

Las investigaciones en la Educación en Química en la actualidad

Research in Chemistry Education today

Virginia De Miguel Guzmán¹

Universidad de Holguín; virginia@uho.edu.cu

Alina Jardines Durán²

Universidad de Holguín; ajardinesd@uho.edu.cu

Milagros Pérez Ortiz³

Universidad de Holguín; milagros@uho.edu.cu

Recibido: 15/12/2021

Aceptado: 24/03/2022

Publicado: 05/06/2022

¿Cómo citar?:

De Miguel, V.; Jardines, A.; Pérez, M. (2022). Las investigaciones en la Educación en Química en la actualidad. Revista Científica Mundo Recursivo, 5(2), 42-61.

¹ Profesora de Química de la Universidad de Holguín, Cuba. Licenciada en Educación especialidad Química, 1992. Master en Didáctica Química, 2003.

² Profesora de la Universidad de Holguín, Cuba. Licenciada en Educación, Especialidad Química, 1988. Máster en Ciencias de la Educación. 2009.

³ Profesora de Gestión de la Información Científico Técnica, Universidad de Holguín, Cuba. Licenciada en Educación, Especialidad Química, 1988. Máster en Orientación Educativa, 2017.

RESUMEN:

En la presente investigación se realiza una caracterización de los espacios disponibles para publicar los resultados de las investigaciones en educación química en revistas que sean reconocidas por su calidad, y se caracteriza el comportamiento de las publicaciones sobre esta ciencia en Scopus. Se identificó un total de 10 689 publicaciones vinculadas con la Educación en Química, de las que se tomó una muestra de 2000, asumiendo un error muestral menor al 1%. A partir de la muestra tomada se identificó que las áreas de investigación más trabajadas son las relacionadas con la educación y las aplicaciones prácticas y, en menor medida, la vinculada con la física. Sin embargo, las investigaciones de química orgánica e inorgánica resultan escasas. De igual modo, resultó positivo identificar la existencia de una amplia red de colaboración en las investigaciones entre diferentes países, aunque se observó que, de los 98 países que formaban parte de la muestra, en cerca de un 25% no se encontró vínculos entre naciones para las investigaciones. De igual modo, se corroboró el hecho conocido de que las investigaciones se concentran en las naciones de mayor desarrollo económico como: Estados Unidos de América, Reino Unido y Alemania.

Palabras Claves: Química. Educación en Química.

ABSTRACT:

In the present investigation, a characterization of the spaces available to publish the results of research in chemical education in journals that are recognized for their quality is carried out, and the behavior of publications on this science in Scopus is characterized. A total of 10,689 publications related to Chemistry Education were identified, from which a sample of 2,000 was taken, assuming a sampling error of less than 1%. From the sample

taken, it was identified that the most worked research areas are those related to education and practical applications and, to a lesser extent, those related to physics. However, research in organic and inorganic chemistry is scarce. Similarly, it was positive to identify the existence of a wide network of collaboration in research between different countries, although it was observed that, of the 98 countries that were part of the sample, in about 25% no links for investigations among nations were found. Similarly, the known fact that research is concentrated in the most economically developed nations such as: the United States of America, the United Kingdom and Germany was corroborated.

Key Word: Chemistry. Chemistry Education.

INTRODUCCIÓN

La aplicación o utilización de la química no solo ha acompañado al hombre a lo largo de su evolución, sino que ha jugado un papel clave en esta, dado que el dominio del fuego se considera una pieza importante para el desarrollo de la especie humana. Sin embargo, su aparición o reconocimiento como ciencia es relativamente reciente. Según Rangel Olvera (2019) la química como ciencia nace apenas en el siglo XVIII con aportes importantes desde el punto de vista científico: en 1735 Georg Brandt descubre lo que más adelante se denominaría cobalto. En 1748 Antonio de Ulloa expone datos primarios sobre el platino. En 1751 se identifica al níquel y en 1766 Henry Cavendish aisló el hidrógeno, al que denominó «aire inflamable».

Aunque los principios básicos de la química se presentan en la obra: *The Skeptical Chymist* (1661) de Robert Boyle, es la obra *Traité Élémentaire de Chimie* (Tratado elemental de química, 1789) de Lavoisier la que se reconoce como el primer libro de la química moderna.

En la actualidad, no existe total consenso sobre las formas de crecimiento de las ciencias. Al respecto se han formulado múltiples teorías que presentan puntos de convergencias y divergencias entre ellas. De acuerdo con Popper⁴, el conocimiento científico no avanza confirmando nuevas leyes, sino descartando leyes que contradicen la experiencia. Según este autor, la labor del científico consiste principalmente en criticar. Por otra parte, Kuhn⁵ plateaba que el desarrollo de la ciencia estaba influenciado por un conocimiento anterior establecido en teorías y leyes creadas por un grupo de científicos o especialistas, es decir por una comunidad científica. Según Lakatos⁶ la ciencia en una sucesión de teorías relacionadas entre sí, de manera que unas se generan partiendo de las anteriores. En cambio, Feyerabend⁷ promueve la idea de que el avance de la ciencia se logra introduciendo hipótesis inconsistentes con teorías, o con hechos bien establecidos.

Si bien las teorías anteriores no resultan coincidentes si poseen puntos en común: el avance de la ciencia depende del dominio del conocimiento pretérito disponible y de la comunicación y exposición de las nuevas teorías o resultados alcanzados en las investigaciones. En este contexto, conocer dónde se publican y sobre qué se publican los resultados de las investigaciones de determinada ciencia, otorga dos ventajas importantes para el desarrollo de la Ciencia, por un lado, se conoce dónde buscar información actualizada y de calidad sobre determinada ciencia y a la vez, dónde publicar los resultados investigativos que se obtengan en la ciencia en la que se profundiza.

⁴ *Logik der Forschung*, 1934 (*La Lógica de la Investigación Científica*)

⁵ Thomas S. Kuhn; et al. (November 17, 1962). "Last interview with Niels Bohr by Thomas S. Kuhn, Leon Rosenfeld, Aage Petersen, and Erik Rudinger at Professor Bohr's Office, Carlsberg, Copenhagen, Denmark". Oral History Transcript – Niels Bohr. Center for History of Physics.

⁶ Lakatos, Imre. "La metodología de los Programas de investigación científica". Alianza Editorial. Madrid. 1983.

⁷ Horgan, J. (1993) Profile: Paul Karl Feyerabend – The Worst Enemy of Science, [Scientific American](#) 268(5), 36-37.

En el contexto de la Educación, la necesidad de conocer donde está disponible el conocimiento científico más avanzado y certificado con la mayor calidad adquiere un valor exponencialmente mayor al de otros contextos. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es caracterizar el espectro de revistas indexadas en Scopus (una de las dos bases de datos de publicaciones científicas con mayor nivel de calidad a nivel mundial) relacionadas con la Educación en ciencias Químicas y, por otro lado, caracterizar de forma general que se ha publicado hasta finales del año 2020 en lo relativo al área de estudio en análisis.

Para poder caracterizar que se publica sobre ciencias Químicas es necesario partir de caracterizar cómo se ha estructurado la misma a partir del propio desarrollo evolutivo de su objeto de estudio.

La Química puede dividirse en diferentes ramas de acuerdo con las sustancias estudiadas o el tipo de estudio que se lleve a cabo. Estas diferentes ramas pueden agruparse inicialmente en:

a) Química Inorgánica. Se dedica a la síntesis y el estudio de las propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas de los compuestos formados por átomos que no sean de carbono (aunque con algunas excepciones). Trata especialmente los nuevos compuestos con metales de transición, los ácidos y las bases, entre otros (Artemkina, Shcherbakov, & Artemkina, 2020; Cagle, Stanford, Nikles, & Gray, 2020; Dai, Laureanti, Kopelevich, & Diaconescu, 2020).

b) Química Orgánica. Se dedica a la síntesis y el estudio de las propiedades de los compuestos que se basan en cadenas de carbono (Li et al., 2021; Liberman-Martin & Ogbay, 2020; Lieber & Graulich, 2020).

c) Química Analítica. Se dedica al estudio y desarrollo de los métodos de detección (identificación) y cuantificación (determinación) de una sustancia en una muestra problema. Se subdivide en Química Analítica Cuantitativa y Química Analítica Cualitativa.

d) Química Física. Se dedica al estudio de los fundamentos y bases físicas de los sistemas y procesos químicos. Son de interés para el químico físico los aspectos estructurales de los sistemas químicos y los aspectos energéticos y dinámicos de los procesos químicos que sufren dichos sistemas. Entre sus áreas de estudio más importantes se incluyen la Termodinámica Química, la Cinética Química, la Electroquímica, la Mecánica Estadística, la Química Cuántica y la Espectroscopía (Aguilar-Marín, Angelats-Silva, Noriega-Díaz, Chavez-Bacilio, & Verde-Vera, 2020; Sienkiewicz, Rusinek, Siatecka, & Losada-Barreiro, 2019; Zúñiga-Meléndez et al., 2020).

e) Educación: Se dedica a brindar herramientas didácticas para favorecer el aprendizaje de la química en los diferentes niveles educativos. (Macariu, Iftene, & Gîfu, 2020; MacCione, Welch, & Heider, 2020; MacKellar, Constable, Kirchhoff, Hutchison, & Beckman, 2020)

f) Miscelánea: Se agrupan las investigaciones relacionadas con otras ciencias, así como, las aplicaciones de las diferentes sustancias químicas en la vida diaria. (Barzykina, 2020; Mahaffey, 2020; Thompson, Nelson, Gribble, Caskey, & Eitrheim, 2020).

A estas ramas puede añadirse la Química Industrial, que se encarga del estudio de los métodos de producción de reactivos químicos en cantidades elevadas, de la manera económica más beneficiosa de llevarlo a cabo y de que se produzca el menor daño posible al medio ambiente.

METODOLOGÍA

El desarrollo de la presente investigación se orientó en dos direcciones fundamentales, por un lado se caracterizaron la composición de las revistas indexadas en Scimago Journal & Country Rank y por otro lado se caracterizan las publicaciones relacionadas con la educación química indexadas en Scopus.

La caracterización de las revistas en Scimago Journal & Country Rank de las ciencias químicas se desarrolló a partir de los criterios siguientes:

- Caracterización en general: total de publicaciones, comportamiento de los índices de calidad
- Composición por temáticas
- Composición por regiones

La caracterización de las publicaciones en Scopus se realizó siguiendo los pasos siguientes:

Se realizó una búsqueda en Scopus bajo la ecuación siguiente:

TITLE-ABS-KEY (química y educación) Y (LIMIT-TO (DOC TYPE, "artículos"))

Del total de publicaciones (10 689) se extrajo una muestra de 2000 artículos, limitados por la posibilidad de exportación que ofrece la base de datos. En función de este tamaño de muestra se determinó la magnitud del error muestral el que alcanzó un valor menor del 1%. Con este objetivo se aplicó la expresión 1.

$$e = \sqrt{\frac{k^2 * p * q * (N - n)}{N - 1}} \quad (1)$$

Dónde:

N= 10 689

K= 1,96

n= 2000

p=q= 0,5

Con la muestra obtenida se procedió a la clasificación de las publicaciones por áreas de la ciencia, a partir de la consulta de 7 expertos relacionados con las ciencias químicas, las que debían ser clasificados en una u otra de las ramas de la Química. Todos los expertos son investigadores relacionados con las ciencias químicas, con más de 20 años de experiencia en la docencia universitaria y con títulos de máster en ciencias.

Se realizó un análisis de redes para evaluar los vínculos de colaboración que se desarrollan con el propósito de lograr los objetivos de la investigación. Con este propósito se conformó una matriz cuadrada conformada por los países donde se han desarrollado las investigaciones y donde se identificaron los vínculos entre países. El procesamiento de la matriz se realizó a través del Software UCINET.

Además, se realizó un análisis de correspondencia a partir de la información: países, áreas de investigación y frecuencia en que se presentan. El procesamiento de la matriz se realizó a través del Software SPSS.20.

RESULTADOS

En el Scimago Journal & Country Rank se encuentran disponibles 864 revistas para publicar. De las revistas analizadas 169 son de Acceso Abierto, 753 también están indexadas en la web de la ciencia y 15 en la base de datos de revistas científicas con prestigio regional Scielo.

El comportamiento de los principales indicadores del ranking por cuartiles se resume en la tabla 1. Como se observa, la diferencia de la calidad de las publicaciones desciende de forma notable entre los cuartiles.

Tabla 1.

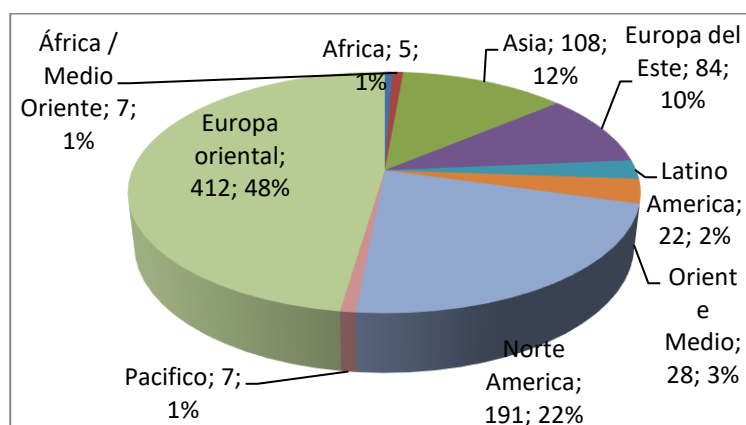
Composición de los principales indicadores por cuartil

Cuartil	SJR		Índice H		Total de documentos	Total de citas
	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo		
1	20,847	0,661	6385	8	158912	2 601 059
2	0,813	0,332	229	3	71453	460 432
3	0,555	0,173	107	3	30394	114 496
4	0,284	0,1	74	1	13 436	24 899

En la figura 1 se puede apreciar que la distribución por regiones geográficas no es uniforme. En Europa oriental y Norte américa se concentran el 70 % de las publicaciones.

Figura 1.

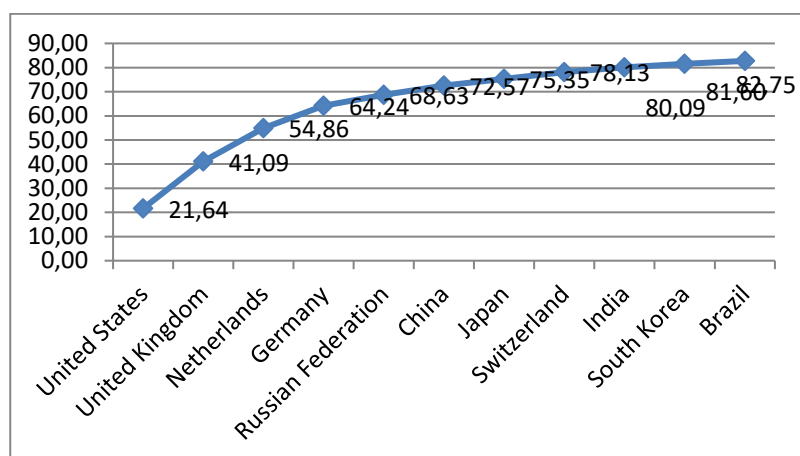
Composición de las revistas en Scimago por regiones



De los 194 países reconocidos actualmente por la Organización de Naciones Unidas, solamente 54 cuentan con al menos una Revista para la publicación en ciencias Químicas y, de ellos, en solo 11 se concentra el 82,75% de las publicaciones, como se puede apreciar en la figura 2 donde; además, se observa que más del 40% se concentra en los Estados Unidos de América y Reino Unido.

Figura 2.

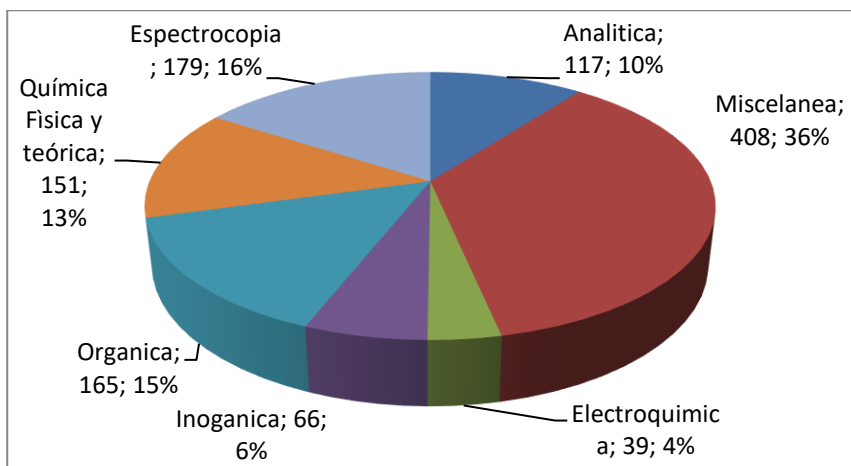
Porcentaje de revistas en los países con mayor representación



En la figura 3 se muestra la distribución de las revistas por áreas de las ciencias. Como se puede apreciar, la de miscelánea resulta la más representativa, lo que se interpreta como una expresión de que las investigaciones tributan a más de un área o que las fronteras entre estas aun resultan difusas. El resto de las áreas, con excepción de las de la Inorgánica y la Electroquímicas, presentan una distribución similar, mostrando porcentajes que oscilan entre el 16 y 10%.

Figura 3.

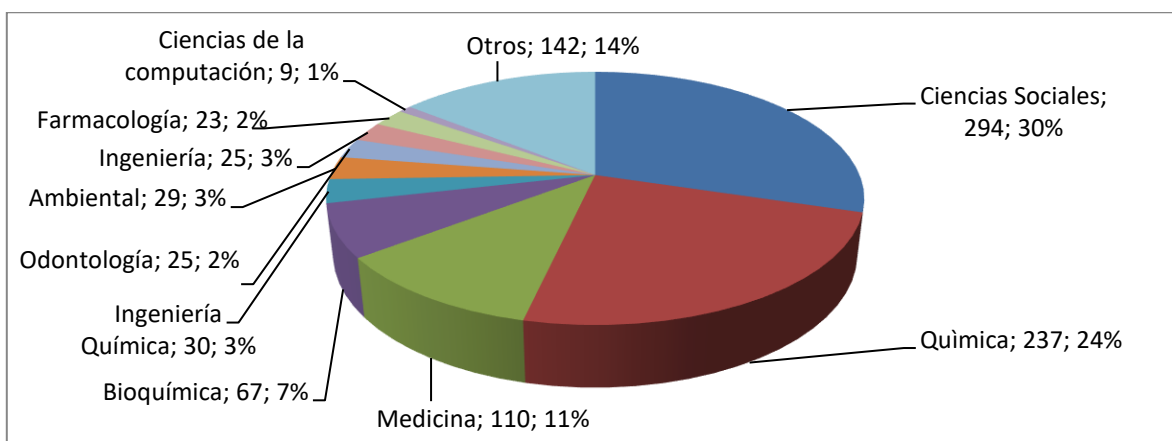
Distribución de las revistas por áreas de las ciencias.



La primera publicación sobre Educación Química en Scopus se remonta al año 1843, son los apuntes de una conferencia impartida en la Universidad de Glasgow, el 25 de abril del citado año “El método adecuado de estudiar la química como rama de la educación” (Thomson, 1843). Desde entonces hasta la fecha, la cifra de publicaciones en revista de acceso abierto asciende a 10 689. Desde el 2010 se publican más de 400 artículos por años. En la figura 4 se muestra una caracterización del vínculo de estas publicaciones con otras ciencias.

Figura 4.

Distribución de las publicaciones por áreas de las ciencias



Para una mejor caracterización de las publicaciones disponibles, se seleccionaron de forma aleatoria 2000 publicaciones. Lo que representa un error muestral menor del 1%. La caracterización de las publicaciones en sí comenzó con un análisis del comportamiento por países. En la muestra analizada se identificó la participación de 98 países y de ellos 74 mostraron que, al menos una vez, realizaron investigaciones conjuntas entre 2 o más países. En la figura 5 se muestran las relaciones que se conforman entre países para las investigaciones en Educación Química.

Como se puede apreciar, cerca del 76 % de los países establecen relaciones de colaboración para las investigaciones. En la tabla 2 se muestran los países con nivel de colaboración.

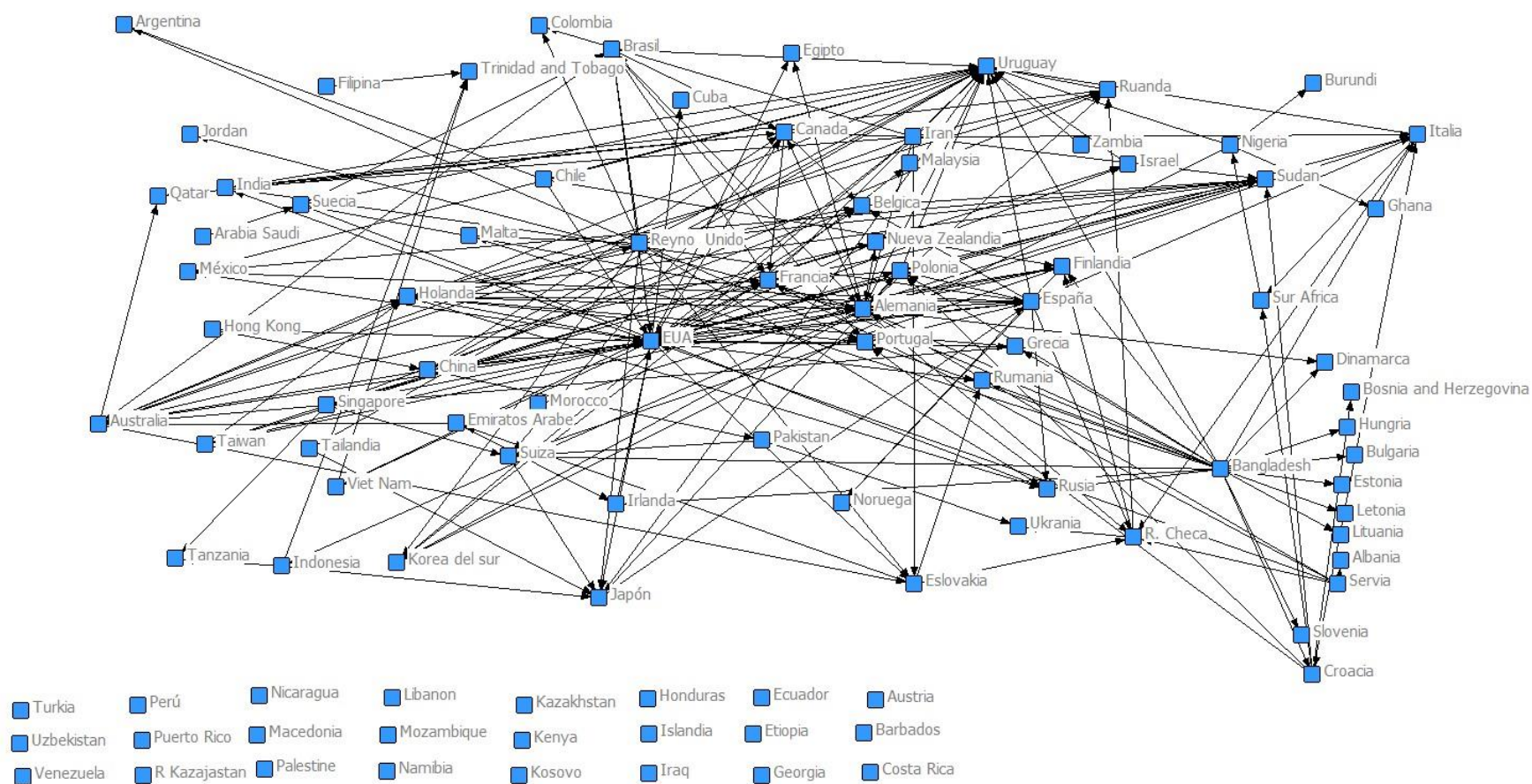
Tabla 2.

Resumen de la Colaboración en investigaciones sobre Educación Química entre países.

País	Cantidad de relaciones	País	Cantidad de relaciones	País	Cantidad de relaciones
EUA	83	Portugal	22	Emiratos Árabe	3
Reino Unido	49	Eslovaquia	23	Trinidad y Tobago	3
Alemania	40	Singapur	24	Vietnam	3
Australia	26	Ruanda	25	Argentina	2
Canadá	23	Suiza	26	Colombia	2
Bangladesh	22	Nigeria	27	Dinamarca	2
Holanda	21	Serbia	28	Egipto	2
España	18	Bélgica	29	Hong Kong	2
Brasil	15	Suecia	30	Malta	2
China	15	Taiwán	31	Noruega	2
Iran	13	Grecia	32	Qatar	2
Italia	12	Rusia	33	Tanzania	2
Sudan	12	Chile	34	Tailandia	2
Francia	11	Indonesia	35	Ukrania	2
Polonia	11	Israel	36	Albania	1
Corea del sur	10	Nueva Zelanda	37	Bosnia y Herzegovina	1
R. Checa	9	México	38	Bulgaria	1
Finlandia	9	Irlanda	39	Burundi	1
Croacia	8	Pakistán	40	Cuba	1
Japón	8	Rumania	41	Estonia	1
India	7	Sur África	42	Ghana	1

Figura 5.

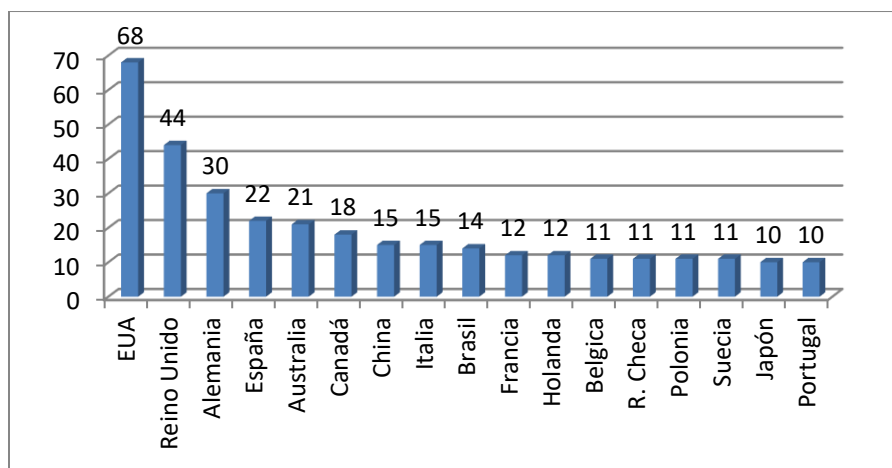
Relaciones de colaboración en investigaciones sobre Educación Química



En la figura 6 se muestra la cantidad de trabajos integrados donde participan varios países. Como se puede apreciar, el mayor nivel de integración se manifiesta en los Estados Unidos de América, Reino Unido y Alemania.

Figura 6.

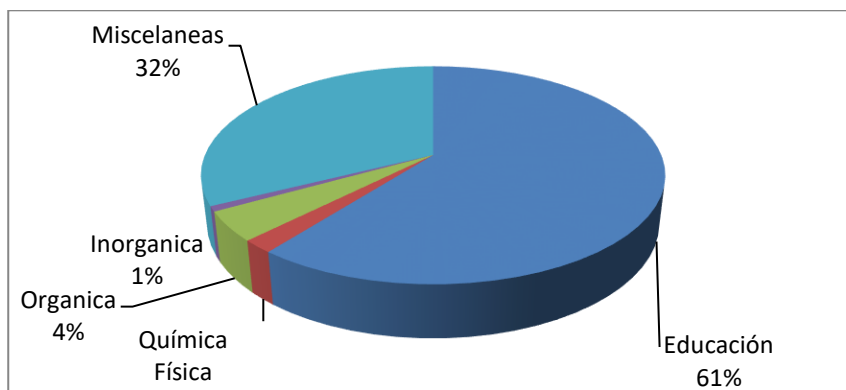
Países con más de 10 publicaciones en la muestra seleccionada



En la figura 7 se puede apreciar que las áreas de investigación donde se concentran las investigaciones son el área de educación y de misceláneas, donde las investigaciones que más destacan son de aplicaciones de la Química.

Figura 7.

Distribución de las áreas de investigación



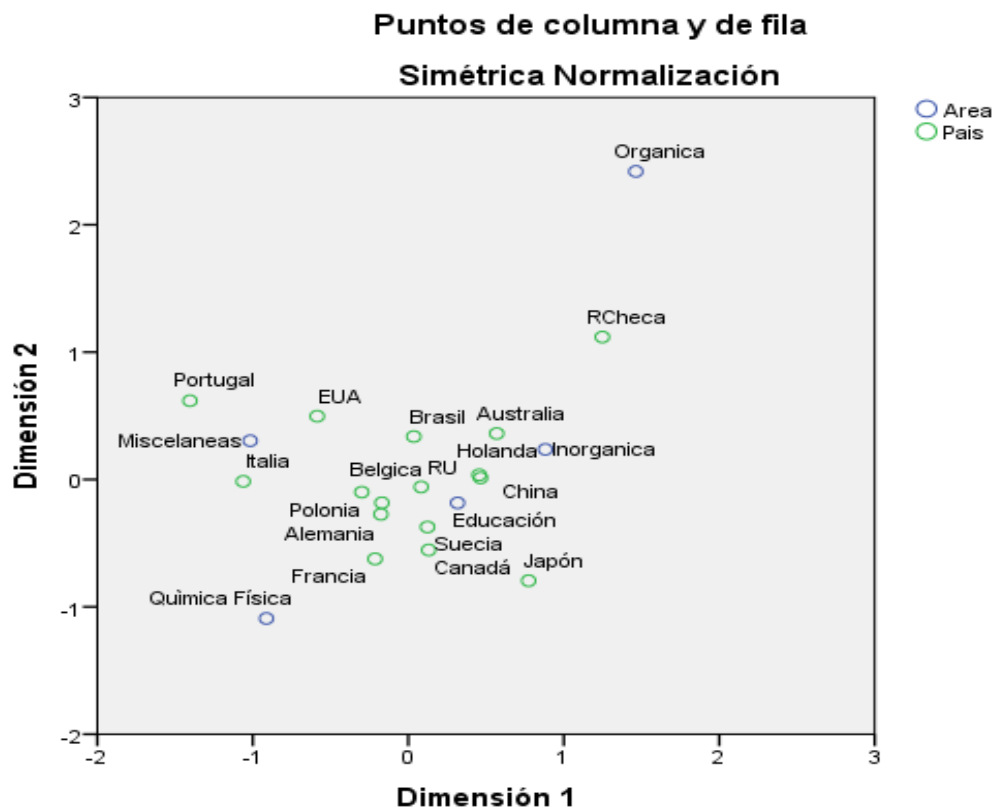
Para la categoría Educación química proponemos como subcategorías: Recursos para diferentes niveles educativos (240), Recursos para formación universitaria (257), Recursos para tiempos de COVID (79), Recursos tecnológicos (180) y Planes de estudio (25)

Para la categoría de Química miscelánea, incluimos como subcategorías: Nanotecnología (23), Relación entre Ciencias (98), Aplicaciones (111), Utilización de recursos tecnológicos (20) y Medio ambiente (47)

Para evaluar en qué áreas de la Química se investiga en estos países, se realizó un análisis de correspondencia (ver figura 8), que permite apreciar gráficamente en qué áreas se investigan con mayor o menor presencia en cada uno de ellos.

Figura 8.

Distribución de países y áreas de investigación



Como se puede apreciar, la mayoría de los países concentran sus investigaciones en dos áreas fundamentales: la Educación en Química y las aplicaciones de Químicas. Se profundiza en mucho menor medida en Química orgánica con excepción de la Republica Checa donde, un porcentaje importante de sus publicaciones, se concentran en las investigaciones de Química Orgánica.

CONCLUSIONES

Existe todo un espectro de revistas con una calidad certificada a través de la base de datos Scopus, donde se puede caracterizar el estado del arte disponible para el sustento de una investigación y donde, además, está disponible el espacio para comunicar a la comunidad internacional los resultados de las investigaciones.

Existe una amplia red entre países que facilitan la colaboración entre las naciones, lo que permite gestionar costos compartidos de la investigación y el intercambio de experiencias y conocimientos. Además, se identificó que, a pesar de existir este espacio, no todos los países lo aprovechan con el mismo potencial.

En lo referente a las áreas de investigación hacia donde se orientan los estudios, resultaron predominantes las investigaciones en el campo de la educación y, en menor medida, las aplicaciones de la Química a diversos contextos prácticos. Sin embargo, existen áreas con un alto peso en las Ciencias Químicas (química orgánica e inorgánica) que no muestran una representación significativa en el universo estudiado.

La relación entre las áreas en que se investiga y los países donde se realizan las investigaciones mostraron, de forma general, un comportamiento uniforme alrededor de las investigaciones en Educación y misceláneas.

REFERENCIAS

- Aguilar-Marín, P., Angelats-Silva, L., Noriega-Diaz, E., Chavez-Bacilio, M., & Verde-Vera, R. (2020). Understanding the phenomenon of x-ray diffraction by crystals and related concepts. [Article]. *European Journal of Physics*, 41(4). doi: 10.1088/1361-6404/ab8e53
- Artemkina, I. M., Shcherbakov, V. V., & Artemkina, Y. M. (2020). *Testing for general and inorganic chemistry in the MOODLE system*.
- Barzykina, I. (2020). Chemistry and Mathematics of the Belousov-Zhabotinsky Reaction in a School Laboratory. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1895-1902. doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00906
- Cagle, E. C., Stanford, V. L., Nikles, J. A., & Gray, G. M. (2020). Synthesis of cis-Cu(gly)₂·H₂O, trans-Cu(gly)₂, and cis-Ni(gly)₂(H₂O)₂ and their Characterization Using Thermal and Spectroscopic Techniques - A Capstone Inorganic Laboratory. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(3), 801-805. doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00631
- Dai, R., Laureanti, J. A., Kopelevich, M., & Diaconescu, P. L. (2020). Developing a Virtual Reality Approach toward a Better Understanding of Coordination Chemistry and Molecular Orbitals. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3647-3651. doi: 10.1021/acs.jchemed.0c00469
- Li, M., Li, J., Lu, Y., Han, C., Wei, X., Ma, G., & Yu, H. (2021). Developing the QSPR model for predicting the storage lipid/water distribution coefficient of organic compounds. [Article]. *Frontiers of Environmental Science and Engineering*, 15(2). doi: 10.1007/s11783-020-1316-z

- Liberman-Martin, A. L., & Ogba, O. M. (2020). Midsemester Transition to Remote Instruction in a Flipped College-Level Organic Chemistry Course. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 3188-3193. doi: 10.1021/acs.jchemed.0c00632
- Lieber, L., & Graulich, N. (2020). Thinking in Alternatives - A Task Design for Challenging Students' Problem-Solving Approaches in Organic Chemistry. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(10), 3731-3738. doi: 10.1021/acs.jchemed.0c00248
- Macariu, C., Iftene, A., & Gîfu, D. (2020). *Learn chemistry with augmented reality*.
- MacCione, J., Welch, J., & Heider, E. C. (2020). Curve Fitting, Linear Algebra, and Solver in an Analytical Chemistry Course: A Facile and Safe Activity Suitable for the Classroom Setting. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(4), 1053-1060. doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00421
- MacKellar, J. J., Constable, D. J. C., Kirchhoff, M. M., Hutchison, J. E., & Beckman, E. (2020). Toward a Green and Sustainable Chemistry Education Road Map. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(8), 2104-2113. doi: 10.1021/acs.jchemed.0c00288
- Mahaffey, A. L. (2020). Chemistry in a cup of coffee: Adapting an online lab module for teaching specific heat capacity of beverages to health sciences students during the COVID pandemic. [Article]. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 48(5), 528-531. doi: 10.1002/bmb.21439
- Rangel Olvera, L.M. (2019) La historia de la Química. <http://prepa.chapingo.mx/wp-content/uploads/2019/09/HISTORIA-DE-LA-QU%C3%8DMICA.pdf>

- Sienkiewicz, A., Rusinek, I., Siatecka, A., & Losada-Barreiro, S. (2019). Flower Color Change Demonstration as a Visualization of Potential Harmful Effects Associated with Ammonia Gas on Living Organisms. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 96(9), 1982-1987. doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00001
- Thompson, C. E., Nelson, A. W., Gribble, L. A., Caskey, S. A., & Eitrheim, E. S. (2020). Chemical Safety and Security Education in ACS-Approved Chemistry Programs. [Article]. *Journal of Chemical Education*, 97(7), 1739-1746. doi: 10.1021/acs.jchemed.9b00913
- Thomson, R. (1843). THE PROPER METHOD OF STUDYING CHEMISTRY AS A BRANCH OF EDUCATION. Forming part of a Lecture concluding the Chemical Course in the University of Glasgow, delivered April 25, 1843. [Article]. *The Lancet*, 40(1038), 584-587. doi: 10.1016/s0140-6736(02)86923-9
- Zúñiga-Meléndez, A., Durán-Apuy, A., Chavarría-Vásquez, J., Gamboa-Araya, R., Carballo-Arce, A. F., Vargas-González, X., . . . Torres-Salas, I. (2020). Diagnosis of training needs of teachers of biology, chemistry, physics, and mathematics, in disciplinary, pedagogical areas, and use of technologies to promote scientific thinking skills. [Article]. *Revista Electronica Educare*, 24(3). doi: 10.15359/ree.24-3.23