

El análisis de gráficas como herramienta para la educación química mediado por el uso de TIC

The Analysis of Graphs as a Tool for Chemistry Education Mediated by Using ICT

Laura Andrea Gómez-Olarte¹
Martha Espitia-Avilez²

Cómo citar este artículo:

Gómez-Olarte, L.A. y Espitia Avilez, M. (2025). El análisis de gráficas como herramienta para la educación química mediado por el uso de TIC. *Boletín P.P.D.Q.*, (72), 7-29.

Resumen

Este estudio evaluó el impacto de actividades mediadas por TIC en el análisis de gráficas para estudiantes de química de grados noveno y décimo de la IED Externado Camilo Torres. Mediante una metodología mixta (pruebas diagnósticas, laboratorios virtuales con PhET Colorado y miniproyectos) se analizaron

¹ Estudiante de maestría, Universidad Pedagógica Nacional. lagomezo@upn.edu.co

² Docente asesora de práctica, Universidad Pedagógica Nacional. mespitia@pedagogica.edu.co

las dificultades técnicas, pedagógicas y psicosociales identificadas por Suárez et al. (2021). Los resultados mostraron que el 41 % de los estudiantes mejoró su competencia en gráficas después del laboratorio virtual, aunque persistieron desafíos en la formulación de preguntas de investigación (78 % no las plantearon). Se concluye que las TIC son efectivas para fortalecer habilidades gráficas, pero requieren acompañamiento docente continuo. El estudio aporta evidencia sobre la integración de herramientas digitales en contextos con limitaciones tecnológicas.

Palabras clave

Análisis de gráficas; educación química; TIC

Abstract

This study evaluated the impact of ICT-mediated activities on graph analysis among ninth- and tenth-grade chemistry students at IED Externado Camilo Torres. Using a mixed-methods approach (diagnostic tests, virtual laboratories with PhET Colorado, and mini-projects), the technical, pedagogical, and psychosocial difficulties identified by Suárez et al. (2021) were analyzed. The results showed that 41% of the students improved their graphing skills after the virtual laboratory; however, challenges persisted in the formulation of research questions (78% did not formulate them). It is concluded that ICT tools are effective in strengthening graphing skills, but they require continuous teacher support. This study provides evidence on the integration of digital tools in contexts with technological limitations.

Keywords

Chemistry education; graph analysis; ICT

Introducción

En el ámbito de la educación científica contemporánea, el desarrollo de competencias para el análisis y la interpretación de representaciones gráficas se ha convertido en una habilidad fundamental (Clement, 2017). Particularmente en el área de química, las gráficas constituyen un lenguaje esencial para comprender relaciones entre variables, modelar fenómenos químicos y comunicar resultados experimentales (Talanquer, 2019). Sin embargo, diversos estudios internacionales (Padilla *et al.*, 2018; Shah y Hoeffner, 2002) han hecho evidentes persistentes dificultades en los estudiantes para interpretar y construir gráficas científicas, limitaciones que afectan directamente su comprensión conceptual en química.

En el contexto colombiano, esta problemática adquiere particular relevancia. Los resultados de las pruebas Saber 11 (Icfes, 2021) muestran que solo el 37 % de los estudiantes alcanzan niveles satisfactorios en competencias relacionadas con el análisis de datos y representaciones gráficas en ciencias. Esta situación se agudiza en instituciones educativas públicas como el Colegio Externado Camilo Torres IED, donde durante la fase de observación inicial se identificó que el 82 % de los estudiantes de grados noveno y décimo presentaban serias dificultades para: 1) identificar correctamente los ejes coordenados en

gráficas, 2) establecer relaciones entre variables químicas, y 3) interpretar tendencias en datos experimentales (Prueba diagnóstica, agosto 2022).

Ante este panorama, las tecnologías de la información y comunicación (TIC) emergen como una alternativa promisoriosa. Investigaciones recientes (Krajcik y Delen, 2017; Olympiou y Zacharia, 2018) destacan el potencial de herramientas digitales como simuladores virtuales (ejemplo PhET Colorado) para mejorar la comprensión de conceptos científicos por medio de representaciones visuales interactivas. No obstante, como señalan Suárez *et al.* (2021), la implementación efectiva de estas tecnologías en contextos educativos colombianos enfrenta importantes desafíos, incluyendo limitaciones en infraestructura tecnológica, formación docente insuficiente y barreras psicosociales en los estudiantes.

Este estudio buscó responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo una secuencia didáctica mediada por TIC, centrada en el uso de simulaciones virtuales y herramientas digitales, puede mejorar las competencias de análisis gráfico en química de estudiantes de educación media? Para abordar esta cuestión, se diseñó e implementó una intervención pedagógica de ocho meses que combinó laboratorios virtuales, miniproyectos de investigación y actividades colaborativas con herramientas digitales.

Metodología

El presente estudio se desarrolló con estudiantes de los grados noveno y décimo del Colegio Externado Camilo Torres IED, ubicado en Bogotá, Colombia, durante un periodo de ocho meses, comprendido entre agosto del 2022 y junio del 2023. La investigación adoptó un enfoque mixto, que combinó elementos cualitativos y cuantitativos, con el propósito de evaluar el impacto de actividades mediadas por tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el fortalecimiento de las habilidades de análisis de gráficas en el contexto de la educación química.

La muestra estuvo conformada por diecisiete estudiantes de grado noveno y dieciocho de grado décimo, seleccionados por conveniencia debido a su participación en las asignaturas de Práctica Pedagógica I y II. Las actividades se diseñaron y ejecutaron en cinco etapas: 1) aplicación de una prueba diagnóstica, 2) desarrollo de actividades prácticas con TIC, 3) análisis de resultados intermedios, 4) implementación de un miniproyecto de investigación (solo para grado noveno), y 5) evaluación final mediante una prueba de salida. Las sesiones tuvieron una duración de sesenta minutos para los estudiantes de décimo y

noventa minutos para los de noveno, ajustándose a la disponibilidad de recursos tecnológicos.

Para los estudiantes de décimo, se emplearon herramientas como PhET Colorado para simulaciones de laboratorio virtual y hojas milimétricas para la construcción manual de gráficas, debido a la intermitencia en el acceso a tabletas. En el caso de los estudiantes de noveno, se utilizaron plataformas como Microsoft Word, Canva y equipos de cómputo (fijos y portátiles) para la elaboración de mapas mentales y análisis de gráficas en el marco de un miniproyecto de investigación realizado en parejas. Las plataformas adicionales incluyeron Word, Excel, Google Forms y Google Classroom para la gestión y el registro de las actividades.

La evaluación de las actividades se realizó mediante una rúbrica diseñada por la investigadora (tabla 1), que clasificó el desempeño en tres categorías (rojo, amarillo y verde) según criterios de organización, desarrollo, conocimiento del tema y uso adecuado de las TIC. Los datos cuantitativos se tabularon y representaron gráficamente, mientras que los aspectos cualitativos se analizaron a partir de las observaciones del proceso y los productos entregados por los estudiantes.

Tabla 1. Rúbrica de evaluación para las actividades

Aspecto	Rojo	Amarillo	Verde
Organización	Sin organización, con tachaduras	Poca organización, con tachaduras	Organizado, sin tachaduras
Desarrollo	Actividad incompleta, sin gráficas	Actividad parcial, sin gráficos	Actividad parcial, sin gráficas
Conocimiento del tema	Sin relación con gráficas	Relación parcial con gráficas	Relación clara con gráficas
Uso de TIC	Uso inadecuado, distracciones	Uso parcial, algunas distracciones	Uso adecuado, sin distracciones

Fuente: TIC, 2023.

Resultados

Los resultados obtenidos reflejan diferencias en el desempeño de los estudiantes de ambos grados tras la implementación de las actividades mediadas por TIC. En el caso de los estudiantes de décimo, la prueba diagnóstica inicial reveló un bajo nivel de comprensión en el análisis de gráficas, con 14 de los 17 estudiantes clasificados en la categoría "amarillo" (82,35 %) y 3 en "rojo" (17,65 %), sin registros en "verde" (tabla 2). Esto indicó dificultades para relacionar conceptos químicos, como la concentración, con la información gráfica presentada.

Tabla 2. Resultados de la prueba diagnóstica (grado décimo)

Categoría	Porcentaje (%)
Rojo	17,65
Amarillo	82,35
Verde	0,00

Fuente: elaboración propia.

Después de la realización de un laboratorio virtual con PhET Colorado, se observó una mejora significativa. En esta actividad, los estudiantes construyeron gráficas para comparar la concentración de una muestra con la cantidad de soluto agregado. Los resultados mostraron que 7 estudiantes alcanzaron la categoría Verde (41,18 %), 4 se mantuvieron en Amarillo (23,53 %) y 6 en Rojo (35,29 %) (tabla 3). Este avance sugiere que la práctica virtual facilitó la identificación de variables dependientes e independientes, así como la construcción de gráficas acordes con los datos.

Tabla 3. Resultados del laboratorio virtual (grado décimo)

Categoría	Porcentaje (%)
Rojo	35,29
Amarillo	25,53
Verde	41,18

Fuente: elaboración propia.

Para los estudiantes de noveno, el mini-proyecto de investigación permitió evaluar

tres aspectos: elección del tema, formulación de preguntas de investigación y análisis de gráficas. En cuanto al primer aspecto, los temas seleccionados fueron: origen de la vida (45 %), enfermedades hereditarias (33 %) y reproducción asistida (22 %) (tabla 4). Respecto a la formulación de preguntas de investigación, solo el 22 % de los equipos (2 de 9) logró plantear una pregunta adecuada, mientras que el 78 % (7 de 9) no lo hizo (tabla 5). Aunque no se presentan datos cuantitativos específicos sobre el análisis de gráficas, las observaciones cualitativas indicaron un uso adecuado de herramientas como Canva para representar relaciones conceptuales.

Tabla 4. Elección del tema de investigación (grado noveno)

Tema	Porcentaje (%)
Origen de la vida	45
Enfermedades hereditarias	33
Reproducción asistida	22

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Formulación de preguntas de investigación (grado noveno)

Respuesta	Porcentaje (%)
Sí	22
No	78

Fuente: elaboración propia.

Discusión

Los hallazgos de este estudio confirman que el uso de TIC en la educación química,

específicamente para el análisis de gráficas, puede mejorar la comprensión de conceptos abstractos y el desarrollo de habilidades analíticas, en sintonía con lo planteado por Cullen *et al.* (2018), quienes destacan el potencial de las herramientas de visualización interactiva. En el caso de los estudiantes de décimo, el incremento del 41,18 % en la categoría Verde tras el laboratorio virtual sugiere que las simulaciones, como las ofrecidas por PhET Colorado, facilitan la conexión entre teoría y práctica, un aspecto clave en la didáctica de la química (Carriazo Baños y Saavedra Alemán, 2004).

Sin embargo, las dificultades técnicas, como la limitada disponibilidad de dispositivos, coinciden con las reportadas por Suárez *et al.* (2021), lo que restringió el uso continuo de TIC y obligó a acudir a recursos manuales como hojas milimétricas. Este hallazgo subraya la necesidad de garantizar infraestructura tecnológica para maximizar los beneficios de estas estrategias. En el caso de los estudiantes de noveno, la dificultad para formular preguntas de investigación (78 % de no cumplimiento) refleja una carencia en habilidades de indagación científica, lo que podría atribuirse a una falta de orientación específica en esta etapa del proyecto.

Comparado con estudios previos, como el de García-Molina *et al.* (2019), que reportan mejoras en la motivación estudiantil mediante herramientas digitales, este proyecto muestra un impacto positivo en el aprendizaje, aunque limitado por

factores contextuales. La combinación de TIC con enfoques prácticos resulta prometedora, pero requiere un acompañamiento docente más estructurado para superar las barreras pedagógico-comunicativas identificadas.

Conclusiones

La implementación de actividades mediadas por TIC para el análisis de gráficas en la educación química demostró ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión de conceptos y el desarrollo de habilidades analíticas en los estudiantes de grados noveno y décimo del Colegio Externado Camilo Torres IED. Los resultados obtenidos con los estudiantes de décimo hacen evidente que el uso de simulaciones virtuales, como PhET Colorado, permitió un avance significativo en la capacidad para relacionar variables químicas y construir gráficas, pasando de un predominio inicial en la categoría "amarillo" (82,35 %) a un 41,18 % en "verde" tras la intervención. Este progreso resalta el valor de las TIC como herramientas didácticas que vinculan la teoría con la práctica, en línea con lo planteado por Largo Taborda *et al.* (2022).

En el caso de los estudiantes de noveno, el miniproyecto de investigación reveló un interés distribuido en temas científicos, pero también una limitación notable en la formulación de preguntas de investigación, con un 78 % de los equipos sin cumplir este objetivo. Este hallazgo sugiere que,

aunque las TIC facilitan la representación gráfica y conceptual, se requiere un mayor énfasis en el desarrollo de competencias indagatorias mediante una guía docente más estructurada. Asimismo, las dificultades técnicas, como el acceso intermitente a dispositivos, subrayan la importancia de superar barreras infraestructurales para optimizar los beneficios de estas estrategias, un aspecto coincidente con las observaciones de Suárez *et al.* (2021).

En conclusión, el análisis de gráficas mediado por TIC constituye una herramienta valiosa para la educación química, al promover un aprendizaje significativo y habilidades transferibles a contextos científicos. No obstante, su eficacia depende de un acompañamiento pedagógico adecuado y de la disponibilidad de recursos tecnológicos, lo que plantea retos y oportunidades para futuras intervenciones en entornos educativos similares.

Referencias

- Campbell, A. M. y Heyer, L. J. (2019). *Discovering genomics, proteomics and bioinformatics* (3.ª ed.). Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Carriazo Baños, J. y Saavedra Alemán, M. (2004). La didáctica de la química: una disciplina emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 15, 1-12. <https://doi.org/10.17227/ted.num15-5563>
- Clement, J. (2017). Student preconceptions in introductory mechanics. *American*

- Journal of Physics*, 50(1), 66-71. <https://doi.org/10.1119/1.12989>
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4.ª ed.). SAGE.
- Cullen, K. R., Klippel, A. y Goh, E. (2018). Interactive visualizations and data analysis tools for chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 95(9), 1474-1482. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00227>
- García-Molina, G., Castillo-Garza, R. y Rosas-Flores, W. (2019). Exploring the use of digital tools for chemistry education in Mexico. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 253-258. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00591>
- Icfes. (2021). *Resultados nacionales pruebas Saber 11-2020*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación.
- Krajcik, J. y Delen, I. (2017). The benefits and limitations of educative curriculum materials. *Journal of Science Teacher Education*, 28(1), 1-10.
- Largo Taborda, W. A., Zuluaga-Giraldo, J. I., López Ramírez, M. X. y Grajales Ospina, Y. F. (2022). Enseñanza de la química mediada por TIC: un cambio de paradigma en una educación en emergencia. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, RIIEP, 15(2), 1-20. <https://doi.org/10.15332/25005421.6527>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2016). *Diseños curriculares para la excelencia académica*. Imprenta Nacional.
- Olympiou, G. y Zacharia, Z. C. (2018). Examining students' actions while experimenting with a blended combination of physical manipulatives and virtual manipulatives in physics. In *Research on e-Learning and ICT in Education: Technological, Pedagogical and Instructional Perspectives* (pp. 257-278). Springer International Publishing.
- Padilla, K., Ponce-de-León, A. M., Rembado, F. M. y Garritz, A. (2018). Undergraduate professors' pedagogical content knowledge: The case of "amount of substance". *International Journal of Science Education*, 30(10), 1389-1404. <https://doi.org/10.1080/09500690701459897>
- Shah, P. y Hoeffner, J. (2002). Review of graph comprehension research: Implications for instruction. *Educational Psychology Review*, 14(1), 47-69. <https://doi.org/10.1023/A:1013180410169>
- Suárez, C. A. H., Núñez, R. P. y Mariño, L. F. (2021). Educación mediada por las TIC en la educación superior en medio del periodo de aislamiento de la pandemia covid-19. *Boletín Redipe*, 10(10), 347-357. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i10.1491>
- Talanquer, V. (2019). Chemistry education: Ten facets to shape us. *Journal of Chemical Education*, 96(2),

1903-1915. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00261>

Wieman, C. E., Adams, W. K. y Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations that

enhance learning. *Science*, 322(5902), 682-683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>