en los triples enlaces carbono-carbono y carbono-nitrógeno del 4-metilpent-1-ino y 3-metilbutanonitrilo, respectivamente.

La versión final adaptada del instrumento quedó constituida de la siguiente manera: a) el nombre del alumno; b) la carrera de estudios; c) el semestre en curso; d) la sección; e) la fecha; f) las instrucciones para su resolución; g) las fórmulas enlace-línea de 20 compuestos orgánicos (Anexo 1).

3.7. Procedimiento.

Se solicitó autorización a la institución para ejecutar la investigación.

La prueba se tomó en el aula durante el horario de clase.

La aplicación de la prueba se llevó a cabo, para cada uno de los grupos por separado, en aproximadamente 30 minutos de duración.

Se indicó a los alumnos que para responder la prueba solo tenían que escribir la fórmula molecular debajo de cada fórmula enlace-línea, y además se les recordó que para

resolverlo podrían efectuar el reemplazo por las fórmulas desarrolladas o semidesarrolladas que ellos estudiaron.

Una vez terminada la prueba fueron recogidas por el investigador para ser analizadas y procesadas posteriormente.

Para efectos de facilitar un recojo fidedigno y preciso de los datos los mismos fueron digitados en una base de datos específicamente creada para tal fin en Excel.

3.8. Análisis estadístico.

Se consideró correcta la respuesta si el alumno escribe los elementos presentes en la formula molecular en el siguiente orden: primero carbono, en seguida hidrógeno y el resto de heteroátomos en orden alfabético a su símbolo, con un subíndice que indica el número de átomos de cada elemento.

Las respuestas se calificaron como: correcta (un punto) e incorrecta o ausente (cero puntos). Se consideró el porcentaje de respuestas correctas en la prueba para ubicar a los alumnos en tres niveles de comprensión: Bajo (de 0 a 33,3 por ciento), Medio (de 33,4 a 66.6 por ciento) y Alto (66,7 por ciento o más) y se comparó los niveles de comprensión que se presentaron entre grupos.

Además, se realizó un conteo de las respuestas de los estudiantes en las que escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre la fórmula enlace-línea al intentar determinar la fórmula molecular en el examen.

Se descartaron los resultados de los alumnos en cuatro casos: a) alumnos repitentes en el curso, b) alumnos que copiaron para contestar la prueba, c) alumnos que no escribieron su nombre y d) alumnos que no presentaron la prueba.

El análisis estadístico se realizó por medio del programa Microsoft Excel 2013, considerando distribución de frecuencias, porcentajes y media aritmética de los datos analizados y se buscó asociación entre las variables con la prueba chi cuadrado con significación estadística para los valores de $p < 0,05$.

3.9. Consideraciones éticas.

En cumplimiento con la regulación de aprobación de protocolos de investigación de la institución, el mismo fue sometido a aprobación por parte del Instituto de Investigación de la Universidad Politécnica Amazónica y se pidió el consentimiento informado de los estudiantes incluidos en la investigación expresado verbalmente.

IV. Resultados.

4.1. Análisis descriptivo.

Los alumnos encuestados cursaban el tercer semestre de las carreras de enfermería e ingeniería agronómica en la Universidad Politécnica Amazónica. Así, el 75,5% (40) de estudiantes cursaban la carrera de enfermería y el 24,5% (13) ingeniería agronómica. La muestra total de alumnos que realizaron la prueba fue de 100%; 66% (35) de sexo femenino y 34% (18) de sexo masculino, con edades entre 17 y 34 años, y una media de edad de 19,9 años.

Tabla 2

Características sociodemográficas de los estudiantes

Variables		No.	Porcentaje
	Total	53	100%
Grupo etario	17-20	40	75,47
	21-25	10	18,87
	26-30	1	1,89
	31-34	2	3,77
Género	Masculino	18	34
	Femenino	35	66

La Tabla 2 muestra las características sociodemográficas de los estudiantes que rindieron la prueba.

La media de calificación de la muestra de alumnos (N= 53) fue de 15,8 de un total de 20 puntos de calificación.

Tabla 3

Distribución de notas promedio obtenidas en la prueba según carrera de los alumnos

Carrera	N	Media	Desviación típica
Ingeniería Agronómica	13	16.5	1.39137
Enfermería A	22	15.5	2.15473
Enfermería B	18	15.5	1.65387
Total	53	15.8	1.73332

La tabla 3 muestra la distribución de notas promedio obtenidas en la prueba según la carrera profesional de los alumnos.

En las figuras I, II y III, se muestran los porcentajes de aciertos correspondientes a los 20 ejercicios de la prueba, que obtuvieron cada uno de los tres grupos en el curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1. La barra final muestra el promedio en cada caso.

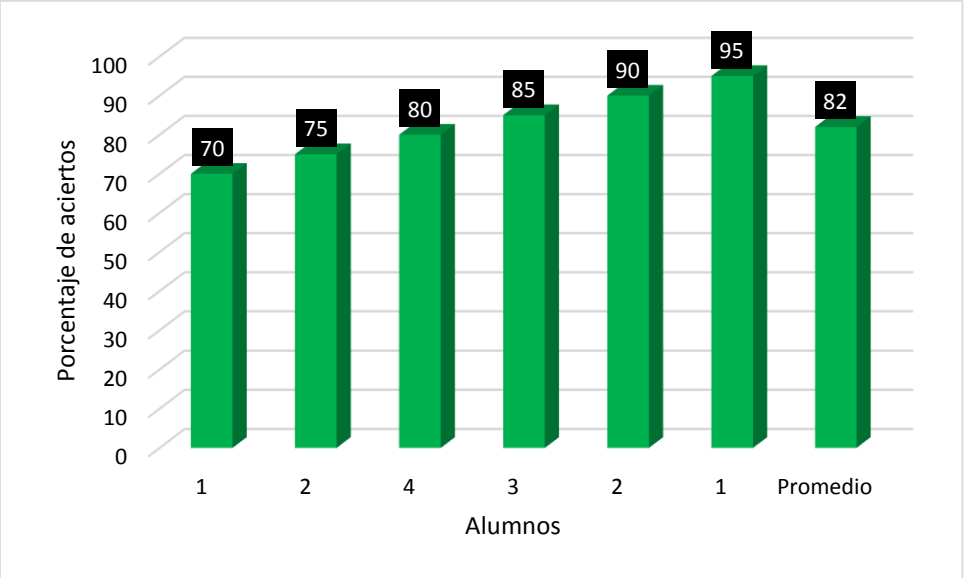


Figura I. Porcentaje de aciertos correspondiente a los 20 ejercicios de la prueba que obtuvieron los alumnos de Ingeniería Agronómica.

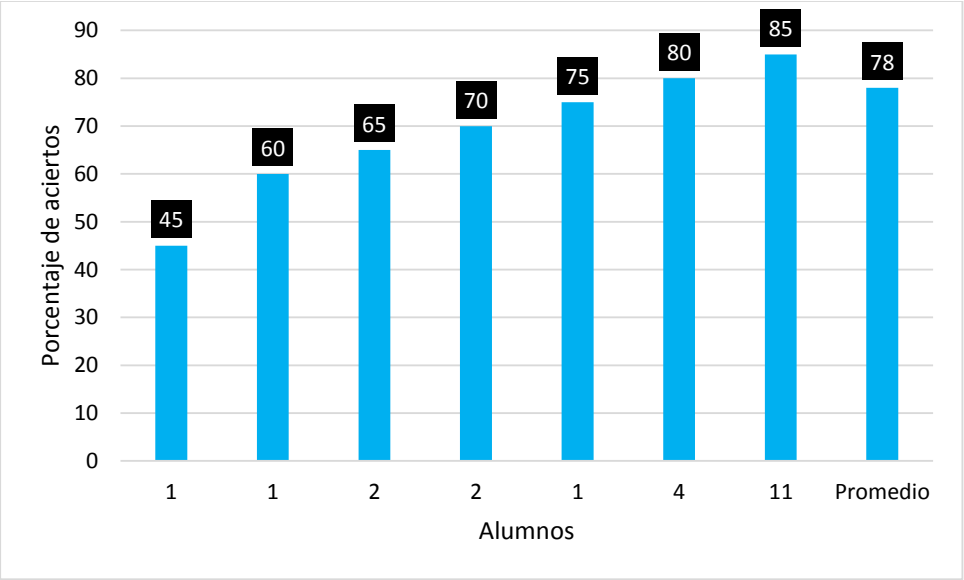


Figura II. Porcentaje de aciertos correspondiente a los 20 ejercicios de la prueba que obtuvieron los alumnos de la sección A de Enfermería.

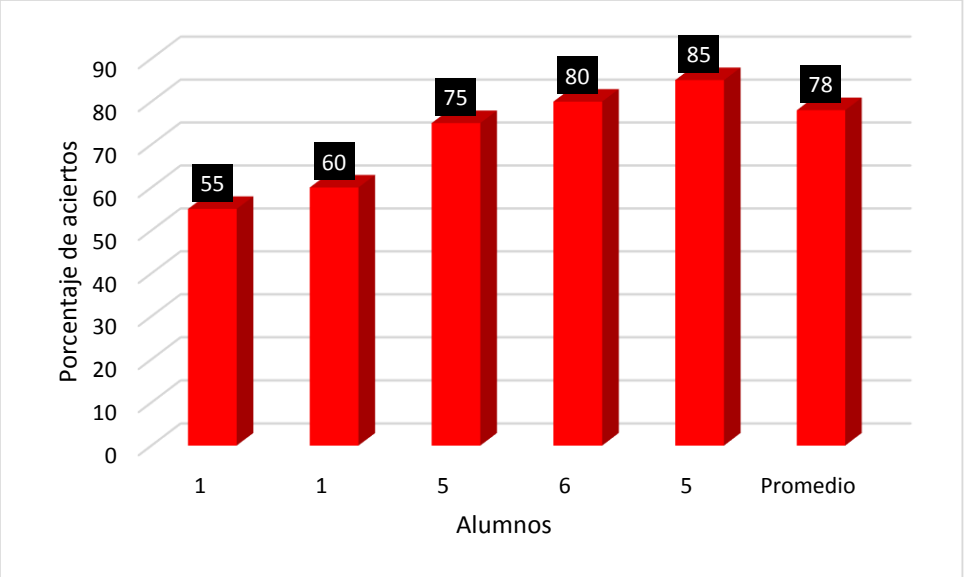


Figura III. Porcentaje de aciertos correspondiente a los 20 ejercicios de la prueba que obtuvieron los alumnos de la sección B de Enfermería.

La Figura IV muestra que el porcentaje promedio de aciertos de los tres grupos evaluados en el examen fue 79%.

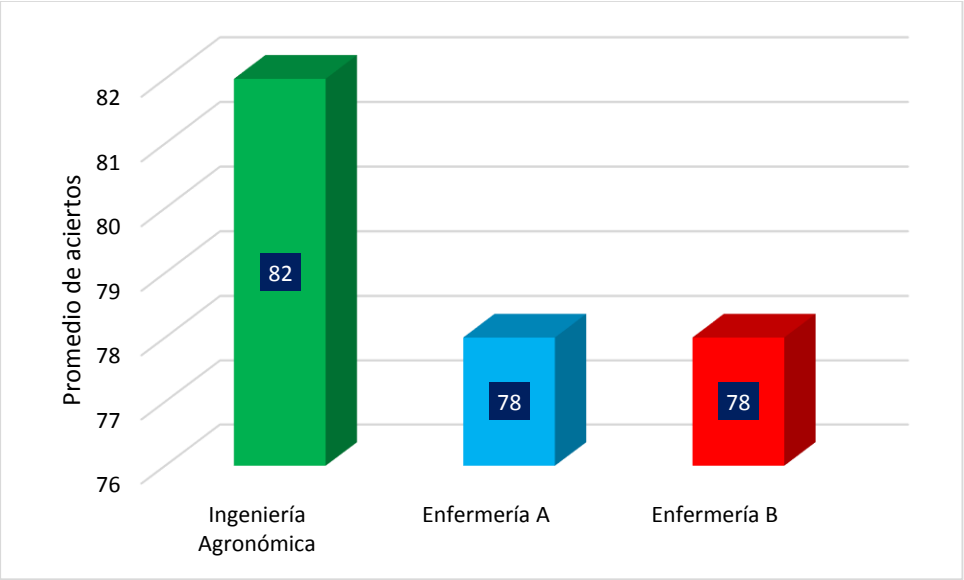


Figura IV. Porcentaje promedio de aciertos obtenido por los grupos evaluados en el examen.

En las figuras V, VI y VII se muestran los porcentajes de los aciertos en cada una de las cuatro variables consideradas en la fórmula molecular para calificar la prueba (número de átomos de carbono, número de átomos de hidrógeno, número de heteroátomos y orden de los elementos), para cada uno de los tres grupos de estudiantes de la muestra en el curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1.

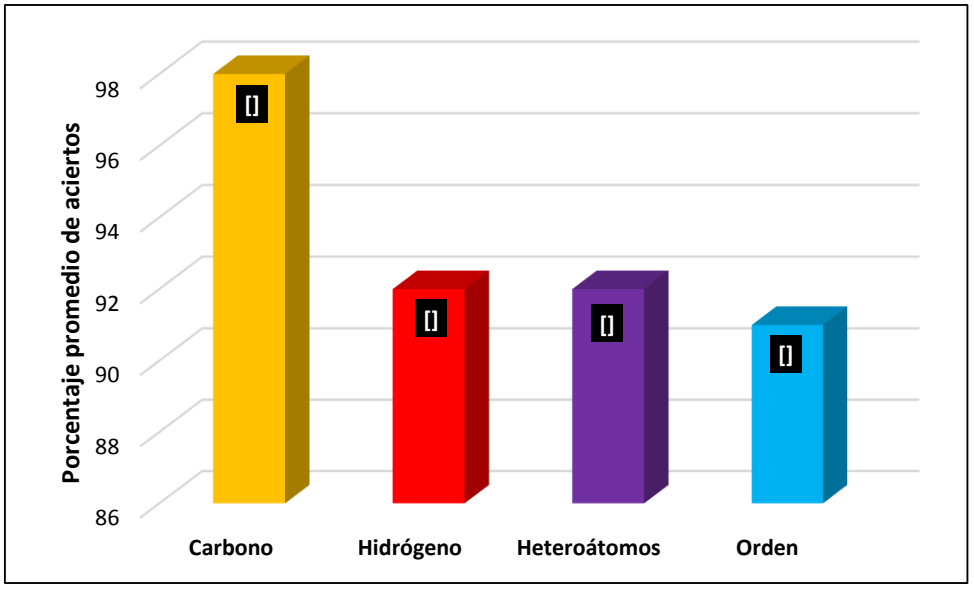


Figura V. Porcentaje de aciertos correspondientes a cada una de las cuatro variables consideradas en la fórmula molecular para calificar la prueba para el grupo de Ingeniería Agronómica.

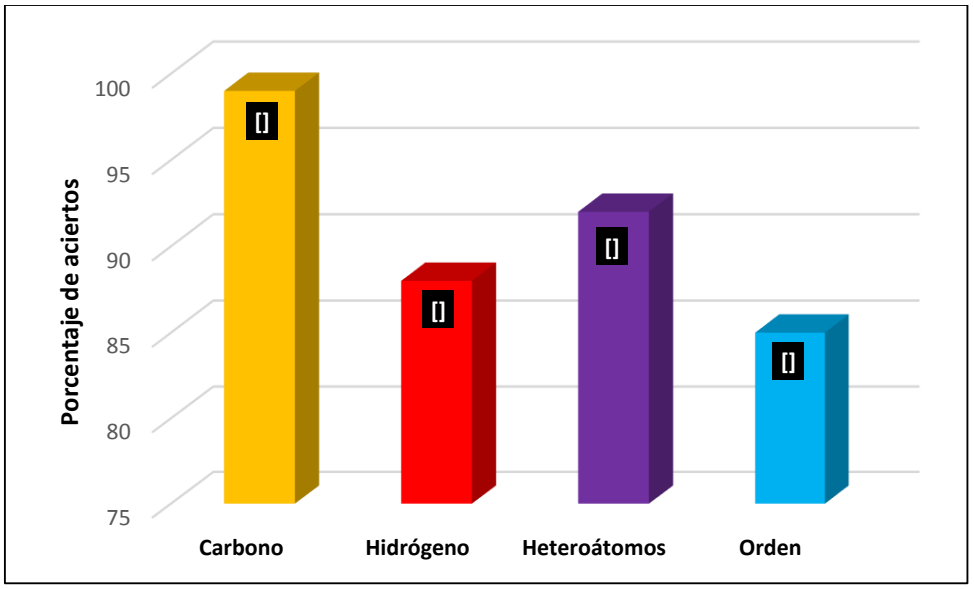


Figura VI. Porcentaje de aciertos correspondientes a cada una de las cuatro variables consideradas en la fórmula molecular para calificar la prueba para el grupo de Enfermería de la sección A.

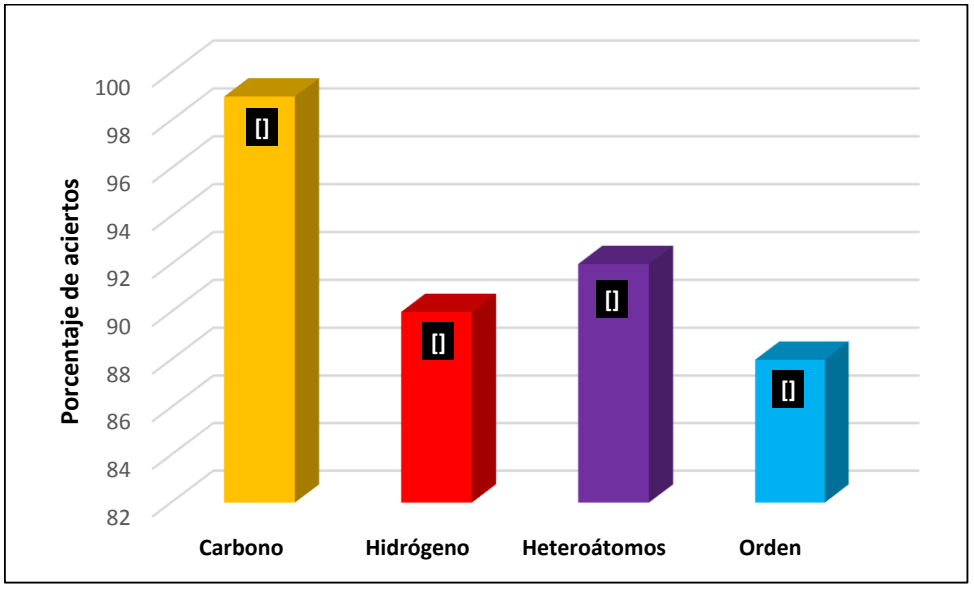


Figura VII. Porcentaje de aciertos correspondientes a cada una de las cuatro variables consideradas en la fórmula molecular para calificar la prueba para el grupo de Enfermería de la sección B.

En la Figura VIII se muestra que el 94% de los alumnos de ambos grupos de Enfermería escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas enlace-línea, pero no los enumeraron para contarlos físicamente, llegando así a escribir la fórmula molecular correspondiente; mientras que el 100% de estudiantes de Ingeniería Agronómica hicieron lo mismo.

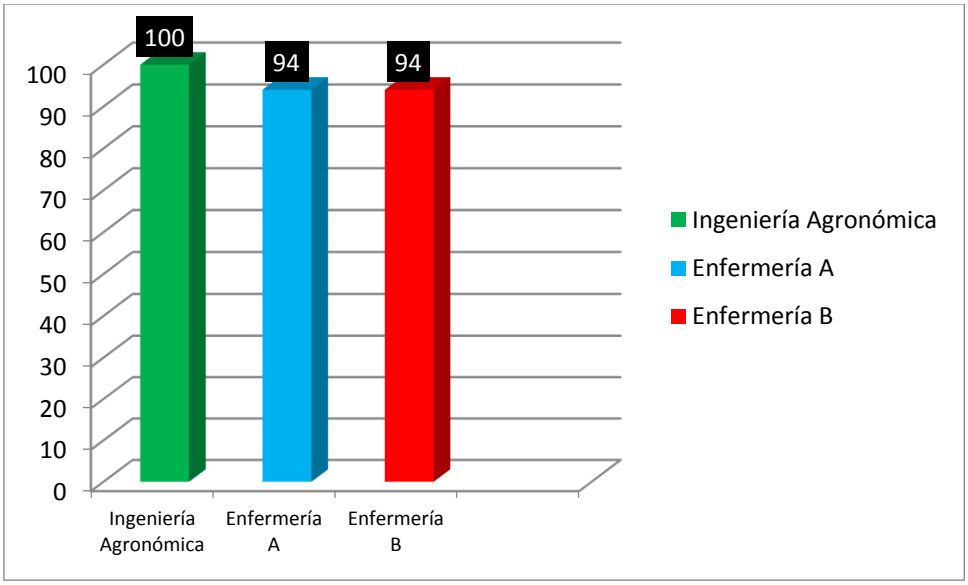


Figura VIII. Porcentaje de alumnos de los grupos evaluados que escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas enlace-línea en la prueba.

Adicionalmente, en la Tabla 4 puede verse que el 93.60% de los estudiantes de enfermería e ingeniería agronómica escribieron con efectividad la fórmula molecular de los hidrocarburos, seguido de un 74.04% de los compuestos que contienen oxígeno y un 67.10% de los que presentan nitrógeno.

Tabla 4

Porcentaje de respuestas correctas al escribir la fórmula molecular de cada uno de los compuestos evaluados.

Tipos de compuestos orgánicos	Subtipos	Ingeniería Agronómica	Enfermería A	Enfermería B
Hidrocarburos	Alcanos	100.00	86.36	94.44
	Halogenuros de alquilo	76.92	86.36	77.77
	Alquenos	100.00	100.00	100.00
	Alquinos	92.31	95.45	100.00
	Hidrocarburos aromáticos	100.00	95.45	94.44

	Halogenuros de arilo	100.00	90.91	94.44
	Promedio	94.87	92.42	93.52
Compuestos que contienen oxígeno	Alcoholes	100.00	72.72	77.77
	Aldehídos	92.31	95.45	100.00
	Cetonas	92.31	100.00	88.89
	Ácidos carboxílicos	38.46	9.09	11.11
	Ácidos sulfónicos	23.08	0.00	0.00
	Anhídridos de ácidos	100.00	95.45	100.00
	Halogenuros de acilo	92.31	90.91	94.44
	Ésteres	76.92	86.36	72.22
	Éteres	100.00	95.45	100.00
	Fenoles	92.31	68.18	55.56
	Promedio	80.77	71.36	70.00
Compuestos que presentan nitrógeno	Aminas	84.62	77.27	94.44
	Amidas	23.08	4.55	0.00
	Nitrilos	69.23	100.00	94.44

	Nitrocompuestos	61.54	95.45	100.00
	Promedio	59.62	69.32	72.35

Autoría propia.

4.2. Análisis inferencial.

Como es posible observar en la Tabla 5, la mayor concentración de estudiantes se encontró en el nivel alto de comprensión en los tres grupos evaluados y ninguno se sitúo en el rango bajo; sin embargo, la prueba de la X^2=2,692 informa que es menor a una ji cuadrada =9,488 para un gl=4 y un error del 5%, por lo que no presenta diferencias significativas estadísticamente, es decir son productos del azar.

Tabla 5
Nivel de compresión de las fórmulas enlace-línea por carrera profesional

		Carrera			
		Ingeniería Agronómica	Enfermería A	Enfermería B	**Total**
Nivel de comprensión	Bajo	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
	Medio	0 (0%)	4 (18%)	2 (11%)	6 (11%)
	Alto	13 (100%)	18 (82%)	16 (89%)	47 (89%)
Total		**13(100%)**	**22(100%)**	**18 (100%)**	**53 (100%)**

Autoría propia

V. Discusión.

En nuestro estudio hemos encontrado que el valor más bajo de aciertos corresponde al orden de colocación de los elementos en la fórmula molecular, seguido por el número de hidrógenos y el más alto para el número de carbonos y heteroátomos. Esto puede deberse a que cuanto más simplificado sea el trazo de las fórmulas químicas, incluyen mayor contenido implícito y por tanto mayor es la dificultad para la comprensión de su significado (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014). Sin embargo, esto se puede relacionar con el desconocimiento de los símbolos químicos y las funciones químicas (Cabrera, 2015)

Estos resultados concuerdan con Villaseñor et al. (2013) en un estudio realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, que encontró que la dificultad al escribir la fórmula molecular de las representaciones de enlace-línea de los compuestos orgánicos, es mayor para el número de hidrógenos, seguido por el orden de los símbolos de los elementos y menor para el número de carbonos y heteroátomos y con Farré, Zugbi y Lorenzo (2014) en un estudio realizado en la Universidad de Buenos Aires, quienes encontraron que los errores en la escritura de la representación del benceno se presentaron en el número de hidrógenos y no en el número de carbonos.

Sin embargo, a pesar de que los alumnos fueron capaces de relacionar la fórmula enlace-línea con la fórmula molecular, les resulta difícil diferenciar el orden alfabético para los heteroátomos, esto constituye un posible obstáculo cuando abordan escribir su correspondiente fórmula molecular. De acuerdo con Cerón et al. (2013) una de las causas de que el estudiante presente estas dificultades se debe a que algunos no recuerdan el orden alfabético. No obstante, esto puede guardar relación con la comprensión de instrucciones escritas para la resolución del examen, ya que no comprenden lo que leen, lo cual se vio reflejado en el incorrecto orden de colocación de los elementos en la fórmula molecular y deja abierta la clara necesidad de hacer más estudios sobre el tema. Al respecto, "la capacidad para comprender enunciados de preguntas y problemas en los exámenes es un factor clave en el rendimiento académico" (Ayala y Messing, 2013, p.211).

Con respecto al cálculo del número de hidrógenos, los estudiantes no tuvieron dificultades para contar los hidrógenos enlazados a los distintos tipos de carbono (primarios, secundarios o terciarios) o enlace (sencillo, doble o triple), más bien los errores se presentaron con los hidrógenos enlazados a heteroátomos. Al respecto, Salgado y Trigueros (2009) señalan que los problemas de conteo son difíciles, pues requieren saber qué características debe cumplir lo que se desea contar, por ejemplo, el hecho de que sea necesario o no el orden o la repetición. Morales y Salgado (2017) señalan que más del 40% de estudiantes de segundo año de media el Colegio San Pedro Nolasco de Quillota cree identificar el elemento estructural y reconocer el tipo de enlace de las moléculas orgánicas.

La mayoría de los estudiantes logra escribir la fórmula molecular de los hidrocarburos. Estos hallazgos coinciden con Morales y Salgado (2017) quienes reportaron que de un total de 32 respuestas en un test, en el 72%, se identifica que los alumnos logran representar estructuras de hidrocarburos.

Un alto porcentaje de alumnos escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas enlace-línea, pero no los enumeraron para contarlos físicamente, llegando así a escribir la fórmula molecular correspondiente. Lo anterior contradice lo afirmado por Cerón et al. (2013), quienes señalan que cuando hicieron este tipo de preguntas a sus estudiantes,

solo algunos desarrollaron los hidrógenos sobre las fórmulas poligonales y la gran mayoría intentó hacerlo contándolos mentalmente.

De acuerdo con los resultados que hemos hallado, no se encontró relación significativa entre los niveles de comprensión de las fórmulas enlace línea y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados.

La investigación tiene limitaciones como presentar datos de alumnos de una sola universidad y que la prueba utilizada solo cuenta con validez de contenido, por lo que los resultados no pueden ser generalizados a toda la población universitaria peruana, aunque si muestra la necesidad de evaluar la comprensión de las instrucciones para la resolución de pruebas de química.

Conclusiones

El 66% de alumnos que desarrollaron la prueba fueron de sexo femenino y 34% de sexo masculino, con edades entre 17 y 34 años, y una media de edad de 19,9 años.

Los resultados mostraron que los estudiantes participantes en la investigación tuvieron un elevado por ciento de acierto al escribir las fórmulas moleculares como resultado de un alto nivel de comprensión de las fórmulas basadas en líneas.

Un porcentaje elevado de alumnos escribieron los símbolos químicos de los elementos que constituyen las fórmulas enlace-línea pero no los enumeraron para contarlos.

No se halló una asociación estadísticamente significativa entre los niveles de comprensión de las fórmulas enlace línea y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados.

Recomendaciones.

De la investigación efectuada se recomienda que los profesores deben usar las fórmulas enlace-línea para la enseñanza de la química orgánica universitaria.

Se recomienda, además, hacer estudios acerca de la comprensión de instrucciones escritas para la resolución de exámenes en los estudiantes de cursos universitarios de química.

Referencias Bibliográficas

Alzate, M. (2006). Aprender significativamente y clasificar en química. *Investigações em Ensino de Ciências.* V11(3), 285-302. Recuperado de http:// www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/download/484/286.

Alzate, M., Caballero, C., Moreira, M. (2006). Multiplicidad funcional de la representación molecular: Implicaciones en la enseñanza y aprendizaje de la Química. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*. 1 (2), 1-26. Recuperado de

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662006000200001.

Ayala, R., Messing, H. (2013). Comprender los enunciados en un examen escrito: ¿dónde está el problema? Revista Cubana de Educacion Medica Superior 27(2):211-219. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/260777463_Comprender_los_enunciados_en_un_examen_escrito_donde_esta_el_problema.

Aznar, J. et al. (2012). La taxonomía de Bloom y la aplicación del conocimiento: las clases de problemas en la asignatura de Zoología de la Universidad de Valencia. En: Actas del I Congreso Internacional de Innovación Docente Universitaria en Historia Natural. Recuperado de http:// idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/38737/La%20taxonom%C3%ADa%20de%20Bloom%20y%20la%20aplicaci%C3%B3n%20del%20conocimiento.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Barrera, N. (2017). Integración de TIC y ABP en enseñanza de la química orgánica para estudiantes de licenciatura en biología. En: IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología. Recuperado de http:// www.researchgate.net/publication/323645574_INTEGRACION_DE_TIC_Y_AB...

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., Burdge, J. (2004). Química. La ciencia central. Novena edición. Pearson Educación. 1155 p.

Caamaño, A., Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique 41 Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Recuperado de http:// www.cvrecursosdidacticos.com/download_file.php?file=1371161757...41...pdf.

Cabrera, D. (2010). Ventajas y desventajas del uso de un método deductivo/inductivo en la investigación en administración de negocios. *Gestión & Sociedad*. Recuperado de http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/gs/article/download/ 945/852.

Cabrera, H. (2015). Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.* 12(3), 565-580. Recuperado de http:// www.redalyc.org/articulo.oa?id=92041414012

Castelán, M., Hernández, G. (2009). Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. X Congreso Nacional de Investigación

Educativa. Recuperado de http:// www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/carteles/1398-F.pdf.

Chang, R. (2007). Química. Novena edición. McGraw-Hill / Interamericana. 1160 p.

Cerón, J., Arroyo, R., Aguilar, R., Gonzáles, E., Pérez, A. (2013). Precisiones y comentarios sobre el artículo: "Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares "enlace-línea" de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso". *Educ. quím.* 24(3), 270-277. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2013000300003&script=sci_ abstract.

Cerro, M., Merino, G. (2009). ¿Moléculas sin esqueleto?: La oportunidad perfecta para revisar el concepto de estructura molecular.*Educ. quim.* 20(2), 187-191. Recuperado de http:// www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300260.

Farré, A., Lorenzo, M. (2012). De la construcción del conocimiento científico a su enseñanza. Distintas explicaciones sobre la estructura del benceno. *Educ. quim.* 1-9. Recuperado de http:// www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187...

Farré, A., Zugbi, S., Lorenzo, M. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento. *Educ. quím.* 25(1). Recuperado de http:// www.scielo.org.mx/pdf/eq/v25n1/v25n1a3.pdf.

Flamini, L., Wainmaier, C. (2012). Representaciones moleculares: Reflexiones sobre su enseñanza. En: III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de La Plata. Recuperado de http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.3671/ev.3671.pdf.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química preuniversitaria: ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? Revista Química Viva. 4(1), 8-22. Recuperado de http:// www.redalyc.org/articulo.oa?id=86340102.

Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: Una ecuación que no esta balanceada. Revista QuímicaViva. 6, 1-13. Recuperado de http:// www.redalyc.org/articulo.oa?id=86309909.

GalagovsKy, L. y Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* 8(3), 952-975. Recuperado de http:// reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART11_Vol8_N3.pdf.

Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M., Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre "hablar química" y "comprender química". *Ciênc. Educ.* 20 (4), 785-799. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132014000400002&script=sci_abstract&tlng=es.

García,M., Valdez, L., Gómez, Z. (2008). Integración de visualizacIón científica molecular en el salón de clases. *Quim. Nova*. 31 (8), 2184-2189. Recuperado de http:// www.scielo.br/pdf/qn/v31n8/46.pdf.

Gamboa, J., Corso, H., Severino, M. (2009). Química atractiva en un ingreso a la universidad. Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien. 6(3), 423-439. Recuperado de http:// revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3687.

Haro, J., Ramírez, L., James, G., Romero, A., Soriano, R. (2006). Interpretación de la hidridación y evaluación de su aprendizaje. Revista Cubana de Química. XVIII (2), 43. Recuperado de http:// www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543704015.

Haro, J., James, G. y Romero, A. (2001). Desarrollo de una fórmula general para determinar el índice de deficiencia de hidrógenos (IDH). *Educación Química.* 12(2), 99-102. Recuperado de http:// educacionquimica.info/include/downloadfile.php?pdf=pdf626.pdf.

Hernán, L. (2014). Conclusiones sobre la aplicación de la Taxonomía de Bloom al diseño de herramientas pedagógicas. Recuperado de http:// www.researchgate.net/publication/41932156_Conclusiones_sobre_la_aplicacion_de_la_Taxonomia_de_Bloom_al_diseno_de_herramientas_pedagogicas

Hernán, I., Lázaro, C. y Velásquez, J. (2005). Una aplicación educativa basada en la jerarquía de Bloom para el aprendizaje de la herencia de POO. VII Simposio Internacional de Informática Educativa. Portugal. Recuperado de http:// www.researchgate.net/.../267714907_Una_Aplicacion_Educativa_Basada_en_la_...

Herradón, B. (2012). William S. Knowles y la importancia de la síntesis orgánica. JoF. 5, 38-44. Recuperado de http://

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: Contextualizar y modelizar. J. Argent. Chem. Soc. 92 (4-6), 115 – 136. Recuperado de http://

Jubert, A., Pogliani, C., Vallejo, A. (2009). Enseñanza para la comprensión en un curso de Química a distancia de nivel básico universitario. En: I Jornadas de Intercambio de Experiencias. La Plata Argentina. Recuperado de http:// blogs.unlp.edu.ar/jornadasead/jornadas-de-intercambio-de-experiencias-2009/

Jubert, A., Pogliani, C., Tocci, A., Vallejo, A. (2011). Enseñanza para la comprensión en un curso de química a distancia de nivel básico universitario. El blog como herramienta de trabajo. Avances en Ciencias e Ingeniería. 2(1), 97-105. Recuperado de http://

Klein, D. Química Orgánica. Editorial Médica Panamericana; 2013.

Lazo, L. (2012). Estrategia para la enseñanza y aprendizaje de la química general para estudiantes de primer año de universidad. Revista Electrónica Diálogos Educativos. 12 (23), 66-89. Recuperado de http:// dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4155147

López, R., Saldarriaga, J., Tamaño, O. (2007). Análisis de representaciones gráficas en libros de texto de química. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos. 3(2), 61-86. Recuperado de http://

Lorenzo, M., Pozo, J. (2010). La representación gráfica de la estructura espacial de las moléculas: eligiendo entre múltiples sistemas de notación. Cultura y Educación. 22 (2). Recuperado de http:// ri.conicet.gov.ar/handle/11336/14413

Lorenzo, M., Salerno, A. y Blanco, M. (2009). ¿Puede aprenderse química orgánica en la universidad presenciando una clase expositiva? *Educación Química.* 77-82. Recuperado de http:// www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187...

Mc Murry, J. (2012). Química Orgánica. 8ª Edición. CENGAGE Learning, 1354 p.

Meislich, H., Nechamkin, H., Sharefkin, J., Hademenos, G. (2001). Química orgánica. Tercera edición, Mc Graw Hill.

Morales, C., Salgado, Y. (2017). Química orgánica en contexto y argumentación científica: una secuencia de enseñanza aprendizaje, desafíos y compromisos. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias*. 1(1),23-46. Recuperado de http:// www.reinnec.cl/index.php/reinnec/article/view/2.

Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *En Blanco & Negro*. 3(2), 38-46. Recuperado de http:// revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/viewFile/ 3862/pdf.

Núñez, N. Escobar, R. (2017). El estado de actual del aprendizaje de la Química Agrícola en la formación del ingeniero agrónomo en la Universidad de Holguín. Rev. Cubana Quím. 29 (2), 255-265. Recuperado de http:// scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212017000200007.

Pérez, N., Carbonell, N., Gutiérrez, H., Penichet, V. (2015). La comprensión de textos con fines específicos en el estudiantado de los cursos preparatorios de las ciencias de la salud. Humanidades Médicas. 15(3), 452-473. Recuperado de http://

Perozo, C. (2016). Teoría de inteligencias múltiples: Una alternativa en la didactica de la química. Aula de Encuentro. 17(2), 44-71. Recuperado de http:// revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/download/2870/2307.

Pulido, F. y Barbero, A. (2015). "ChemDraw" para alumnos de iniciación a la Química Orgánica: Una útil herramienta docente para el dibujo de moléculas, nomenclatura, cálculo de fórmulas, simulación de espectros y el diseño espacial de estructuras tridimensionales (Química IV, 1º Grado en Química). Proyecto de Innovación Docente. Recuperado de http:// https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/12039/11/PID_28_2014_Anexo10.pdf.

Raviolo, A., Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*. 27, 195-204. Recuperado de http:// www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-pdf-90455540-S300.

Ríos, A.(2017). Uso de modelos moleculares y fórmulas estructurales en el aprendizaje de química orgánica en estudiantes de farmacia y bioquímica de la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, Cajamarca, Perú (Tesis). Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Recuperado de http:// repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/594.

Roque, N., Silva, J. (2008). A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Quím. Nova.* 31(4), 921-923. Recuperado de http:// http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000400034.

Rouaux, R. et al. (2006). Una valoración de la comprensión lectora en alumnos del primer año de la universidad. *Educación Química*. 17(1), 77-81. Recuperado de http:// www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/download/66069/57981.

Ruiz, E., Gutiérrez, J., Garay, L. (2018). Visualizando problemas de la derivada con aplicaciones en dispositivos móviles. *Innovación Educativa*. 18(76), 39-67. Recuperado de http:// www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-26732018000100039&script=sci...

Salgado, H., Trigueros, M. (2009). Conteo: una propuesta didáctica y su análisis. *Educación Matemática.* 21(1), 91-117. Recuperado de http:// www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665...

Tejada, C., Chicangana, C., Villabona, A. (2013). Enseñanza de la química basada en la formación por etapas de acciones mentales (caso enseñanza del concepto de valencia). Revista Virtual Universidad Católica del Norte. 38, 143-157. Recuperado de http:// revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/download/410/809

Ugliarolo, E. y Muscia, G. (2012). Utilización de tecnología multimedia para la enseñanza de estereoquímica en el ámbito universitario. *Educ. quím.* 23 (1), 6-10. Recuperado de http:// www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187...

Valles, L. (2012). Se busca profesor de química. Rev. Soc. Quím. Perú. 78(1), 1. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/pdf/rsqp/v78n1/a01v78n1.pdf.

Villaseñor, E. et al. (2013). Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares "enlace-línea" de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso. *Educ. quím.* 24 (1), 174-179. Recuperado de http://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-articulo-evaluacion-del-aprendizaje-las-representaciones-S0187893X13725114.

Villaseñor, E. et al. (2013). Respondiendo al documento: Precisiones y comentarios sobre el artículo: "Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares "enlace-línea" de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso" (Cerón y col., 2013). *Educ. quím.* 24(3), 274-277. Recuperado de http:// www.academia.edu/.../Respondiendo_al_documento_Precisiones_y_comentarios_sobr...

Wade, L. (2012). Química Orgánica. 7ª Edición. Volumen I. Pearson Educación.

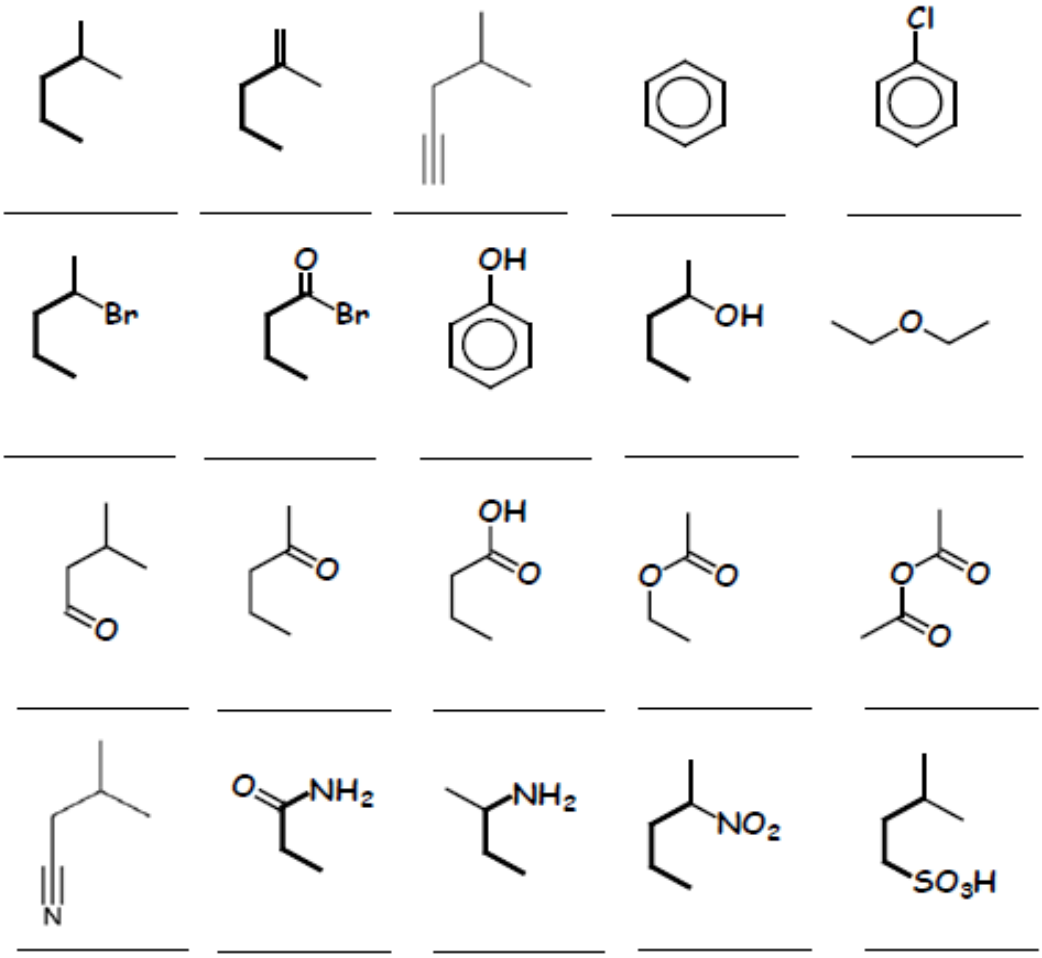
Zaragoza, E. et al. (2015). Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Educación Química*. 27, 43-51. Recuperado de http:// periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/download/4615/4351.

Anexo 1. Instrumento.

NOMBRE DEL ALUMNO: _____

CARRERA: _____ CICLO: _____ SECCIÓN: _____FECHA: _____

A continuación, se presentan 20 fórmulas enlace-línea, se le solicita que elabore la fórmula molecular sobre la línea ubicada debajo de cada estructura, teniendo en cuenta el orden: carbono hidrógeno y el resto de átomos en orden alfabético a su símbolo (indique el número de átomos de cada elemento utilizando un subíndice).



Anexo 2. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
Problema general ¿Cuál es el nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande? **Problemas específicos** - ¿Cuál es el nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir el símbolo del átomo en las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande? - ¿Cuál es el nivel de comprensión de las fórmulas	**Objetivo general** Evaluar el nivel de comprensión de las fórmulas enlace línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande. **Objetivos específicos** - Describir las características sociodemográficas de los estudiantes de las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande. - Determinar el nivel de comprensión de las fórmulas enlace línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en estudiantes de las carreras de Enfermería e	**Hipótesis general** Los estudiantes de la carrera de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I, tienen un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir de forma correcta un mayor porcentaje de fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en un cuestionario. **Hipótesis específicas** - Los estudiantes de la carrera de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I, tienen un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir de forma correcta el símbolo de los átomos en las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en un cuestionario.	**Variable dependiente:** Comprensión de fórmulas enlace-línea de compuestos orgánicos. **Variable independiente:** Representación de fórmulas moleculares de compuestos orgánicos.	Investigación no experimental, descriptiva y transversal, con una muestra de 53 alumnos de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que estuvieron matriculados en un curso de química orgánica del ciclo 2018-I, seleccionados por muestreo no probabilístico por conveniencia. Se utiliza una versión adaptada del instrumento de Villaseñor et al. (2013) y validado por expertos. Se considera correcta la respuesta si el alumno escribe los elementos presentes en la formula molecular en el siguiente orden: primero carbono, en seguida hidrógeno y el resto de heteroátomos en orden alfabético a su símbolo, con un subíndice que indica el número de átomos presentes de cada elemento. Se considera el porcentaje de respuestas correctas en la prueba para ubicar a los alumnos en tres niveles de comprensión: Bajo (de 0 a 33,3 por ciento), Medio (de 33,4 a 66.6 por ciento) y

enlace-línea al escribir el número de átomo en las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande? - ¿Cuál es el nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir el orden de los elementos en las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en los estudiantes que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en las carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande?	Ingeniería Agronómica que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I en la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande. - Identificar los procedimientos que siguieron los alumnos para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos. - Establecer la relación entre el nivel de comprensión de las fórmulas enlace línea para la representación de las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados.	- Los estudiantes de la carrera de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I, tienen un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir de forma correcta el número de átomos en las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en un cuestionario. - Los estudiantes de la carrera de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, que cursaron la asignatura de química orgánica en el semestre académico 2018-I, tienen un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea al escribir de forma correcta el orden de los elementos en las fórmulas moleculares de los compuestos orgánicos en un cuestionario.		Alto (66,7 por ciento o más) y se compara los niveles de comprensión que se presentan entre grupos.