

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO
FACULTAD DE POSGRADO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN EDUCACIÓN CON MENCIÓN EN DOCENCIA E

INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR.

TEMA:

Concepciones alternativas y errores conceptuales en el aprendizaje
universitario de la nomenclatura orgánica según IUPAC

Autores:

Garzón Chávez Jandrith Jazmani

Tobar Cerón Johanna Katherine

Heredia Martínez Rocío Yolanda

Director:

Dr. Marcos Francisco Guerrero Zambrano, PhD

Milagro, 2026

Concepciones Conceptuales de la Nomenclatura Alternativas en el Aprendizaje Orgánica y Errores Universitarios según IUPACdoi.org/10.33386/593dp.2026.2.3983**Jandrith Jazmani Garzón-Chávez***
Johanna Katherine Tobar-Cerón**
Rocío Yolanda Heredia-Martínez***
Marcos Francisco Guerrero-Zambrano******Resumen**

La nomenclatura orgánica según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) constituye un pilar del lenguaje químico y un componente esencial para la comunicación científica en educación superior. Sin embargo, su aprendizaje implica elevada demanda cognitiva debido a la jerarquización normativa, la abstracción simbólica y la integración estructural. El objetivo general consistió en analizar las concepciones alternativas y los errores conceptuales que presentan los estudiantes de posgrado en el aprendizaje de la nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC en la Universidad Estatal de Milagro. Se adoptó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, descriptivo y de corte transversal. La muestra estuvo conformada por 57 estudiantes de posgrado de la Universidad Estatal de Milagro que respondieron voluntariamente el cuestionario. Se aplicó un instrumento estructurado en cuatro dimensiones: identificación de la cadena principal, asignación de localizadores, reconocimiento de grupos funcionales y nomenclatura de compuestos ramificados. Los resultados evidenciaron un desempeño conceptual intermedio en todas las dimensiones, con medias ubicadas en umbral neutral y alta consistencia interna del instrumento ($\alpha=0,981$). Se identificaron mayores dificultades en procesos que exigen integración jerárquica y toma de decisiones estructurales. Asimismo, se observaron correlaciones elevadas entre dimensiones, lo que confirma la naturaleza sistémica del dominio nominativo. Se concluye que la consolidación del aprendizaje requiere estrategias didácticas orientadas a fortalecer la articulación entre representación molecular y normativa IUPAC.

Palabras clave: Química orgánica; Nomenclatura; Educación superior; Aprendizaje; Evaluación educativa.

* Facultad de Posgrados, Escuela de Educación, Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior. Universidad Estatal de Milagro. E-mail: jgarzonc5@unemi.edu.ec. (Autor de Correspondencia)

** Facultad de Posgrados, Escuela de Educación, Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior. Universidad Estatal de Milagro. E-mail: jtobarc5@unemi.edu.ec.

*** Facultad de Posgrados, Escuela de Educación, Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior. Universidad Estatal de Milagro. E-mail: rherediam3@unemi.edu.ec.

**** Facultad de Posgrados, Escuela de Educación, Maestría en Educación con Mención en Docencia e Investigación en Educación Superior. Universidad Estatal de Milagro. E-mail: mguerreroz@unemi.edu.ec. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5617-6836>.

Alternative Conceptions and Conceptual Errors in University Learning of IUPAC Organic Nomenclature

Abstract

Organic nomenclature according to the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) constitutes a cornerstone of chemical language and an essential component of scientific communication in higher education. However, its learning entails a high cognitive demand due to normative hierarchy, symbolic abstraction, and structural integration. The general objective was to analyze the alternative conceptions and conceptual errors exhibited by postgraduate students in learning organic nomenclature according to IUPAC standards at the State University of Milagro. A quantitative approach was adopted using a non-experimental, descriptive, cross-sectional design. The sample consisted of 57 postgraduate students from the State University of Milagro who voluntarily completed the questionnaire. An instrument structured into four dimensions was applied: identification of the main chain, assignment of locants, recognition of functional groups, and nomenclature of branched compounds. The results revealed an intermediate level of conceptual performance across all dimensions, with mean scores situated at a neutral threshold and high internal consistency of the instrument ($\alpha = 0.981$). Greater difficulties were identified in processes requiring hierarchical integration and structural decision-making. Furthermore, strong correlations were observed among dimensions, confirming the systemic nature of nominative competence. It is concluded that the consolidation of learning requires didactic strategies aimed at strengthening the articulation between molecular representation and IUPAC standards.

Keywords: Organic chemistry; Nomenclature; Higher education; Learning; Educational assessment.

Introducción

La nomenclatura orgánica según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) constituye un pilar fundamental para la comunicación científica y el aprendizaje significativo de la química orgánica en la educación superior (Akatyev, 2023; Chan et al., 2017). Su dominio permite interpretar estructuras, establecer relaciones entre compuestos y comprender reacciones químicas con rigor conceptual (Fendos, 2021; Zheng et al., 2025). No obstante, diversos estudios han señalado que este sistema formal resulta altamente demandante desde el punto de vista cognitivo, debido a la jerarquización de reglas, la abstracción simbólica y la necesidad de integrar conocimientos previos sobre estructura y funcionalidad molecular (Favre & Powell, 2013; Johnstone, 1991). En este contexto, el análisis de las concepciones alternativas adquiere relevancia para comprender las dificultades persistentes en el aprendizaje universitario de la nomenclatura orgánica.

Las investigaciones previas en didáctica de la química han documentado de manera consistente la presencia de concepciones alternativas en contenidos fundamentales de la química orgánica (Cooper & Stowe, 2018; Salame et al., 2022). Estudios desarrollados en contextos de educación secundaria y superior evidencian que los estudiantes construyen explicaciones que difieren del conocimiento científicamente aceptado, especialmente en temas relacionados con cadenas principales, sustituyentes y grupos funcionales (Sibomana et al., 2020). Estas concepciones suelen originarse en aprendizajes previos incompletos o en estrategias de enseñanza centradas en la memorización de reglas, lo que limita la comprensión profunda de los principios subyacentes.

De manera particular, la nomenclatura orgánica ha sido identificada como un área crítica dentro de la química orgánica universitaria (Houseknecht et al., 2019; Viera et al., 2017). Investigaciones realizadas con estudiantes de formación docente y carreras científicas reportan dificultades sistemáticas para aplicar

correctamente las reglas IUPAC en compuestos ramificados, isómeros y estructuras con múltiples grupos funcionales (Hrin et al., 2018; Schuessler et al., 2024). Estos antecedentes muestran que, aun en niveles avanzados de formación, persisten errores conceptuales que afectan la construcción de esquemas cognitivos sólidos y transferibles a otros contenidos de la disciplina.

Los estudios empíricos que incorporan análisis estadísticos refuerzan la magnitud del problema. Evaluaciones diagnósticas aplicadas a estudiantes universitarios han revelado porcentajes de error superiores al 50 % en tareas de identificación de la cadena principal y asignación de localizadores correctos en nomenclatura orgánica (Ogundiji, 2025). Asimismo, investigaciones cuasi-experimentales han mostrado diferencias significativas en el rendimiento entre grupos control y experimental, lo que sugiere que las dificultades no responden únicamente a la complejidad del contenido, sino también a limitaciones en las estrategias didácticas empleadas (Arteaga et al., 2023).

A pesar de los avances en la investigación sobre el aprendizaje de la nomenclatura orgánica, persisten vacíos significativos, especialmente en estudios que integren de manera contextualizada las concepciones alternativas y los errores conceptuales en el ámbito universitario (Lieber et al., 2022). La limitada producción científica centrada en instituciones específicas de educación superior, que considere sus particularidades curriculares y poblacionales, restringe la formulación de estrategias didácticas basadas en evidencia (Petersen et al., 2020). En este sentido, el desarrollo de estudios institucionales resulta pertinente, ya que permite generar conocimiento situado sobre las dificultades reales de los estudiantes, aportar información diagnóstica para la toma de decisiones pedagógicas y contribuir al fortalecimiento de los procesos de enseñanza y aprendizaje en la formación científica universitaria.

En este marco, el estudio se orienta a responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo perciben los estudiantes de posgrado su nivel de dominio y las dificultades asociadas al

aprendizaje de la nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC en la Universidad Estatal de Milagro? En coherencia con esta interrogante, el objetivo general consiste en la percepción de dominio conceptual y las dificultades asociadas al aprendizaje de la nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC en estudiantes de posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, para generar evidencia diagnóstica que fundamente futuras intervenciones didácticas basadas en criterios estructurales y normativos.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, dado que se orientó a la medición y análisis estadístico de las concepciones alternativas y los errores conceptuales asociados al aprendizaje de la nomenclatura orgánica según IUPAC. El tipo de investigación fue descriptivo, ya que se buscó caracterizar las dificultades conceptuales presentes en los estudiantes sin manipular variables independientes. En correspondencia con este propósito, se adoptó un diseño no experimental y de corte transversal, al recolectarse la información en un único momento temporal y en condiciones naturales del contexto educativo. El nivel de investigación fue descriptivo–diagnóstico, al permitir identificar patrones de error y concepciones alternativas relevantes para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La población estuvo constituida por estudiantes de posgrado matriculados en programas académicos del área de Química y disciplinas afines en la Universidad Estatal de Milagro, que durante el periodo de estudio cursaban módulos que incluían contenidos relacionados con nomenclatura orgánica según IUPAC. La muestra fue de tipo no probabilística por conveniencia y quedó conformada por 57 estudiantes que respondieron voluntariamente el instrumento aplicado mediante Google Forms. Se consideró como criterio de inclusión la participación efectiva en la encuesta y la aceptación del consentimiento informado. No se realizó muestreo aleatorio, sino que se trabajó con el total de respuestas válidas obtenidas durante el periodo de aplicación.

La tabla 1 presenta la distribución descriptiva de la muestra según variables sociodemográficas y académicas relevantes para el análisis del estudio. Se incluyen la edad, el género, el módulo cursado, el área del programa de posgrado y la etapa formativa, expresadas en frecuencias absolutas y porcentajes. Esta caracterización permite contextualizar los resultados posteriores, delimitar el perfil predominante de los participantes y valorar la representatividad interna del grupo analizado en función de su composición etaria, disciplinar y trayectoria académica.

Tabla 1
Características sociodemográficas y académicas de la muestra de estudiantes de posgrado

Variable	Categoría	n	%
Edad (años)	22–25	46	80,7
	26–30	5	8,8
	31–35	1	1,8
	> 35	5	8,8
Género	Masculino	23	40,4
	Femenino	33	57,9
	Prefiere no responder	1	1,8
Módulo actual	Primer módulo	12	21,1
	Segundo módulo	6	10,5
	Tercer módulo	10	17,5
	Cuarto módulo	1	1,8
	Quinto módulo o superior	28	49,1
Área del programa de posgrado	Química	31	54,4
	Ciencias Experimentales	3	5,3
	Ingeniería	8	14,0
	Ciencias de la Salud	5	8,8
Etapa del posgrado	Otra	10	17,5
	Inicial	17	29,8
	Intermedia	17	29,8
Total	Avanzada	23	40,4
		57	100,0

Nota. n = frecuencia absoluta; % = porcentaje relativo respecto al total de participantes. Los porcentajes pueden no sumar exactamente 100 % debido al redondeo decimal.

La caracterización de la muestra cómo se observa en la tabla 1 evidencia un predominio marcado de estudiantes jóvenes, concentrados mayoritariamente en el rango de 22 a 25 años, lo que sugiere una cohorte en etapas tempranas de

consolidación académica dentro del posgrado. En términos de género, se observa una mayor representación femenina, situación que puede interpretarse como un reflejo de tendencias recientes de feminización progresiva en determinados campos de formación avanzada. Desde la dimensión académica, casi la mitad de los participantes se ubica en el quinto módulo o superior y un porcentaje relevante se encuentra en etapa avanzada, lo que indica un grupo con trayectoria formativa consolidada y potencial mayor exposición a exigencias académicas complejas. Asimismo, la concentración en el área de Química, seguida por otras disciplinas técnicas y científicas, configura un perfil disciplinar predominantemente experimental, aspecto que debe considerarse al analizar los resultados del estudio, ya que las dinámicas formativas y las demandas cognitivas pueden variar según el campo de especialización.

Como técnica de recolección de información se empleó la encuesta. El instrumento consistió en un cuestionario estructurado de autoinforme, diseñado para identificar la presencia de concepciones alternativas y dificultades conceptuales asociadas al aprendizaje de la nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC desde la percepción académica de los estudiantes de posgrado. El cuestionario estuvo conformado por 16 ítems distribuidos en cuatro dimensiones: identificación de la cadena principal, asignación de localizadores, reconocimiento de grupos funcionales y nomenclatura de compuestos ramificados. Los ítems fueron formulados en primera persona y evaluados mediante una escala tipo Likert de cinco puntos (1 = Totalmente en desacuerdo; 2 = En desacuerdo; 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = De acuerdo; 5 = Totalmente de acuerdo), lo que permitió estimar el nivel percibido de dominio conceptual en cada competencia evaluada.

La aplicación del instrumento se realizó mediante la plataforma Google Forms, lo que facilitó el acceso remoto, la sistematización de respuestas y la gestión eficiente de los datos. Previo a la aplicación del cuestionario, se solicitó a los participantes el consentimiento informado,

garantizando la voluntariedad de su participación, la confidencialidad de la información y el uso exclusivo de los datos con fines académicos y científicos, en concordancia con los principios éticos de la investigación educativa.

La confiabilidad del instrumento se determinó a través del coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor satisfactorio que evidenció una adecuada consistencia interna entre los ítems del cuestionario. Este procedimiento permitió asegurar la estabilidad y fiabilidad de las mediciones realizadas, fortaleciendo la rigurosidad metodológica del estudio. La Tabla 2 presenta los resultados del análisis de confiabilidad del instrumento, estimada mediante el coeficiente alfa de Cronbach para cada una de las dimensiones evaluadas y para la escala total. Se reportan los valores de consistencia interna junto con el número de ítems que conforman cada dimensión, con el propósito de examinar la homogeneidad de los reactivos y la estabilidad de las mediciones en el constructo analizado.

Tabla 2
Fiabilidad del instrumento

Dimensiones	Indicador	Alfa de Cronbach	N de elementos
Dimensión 1	Identificación de la cadena principal	0,901	4
Dimensión 2	Asignación de localizadores	0,960	4
Dimensión 3	Reconocimiento de grupos funcionales	0,951	4
Dimensión 4	Nomenclatura de compuestos ramificados	0,945	4
Total		0,981	16

En la tabla 2 se evidencian niveles elevados de consistencia interna en todas las dimensiones, con coeficientes alfa superiores a 0,90, lo que indica una alta homogeneidad entre los ítems que integran cada componente del instrumento. La Dimensión 2, correspondiente a la asignación de localizadores, presenta el valor más alto, seguida de las dimensiones relacionadas con el reconocimiento de grupos funcionales y la nomenclatura de compuestos ramificados, lo que sugiere una estructura interna sólida y

coherente en la medición de estos contenidos específicos. Asimismo, el coeficiente global de 0,981 confirma una fiabilidad excelente para el instrumento en su conjunto, respaldando su idoneidad para la evaluación del constructo propuesto. Estos valores no solo superan los criterios convencionalmente aceptados para investigaciones en ciencias sociales y educativas, sino que también fortalecen la validez interna del estudio al garantizar que las puntuaciones obtenidas reflejan de manera consistente las competencias evaluadas, reduciendo la probabilidad de error aleatorio en la medición.

La consistencia interna del instrumento se evaluó mediante el coeficiente alfa de Cronbach para cada dimensión y para la escala total. Adicionalmente, se examinó la calidad psicométrica de los ítems mediante el análisis de la correlación ítem–total corregida (ritc) y el estadístico “alfa si el ítem se elimina”, con el propósito de verificar la contribución individual de cada reactivo a la coherencia interna de la dimensión correspondiente. Se consideraron adecuados valores de ritc $\geq 0,30$, conforme a criterios psicométricos convencionales. Valores superiores a 0,50 fueron interpretados como evidencia de adecuada discriminación interna. Asimismo, se analizó la variación del coeficiente alfa ante la eliminación hipotética de cada ítem, con el fin de identificar posibles reactivos redundantes o con baja contribución estructural.

Para explorar la estructura dimensional del instrumento, se realizó un análisis factorial exploratorio (AFE) mediante extracción por componentes principales y rotación varimax. Previamente, se verificó la adecuación muestral mediante el índice Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y la prueba de esfericidad de Bartlett. Se consideraron aceptables valores de KMO $\geq 0,70$ y significancia estadística $p < 0,05$ en la prueba de Bartlett. Dado que el instrumento fue diseñado con base en un modelo teórico de cuatro dimensiones claramente definidas en la literatura de didáctica de la química orgánica, el análisis factorial se utilizó como procedimiento confirmatorio preliminar de coherencia estructural.

El procesamiento, análisis y visualización de los datos se realizó mediante una estrategia integrada que combinó IBM SPSS Statistics, Orange Data Mining y Datawrapper. En una primera fase, la base de datos fue depurada, codificada y estructurada en SPSS, donde se ejecutaron los análisis de estadística descriptiva, estimación de medidas de tendencia central y dispersión, coeficientes de confiabilidad, pruebas de asociación chi cuadrado y correlaciones de Pearson, según la naturaleza de las variables. Posteriormente, se empleó Orange para la exploración analítica avanzada y la visualización interactiva de patrones, lo que permitió examinar relaciones multivariadas, distribución de respuestas y comportamientos diferenciales entre dimensiones del conocimiento IUPAC. Finalmente, Datawrapper se utilizó para la representación gráfica de resultados, optimizando la claridad visual y la comunicación científica de medias, proporciones y tendencias identificadas.

Resultados y Discusión

La sección de resultados y discusión expone de manera sistemática los hallazgos derivados del análisis estadístico del instrumento aplicado, orientados a identificar las concepciones alternativas y los errores conceptuales presentes en el aprendizaje de la nomenclatura orgánica según IUPAC. Así mismo, se presentan los indicadores descriptivos asociados a cada dimensión evaluada, considerando medias, dispersión y umbrales de conocimiento, así como los análisis de asociación y correlación entre variables.

La tabla 3 presenta los resultados descriptivos correspondientes a la dimensión identificación de la cadena principal, uno de los componentes fundamentales en la aplicación correcta de la nomenclatura orgánica según IUPAC. Se reportan las medias, desviaciones típicas, el umbral de interpretación, los coeficientes de determinación y los índices de consistencia interna por ítem, con el propósito de examinar el nivel de dominio conceptual alcanzado por los estudiantes en esta competencia específica. Este análisis permite valorar la solidez del conocimiento procedimental asociado a la

selección adecuada de la cadena base, aspecto clave para la construcción correcta del nombre sistemático de los compuestos orgánicos.

Tabla 3
Nivel de conocimiento sobre la identificación de la cadena principal según la normativa IUPAC

Identificación de la cadena principal	M	DT	Umbral	R ²	α Cronbach
Identifico correctamente la cadena principal al nombrar un compuesto orgánico	3,11	1,29	Neutral	0,837	0,851
Cuando un compuesto presenta varias ramificaciones, selecciono sin dificultad la cadena principal adecuada	2,93	1,35	Neutral	0,792	0,866
En compuestos con dobles o triples enlaces, aplico correctamente los criterios IUPAC para definir la cadena principal	3,07	1,36	Neutral	0,823	0,854
Reconozco que una elección incorrecta de la cadena principal modifica el nombre IUPAC del compuesto	2,95	1,33	Neutral	0,665	0,911
Promedio 3,01		1,33	Neutral	0,779	0,871

La tabla 3 muestran que la identificación de la cadena principal se sitúa en un umbral intermedio, lo que sugiere comprensión parcial de los criterios normativos IUPAC. Esta dificultad es coherente con lo reportado en estudios sobre aprendizaje de química orgánica que señalan que la selección estructural adecuada exige coordinación entre representación simbólica y reglas formales (Cooper & Stowe, 2018; Johnstone, 1991). Asimismo, investigaciones diagnósticas en nomenclatura sistemática han evidenciado que los estudiantes suelen aplicar reglas de manera fragmentada cuando enfrentan estructuras con múltiples ramificaciones o insaturaciones (Ngozi et al., 2021; Ogundiji, 2025). Desde la perspectiva normativa, la IUPAC enfatiza que la correcta identificación estructural constituye condición indispensable para la denominación inequívoca de compuestos (Favre & Powell, 2013; Molyneux et al., 2019.), lo que refuerza la necesidad de consolidar esta competencia en el ámbito del posgrado.

En coherencia con investigaciones diagnósticas sobre nomenclatura sistemática, las concepciones alternativas se originan en deficiencias en la articulación entre representación simbólica y estructura molecular, más que en la simple memorización de reglas (Ngozi et al., 2021). La estandarización terminológica y la gestión rigurosa de la incertidumbre conceptual, principios desarrollados en marcos metroológicos internacionales (Kuselman et al., 2021), así como en contextos regulatorios y de caracterización analítica avanzada (Labuda et al., 2023), refuerzan la necesidad de precisión en la formación universitaria. Incluso en ámbitos distintos como la definición formal de procesos de degradación, IUPAC subraya la importancia de claridad conceptual y coherencia normativa (Assis et al., 2023), principio extrapolable a la enseñanza de la nomenclatura orgánica como base estructural del lenguaje químico.

La tabla 4 presenta los resultados descriptivos correspondientes a la dimensión asignación de localizadores, competencia esencial en la aplicación correcta de las reglas IUPAC para la numeración de la cadena principal en compuestos orgánicos. Se reportan los estadísticos de tendencia central y dispersión, el umbral de interpretación, así como los coeficientes de determinación y consistencia interna por ítem.

Tabla 4

Nivel de dominio percibido en la asignación de localizadores según normativa IUPAC

Asignación de localizadores	M	DT	Umbral	R ²	α Cronbach
Aplico correctamente el criterio del menor localizador al numerar la cadena principal	3,09	1,27	Neutral	0,863	0,959
Inicio la numeración desde el extremo que garantiza el nombre correcto del compuesto	3,14	1,23	Neutral	0,927	0,940
Identifico cuándo un grupo funcional determina el sentido de la numeración	3,21	1,24	Neutral	0,948	0,934
Detecto errores conceptuales cuando la numeración de un compuesto es incorrecta	3,04	1,22	Neutral	0,871	0,956
Promedio	3,12	1,24	Neutral	0,902	0,960*

Nota. α corresponde al coeficiente de Cronbach global de la dimensión

Los resultados expuestos en la tabla 4 evidencian que dominio percibido en la asignación de localizadores refleja internalización parcial de la jerarquía funcional y del criterio del menor localizador. Este comportamiento coincide con estudios que indican que la enseñanza centrada en la aplicación algorítmica de reglas puede limitar la comprensión estructural profunda (Oppong et al., 2022; Permana et al., 2023). La literatura en didáctica de la química orgánica subraya que la numeración correcta no depende únicamente del recuerdo normativo, sino de la interpretación integrada de la arquitectura molecular (Hofmann et al., 2018; Salame et al., 2022). En coherencia con las actualizaciones normativas, la prioridad funcional determina el sentido de numeración y exige razonamiento jerárquico más que ejecución mecánica (Favre & Powell, 2013; Rajan et al., 2024).

Estos hallazgos se alinean con investigaciones que advierten que la simplificación excesiva de principios formales en materiales educativos favorece interpretaciones mecánicas y, en consecuencia, concepciones alternativas persistentes (Permana et al., 2023). Asimismo, el desarrollo de corpus

anotados y sistemas de reconocimiento químico ha mostrado que la consistencia terminológica exige precisión en la identificación de patrones estructurales y relaciones internas, no solo en la aplicación superficial de reglas de numeración (Krallinger et al., 2015). En este sentido, los resultados obtenidos sugieren que la enseñanza de localizadores requiere integrar fundamentos conceptuales y práctica estructural intensiva, con énfasis en la lógica interna del sistema IUPAC, para superar un desempeño que, aunque aceptable, no alcanza un dominio experto acorde con los estándares internacionales.

La tabla 5 presenta los resultados descriptivos asociados a la dimensión reconocimiento de grupos funcionales, componente central en la correcta aplicación de la nomenclatura orgánica sistemática. Se incluyen los valores de media, desviación típica, umbral de interpretación, coeficientes de determinación y consistencia interna por ítem, con el fin de examinar el grado de dominio conceptual relacionado con la identificación del grupo funcional principal, su jerarquía normativa y su impacto en la construcción del sufijo del nombre químico.

Tabla 5

Nivel de conocimiento en el reconocimiento y jerarquización de grupos funcionales según la normativa IUPAC

Reconocimiento de grupos funcionales	M	DT	Umbral	R ²	α Cronbach
Identifico correctamente el grupo funcional principal en un compuesto orgánico	3,04	1,28	Neutral	0,910	0,927
Conozco la jerarquía de los grupos funcionales según la normativa IUPAC	3,11	1,26	Neutral	0,838	0,948
Diferencio sin dificultad grupos funcionales con estructuras similares	3,02	1,27	Neutral	0,870	0,939
Reconozco que una identificación incorrecta del grupo funcional afecta el sufijo del nombre	3,14	1,36	Neutral	0,907	0,928
Promedio	3,07	1,29	Neutral	0,881	0,935

Los resultados consignados en la tabla 5 se evidencia el reconocimiento y jerarquización de grupos funcionales evidencia comprensión intermedia, lo que sugiere que los estudiantes identifican patrones básicos, aunque presentan dificultades en discriminaciones estructurales más finas. Investigaciones en educación química han mostrado que la correcta identificación funcional requiere integrar representación bidimensional y significado químico, proceso que suele generar concepciones alternativas persistentes (Sibomana et al., 2020; Schuessler et al., 2024). Además, el desarrollo de estructuras cognitivas coherentes en orgánica depende de la articulación entre nomenclatura, estructura y función (Houseknecht et al., 2019; Lieber et al., 2022). Desde el punto de vista normativo, la jerarquización funcional constituye uno de los principios estructurantes del sistema IUPAC (Favre & Powell, 2013), por lo que su dominio parcial explica inconsistencias en la denominación sistemática.

La literatura reciente respalda esta interpretación. El empleo de sistemas computacionales para normalizar nombres químicos demuestra que la identificación precisa de grupos funcionales es determinante para la interoperabilidad y estandarización de datos (Kopczynski et al., 2022). Asimismo, investigaciones en clasificación espectral muestran que los fragmentos asociados a funciones químicas específicas resultan claves en la discriminación estructural (Evans-Newman et al., 2024). En el ámbito del diseño molecular asistido por inteligencia artificial, la edición a nivel de grupo funcional facilita la generación y optimización racional de compuestos, lo que confirma la centralidad conceptual de esta competencia (Mao et al., 2024). En consecuencia, el desempeño observado refleja una base conceptual aceptable, aunque todavía insuficiente para un dominio experto acorde con estándares internacionales de nomenclatura y representación química.

La tabla 6 presenta los resultados descriptivos correspondientes a la dimensión nomenclatura de compuestos orgánicos ramificados, componente que evalúa el dominio

de reglas específicas asociadas al orden alfabético de sustituyentes, el uso correcto de prefijos multiplicativos y la identificación de errores en estructuras con múltiples ramificaciones. Se reportan los estadísticos de tendencia central, dispersión, umbral interpretativo, coeficientes de determinación y consistencia interna por ítem, con el propósito de analizar el grado de competencia conceptual y procedimental alcanzado por los estudiantes en esta fase avanzada de la denominación sistemática.

Tabla 6
Nivel de conocimiento en la nomenclatura de compuestos orgánicos ramificados según la normativa IUPAC

Nomenclatura de compuestos ramificados	M	DT	Umbral	R ²	α Cronbach
Aplico correctamente el orden alfabético de los sustituyentes en compuestos ramificados	2,98	1,30	Neutral	0,825	0,941
Utilizo adecuadamente los prefijos di-, tri- y tetra- al nombrar compuestos orgánicos	3,25	1,31	Neutral	0,876	0,925
Nombrar compuestos con múltiples sustituyentes resulta complejo incluso en el nivel de posgrado	3,07	1,25	Neutral	0,835	0,938
Identifico errores frecuentes en la nomenclatura de compuestos ramificados al analizar estructuras orgánicas	3,11	1,23	Neutral	0,938	0,907
Promedio	3,10	1,28	Neutral	0,869	0,928

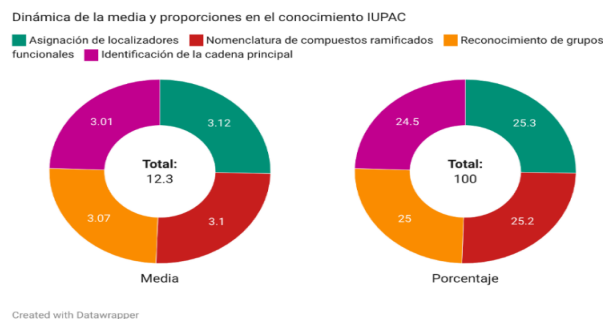
Los resultados expuestos en la tabla 6 indican que la nomenclatura de compuestos ramificados se observa mayor seguridad en reglas operativas simples, como el uso de prefijos multiplicativos, y menor dominio en tareas que exigen integración estructural compleja. Este patrón coincide con investigaciones que diferencian entre conocimiento declarativo y razonamiento estructural profundo en química orgánica (Vachliotis et al., 2014; Salame et al., 2022). Estudios sobre desempeño en nomenclatura han demostrado que la correcta aplicación del orden alfabético y la jerarquización simultánea de sustituyentes representan fuentes frecuentes de error incluso en niveles avanzados (Oppong et al., 2022; Ogundiji, 2025). Tales hallazgos

confirman que la dificultad no radica únicamente en memorizar reglas, sino en integrarlas dentro de una representación estructural coherente (Cooper & Stowe, 2018).

Asimismo, la identificación de errores frecuentes al analizar estructuras ramificadas muestra una media moderada ($M=3,11$), lo que confirma que la dificultad no radica únicamente en memorizar reglas, sino en interpretar correctamente configuraciones estructurales complejas. La literatura especializada subraya que la correcta denominación depende de la comprensión de la arquitectura molecular y de los principios de clasificación orgánica, incluidos tamaño de cadena, grado de sustitución y carácter de oxidación (Sadgrove et al., 2022). Cuando esta base conceptual es frágil, el estudiante tiende a aplicar reglas de manera fragmentada, lo que afecta la coherencia del nombre generado.

La figura 1 presenta una representación comparativa de las medias y proporciones relativas correspondientes a las cuatro dimensiones evaluadas del conocimiento en nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC: identificación de la cadena principal, asignación de localizadores, reconocimiento de grupos funcionales y nomenclatura de compuestos ramificados. La visualización permite examinar de manera integrada la tendencia central y el peso porcentual de cada dimensión dentro del constructo global, facilitando la identificación de diferencias relativas en el desempeño conceptual de los estudiantes y aportando claridad interpretativa a los resultados descriptivos previamente expuestos.

Figura 1
Comparación de medias y distribución porcentual del nivel de conocimiento en las dimensiones de la nomenclatura IUPAC



La Figura 1 evidencia la homogeneidad relativa entre dimensiones sugiere que la competencia nominativa funciona como un constructo integrado más que como habilidades aisladas. Este comportamiento coincide con modelos de aprendizaje significativo en química, donde la comprensión profunda emerge de la articulación entre representación simbólica, estructural y normativa (Johnstone, 1991; Vachliotis et al., 2014). Asimismo, investigaciones sobre innovación didáctica en nomenclatura orgánica muestran que el aprendizaje mejora cuando se integran recursos activos y mediaciones digitales que reducen la carga cognitiva asociada a la interpretación estructural (Arteaga et al., 2023; Dewi et al., 2021). En consecuencia, la estabilidad observada entre dimensiones refleja consistencia interna, aunque no necesariamente dominio experto.

Asimismo, la proporción porcentual cercana al 25 % en cada dimensión confirma una estructura competencial equilibrada, pero no necesariamente profunda. Estudios sobre alfabetización digital en química muestran que la integración de recursos tecnológicos favorece la comprensión de representaciones simbólicas complejas y reduce la carga cognitiva en procesos de nomenclatura (Dewi et al., 2021). En coherencia con los lineamientos conceptuales de la IUPAC, la consistencia terminológica y la claridad semántica constituyen condiciones esenciales para evitar ambigüedades en la comunicación científica (Nordberg et al., 2004). Por tanto, aunque los resultados reflejan

estabilidad entre dimensiones, la literatura sugiere fortalecer estrategias didácticas que articulen norma, representación estructural y mediación digital para avanzar hacia un dominio experto.

Tabla 7
Asociación entre el nivel de conocimiento en nomenclatura IUPAC y la etapa de formación en el posgrado

N°	Ítems	X ²	Gl	p
P1	Identifico correctamente la cadena principal al nombrar un compuesto orgánico	14,189	8	0,077
P2	Cuando un compuesto presenta varias ramificaciones, selecciono sin dificultad la cadena principal adecuada	26,201	8	0,001
P3	En compuestos con dobles o triples enlaces, aplico correctamente los criterios IUPAC para definir la cadena principal	7,888	8	0,445
P4	Reconozco que una elección incorrecta de la cadena principal modifica el nombre IUPAC del compuesto	8,359	8	0,399
P5	Aplico correctamente el criterio del menor localizador al numerar la cadena principal	9,063	8	0,377
P6	Inicio la numeración desde el extremo que garantiza el nombre correcto del compuesto	4,909	8	0,767
P7	Identifico cuándo un grupo funcional determina el sentido de la numeración	8,216	8	0,223
P8	Detecto errores conceptuales cuando la numeración de un compuesto es incorrecta	11,238	8	0,189
P9	Identifico correctamente el grupo funcional principal en un compuesto orgánico	7,291	8	0,506
P10	Conozco la jerarquía de los grupos funcionales según la normativa IUPAC	17,84	8	0,022
P11	Diferencio sin dificultad grupos funcionales con estructuras similares	4,776	8	0,781
P12	Reconozco que una identificación incorrecta del grupo funcional afecta el sufijo del nombre	6,908	8	0,547
P13	Aplico correctamente el orden alfabético de los sustituyentes en compuestos ramificados	10,464	8	0,234
P14	Utilizo adecuadamente los prefijos di-, tri- y tetra- al nombrar compuestos orgánicos	9,611	8	0,293
P15	Nombrar compuestos con múltiples sustituyentes resulta complejo incluso en el nivel de posgrado	7,695	8	0,464
P16	Identifico errores frecuentes en la nomenclatura de compuestos ramificados al analizar estructuras orgánicas	6,584	8	0,582

La tabla 7 presenta los resultados del análisis de asociación entre los ítems que

evalúan el conocimiento en nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC y la etapa formativa del posgrado, clasificada en nivel inicial, intermedio y avanzado. Se reportan los valores de chi cuadrado, los grados de libertad y la significancia estadística, con el propósito de identificar posibles diferencias en el desempeño conceptual en función del progreso académico.

Los resultados presentados en la tabla 7 muestran que la asociación entre el nivel de conocimiento en nomenclatura IUPAC y la etapa de formación en el posgrado es limitada, con diferencias estadísticamente significativas únicamente en los ítems P2 ($p=0,001$) y P10 ($p=0,022$). Ambos corresponden a procesos de mayor complejidad cognitiva, como la selección adecuada de la cadena principal en presencia de ramificaciones y la comprensión de la jerarquía funcional. Esta tendencia sugiere que el avance formativo no impacta de manera uniforme todas las competencias, sino aquellas que requieren integración estructural y juicio conceptual. La literatura en educación química sostiene que el aprendizaje significativo implica establecer relaciones no arbitrarias entre conceptos, más allá de la aplicación mecánica de reglas (Vachliotis et al., 2014), lo cual explica que solo ciertos contenidos evolucionen con la experiencia académica.

Además, la variabilidad observada puede interpretarse a la luz de la necesidad de representaciones moleculares robustas y flexibles para consolidar comprensión avanzada. La investigación en representación computacional de moléculas destaca que la correcta estructuración simbólica facilita la navegación conceptual en espacios químicos complejos (Wigh et al., 2022). Del mismo modo, estudios recientes sobre creatividad científica en química evidencian que la flexibilidad cognitiva y la capacidad de reorganizar estructuras son componentes esenciales del desempeño experto (Blue et al., 2025). Por lo tanto, el patrón encontrado indica que la progresión académica fortalece principalmente habilidades que demandan pensamiento sistémico y jerarquización conceptual, mientras que los

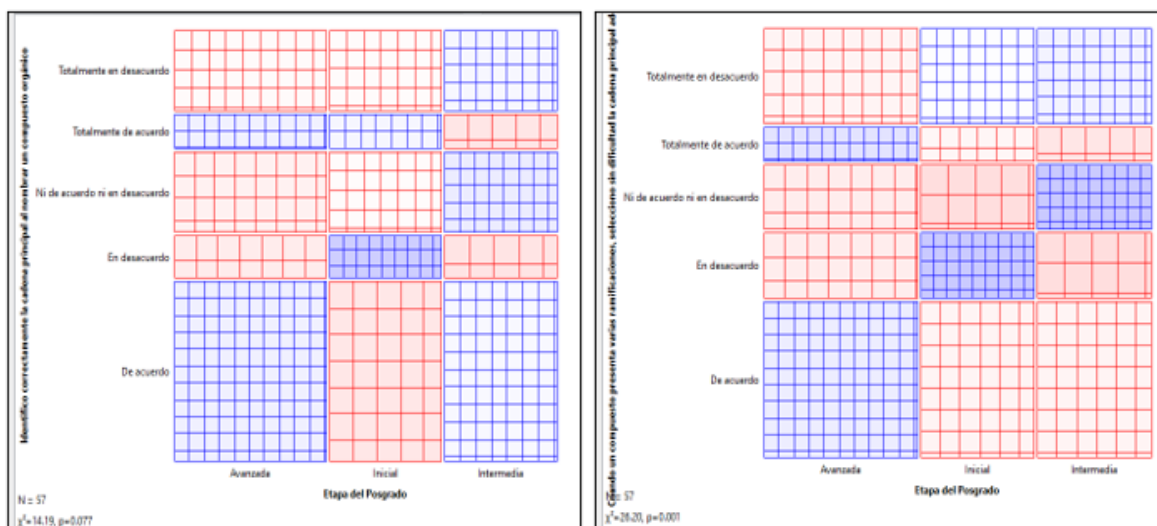
procedimientos más rutinarios permanecen relativamente estables entre etapas formativas.

La figura 2 presenta un diagrama de mosaico que ilustra la distribución de las respuestas en los ítems P1 y P2 según la etapa de formación en el posgrado, clasificada en nivel inicial, intermedio y avanzado. Esta representación gráfica permite visualizar la frecuencia relativa de cada categoría de respuesta y examinar posibles patrones diferenciales en función del progreso académico.

La Figura 2 muestra las diferencias observadas según etapa formativa en la selección de cadena principal en estructuras ramificadas indican que la progresión académica impacta principalmente competencias que exigen evaluación comparativa y jerarquización interna. Este hallazgo se alinea con investigaciones que muestran que el razonamiento estructural en orgánica se consolida progresivamente cuando los estudiantes desarrollan esquemas cognitivos más complejos (Hrin et al., 2018; Lieber et al., 2022). Asimismo, estudios sobre pensamiento sistémico en química evidencian que el desempeño experto implica reorganización conceptual y no mera repetición de procedimientos (Vachliotis et al., 2014; Blue et al., 2025). Por tanto, la progresión observada es consistente con la evolución del razonamiento estructural en formación avanzada.

Figura 2

Distribución de respuestas por etapa del posgrado en los ítems sobre identificación de la cadena principal (P1) y selección de la cadena adecuada en estructuras ramificadas (P2)



Además, la literatura sobre modelado y aprendizaje estructural en química indica que la correcta interpretación de configuraciones moleculares complejas depende de la capacidad para integrar múltiples criterios simultáneamente, especialmente en contextos donde intervienen ramificaciones y prioridades funcionales (Gao et al., 2021). Cuando esta integración no se consolida, el estudiante puede aplicar reglas de forma fragmentada, lo que limita la consistencia nominativa. Por tanto, el patrón observado sugiere que el avance formativo fortalece competencias analíticas vinculadas a la toma de decisiones estructurales, mientras que las habilidades de identificación elemental permanecen relativamente estables a lo largo del proceso académico.

La tabla 8 presenta la matriz de correlaciones de Pearson entre las cuatro dimensiones evaluadas del conocimiento en nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC y la puntuación total del instrumento. Se reportan los coeficientes de correlación, los niveles de significancia bilateral y el tamaño muestral, con el propósito de examinar la fuerza y dirección de las relaciones lineales entre los componentes del constructo.

Tabla 8

Correlaciones entre las dimensiones del conocimiento en nomenclatura orgánica según IUPAC

IUPAC	Test	Total IUPAC	Identificación de la cadena principal	Asignación de localizadores	Reconocimiento de grupos funcionales	Nomenclatura de compuestos ramificados
Total IUPAC	Correlación de Pearson	1	,918**	,970**	,976**	,974**
	Sig. (bilateral)		0,000	0,000	0,000	0,000
	N	57	57	57	57	57
Identificación de la cadena principal	Correlación de Pearson	,918**	1	,849**	,848**	,830**
	Sig. (bilateral)	0,000		0,000	0,000	0,000
	N	57	57	57	57	57
Asignación de localizadores	Correlación de Pearson	,970**	,849**	1	,931**	,942**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000		0,000	0,000
	N	57	57	57	57	57
Reconocimiento de grupos funcionales	Correlación de Pearson	,976**	,848**	,931**	1	,965**
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000		0,000
	N	57	57	57	57	57
Nomenclatura de compuestos ramificados	Correlación de Pearson	,974**	,830**	,942**	,965**	1
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	
	N	57	57	57	57	57

Nota. **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La Tabla 8 evidencia correlaciones positivas, altas y estadísticamente significativas entre todas las dimensiones del conocimiento en nomenclatura orgánica según IUPAC ($r = ,830$ a $,976$; $p < ,01$), lo que indica una fuerte interdependencia estructural entre identificación de la cadena principal, asignación de localizadores, reconocimiento de grupos funcionales y nomenclatura de compuestos ramificados. La magnitud de estas asociaciones sugiere que el dominio nominativo no opera como habilidades aisladas, sino como un sistema cognitivo integrado. Este hallazgo coincide con investigaciones que describen el aprendizaje de la nomenclatura como un proceso jerárquico y relacional, donde la comprensión de reglas formales se articula con la interpretación estructural de la molécula (Liu et al., 2017). Asimismo, estudios sobre ambientes híbridos para la enseñanza de nomenclatura orgánica señalan que la consolidación conceptual depende de la coherencia interna entre estas dimensiones,

no de su ejercitación fragmentada (Díaz et al., 2018).

Desde una perspectiva más amplia, la alta covariación observada puede interpretarse a la luz de modelos estructurales aplicados al análisis molecular, donde la representación correcta de entidades químicas requiere integrar múltiples criterios simultáneamente (Sun et al., 2018). En este sentido, la fuerte relación entre reconocimiento de grupos funcionales y nomenclatura de compuestos ramificados refuerza la idea de que la precisión terminológica depende de una lectura estructural global. Además, investigaciones recientes sobre arquitectura molecular compleja muestran que la comprensión de sistemas ramificados exige identificar interacciones y jerarquías internas, lo que guarda paralelismo con la lógica normativa de la IUPAC (French et al., 2021).

Conclusión

El estudio analizó las concepciones alternativas y los errores conceptuales asociados al aprendizaje de la nomenclatura orgánica según la normativa IUPAC en estudiantes de posgrado, con el propósito de caracterizar el nivel de conocimiento y su organización interna. Los resultados permiten afirmar que la pregunta de investigación fue atendida de manera consistente, al evidenciar un dominio conceptual intermedio en las dimensiones evaluadas y una estructura altamente cohesionada entre ellas. Las medias se situaron en un umbral neutral, lo que sugiere comprensión operativa, aunque no plenamente consolidada, especialmente en tareas que requieren análisis estructural complejo.

Entre los hallazgos más relevantes se identificó que las mayores dificultades emergen en procesos que implican jerarquización de grupos funcionales, selección de la cadena principal en estructuras ramificadas y aplicación integrada de criterios normativos. En contraste, los procedimientos básicos muestran mayor estabilidad a lo largo de las etapas formativas. Las correlaciones elevadas entre dimensiones indican que la competencia nominativa funciona como un sistema cognitivo integrado, en el que la mejora de una habilidad específica impacta en el desempeño global. Esta configuración confirma que la comprensión de la nomenclatura orgánica no depende de reglas aisladas, sino de la articulación coherente entre representación molecular y normativa técnica.

No obstante, el diseño transversal limita la posibilidad de establecer relaciones causales y de analizar la evolución conceptual en el tiempo. El tamaño muestral restringe la generalización de los resultados a otros contextos académicos, y el uso de instrumentos de autoinforme podría no captar plenamente la profundidad del razonamiento químico en situaciones auténticas. Como líneas futuras, se recomienda desarrollar estudios longitudinales que examinen la progresión del conocimiento a lo largo del posgrado, incorporar metodologías mixtas que integren análisis cualitativo del discurso químico y diseñar intervenciones didácticas basadas en

modelado estructural y herramientas digitales, orientadas a fortalecer la precisión nominativa y la coherencia conceptual en química orgánica.

Referencias Bibliográficas

- Akatyev, N. V. (2023). Chemical language in multilingual education system in Kazakhstan. Features of chemical terminology teaching and learning. *Bulletin of the Karaganda University Pedagogy Series*, 112(4), 86–98. <https://doi.org/10.31489/2023ped4/86-98>
- Arteaga Fuertes, D. A., Chavarro Cordoba, M., & Lenis Velasquez, L. A. (2023). Active learning strategies on organic nomenclature using digital tools and collaborative work. *Educación Química*, 34(2), 59–80. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.83509>
- Assis Silva, R. R., Suprani Marques, C., Rodrigues Arruda, T., TCocco eixeira, S., & Veloso de Oliveira, T. (2023). Biodegradation of Polymers: Stages, Measurement, Standards and Prospects. *Macromol*, 3(2), 371–399. <https://doi.org/10.3390/macromol3020023>
- Blue, C., Barr, N., Ma, B., He, H., Cox, C. T., & Seli, P. (2025). Understanding scientific creativity: an exploratory creativity scale for organic chemistry. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1637218>
- Chan, C. H., Fellows, C. M., Hess, M., Hiorns, R. C., Hoven, V. P., Russell, G. T., dos Santos, C. G., Šturcová, A., & Theato, P. (2017). The Contribution of IUPAC to Polymer Science Education. *Journal of Chemical Education*, 94(11), 1618–1628. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00800>
- Cooper, M. M., & Stowe, R. L. (2018). Chemistry Education Research—From Personal Empiricism to Evidence, Theory, and Informed Practice. *Chemical Reviews*, 118(12), 6053–6087. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.8b00020>
- Dewi, C. A., Pahriah, P., & Purmadi, A. (2021). The Urgency of Digital Literacy for

- Generation Z Students in Chemistry Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(11), 88. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i11.19871>
- Díaz V., L. M., Prieto G, L. Y., & Sánchez, O. N. (2018). Aprendizaje de nomenclatura orgánica con un ambiente híbrido. *Revista Vínculos*, 15(2), 175–185. <https://doi.org/10.14483/2322939X.13186>
- Evans-Newman, K. C., Schneider, G. L., & Perera, N. T. (2024). Classification of Mass Spectral Data to Assist in the Identification of Novel Synthetic Cannabinoids. *Molecules*, 29(19), 4646. <https://doi.org/10.3390/molecules29194646>
- Favre, H. A., & Powell, W. H. (2013). *Nomenclature of Organic Chemistry*. The Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781849733069>
- Fendos, J. (2021). Combining Jigsaws, Rule-Based Learning, and Retrieval Practice Improves IUPAC Nomenclature Competence. *Journal of Chemical Education*, 98(5), 1503–1517. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01235>
- French, M. E., Koehler, C. F., & Hunter, T. (2021). Emerging functions of branched ubiquitin chains. *Cell Discovery*, 7(1), 6. <https://doi.org/10.1038/s41421-020-00237-y>
- Gao, Y., Peng, K., & Mitragotri, S. (2021). Covalently Crosslinked Hydrogels via Step-Growth Reactions: Crosslinking Chemistries, Polymers, and Clinical Impact. *Advanced Materials*, 33(25). <https://doi.org/10.1002/adma.202006362>
- Hofmann, S., Dmitriev, S. N., Fahlander, C., Gates, J. M., Roberto, J. B., & Sakai, H. (2018). On the discovery of new elements (IUPAC/IUPAP Provisional Report). *Pure and Applied Chemistry*, 90(11), 1773–1832. <https://doi.org/10.1515/pac-2018-0918>
- Houseknecht, J. B., Leontyev, A., Maloney, V. M., & Welder, C. O. (2019). Introduction to Active Learning in Organic Chemistry and Essential Terms. *ACS Symposium Series*, 1336, 1–17. <https://doi.org/10.1021/bk-2019-1336.ch001>
- Hrin, T., Milenković, D., & Segedinac, M. (2018). Diagnosing the quality of high school students' and pre-service chemistry teachers' cognitive structures in organic chemistry by using students' generated systemic synthesis questions. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 305–318. <https://doi.org/10.1039/C7RP00162B>
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x>
- Kopczynski, D., Hoffmann, N., Peng, B., Liebisch, G., Spener, F., & Ahrends, R. (2022). Goslin 2.0 Implements the Recent Lipid Shorthand Nomenclature for MS-Derived Lipid Structures. *Analytical Chemistry*, 94(16), 6097–6101. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.1c05430>
- Krallinger, M., Rabal, O., Leitner, F., Vazquez, M., Salgado, D., Lu, Z., Leaman, R., Lu, Y., Ji, D., Lowe, D. M., Sayle, R. A., Batista-Navarro, R. T., Rak, R., Huber, T., Rocktäschel, T., Matos, S., Campos, D., Tang, B., Xu, H., ... Valencia, A. (2015). The CHEMDNER corpus of chemicals and drugs and its annotation principles. *Journal of Cheminformatics*, 7(S1), S2. <https://doi.org/10.1186/1758-2946-7-S1-S2>
- Kuselman, I., Pennechi, F. R., da Silva, R. J. N. B., & Hibbert, D. B. (2021). IUPAC/CITAC Guide: Evaluation of risks of false decisions in conformity assessment of a multicomponent material or object due to measurement uncertainty (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 93(1), 113–154. <https://doi.org/10.1515/pac-2019-0906>
- Labuda, J., Berek, J., Gajdosechova, Z., Goenaga-Infante, H., Johnston, L.

- J., Mester, Z., & Shtykov, S. (2023). Analytical chemistry of engineered nanomaterials: Part 1. Scope, regulation, legislation, and metrology (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 95(2), 133–163. <https://doi.org/10.1515/pac-2021-1001>
- Lieber, L. S., Ibraj, K., Caspari-Gnann, I., & Graulich, N. (2022). Closing the gap of organic chemistry students' performance with an adaptive scaffold for argumentation patterns. *Chemistry Education Research and Practice*, 23(4), 811–828. <https://doi.org/10.1039/D2RP00016D>
- Liebisch, G., Fahy, E., Aoki, J., Dennis, E. A., Durand, T., Ejsing, C. S., Fedorova, M., Feussner, I., Griffiths, W. J., Köfeler, H., Merrill, A. H., Murphy, R. C., O'Donnell, V. B., Oskolkova, O., Subramaniam, S., Wakelam, M. J. O., & Spener, F. (2020). Update on LIPID MAPS classification, nomenclature, and shorthand notation for MS-derived lipid structures. *Journal of Lipid Research*, 61(12), 1539–1555. <https://doi.org/10.1194/jlr.S120001025>
- Liu, P., Liu, W., Wang, W., Li, B., & Zhu, S. (2017). A Comprehensive Review on Controlled Synthesis of Long-Chain Branched Polyolefins: Part 3, Characterization of Long-Chain Branched Polymers. *Macromolecular Reaction Engineering*, 11(1). <https://doi.org/10.1002/mren.201600012>
- Mao, J., Wang, J., Zeb, A., Cho, K.-H., Jin, H., Kim, J., Lee, O., Wang, Y., & No, K. T. (2024). Transformer-Based Molecular Generative Model for Antiviral Drug Design. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 64(7), 2733–2745. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.3c00536>
- Molyneux, R. J., Beck, J. J., Colegate, S. M., Edgar, J. A., Gaffield, W., Gilbert, J., Hofmann, T., McConnell, L. L., & Schieberle, P. (2019). Guidelines for unequivocal structural identification of compounds with biological activity of significance in food chemistry (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 91(8), 1417–1437. <https://doi.org/10.1515/pac-2017-1204>
- Ngozi Ukah, P., Uchehgbu, R. I., & Anthonia Ehujuo, C. (2021). Development of a Diagnostic Test in Iupac Nomenclature of Chemical Substances for Senior Secondary School Chemistry Students. *Issue 3 Ser, 11*, 46–51. <https://doi.org/10.9790/7388-1103034651>
- Nordberg, M., Duffus, J. H., & Templeton, D. M. (2004). GLOSSARY OF TERMS USED IN TOXICOKINETICS (IUPAC Recommendations 2003). *C. R. Ganellin (UK)*, 76(5), 1998–2003.
- Ogundiji, O. (2025). Identifying Students' Misconceptions in IUPAC Nomenclature of Organic Compounds in Public Senior Secondary Schools in Ibadan, Nigeria. *Journal of General Education and Humanities*, 4(3), 635–652. <https://doi.org/10.58421/gehu.v4i3.408>
- Opong, E., Quansah, F., & Boachhie, S. (2022). Improving Pre-service Science Teachers' Performance in Nomenclature of Aliphatic Hydrocarbons using Flipped Classroom Instruction. *Science Education International*, 33(1), 102–111. <https://doi.org/10.33828/sei.v33.i1.11>
- Permana Sari, Rr. L., Pratomo, H., Yunita, I., Purtadi, S., Narayan, M., & Handoyo Sugiyarto, K. (2023). Misconception in chemistry textbooks: a case study on the concept of quantum number, electronic configuration and review for teaching material. *Foundations of Chemistry*, 25(3), 419–437. <https://doi.org/10.1007/s10698-023-09475-w>
- Petersen, C. I., Baepler, P., Beitz, A., Ching, P., Gorman, K. S., Neudauer, C. L., Rozaitis, W., Walker, J. D., & Wingert, D. (2020). The Tyranny of Content: “Content Coverage” as a Barrier to Evidence-Based Teaching Approaches and Ways to Overcome It. *CBE—Life*

- Sciences Education*, 19(2), ar17. <https://doi.org/10.1187/cbe.19-04-0079>
- Rajan, K., Zielesny, A., & Steinbeck, C. (2024). STOUT V2.0: SMILES to IUPAC name conversion using transformer models. *Journal of Cheminformatics*, 16(1), 146. <https://doi.org/10.1186/s13321-024-00941-x>
- Sadgrove, N., Padilla-González, G., & Phumthum, M. (2022). Fundamental Chemistry of Essential Oils and Volatile Organic Compounds, Methods of Analysis and Authentication. *Plants*, 11(6), 789. <https://doi.org/10.3390/plants11060789>
- Salame, I. I., Krauss, D., & Suleman, S. (2022). Examining learning difficulties and alternative conceptions students face in learning about hybridization in organic chemistry. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 83–91. <https://doi.org/10.20885/ijcer.vol6.iss2.art4>
- Schuessler, K., Rodemer, M., Giese, M., & Walpuski, M. (2024). Organic Chemistry and the Challenge of Representations: Student Difficulties with Different Representation Forms When Switching from Paper–Pencil to Digital Format. *Journal of Chemical Education*, 101(11), 4566–4579. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c00303>
- Sibomana, A., Karegeya, C., & Sentongo, J. (2020). Students' conceptual understanding of organic chemistry and classroom implications in the Rwandan perspectives: A literature review. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 16(2), 13–32. <https://doi.org/10.4314/ajesms.v16i2.2>
- Sun, S., Huang, C., Wang, Y., Liu, Y., Zhang, J., Zhou, J., Gao, F., Yang, F., Chen, R., Mulloy, B., Chai, W., Li, Y., & Bu, D. (2018). Toward Automated Identification of Glycan Branching Patterns Using Multistage Mass Spectrometry with Intelligent Precursor Selection. *Analytical Chemistry*, 90(24), 14412–14422. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.8b03967>
- Trasatti, S., & Petrii, O. A. (1992). Real surface area measurements in electrochemistry. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 327(1–2), 353–376. [https://doi.org/10.1016/0022-0728\(92\)80162-W](https://doi.org/10.1016/0022-0728(92)80162-W)
- Vachliotis, T., Salta, K., & Tzougraki, C. (2014). Meaningful Understanding and Systems Thinking in Organic Chemistry: Validating Measurement and Exploring Relationships. *Research in Science Education*, 44(2), 239–266. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9382-x>
- Viera, L. I., Ramírez, S. S., & Fleisner, A. (2017). El laboratorio en Química Orgánica: una propuesta para la promoción de competencias científico-tecnológicas. *Educación Química*, 28(4), 262–268. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.04.002>
- Wigh, D. S., Goodman, J. M., & Lapkin, A. A. (2022). A review of molecular representation in the age of machine learning. *WIREs Computational Molecular Science*, 12(5). <https://doi.org/10.1002/wcms.1603>
- Zheng, Z., Rampal, N., Inizan, T. J., Borgs, C., Chayes, J. T., & Yaghi, O. M. (2025). Large language models for reticular chemistry. *Nature Reviews Materials*, 10(5), 369–381. <https://doi.org/10.1038/s41578-025-00772-8>

Quito, 26 de marzo del 2026

Estimados

Jandrith Jazmani Garzón Chávez

Johanna Katherine Tobar Cerón

Rocío Yolanda Heredia Martínez

Marcos Francisco Guerrero Zambrano

V11-N2-3983

Presente

Reciban un cordial saludo del equipo de la revista 593 Digital Publisher CEIT, ISSN# 2588-0705, esta revista es indexada en Latindex con catálogo v2.0, su proceso contempla un arbitraje de pares ciegos y es multidisciplinar, evalúa la pertinencia en la calidad de investigación y sus dinámicas propias relacionadas al tema de estudio, con el fin de garantizar estándares de exigencia académica.

Este documento certifica que ha concluido la fase de revisión de pares, por lo tanto, el artículo es aceptado para la publicación en el V11-N2, edición continua, por los autores **Jandrith Garzón, Johanna Tobar, Rocío Heredia, Marcos Guerrero**, con el tema **"Concepciones Alternativas y Errores Conceptuales en el Aprendizaje Universitario de la Nomenclatura Orgánica según IUPAC"**, cuyos resultados obedecen a un proceso de investigación previo del/os autor/es.

doi.org/10.33386/593dp.2026.2.3983

Agradecemos su publicación y le deseamos éxitos en su carrera como investigadores.

Renato Revelo Dr.(c)

Editor General



UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

¡Evolución académica!

@UNEMIEcuador

