

## REVISIÓN DEL USO DEL MÉTODO POGIL PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN EDUCACIÓN SUPERIOR

**Autores:** Javier Andrés Esteban-Muñoz<sup>1</sup>, Dora Luz Gómez-Aguilar<sup>2</sup>. (1) Universidad Pedagógica Nacional, [jaestebanm@upn.edu.co](mailto:jaestebanm@upn.edu.co); [jestebanm@unal.edu.co](mailto:jestebanm@unal.edu.co) (2) Universidad Pedagógica Nacional, [dgomez@pedagogica.edu.co](mailto:dgomez@pedagogica.edu.co).

**Tema.** Eje temático 1.

**Modalidad.** 1. Nivel educativo Educación Superior.

**Resumen.** El presente escrito muestra los resultados de una revisión bibliográfica sobre artículos científicos llevada a cabo en las bases de datos de SCOPUS y Web of Science en el periodo 2000-2021. El propósito fue analizar la tendencia investigativa en cuanto al uso del método POGIL en la enseñanza de la Química en Educación Superior. La búsqueda se dio en función de palabras clave o tesauros en español e inglés; sobre la selección de los manuscritos, se realizó desde la lectura del título, el resumen y las palabras claves teniendo presente que estuvieran relacionados con la implementación del POGIL en el área del conocimiento y el nivel educativo mencionado. Con respecto al análisis y discusión de resultados fue alrededor de las revistas donde se han hecho las publicaciones, los países, las instituciones y los autores; adicionalmente, el impacto y efectividad del modelo, de forma particular, en el fortalecimiento de las habilidades de proceso y el aprendizaje de los contenidos, en este caso, de la Química en el nivel educativo mencionado.

**Palabras clave.** Bases de datos, Educación superior, Enseñanza de la Química, POGIL, revisión bibliográfica.

### Introducción

El modelo, la estrategia o el método POGIL, como lo han denominado algunos autores, cuyo enfoque de aprendizaje es activo, ha sido discutido desde hace aproximadamente 20 años en publicaciones de revistas como *Journal of Chemical Education* (Rodríguez *et al.*, 2020). Su implementación se ha dado en un amplio espectro de campos del conocimiento tales como Ciencias de la salud, bio-ciencias, Ciencias farmacéuticas, Enfermería, Economía, entre otras (Pierce y Fox, 2012; Maurer, 2014; Jaffe *et al.*, 2015; Sinnavaah *et al.*, 2019). Frente a su uso, se ha buscado fortalecer y/o desarrollar las denominadas *habilidades de proceso*, entre las cuales se encuentran el pensamiento crítico, la toma de decisiones, la comunicación oral y escrita, entre otras (POGIL, 2019).

En este sentido, en la presente investigación se tuvieron presentes las siguientes preguntas orientadoras:

1. ¿Cuál es la tendencia investigativa del modelo POGIL en cuanto artículos científicos, de forma particular, su implementación en la enseñanza de la Química en Educación Superior en el periodo de 2000 - 2021?
2. ¿Cuáles son las instituciones, los países y los autores que están investigando alrededor del modelo POGIL?
3. ¿Cómo se ha analizado la efectividad de la implementación del modelo POGIL en el desarrollo y/o fortalecimiento de las habilidades de proceso y del aprendizaje de los contenidos en la enseñanza de la Química en Educación Superior?

Los objetivos de la investigación correspondieron a:

1. Analizar la tendencia investigativa del modelo POGIL en la enseñanza de la Química en Educación Superior, así como las instituciones, los países y los autores que indagan alrededor de dicho Modelo en el periodo de 2000-2021.

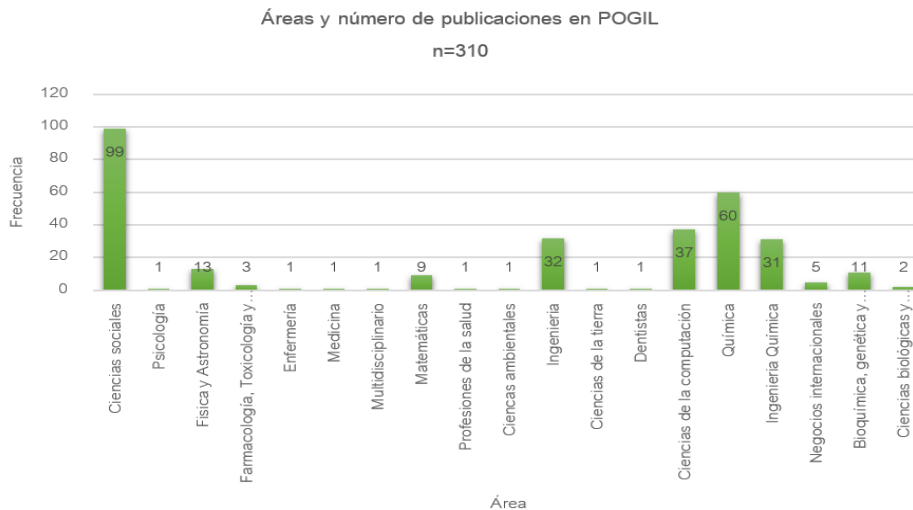
2. Describir el impacto de la implementación del modelo POGIL en el desarrollo y/o fortalecimiento de las habilidades de proceso y del aprendizaje de los contenidos en la enseñanza de la Química en Educación Superior.

### El método POGIL

POGIL es el acrónimo para *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (por sus siglas en inglés), el cual corresponde a un modelo pedagógico y didáctico basado en el constructivismo social y la indagación. Nació como un proyecto en 1994 en las aulas de los colegios donde se enseñaba Química y escuelas secundarias de los EE.UU, y que hasta la actualidad se sigue investigando y vinculando en diferentes áreas del conocimiento tales como Química, Física, Medicina, Matemáticas, Biología, entre otras (Palma, 2007; Balaguera, 2017). Dicho proyecto sigue recibiendo apoyo de la Fundación Nacional de Ciencias, el Departamento de Educación, la Fundación Científica Hach, el Fondo de Relaciones Universitarias y Educación de Google de la Fundación TIDES, Merle Robbins, Franklin & Marshall College y la Fundación Toyota USA (POGIL, 2019).

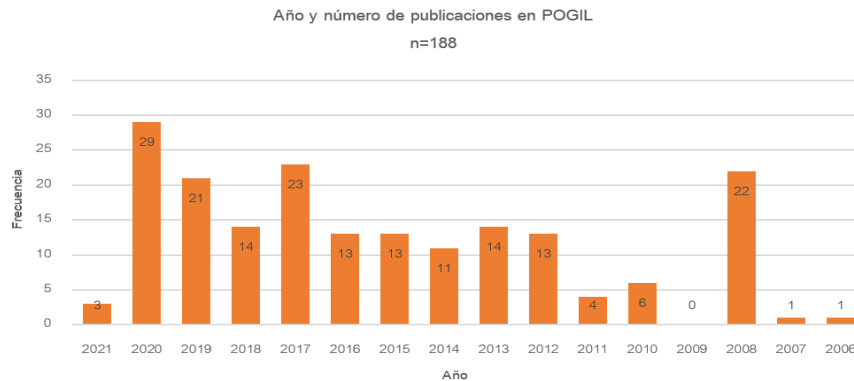
Al ingresar la palabra clave *POGIL* en las bases de datos de literatura especializada como SCOPUS y Web of Science (Wos), para la primera mostró más de 188 documentos en diversas áreas del conocimiento en el periodo de 2006 a 2021. Frente a estos, se encuentran artículos científicos, documentos de conferencias, capítulos de libros, revisiones sistemáticas en los cuales mencionan dicho modelo o exponen algunas intervenciones educativas haciendo uso del mismo. Esto se detalla en la Figura 1 y 2:

Figura 1. Áreas del conocimiento y número de documentos sobre el POGIL en SCOPUS en el periodo de 2006 hasta 2021.



Fuente: Elaborado a partir de los datos de SCOPUS.

Figura 2. Número de documentos sobre el POGIL en SCOPUS en el periodo de 2006 hasta 2021.

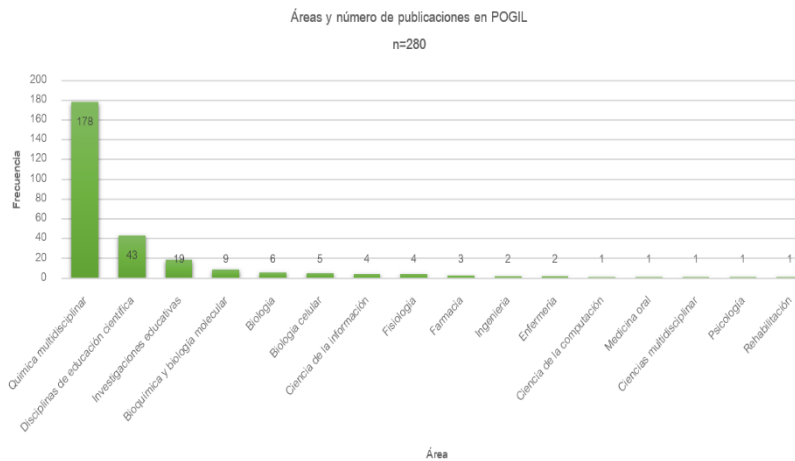


Fuente: Elaborado a partir de los datos de SCOPUS.

Como se observa en las Figuras 1 y 2, en el caso de SCOPUS, el método POGIL ha sido mencionado o empleado en áreas como las Ciencias sociales –donde se incluye la Educación en general-, Psicología, Física, Astronomía, Farmacología, Enfermería, Matemáticas, Ingeniería, Ciencias de la Computación, Bioquímica, Ciencias Biológicas y *Química*. Frente a esta última, se encuentran alrededor de 60 documentos tales como artículos, libros o conferencias donde se hace alusión al Modelo. Asimismo, es importante mencionar que las citas alrededor del POGIL en esta base de datos comenzaron desde el año 2006 hasta la actualidad, con mayor auge en el año 2020.

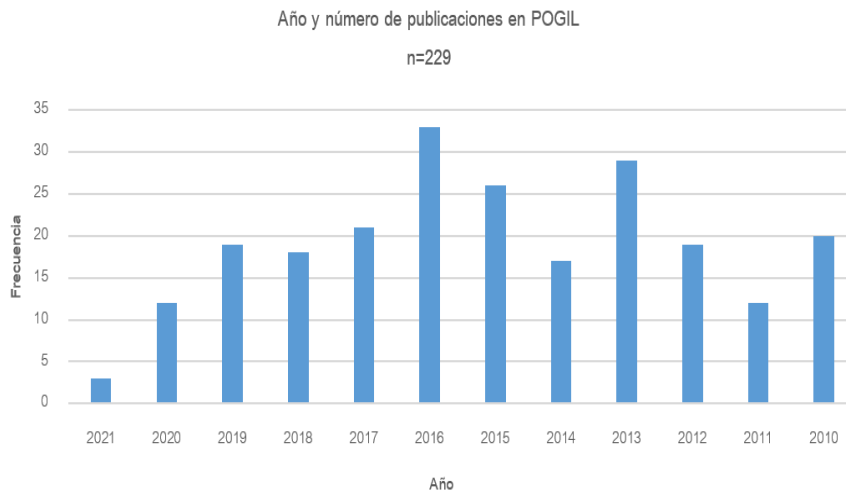
Para el caso de WoS, se reportaron más de 219 documentos en el periodo de 2010 a 2021; entre éstos se encuentran artículos, revisiones sistemáticas, actas, resúmenes de reuniones, material editorial y procedimientos en diversos campos del conocimiento. Esto se ilustra en las Figuras 3 y 4:

Figura 3. Áreas del conocimiento y número de documentos sobre el POGIL en WoS en el periodo de 2010 hasta 2021.



Fuente: Elaborado a partir de los datos de WoS.

Figura 4. Número de documentos en WoS en el periodo de 2010 hasta 2021 sobre el POGIL.



Fuente: Elaborado a partir de los datos de WoS.

Como se observa en las Figuras 3 y 4, en complemento a lo anteriormente elucidado, el modelo POGIL ha sido mencionado en los documentos y áreas anteriormente especificadas. Adicionalmente, las publicaciones del mismo en WoS comenzaron desde el año 2010 hasta la fecha teniendo su mayor auge en el 2016.

Por otro lado, de acuerdo a POGIL (2019) y Palma (2007) algunos de los aspectos claves de éste modelo corresponden a: (1) un aula POGIL consiste en estudiantes que se encuentran organizados en pequeños equipos de trabajo guiados con actividades de indagación. Estos materiales les suministran datos o información para interpretar, seguidos de preguntas guía diseñadas para orientarlos hacia la formulación de sus propias conclusiones válidas; (2) se centra en el desarrollo de habilidades de proceso; (3) en un salón de clases POGIL, el instructor observa y aborda las necesidades individuales, de equipo y de toda la clase. Este ambiente basado en la indagación energiza a los estudiantes y proporciona a los instructores una retroalimentación instantánea y constante sobre lo que sus estudiantes entienden y malinterpretan. Los educandos aprenden rápidamente que el pensamiento lógico y el trabajo en equipo se valoran más que simplemente obtener la respuesta "correcta".

#### Las habilidades de proceso del método POGIL

Para el caso de las habilidades de proceso -también denominadas habilidades transferibles-, es uno de los pilares que caracterizan al método POGIL; dado que, es uno de los componentes importantes en el proceso de aprendizaje del estudiante. Estas incluyen tanto los procesos cognitivos como los afectivos que los estudiantes utilizan para adquirir, interpretar y aplicar el conocimiento (POGIL, 2019). En su inicio, el proyecto POGIL identificó siete; algunas de éstas se ilustran en la Tabla 1:

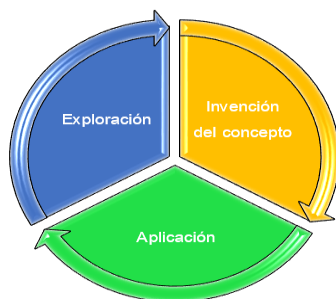
Tabla 1. Algunas habilidades de proceso del modelo POGIL y sus indicadores operacionales.

Habilidades de proceso	Definición operacional
Comunicación oral y escrita	<i>Comunicación oral:</i> Intercambiar información y comprender a través del habla, escucha y comportamientos no verbales. <i>Comunicación escrita:</i> Transmitir información y comprender a un público a través de materiales escritos.
Trabajo en equipo	Interactuar con otros y construir habilidades y fortalezas en conjunto e individual, para trabajar hacia una meta en común.
Resolución de problemas	Identificar, planear, y ejecutar una estrategia que vaya hacia una acción para encontrar una solución a una situación o pregunta.
Procesamiento de información	Evaluar, interpretar, manipular, o transformar información.
Pensamiento crítico	Analizar, evaluar, o sintetizar información relevante para formar un argumento o conclusión soportada en evidencia.

Fuente: Elaborado a partir de POGIL (2019).

Tal como se mencionó anteriormente acerca de la implementación POGIL en el aula de clases, los estudiantes trabajan en pequeños equipos de trabajo donde el rol del profesor pasa a ser un facilitador del aprendizaje en lugar de una fuente de información. Las actividades diseñadas guían a los estudiantes a través de una exploración para construir la comprensión sobre un determinado concepto y/o fenómeno; y utilizan el contenido de la disciplina que facilita el desarrollo de importantes habilidades de proceso, incluido el pensamiento de nivel superior y la capacidad de aprender y aplicar los conocimientos en nuevos contextos (POGIL, 2019). Estas siguen, por lo general, el ciclo de aprendizaje de la indagación guiada, ilustrado en la Figura 5:

Figura 5. Ciclo de aprendizaje de la Indagación Guiada.



Fuente: Elaborado a partir de POGIL (2019).



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021  
 Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.  
 Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

**Lema.**

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

El ciclo de aprendizaje de la indagación guiada se utiliza como base para escribir una actividad POGIL; a través de un enfoque de indagación guiada, cuidadosamente elaborado, la exploración de los componentes conceptuales que se vaya a enseñar se produce a través de un interrogatorio directo. La invención del concepto tiene lugar cuando los estudiantes empiezan a ver patrones y relaciones en los datos y los términos que se introducen. Finalmente, se plantean preguntas que piden a los estudiantes que aborden la aplicación de un concepto a nuevas situaciones (POGIL, 2019; Palma, 2007).

**Metodología**

La investigación llevada a cabo fue de corte *cualitativo*, cuyo alcance fue *exploratorio-descriptivo* (Hernández *et al.*, 2014). Se realizó una revisión bibliográfica en el período de 2000 a 2021 en las bases de datos de literatura especializada SCOPUS y WoS en cuanto a artículos científicos; éstos, relacionados con el uso del método POGIL en la enseñanza de la Química en Educación superior.

Se definieron una lista de tesauros o palabras clave para la búsqueda en español e inglés; ejemplo de estas son: POGIL, Educación superior, Química, Postsecondary; se utilizaron los conectores booleanos AND/OR/NOT para estructurar la ecuación de búsqueda y limitar la indagación sobre artículos científicos. Para la selección de las divulgaciones, se revisó el título, las palabras clave y el resumen y se eligieron aquellas relacionadas con el uso del modelo POGIL en la enseñanza de la Química en Educación Superior; posteriormente, se sistematizaron en cuanto a las especificaciones y el contenido de estos.

**Resultados y discusión**

En primer lugar, tal como se observó en las Figuras 1 a 5 respecto al número de documentos en el periodo de 2000 – 2021 sobre POGIL en diversas áreas del conocimiento, muestra en un pimer momento, una gran cantidad de documentos -en un intervalo de 188 a 219 aproximadamente- donde mencionan el Modelo o se exponen resultados de su implementación en el aula de clases. Sin embargo, al limitar la indagación en las bases de datos SCOPUS y WoS bajo los criterios mencionados en el apartado anterior, la búsqueda arrojó una cantidad de doce artículos los cuales se revisaron y se seleccionaron.

En la Tabla 2, se detallaron las divulgaciones encontradas y seleccionadas en el período de 2000-2021 para las dos bases de datos.

**Tabla 2.** Artículos científicos encontrados y seleccionados en el periodo 2000 a 2021 en las bases de datos de SCOPUS y WoS.

Año	Título	Palabras clave	Autores	País de la investigación	Revista	Institución
2020	Pedagogies of engagement use in postsecondary chemistry education in the United States: Results from a national survey	No se reportaron	Raker, J.R., Dood, A.J., Srinivasan, S., Murphy, K.L.	EEUU	Chemistry Education Research and Practice	University of South Florida; Metropolitan State University of Denver; University of

Año	Título	Palabras clave	Autores	País de la investigación	Revista	Institución
						Wisconsin-Milwaukee.
Año	Título	Palabras clave	Autores	País de la investigación	Revista	Institución
2020	Adapting guided inquiry learning worksheets for emergency remote learning	STEM, Distance education, Computer science, Emergency remote teaching, Guided inquiry learning, Low-bandwidth learning materials, Computer science education, Collaborative learning, Inquiry learning, Teaching practice	Howley, I.	EEUU	Information and Learning Science	Williams College
2020	Short-Term and Long-Term Effects of POGIL in a Large-Enrollment General Chemistry Course	Upper-Division Undergraduate, Chemical Education Research, Inquiry-Based/Discovery Learning	Vincent-Ruz, P., Meyer, T., Roe, S.G., Schunn, C.D.	EEUU	Journal of Chemical Education	University of Michigan; University of Pittsburgh
2020	How Do i Design a Chemical Reaction to Do Useful Work? Reinigorating General Chemistry by Connecting Chemistry and Society	First-Year Undergraduate/General, Collaborative/Cooperative Learning, Inquiry-Based/Discovery Learning, Student-Centered Learning	Van Heuvelen, K.M., Daub, G.W., Hawkins, L.N., Johnson, A.R., Van Ryswyk, H., Vosburg, D.A.	EEUU	Journal of Chemical Education	Harvey Mudd College
2019	Refining Process-oriented Guided Inquiry Learning for Chemistry Students in an Academic Development Programme	South Africa; chemistry; academic development programme; POGIL; cognitive load	Mundy, C., Potgieter, M.	África	African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education	University of Pretoria

Año	Título	Palabras clave	Autores	País de la investigación	Revista	Institución
2018	Promoting Nursing Students' Chemistry Success in a Collegiate Active Learning Environment: "if i Have Hope, i Will Try Harder"	First-Year Undergraduate/General, Curriculum, Collaborative/Cooperative Learning, Inquiry-Based/Discovery Learning, Applications of Chemistry, Nonmajor Courses, Student-Centered Learning	Smith, A.L., Paddock, J.R., Vaughan, J.M., Parkin, D.W.	EEUU	Journal of Chemical Education	Quinnipiac University; Aultman College
2016	Inquiry-Based Chemistry Education in a High-Context Culture: a Qatari Case Study	Arabic students.Chemistry education .Medical education .Process Oriented Guided Inquiry Learning, Qatar	Qureshi, S., Vishnumolakala, V.R., Southam, D.C., Treagust, D.F.	Australia	International Journal of Science and Mathematics Education	Qatar Foundation; Curtin University
2016	The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry	No se reportaron	Moon, A., Stanford, C., Cole, R., Towns, M.	EEUU	Chemistry Education Research and Practice	Purdue University; University of Iowa
2015	Guided inquiry learning in an introductory chemistry course	inquiry learning, POGIL, group work	Williamson, N.M., Huang, D.M., Bell, S.G., Metha, G.F.	Australia	International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education	University of Adelaide
2015	Integrating Information Literacy, the POGIL Method, and iPads into a Foundational Studies Program	Team-based learning; Information literacy instruction iPads; Process Oriented Guided Inquiry Learning Mobile technology; Inquiry-based learning	Moore, C., Black, J., Glackin, B., Ruppel, M., & Watson, E.	EEUU	The Journal of Academic Librarianship	Boise State University



Año	Título	Palabras clave	Autores	País de la investigación	Revista	Institución
2013	Development of POGIL-style classroom activities for an introductory chemistry course	inquiry learning, POGIL, group work	Williamson, N.M., Metha, G.F., Willison, J., Pyke, S.M.	Australia	International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education	University of Adelaide
2008	POGIL in chemistry courses at a large urban university: A case study	No se reportaron	Ruder, S.M., Hunnicutt, S.S.	Richmond	ACS Symposium Series	Virginia Commonwealth University

Como se observa en la Tabla 2, son doce los artículos científicos seleccionados de conformidad con los criterios mencionados; cuatro de éstos son del año 2020; uno del 2019, 2018, 2013 y 2008; dos del 2016 y 2015. Con relación a los países originarios de los autores de las divulgaciones, se encuentran (de menor a mayor aparición): Australia=África=Richmond y EEUU. Acerca de las revistas donde se publicaron los mismos, están Journal of Chemical Education, Chemistry Education Research and Practice, Information and Learning Science, African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, International Journal of Science and Mathematics Education, International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education, The Journal of Academic Librarianship y ACS Symposium Series. Con respecto a las instituciones de los autores de dichos productos investigativos se encuentran la Universidad del Sur de Florida, Universidad Estatal Metropolitana de Denver, Wisconsin, Williams College, U. Michigan, Harvey Mudd College, U. Petronia, Virginia University, U. Adelaide, Boise State University.

De acuerdo a esto, se puede inferir que las divulgaciones alrededor del uso del modelo POGIL en la enseñanza de la Química en Educación Superior comenzaron a reportarse paulatinamente en las bases de datos de SCOPUS y WoS desde el 2008 hasta la actualidad. Dichos productos investigativos corresponden a autores de países de América del Norte, África y Australia. Lo anterior, conlleva a deducir que en países e instituciones educativas de América del Sur, Centroamérica, Asia y Europa aún no se han reportado investigaciones con relación a la implementación del POGIL en el nivel educativo mencionado.

Vale la pena mencionar que, la baja cantidad de artículos encontrados aquí es congruente con lo expuesto por Rodríguez *et al.* (2020), donde mencionan en su artículo de revisión sobre el POGIL el bajo número de investigaciones educativas en contextos de la Química y en otras áreas del conocimiento. Adicionalmente, los vacíos investigativos relacionados con el uso de dicho Modelo, de forma particular, en el desarrollo y/o fortalecimiento de las habilidades de proceso enunciadas en la Tabla 1.

Con relación a las habilidades de proceso que se especificaron en las investigaciones expuestas en la Tabla 2, sus autores trabajaron el pensamiento crítico, la argumentación y el trabajo en equipo. Con respecto al análisis de la efectividad e impacto del POGIL en la enseñanza de la Química en Educación Superior, mostraron aspectos favorables aplicando la metodología

propuesta por el proyecto POGIL; siendo éstos contrastados con métodos de grupos control, pruebas estadísticas inferenciales, ANOVA de un factor o investigación cuasi-experimental.

Frente a lo anterior, es importante retomar a Rodríguez *et al.* (2020) que expone, tal como se enunció anteriormente, la baja cantidad de investigaciones alrededor de la articulación de las habilidades de proceso expuestas en la Tabla 1 en los procesos educativos, puesto que estas son una de las características esenciales del POGIL. Asimismo, el análisis y la discusión alrededor de los resultados al implementar el Método en función de las *teorías del aprendizaje* -más allá del uso de la estadística e instrumentos iniciales y finales- que permiten analizar, en un primer momento, la efectividad del mismo. Con respecto a este último aspecto, vale la pena mencionar que dichas Teorías se enmarcan en el constructivismo social, el modelo de procesamiento de la información de investigadores como Johnstone, la argumentación de Toulmin, entre otros.

## Conclusiones

En primer lugar, se puede inferir que la tendencia investigativa con respecto a artículos científicos divulgados en las bases de datos de SCOPUS y WoS en el periodo de 2000 – 2021 frente al uso del modelo POGIL en la enseñanza de la Química en Educación Superior fue baja. Esto es congruente con lo expuesto en las revisiones de literatura especializada llevada a cabo por algunos investigadores internacionales. Asimismo, se puede decir que dicho método aún no ha comenzado a investigarse en el ámbito educativo del territorio colombiano. Adicionalmente, es importante mencionar que el equipo de trabajo del proyecto POGIL, ha desarrollado y divulgado importantes materiales para la enseñanza de conceptos relacionados con la Química, la fisicoquímica, entre otras, que siguen siendo desconocidos hoy en día por los profesores en ejercicio.

En segundo lugar, se observó que los investigadores de los manuscritos hallados y seleccionados vincularon algunas habilidades de proceso en la enseñanza de la Química en Educación superior; entre estas se encuentran la argumentación, la resolución de problemas, el trabajo en equipo, entre otras. En suma, se observó que Journal of Chemical Education es una de las revistas donde se han publicado más artículos alrededor del POGIL, de forma particular, en el nivel educativo y el área del conocimiento mencionado. Por último, frente al análisis del impacto y la efectividad del método POGIL en el desarrollo y/o fortalecimiento de las habilidades así como del aprendizaje de los contenidos de Química, se han empleado pruebas estadísticas inferenciales, grupos control e investigaciones cuasi-experimentales para dar certeza de ello.

Finalmente, es importante mencionar que tal como lo expresaron algunos investigadores que han llevado a cabo la tarea de realizar revisiones de literatura para mantener actualizados a los investigadores o detectar vacíos investigativos, en este caso, sobre el uso del POGIL en diversos contextos académicos, aún falta por indagar acerca del análisis de la efectividad del modelo y de los materiales a la luz de las teorías del aprendizaje; adicionalmente, el fortalecimiento y/o desarrollo de las habilidades de proceso en contextos universitarios desde el uso de los materiales que ha consolidado el equipo de trabajo del proyecto POGIL en su trasegar.

## Referencias bibliográficas

- Howley, I. (2020). Adapting guided inquiry learning worksheets for emergency remote learning. *Information and Learning Science*, 121(7-8), 549-557. 10.1108/ILS-04-2020-0086
- Jaffe, L., Gibson, R., & D'Amico, M. (2015). Process-Oriented Guided-Inquiry Learning: A Natural Fit for Occupational Therapy Education. *Occupational Therapy In Health Care*, 29(2), 115–125. 10.3109/07380577.2015.1010030

- Maurer, T. (2014). Process-Oriented Guided-Inquiry Learning in Financial Literacy Education. *The Forum for Family and Consumer Issues*, 19(1), 1-17.
- Moon, A., Stanford, C., Cole, R., & Towns, M. (2016). The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 353–364. 10.1039/c5rp00207a
- Moore, C., Black, J., Glackin, B., Ruppel, M., & Watson, E. (2015). Integrating Information Literacy, the POGIL Method, and iPads into a Foundational Studies Program. *The Journal of Academic Librarianship*, 41(2), 155–169. 10.1016/j.acalib.2014.12.006
- Mundy, C., & Potgieter, M. (2019). Refining Process-oriented Guided Inquiry Learning for Chemistry Students in an Academic Development Programme. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 1–12. 10.1080/18117295.2019.1622223
- Palma, H. (2007). Diseño de actividades basadas en el método POGIL. *Facultad de Ingeniería Universidad Rafael Landívar*, (6), 1-11. [www.fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin06/URL\\_06\\_BAS04.pdf](http://www.fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin06/URL_06_BAS04.pdf)
- Pierce, R., y Fox, J. (2012). Vodcasts and Active-Learning Exercises in a “Flipped Classroom” Model of a Renal Pharmacotherapy Module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(10), 196. 10.5688/ajpe7610196
- POGIL (2019). *POGIL: Process Oriented Guided Inquiry Learning*. <https://pogil.org/>
- Qureshi, S., Vishnumolakala, V. R., Southam, D. C., & Treagust, D. F. (2016). Inquiry-Based Chemistry Education in a High-Context Culture: a Qatari Case Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(6), 1017–1038. 10.1007/s10763-016-9735-9
- Raker, J. R., Dood, A. J., Srinivasan, S., & Murphy, K. L. (2020). Pedagogies of engagement use in postsecondary chemistry education in the United States: results from a national survey. *Chemistry Education Research and Practice*. 10.1039/d0rp00125b
- Rodriguez, J.-M. G., Hunter, K. H., Scharlott, L. J., y Becker, N. M. (2020). A Review of Research on Process Oriented Guided Inquiry Learning: Implications for Research and Practice. *Journal of Chemical Education*. 10.1021/acs.jchemed.0c00355
- Ruder, S. M., & Hunnicutt, S. S. (2008). POGIL in Chemistry Courses at a Large Urban University: A Case Study. *Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)*, 133–147. doi:10.1021/bk-2008-0994.ch012
- Sinnayah, P., Rathner, J. A., Loton, D., Klein, R., y Hartley, P. (2019). A combination of active learning strategies improves student academic outcomes in first-year paramedic bioscience. *Advances in Physiology Education*, 43(2), 233–240. 10.1152/advan.00199.2018
- Smith, A. L., Paddock, J. R., Vaughan, J. M., & Parkin, D. W. (2018). Promoting nursing students' chemistry success in a collegiate active learning environment: "if i have hope, i will try harder". *Journal of Chemical Education*, 95(11), 1929–1938. 10.1021/acs.jchemed.8b00201



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021  
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.  
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

**Lema.**

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

- 
- Vincent-Ruz, P., Meyer, T., Roe, S. G., & Schunn, C. D. (2020). Short-term and long-term effects of POGIL in a large-enrollment general chemistry course. *Journal of Chemical Education*, 97(5), 1228-1238. 10.1021/acs.jchemed.9b01052
- Williamson, N. M., Huang, D. M., Bell, S. G., & Metha, G. F. (2015). Guided inquiry learning in an introductory chemistry course. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(6), 34-51.