

RESEARCH ARTICLE

# Herramientas digitales en la enseñanza universitaria de la química: estudio transversal en una universidad pública de Ecuador

Edwin Fabian Lozano Quizhpe <sup>1</sup>  Erika Lucía González Carrión <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

✉ Correspondencia: [edwinf.lozano@educacion.gob.ec](mailto:edwinf.lozano@educacion.gob.ec)

☎ + 593 991253037

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj92338>

**Resumen:** La integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza universitaria de la química representa un campo nuevo de investigación, en virtud de que su incorporación puede fortalecer las dinámicas pedagógicas. Aunque en el contexto latinoamericano la evidencia empírica disponible todavía resulta limitada, el presente estudio de corte transversal tuvo como objetivo evaluar el empleo de las TIC en el proceso de enseñanza de la química en la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Química y Biología de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador, durante el periodo abril-agosto de 2025. Se aplicó un cuestionario de 60 ítems, adaptado de un instrumento previamente validado, a una muestra por conveniencia de 39 estudiantes de una población de 238 matriculados, considerando dimensiones relacionadas con infraestructura institucional, concepciones sobre las TIC, uso docente y uso específico en la enseñanza de la química. Los resultados evidenciaron una alta consistencia interna en las escalas Likert, con alfa de Cronbach entre 0,921 y 0,980, además se identificó disponibilidad de internet y proyectores en el 97,4% de los espacios, aunque sin salas de informática. Cabe resaltar que el uso global de TIC fue moderado, con predominio de presentaciones digitales, entorno virtual de aprendizaje y programas de ofimática, mientras los laboratorios virtuales, las wikis y la evaluación digital tuvieron menor presencia.

**Palabras claves:** TIC; enseñanza de la química; educación superior; estudios transversales.

## Digital tools in chemistry teaching in higher education: a cross-sectional study at a public university in Ecuador

**Abstract:** The integration of information and communication technologies into university-level chemistry education represents a new field of knowledge, insofar as their incorporation may strengthen pedagogical dynamics, although the empirical evidence currently available in the Latin American context remains limited, consequently, the aim of this cross-sectional study was to evaluate the use of ICT in the teaching of chemistry within the Experimental Sciences Education, Chemistry and Biology program at the National University of Loja,



**Cita:** Lozano Quizhpe, E. F., & González Carrión, E. L. (2026). Herramientas digitales en la enseñanza universitaria de la química: estudio transversal en una universidad pública de Ecuador. *Green World Journal*, 09(02), 338. <https://doi.org/10.53313/gwj92338>

Received: 29/mayo /2026  
Accepted: 19/junio /2026  
Published: 20/junio /2026

Prof. Carlos Mestanza-Ramón,  
PhD. Editor-in-Chief / CaMeRa  
Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Ecuador, during the April–August 2025 academic period, through the application of a 60-item questionnaire adapted from a previously validated instrument to a convenience sample of 39 students drawn from a population of 238 enrolled students, considering dimensions related to institutional infrastructure, conceptions regarding ICT, teaching use, and specific use in chemistry instruction. The results showed high internal consistency in the Likert-type scales, with Cronbach's alpha values ranging from 0.921 to 0.980, in addition, internet access and projectors were available in 97.4% of spaces, although computer laboratories were absent. It is worth noting that the overall use of ICT was moderate, with a predominance of digital presentations, virtual learning environments, and office software, whereas virtual laboratories, wikis, and digital assessment tools showed lower presence.

**Keywords:** ICT; chemistry; higher education; cross-sectional study.

## 1. Introducción

La enseñanza de la química en educación superior presenta dificultades propias derivadas de la naturaleza abstracta de sus contenidos, la necesidad de representar estructuras moleculares tridimensionales y la distancia entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico de la materia [1,2]. Estas particularidades han motivado, durante la última década, un interés creciente por incorporar tecnologías digitales en los procesos formativos de esta disciplina. Cabe resaltar que revisiones recientes han identificado entre las herramientas más estudiadas a la realidad virtual, la realidad aumentada, las analíticas de aprendizaje y los laboratorios virtuales, con aplicaciones dirigidas principalmente a la visualización molecular, la experimentación simulada y las actividades prácticas de aula [1,3].

La literatura reciente ha mostrado que estas herramientas pueden aportar beneficios relevantes en la comprensión conceptual y en la motivación del estudiantado, aunque sus resultados no son homogéneos y dependen en gran medida del modo en que se integran al proceso formativo, en un estudio cuasiexperimental desarrollado con estudiantes de pregrado se observó que el grupo expuesto a laboratorios virtuales alcanzó calificaciones superiores al grupo que recibió únicamente instrucción teórica, sin diferencias estadísticas frente al grupo que trabajó con laboratorio presencial [4], de manera semejante, la implementación de plataformas interactivas en línea bajo el marco 5E evidenció ventajas especialmente marcadas en estudiantes con menor rendimiento académico [5].

Del mismo modo, investigaciones sobre RA reportaron reducciones en la carga cognitiva extrínseca y mejoras en la capacidad de rotación mental durante el aprendizaje de geometrías moleculares [6,7]. No obstante, varias investigaciones señalan que el uso de herramientas digitales impone por sí mismo una carga cognitiva adicional cuando la usabilidad del recurso no es adecuada [7,8], lo que obliga a considerar el diseño instruccional como un factor mediador en la eficacia de estas tecnologías.

La pandemia de COVID-19 aceleró de forma abrupta la adopción de entornos virtuales para la enseñanza de la química. Docentes de laboratorio se vieron obligados a trasladar prácticas experimentales a formatos remotos mediante videos demostrativos, simulaciones y cuestionarios con datos experimentales proporcionados por los instructores [9,10]. Las evaluaciones posteriores revelaron que los estudiantes valoraron positivamente la continuidad formativa, pero manifestaron que las modalidades en línea no reemplazaban la experiencia sensorial y procedimental del laboratorio presencial [11]. En esa misma línea, comparaciones entre modalidades presencial, híbrida y en línea, utilizando materiales equivalentes de aula invertida, no hallaron diferencias estadísticas en el rendimiento, aunque sí evidenciaron una preferencia consistente por los formatos presencial e híbrido [12], además, esta transición puso de relieve la importancia de la autorregulación del aprendizaje, dado que variables como la gestión del tiempo, el establecimiento de metas y la

regulación del esfuerzo se asociaron positivamente con el desempeño académico en cursos iniciales de química impartidos en línea [13].

Pese al interés creciente por las TIC en educación química, continúan existiendo barreras que limitan su incorporación efectiva, en virtud de que no basta con disponer de herramientas digitales para garantizar su aprovechamiento pedagógico, sino que intervienen también la alfabetización digital del estudiantado, la infraestructura disponible, el soporte técnico y la formación del profesorado en competencias tecnológicas y didácticas, por consiguiente, estudios desarrollados en contextos universitarios han documentado que una alfabetización digital limitada, particularmente en estudiantes procedentes de entornos con mayores desventajas, reduce su capacidad para interactuar de forma adecuada con programas de visualización molecular y simulaciones interactivas [14], a ello se suma que docentes de química han señalado restricciones de tiempo, debilidades de infraestructura y carencias de apoyo técnico como obstáculos persistentes para integrar herramientas digitales específicas de la disciplina [15], cabe resaltar además que las actitudes docentes y la autopercepción de competencia digital también se relacionan con una mayor aceptación de recursos como la realidad aumentada [16], mientras que el marco TPACK ha sido validado como un predictor relevante del nivel de integración tecnológica en profesores de química en formación [17].

En América Latina, la investigación sobre el uso de herramientas digitales en la enseñanza de la química a nivel universitario es todavía escasa. Las desigualdades en infraestructura tecnológica, la brecha digital entre zonas urbanas y rurales, y la limitada formación docente en competencias digitales configuran un escenario que requiere evaluaciones contextualizadas. En este marco, la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales, Química y Biología de la Universidad Nacional de Loja constituye un contexto pertinente para examinar el empleo de tecnologías digitales en la enseñanza de la química, en virtud de que forma profesionales que deberán articular conocimiento disciplinar, capacidades pedagógicas y dominio de recursos tecnológicos en su futura práctica

docente, por consiguiente, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el empleo de las TIC en el proceso de enseñanza de la química en dicha carrera durante el periodo académico abril-agosto de 2025. De manera específica, se propuso: a) determinar el estado de las instalaciones tecnológicas disponibles, b) examinar el manejo y dominio de las TIC por parte de los docentes según la percepción estudiantil, c) analizar la incorporación de las TIC en el proceso general de enseñanza, y d) describir la integración de las TIC en la enseñanza específica de la química.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Diseño del estudio y contexto

Se condujo un estudio descriptivo de corte transversal durante el periodo académico abril-agosto 2025 en la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales – Química y Biología de la Universidad Nacional de Loja (UNL), Ecuador. La UNL es una institución pública ubicada en la ciudad de Loja, al sur del país. La carrera investigada forma futuros docentes en ciencias experimentales mediante un currículo que articula asignaturas de química general, química orgánica, biología,

pedagogía y prácticas preprofesionales, distribuidas en ocho ciclos académicos.

## 2.2. Participantes

La población estuvo constituida por los 238 estudiantes matriculados en la carrera durante el periodo indicado. El cálculo del tamaño muestral se realizó con un nivel de confianza del 95% y una precisión del 6%, lo que arrojó un mínimo de 106 participantes. Sin embargo, la muestra final quedó conformada por 39 estudiantes que respondieron de forma voluntaria al cuestionario, lo que configura un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se incluyeron estudiantes de primero a octavo ciclo que estuvieran activos en el periodo de recolección; no se aplicaron criterios de exclusión adicionales. La tasa de respuesta fue del 16,4% (39/238), aspecto que se reconoce como una limitación del estudio y una fuente potencial de sesgo de selección. Al administrarse el cuestionario en formato electrónico y con participación voluntaria, la composición de la muestra dependió de la disposición individual de cada estudiante para responder, sin mecanismos de seguimiento ni recordatorios sistemáticos. Esta condición del muestreo por conveniencia limita la validez externa del estudio, dado que los resultados reflejan la percepción del subgrupo que respondió y no necesariamente la del conjunto de los 238 matriculados. El alcance de esta limitación y sus implicaciones para la generalización de los hallazgos se discuten en los apartados correspondientes.

## 2.3. Instrumento

Se utilizó un cuestionario estructurado adaptado del instrumento desarrollado por Martínez Argullo [18] en su tesis doctoral (Universidad de Granada, España), con modificaciones orientadas al contexto educativo ecuatoriano. La versión adaptada fue sometida a validación por juicio de expertos antes de su aplicación. El cuestionario constó de 60 ítems distribuidos en cinco dimensiones (Tabla 1).

**Tabla 1.** Dimensiones del cuestionario de herramientas digitales

Dimensión	Contenido	Ítems	Tipos de escala
A	Información general	4	Sociodemográfica
B	Información sobre la institución	12	Infraestructura y recursos
C	Concepciones sobre el manejo de las TICS	11	Likert 1-4
D	Manejo e incorporación de TIC en la enseñanza	13	Likert 1-4
	Manejo e incorporación de TIC en la enseñanza de la química		Likert 1-4,
E	la enseñanza de la química	20	jerarquización, categórica y abierta

## 2.4. Procedimiento de recolección de datos

El cuestionario fue administrado en formato electrónico a través de Google Forms durante la primera semana de mayo de 2025. El enlace se distribuyó por medio de los representantes estudiantiles de cada ciclo, quienes lo compartieron con sus compañeros de carrera. La participación fue voluntaria y anónima; los estudiantes consintieron su inclusión en el estudio al completar el formulario, tras leer la información sobre el propósito de la investigación presentada en la primera sección del instrumento.

## 2.5. Variables

La variable principal fue el nivel de empleo de las TIC en la enseñanza de la química, operacionalizado a partir de los puntajes promedio de las dimensiones C, D y E3. Las variables secundarias incluyeron: disponibilidad de infraestructura tecnológica (dimensión B, reportada como frecuencias de recursos), prioridad de fuentes de consulta en química (E1, escala de jerarquización) y frecuencia de actividades TIC en el aula (E2, variable categórica). Las covariables de caracterización fueron género (hombre/mujer), jornada académica (matutina, vespertina, intensiva), edad (años cumplidos) y ciclo cursado (1.º a 8.º).

## 2.6. Análisis estadístico

Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, y las cuantitativas mediante media, desviación estándar, mediana y rango intercuartílico. Para cada participante se calculó un puntaje promedio por dimensión (media aritmética de los ítems respondidos en cada bloque) y un puntaje global como promedio de las dimensiones C, D y E3.

Debido al tamaño muestral reducido y el carácter ordinal de los datos, el análisis inferencial tuvo que basarse en pruebas no paramétricas. Las comparaciones de los puntajes según género se realizaron con la prueba U de Mann-Whitney; las diferencias según jornada, en cambio con la prueba de Kruskal-Wallis; y por último la asociación entre ciclo académico y puntajes dimensionales se exploró mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Para evaluar la relación entre variables categóricas se empleó la prueba exacta de Fisher. En todos los contrastes se adoptó un nivel de significancia de  $p < 0,05$ .

## 3. Resultados

### 3.1. Participantes

De los 238 estudiantes matriculados en la carrera durante el periodo abril-agosto 2025, 39 completaron el cuestionario, lo que equivale a una tasa de respuesta del 16,4%. No hubo exclusiones posteriores ni datos faltantes: todos los participantes respondieron la totalidad de los ítems del instrumento.

La edad media fue de 20,7 años (DE: 2,84; mediana: 20; rango: 17-30). La muestra fue de 28 mujeres (71,8%) y 11 hombres (28,2%). Por jornada, la intensiva caracterizó al 41,0% de los participantes, mientras que la matutina al 38,5% y por último, la vespertina al 20,5%. El promedio del ciclo cursado fue de 3,59 (DE: 2,33), con representación de primero al octavo ciclo, aunque los primeros tres ciclos fueron los que respondieron más veces. En lo referente al tamaño del aula, el 53,8% reportó grupos de entre 30 y 40 estudiantes, el 41,0% menos de 30, y el 5,1% entre 40 y 50 (Tabla 2).

Tabla 2. Características sociodemográficas y académicas de los participantes (n=39)

Variable	Categoría/Estadístico	n/valor	%
Edad (años)	Media (DE) <sup>1</sup>	20,70 (2,84)	-
	Mediana (RIC) <sup>2</sup>	20 (3)	-
	Rango	17 - 30	-
Género	Mujer	28	71,8
	Hombre	11	28,2
Jornada	Intensiva	16	41,0
	Matutina	15	38,5
	Vespertina	8	20,5
Ciclo	Media (DE)	3,59 (2,33)	-
Estudiantes por aula	Entre 30 y 40	21	53,8
	Menos de 30	16	41,0
	Entre 40 y 50	2	5,1

<sup>1</sup> DE: desviación estándar. <sup>2</sup> RIC: rango intercuartílico.

### 3.2. Infraestructura tecnológica

Internet y proyector fueron los recursos más reportados, ambos con un 97,4%. El 59,0% de los estudiantes indicó contar con aulas dotadas de tecnología y el 53,8% con laboratorios TIC. La disponibilidad de radio/TV fue baja (18,0%). Ningún participante reportó la existencia de salas de informática (Figura 1).

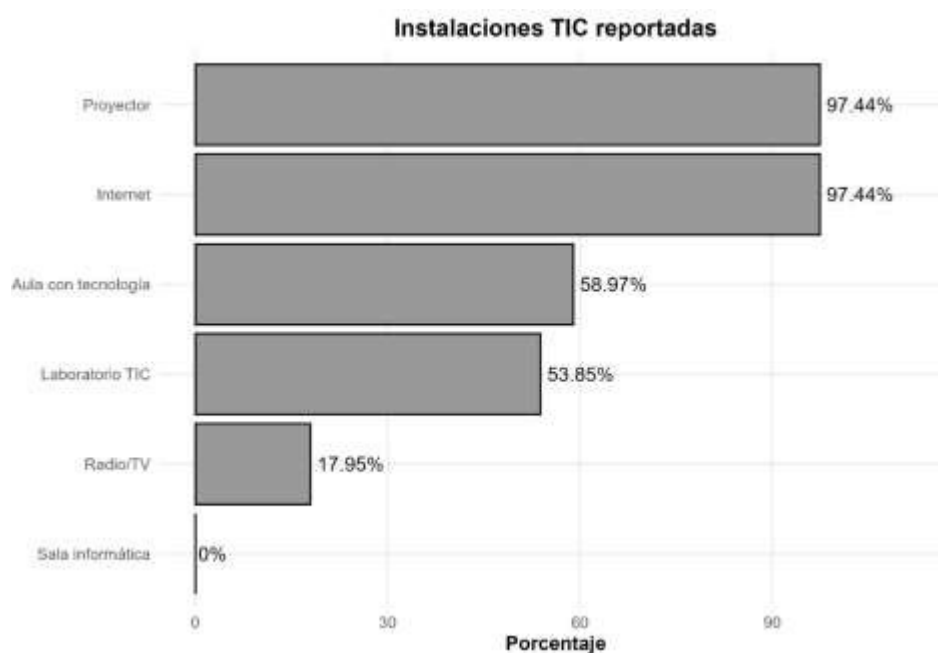


Figura 1. Instalaciones TIC reportadas por los estudiantes.

### 3.3. Puntajes por dimensión

La consistencia interna fue alta en las tres dimensiones evaluadas (Tabla 3). Los coeficientes alfa de Cronbach oscilaron entre 0,921 (dimensión C) y 0,980 (dimensión D).

Tabla 3. Consistencia interna del instrumento por dimensión.

Dimensión	N.- de ítems	Alfa de Cronbach
C: Concepciones TIC	11	0,921
D: Uso docente TIC	13	0,980
E3: TIC en enseñanza de Química	16	0,968

La dimensión E3 (TIC en la enseñanza de Química) registró la media más alta (3,02; DE: 0,86), seguida de la dimensión D (Uso docente TIC: 2,86; DE: 0,84) y la dimensión C (Concepciones TIC: 2,64; DE: 0,75). El puntaje global alcanzó 2,84/4 (DE: 0,71). La Figura 2 muestra la distribución de puntajes; la dimensión C presentó mayor dispersión y dos valores atípicos bajos, mientras que las dimensiones:

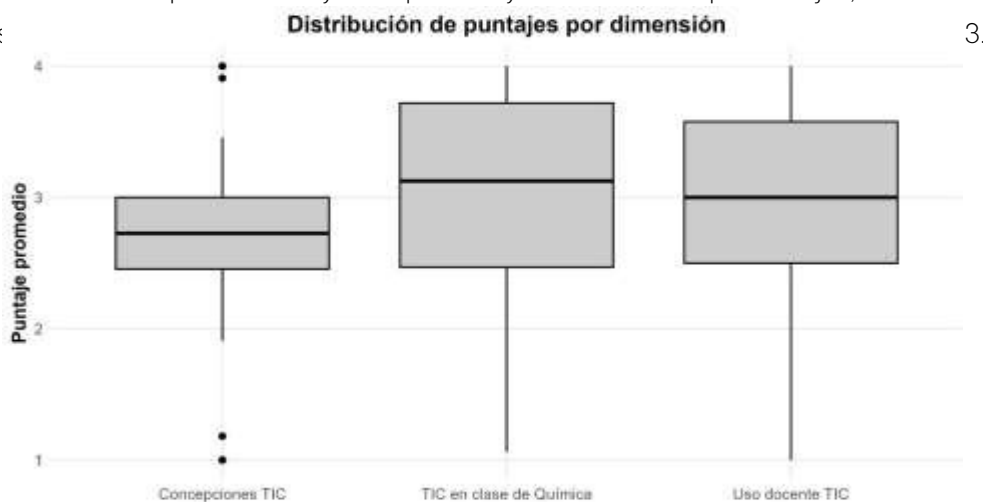


Figura 2. Distribución de puntajes promedio por dimensión. La línea horizontal dentro de cada caja indica la mediana.

### 3.4. Integración de TIC en la enseñanza de la Química

Dentro de la dimensión E3, los ítems con puntuaciones más altas fueron e3\_7 (presentaciones mediante PowerPoint, Genially u otras herramientas de gamificación; media: 3,33) y e3\_3 (asignación de tareas a través del Entorno Virtual de Aprendizaje; media: 3,33). Les siguieron e3\_6 (carga de material audiovisual en el EVA; media: 3,26) y e3\_16 (uso de programas de ofimática aplicados a la química; media: 3,26). El ítem con la puntuación más baja fue e3\_10 (creación de wikis para química en el EVA; media: 2,41), seguida de e3\_8 (evaluación mediante dispositivos digitales; media: 2,59). El de

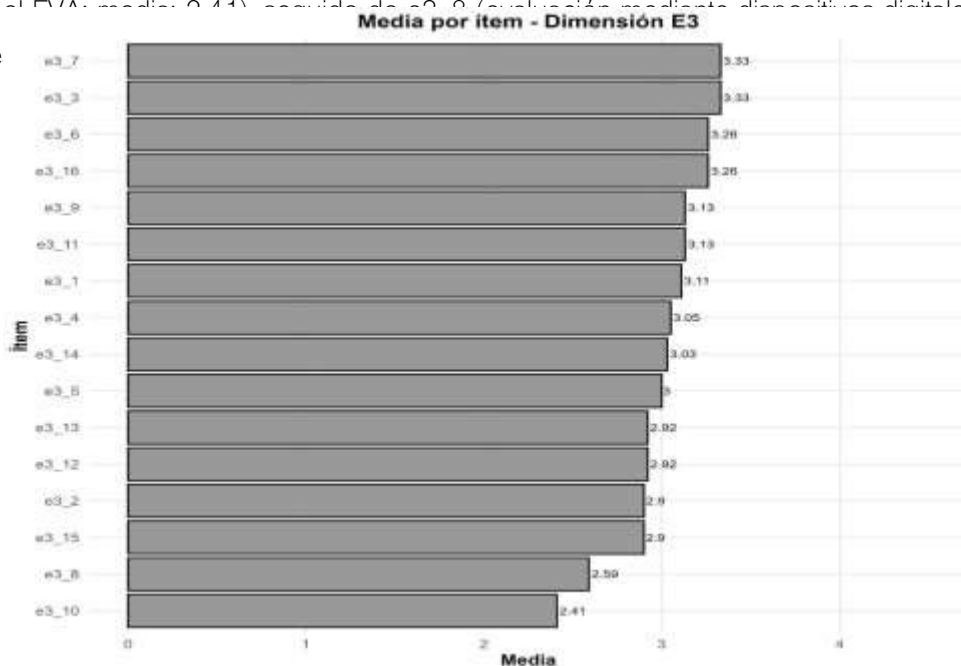
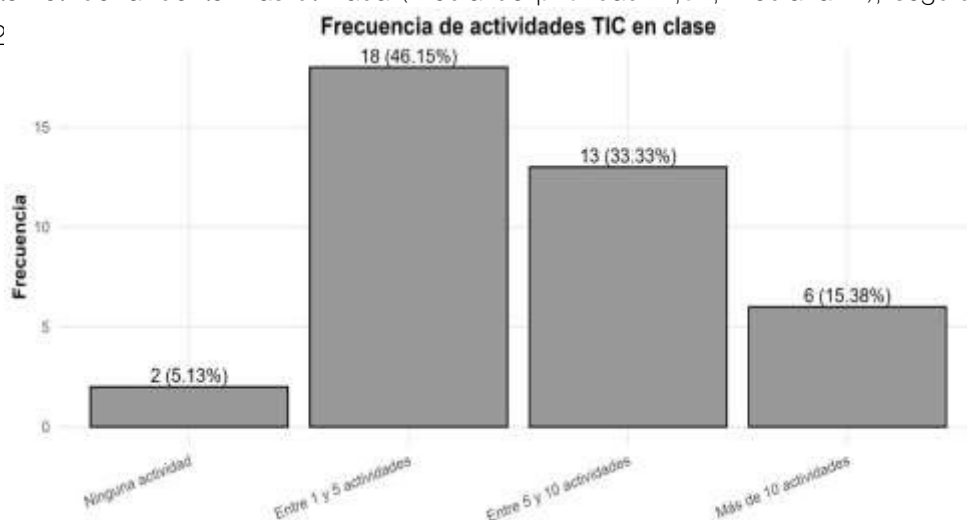


Figura 3. Media por ítem de la dimensión E3 (TIC en la enseñanza de Química). Escala: 1 = Nunca, 4 =Siempre.

Respecto a la frecuencia de actividades TIC durante el periodo, el 46,2% de los estudiantes reportó entre 1 y 5 actividades, el 33,3% entre 5 y 10, y el 15,4% más de 10. Solo el 5,1% señaló que no se realizó ninguna actividad con TIC (Figura 4). En la escala de prioridad de consulta para Química, internet fue la fuente más utilizada (media de prioridad: 1,82; mediana: 1), seguida de los maestros (2



**Figura 4.** Frecuencia de actividades TIC incorporadas en la clase de Química durante el periodo académico (n=39).

### 3.5. Análisis inferencial

La prueba U de Mann-Whitney identificó una diferencia estadísticamente significativa entre hombres y mujeres en el puntaje de la dimensión D ( $U = 75$   $p = 0,014$ ). Las dimensiones C ( $p = 0,389$ ) y E3 ( $p = 0,913$ ) no

mostraron diferencias por género. La prueba de Kruskal-Wallis no detectó diferencias según jornada en ninguna de las tres dimensiones ( $p > 0,05$  en todos los casos).

El coeficiente de Spearman no reveló correlaciones significativas entre el ciclo académico y los puntajes de las dimensiones C ( $\rho = -0,061$ ;  $p = 0,710$ ) D ( $\rho = -0,026$ ;  $p = 0,877$ ) ni E3 ( $\rho = 0,142$   $p = 0,387$ ) La prueba exacta de Fisher tampoco mostró asociación entre la categoría de frecuencia de actividades TIC en clase y el género ( $p = 0,684$ ). La Tabla 4 resume el conjunto de contrastes realizados.

**Tabla 4.** Análisis de asociación y comparación entre variables.

Análisis	Prueba	Estadístico	$p^1$	Sig. <sup>2</sup>	Efecto
Dim. <sup>3</sup> C según género	Mann-Whitney	$U = 126$	0,389	No	-
Dim. D según género	Mann-Whitney	$U = 75$	0,014	Sí	-
Dim. E3 según género	Mann-Whitney	$U = 150$	0,913	No	-
Dim. C según jornada	Kruskal-Wallis	$H = 0,151$	0,927	No	-
Dim. D según jornada	Kruskal-Wallis	$H = 0,860$	0,651	No	-
Dim. E3 según jornada	Kruskal-Wallis	$H = 0,565$	0,754	No	-
Ciclo vs Dim. C	Spearman	$\rho = -0,061$	0,710	No	-
Ciclo vs Dim. D	Spearman	$\rho = -0,026$	0,877	No	-
Ciclo vs Dim. E3	Spearman	$\rho = 0,142$	0,387	No	-
Erec. <sup>4</sup> TIC vs género	Fisher exacta	-	0,684	No	-

Nivel de significancia:  $p < 0,05$ . Dim: dimensión; Sig.: significativo; Frec.: frecuencia.

#### 4. Discusión

El presente estudio permitió examinar el empleo de las TIC en la enseñanza de la química dentro de una carrera de formación docente en Ecuador, observándose que la institución dispone de conectividad y proyectores en la mayor parte de sus espacios, aunque no cuenta con salas de informática y presenta una disponibilidad más restringida de laboratorios TIC, por consiguiente, la integración tecnológica percibida por los estudiantes puede considerarse intermedia, con una valoración global de 2,84 sobre 4 y con un comportamiento más favorable en la dimensión vinculada de manera específica a la enseñanza de la química que en aquella relacionada con concepciones más generales sobre las TIC, cabe resaltar que las herramientas de mayor presencia fueron las presentaciones digitales, el entorno virtual de aprendizaje y los programas de ofimática, mientras que los wikis, los laboratorios virtuales y la evaluación mediante dispositivos digitales ocuparon un lugar claramente menor, además, internet apareció como la fuente de consulta más utilizada por el estudiantado, por encima del docente, de los compañeros y de los textos impresos, y la única diferencia estadísticamente significativa se identificó en la dimensión D, donde las mujeres reportaron una percepción más alta del uso docente de TIC que los hombres.

##### 4.1. Infraestructura: lo básico está, lo especializado no

La cobertura casi universal de internet (de 97,4%) y proyectores muestra que la Universidad Nacional de Loja dispone de una base tecnológica funcional para sostener formas generales de apoyo a la docencia, en virtud de que estos recursos facilitan la presentación de contenidos, el acceso a plataformas y la distribución de materiales digitales, aunque la ausencia total de salas de informática y la disponibilidad parcial de laboratorios TIC (de 53,8%) sugieren que la dotación institucional permanece concentrada en herramientas de soporte general y no en entornos especializados para el trabajo práctico con software disciplinar, por consiguiente, el patrón observado resulta coherente con lo descrito por Dyantyi-Gwanya et al. [14], quienes reportaron que estudiantes universitarios en Sudáfrica contaban con conectividad y con plataformas de gestión del aprendizaje, pero seguían enfrentando carencias en hardware compatible y en laboratorios digitales especializados, a ello se suma lo señalado por Wohlfart et al. [15], quienes encontraron que docentes de química en Alemania disponían de recursos digitales genéricos, aunque el uso de herramientas específicas de la disciplina era menor y más restringido, cabe resaltar que esta diferencia entre lo básico y lo especializado tiene efectos pedagógicos directos, dado que cuando la infraestructura institucional se sostiene casi exclusivamente en internet y proyección audiovisual, las TIC que ingresan al aula tienden a limitarse a presentaciones, videos y plataformas de comunicación, mientras que simuladores de laboratorio, programas de modelado molecular o recursos más avanzados quedan fuera de la práctica cotidiana. Esta restricción es compatible con el perfil de integración moderada que describe el puntaje global de 2,84/4 obtenido en el presente estudio.

##### 4.2. Integración de las TIC: moderada y centrada en lo genérico

Aunque la dimensión E3, correspondiente a TIC en la enseñanza de la química, alcanzó la media más alta del instrumento de 3,02, este resultado requiere una lectura cuidadosa, en virtud de que los ítems mejor valorados dentro de dicha dimensión fueron el uso de presentaciones digitales,

la asignación de tareas a través del EVA y la carga de material audiovisual en la plataforma institucional, actividades que, más que transformar de forma profunda la enseñanza, extienden en soporte digital prácticas pedagógicas ya consolidadas, por consiguiente, el patrón observado parece responder más a una digitalización funcional de estrategias convencionales que a una incorporación intensiva de recursos tecnológicos capaces de reconfigurar la dinámica del aula o de la experimentación disciplinar, cabe resaltar que esta interpretación se refuerza al observar que las puntuaciones más bajas correspondieron a la creación de wikis (2,41), a la evaluación mediante dispositivos digitales (2,59) y al empleo de laboratorios virtuales, herramientas que sí exigen una reorganización mayor de la enseñanza, más tiempo de planificación y, en varios casos, recursos técnicos más específicos, en esa misma línea, la revisión sistemática de Chiu [1] mostró que las tecnologías emergentes más estudiadas en educación química, como la realidad virtual y la realidad aumentada, no son necesariamente las más implementadas en la práctica cotidiana, precisamente por barreras de acceso, tiempo y formación, mientras que Peña-Martínez et al. [2] identificaron en docentes en formación una mejor recepción (94,8% de valoración positiva) de actividades digitales de consumo y análisis que de aquellas que exigían producción propia de contenido, por consiguiente, el comportamiento encontrado en la UNL se inscribe en una lógica reconocible, donde lo tecnológicamente accesible y metodológicamente simple se integra con más facilidad que aquello que requiere rediseño pedagógico real. Superar ese patrón exige intervenciones concretas en dos planos. Por un lado, la formación docente tendría que ir más allá del manejo técnico de las herramientas y centrarse en cómo articularlas con objetivos pedagógicos propios de la química; Wohlfart et al. [15] identificaron que el uso de recursos digitales disciplinares tales como simuladores, modelado molecular y laboratorios virtuales requiere formación continua que conecte la herramienta con el contenido y con la lógica del aula. Por otro lado, fortalecer el conocimiento tecnológico-pedagógico-disciplinar del profesorado en formación, en la línea del marco TPACK validado por Deng et al. [17], abriría la posibilidad de diseñar actividades donde las TIC no se limiten a presentar contenidos, sino que faciliten la exploración y la producción de conocimiento por parte del estudiantado; en esa dirección, Peña-Martínez et al. [2] mostraron que actividades digitales orientadas a la creación como portafolios, análisis crítico de fuentes y producción audiovisual generan mayor compromiso y competencias más complejas que las de mero consumo o difusión.

#### 4.3. Internet como primera fuente de consulta

Que internet haya sido la fuente de consulta más priorizada (media: 1,82) por encima de los docentes (2,10), los compañeros (2,26) y los libros (2,38) no resulta inesperado, pero tiene implicaciones concretas para el diseño instruccional. Si los estudiantes recurren a internet antes que al docente para resolver dudas de química, la calidad de la información a la que acceden depende de su capacidad para discriminar fuentes fiables de las que no lo son. Dyantyi-Gwanya et al. [14] reportaron un problema similar entre estudiantes de primer año en Sudáfrica: tenían acceso a internet, pero carecían de las competencias de alfabetización digital necesarias para filtrar información relevante y evitar la sobrecarga informativa. La preparación de los estudiantes para evaluar fuentes debería, por tanto, acompañar cualquier estrategia de integración tecnológica.

#### 4.4. Diferencias por género en la percepción del uso docente de TIC

Las mujeres reportaron puntajes significativamente más altos que los hombres en la dimensión D

( $U = 75$ ;  $p = 0,014$ ), que mide la percepción del uso de TIC por parte de los docentes en las diferentes asignaturas de la carrera. Las dimensiones C (concepciones generales) y E3 (TIC en química) no mostraron esta diferencia. Una posible explicación es que la dimensión D evalúa la percepción sobre la conducta docente observada, y que las mujeres, quienes constituyen el 71,8% de la muestra, pudieron estar más atentas o ser más favorables al reportar estas prácticas. Jaison et al. [19] encontraron en un curso de Química General II en línea que las estudiantes mujeres mostraron mayores niveles de motivación académica que los hombres, aunque la literatura no ha mostrado un patrón uniforme en este punto, por consiguiente, más que asumir una diferencia estable, el hallazgo sugiere la necesidad de considerar el contexto institucional, la composición de la muestra y la naturaleza del instrumento, asimismo, el hecho de que ni la jornada ni el ciclo académico se asociaran con los puntajes de ninguna dimensión admite una lectura doble, dado que podría reflejar una percepción relativamente homogénea de las TIC a lo largo de la carrera, aunque también podría indicar que la formación no está generando una progresión visible en la integración de herramientas más complejas conforme avanzan los ciclos.

#### 4.5. Fortalezas del estudio

Entre las fortalezas del presente trabajo destaca, en primer lugar, el aporte empírico a un contexto sobre el cual existe escasa investigación previa, como es la integración de TIC en la formación de docentes de química dentro de una universidad pública ecuatoriana, por consiguiente, el estudio ofrece una referencia útil para comprender un escenario local que rara vez se documenta de forma sistemática, cabe resaltar además que el instrumento utilizado mostró coeficientes de consistencia interna altos, con valores de alfa de Cronbach entre 0,921 y 0,980, lo que respalda la fiabilidad de las mediciones obtenidas con esta muestra, asimismo, el diseño transversal y el uso de pruebas no paramétricas resultaron metodológicamente coherentes con el tamaño muestral y con la naturaleza ordinal de los datos, mientras que la estructura multidimensional del instrumento permitió diferenciar entre concepciones generales, uso docente percibido y uso específico en la enseñanza de la química, de modo que

el fenómeno no quedó reducido a un único puntaje global, sino que pudo examinarse con un nivel mayor de detalle analítico.

#### 4.6. Limitaciones

La principal limitación del estudio corresponde al tamaño muestral, dado que de los 238 estudiantes matriculados solo 39 respondieron el cuestionario, cifra que no alcanzó el mínimo calculado inicialmente, por consiguiente, la potencia del análisis inferencial se reduce y aumenta la posibilidad de sesgo de selección, en virtud de que es razonable pensar que hayan respondido con mayor frecuencia estudiantes con más afinidad hacia las TIC o con mayor accesibilidad a medios digitales, situación análoga a la descrita por Rowe [20], quien reportó que la autoselección de los estudiantes en la modalidad preferida limitaba la generalización de los hallazgos, a ello se suma una segunda limitación vinculada con la naturaleza perceptiva del instrumento, puesto que la encuesta recoge la valoración del estudiantado sobre el uso de TIC por parte del profesorado, pero no incluye observaciones directas ni registros objetivos de la práctica docente, cabe resaltar que Broad et al. [11] documentaron que la percepción estudiantil sobre las herramientas digitales no siempre

coincide con la valoración del profesorado, lo que indica que una lectura basada únicamente en percepción ofrece una imagen valiosa, aunque parcial, del fenómeno, finalmente, el diseño transversal impide establecer relaciones causales o valorar cambios temporales, dado que la medición se realizó en un único momento y no permite determinar si los patrones observados se mantienen o se modifican a lo largo del periodo académico, mientras que estudios longitudinales como el de Cresswell et al. [5], que evaluaron una plataforma interactiva en un curso de química durante tres años consecutivos (2019–2021), permiten captar tendencias que un corte transversal no logra mostrar con la misma amplitud.

#### 4.7. Implicaciones y generalización

Los resultados de este estudio no pueden extrapolarse de forma directa al conjunto de universidades ecuatorianas o latinoamericanas, en virtud de la especificidad de la carrera analizada y del tamaño de la muestra alcanzada, aunque el patrón identificado, una integración moderada de TIC concentrada en herramientas genéricas y con escasa presencia de recursos disciplinares especializados, coincide con lo reportado en otros contextos, como Alemania [15], Sudáfrica [14] y Kazajistán [21], por consiguiente, el problema no parece restringirse a una institución aislada, sino expresar una tensión más amplia entre disponibilidad tecnológica básica y transformación pedagógica real, cabe resaltar que, para la Universidad Nacional de Loja, estos hallazgos sugieren la necesidad de fortalecer la infraestructura especializada para química, promover formación docente orientada no solo al manejo técnico de herramientas sino también a su articulación con finalidades pedagógicas concretas, e incorporar de manera más explícita competencias de alfabetización digital e informacional en la trayectoria formativa del estudiantado. En ese marco, las estrategias prácticas apuntadas en la literatura, formación docente articulada al TPACK disciplinar [17] e incorporación de actividades de creación digital [2] ofrecen una ruta operativa para reducir la distancia entre la integración funcional observada en este estudio y una incorporación tecnológica con mayor capacidad transformadora, asimismo, en el plano regional, estudios como este aportan una línea de base pertinente para futuras investigaciones que amplíen la muestra, incluyan observación directa de la práctica docente y evalúen si los programas de formación en competencias digitales logran traducirse en mejoras sostenidas en la calidad del proceso de enseñanza de la química.

#### 5. Conclusión

La Universidad Nacional de Loja dispone de una base tecnológica funcional para acompañar el proceso de enseñanza de la química, en virtud de que internet y proyectores están presentes en el 97,4% de los espacios reportados, aunque persisten vacíos importantes en recursos especializados, dado que no se dispone de salas de informática y solo una parte del estudiantado refirió acceso a laboratorios TIC, por consiguiente, esta configuración institucional condiciona de manera directa el tipo de herramientas que pueden incorporarse en el aula y favorece un uso centrado en recursos de apoyo general más que en tecnologías disciplinares avanzadas. En ese marco, el manejo e incorporación de las TIC por parte del profesorado, según la percepción estudiantil, se ubicó en un nivel intermedio, con una valoración relativamente homogénea entre jornadas y ciclos, cabe resaltar que la única diferencia estadísticamente significativa se observó en la percepción del uso docente según género, con puntajes más favorables en mujeres, aunque este hallazgo no se extendió al resto de dimensiones evaluadas, de modo que no modifica el patrón

general del estudio, el cual describe una presencia real de TIC en la carrera, pero todavía más próxima a la integración funcional que a una transformación profunda de la enseñanza.

De forma complementaria, la incorporación de las TIC en el proceso general de enseñanza y en la enseñanza específica de la química mostró un comportamiento moderado, con predominio de presentaciones digitales, entorno virtual de aprendizaje y programas de ofimática, mientras que recursos como wikis, laboratorios virtuales y evaluación digital tuvieron menor presencia, por consiguiente, aun cuando la dimensión E3 alcanzó la media

más alta del instrumento, ello no debe interpretarse como evidencia de una integración tecnológicamente compleja, sino más bien como una incorporación frecuente de herramientas orientadas a la transmisión, organización y gestión de contenidos, cabe resaltar además que internet se consolidó como la principal fuente de consulta para resolver dudas de la asignatura, lo cual refuerza la necesidad de fortalecer la alfabetización digital e informacional del estudiantado. Finalmente, aunque la alta consistencia interna del instrumento respalda la fiabilidad de las mediciones, la baja tasa de respuesta limita la generalización de los hallazgos, por consiguiente, los resultados deben entenderse como una aproximación contextualizada al estado de la integración de las TIC en esta carrera, y no como una descripción definitiva, de modo que futuras investigaciones deberían ampliar la muestra, incorporar observación directa de la práctica docente y valorar si la formación en competencias digitales logra traducirse en mejoras sostenidas en la calidad de la enseñanza universitaria de la química.

**Financiamiento:** Autofinanciado por el autor.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Chiu, W.K. Pedagogy of emerging technologies in chemical education during the era of digitalization and artificial intelligence: A systematic review. *Educ. Sci.* **2021**, *11*, 709.
2. Peña-Martínez, J.; Li, M.; Cano-Ortiz, A.; García-Fernández, S.; Rosales-Conrado, N. Reimagining chemistry education for pre-service teachers through TikTok, news media, and digital portfolios. *Appl. Sci.* **2025**, *15*, 7711.
3. Kayumov, J.; Usmanov, D.; Yusupova, U.; Smanova, Z.; Rasulev, B. Exploring chemistry in virtual reality: A comparative analysis of VR simulations for chemistry education. *Appl. Sci.* **2025**, *15*, 13254.
4. Bazie, H.; Lemma, B.; Workneh, A.; Estifanos, A. The effect of virtual laboratories on the academic achievement of undergraduate chemistry students: Quasi-experimental study. *JMIR Form. Res.* **2024**, *8*, e64476.
5. Cresswell, S.L.; Loughlin, W.A.; Kim, T.H. Implementing an interactive online platform in a large undergraduate general chemistry course and its impact on student learning and perceptions. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2024**, *25*, 703-720.
6. Tricot, A.; Ouwehand, K.; Lespiau, F.; Kenneally, D.; Bentley, B. A cognitive load approach to molecular geometries: Augmented reality technology and visuospatial abilities in chemistry. *Educ. Sci.* **2024**, *14*, 1036.
7. Keller, S.; Rumann, S.; Habig, S.; Bacca-Acosta, J.; Duque-Mendez, N.D. Cognitive load implications for augmented reality supported chemistry learning. *Information* **2021**, *12*, 96.
8. Schuessler, K.; Striwe, M.; Pueschner, D.; Luetzen, A.; Goedicke, M.; Giese, M.; et al. Developing and evaluating an e-learning and e-assessment tool for organic chemistry in higher education. *Front. Educ.* **2024**, *9*, 1355078.
9. Díez-Pascual, A.M.; Jurado-Sánchez, B. Remote teaching of chemistry laboratory courses during COVID-19. *J. Chem. Educ.* **2022**, *99*, 1913-1922.
10. Chans, G.M.; Bravo-Gutiérrez, M.E.; Orona-Navar, A.; Sánchez-Rodríguez, E.P. Compilation of chemistry

- experiments for an online laboratory course: Student's perception and learning outcomes in the context of COVID-19. *Sustainability* **2022**, *14*, 2539
11. Broad, H.; Carey, N.; Williams, D.P.; Blackburn, R.A.R. Impact of the COVID-19 pandemic on chemistry student and staff perceptions of their learning/teaching experience. *J. Chem. Educ.* **2023**, *100*, 664-671.
  12. Sizemore, A.R.; Heiss, E.M.; Corcoran, S.K.; Snook, J.; McCue, J.L. Evaluating student learning outcomes across three teaching modalities using the same set of flipped classroom materials. *J. Chem. Educ.* **2024**, *101*, 4790-4797.
  13. Rakhunwana, L.; Kritzinger, A.; Pilcher, L.A. Self-regulated learning strategies for success in an online first-year chemistry course. *Chem. Educ. Res. Pract.* **2025**, *26*, 300-314.
  14. Dyantyi-Gwanya, N.; Mavenge, L.; Ncanywa, T.; Asaleye, A.J. Digital literacy and chemistry proficiency among first-year university students in Eastern Cape, South Africa. *Front. Educ.* **2025**, *10*, 1630306.
  15. Wohlfart, O.; Wagner, A.L.; Wagner, I. Digital tools in secondary chemistry education-added value or modern gimmicks? *Front. Educ.* **2023**, *8*, 1197296.
  16. Ripsam, M.; Nerdel, C. Teachers' attitudes and self-efficacy toward augmented reality in chemistry education. *Front. Educ.* **2023**, *8*, 1293571.
  17. Deng, F.; Lan, W.; Sun, D.; Zheng, Z. Examining pre-service chemistry teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK) of using data-logging in the chemistry classroom. *Sustainability* **2023**, *15*, 15441.
  18. Martínez Argüello, L.D. Percepción y análisis de la integración de las TIC en la asignatura de química por parte de los profesores del núcleo 3 de la ciudad de Bucaramanga-Colombia. Thesis, Universidad de Granada, Granada, Spain, **2017**. Available online: <http://hdl.handle.net/10481/47661>
  19. Jaison, J.A.; Cruz, K.A.; Liu, Y. Investigating students' academic motivation, homework, and academic achievement in an online general chemistry II course. *J. Chem. Educ.* **2025**, *102*, 485-494.
  20. Rowe, L. Comparing learning outcomes and student and instructor perceptions of a simultaneous online versus in-person biochemistry laboratory course. *J. Chem. Educ.* **2024**, *101*, 891.
  21. Amirbekova, E.; Shertayeva, N.; Mironova, E. Teaching chemistry in the metaverse: The effectiveness of using virtual and augmented reality for visualization. *Front. Educ.* **2023**, *8*, 1184768..



© 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>