

## As publicações em *Educación Química* analisadas por meio de Redes Sociais

*The publications in Educación Química analyzed through Social Media*

Alvaro Chrispino,<sup>1</sup> Bárbara Mulè Gonçalves,<sup>2</sup> Gabriel Marques de Sá,<sup>2</sup> Thiago Brañas de Melo,<sup>2</sup> Tais Conceição dos Santos<sup>2</sup> y João Paulo Fernandes<sup>2</sup>

### Resumo

Este estudo apresenta um mapeamento quantitativo da *Revista Educación Química*, analisando autores, instituições e palavras-chave presentes na revista desde 1989, ano de sua criação, até 2023. Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram consultados 1685 artigos publicados ao longo de 34 anos de existência da revista. A partir da análise dos artigos utilizando a técnica de Análise de Redes Sociais e medidas de centralidade, foi possível traçar o perfil dos autores, com 2157 pesquisadores de 47 países diferentes e 2375 palavras-chave presentes nesses artigos. A análise revelou a contribuição significativa de Andoni Garritz, criador e diretor-fundador da revista até 2015. Também foi possível identificar a predominância de autores mexicanos, bem como o crescente aumento da participação de autores estrangeiros. As palavras-chave “Química Verde”, “Química Orgânica”, “Formação de Professores” e “Educação Secundária” se destacam pela sua relevância na publicação.

**Palavras-chave :** Educación Química, análise de redes sociais, artigos científicos, revista, mapeamento quantitativo.

### Abstract

This study presents a quantitative mapping of the *Educación Química* journal, analyzing authors, institutions, and keywords present from 1989, the year of its creation, to 2023. For the development of this research, 1685 articles published over the 34 years of the journal's existence were consulted. Through the analysis of the articles using Social Network Analysis techniques and centrality measures, the authorship profile was traced, with 2157 researchers from 47 countries and 2375 keywords included in these articles. The analysis highlighted the significant contribution of Andoni Garritz, the creator and founding director of the journal until 2015. The study also identified the predominance of authors from Mexico, as well as the increasing participation of foreign authors. The keywords “Green Chemistry,” “Organic Chemistry,” “Teacher Training,” and “Secondary Education” are highly relevant in the journal.

**Keywords :** Chemistry Education, social network analysis, scientific articles, journal, quantitative mapping.

### CÓMO CITAR:

Chrispino, A., Mulè Gonçalves, B., de Sá, G. M., de Melo, T. B., dos Santos, T. C., & Fernandes, J. P. (2025, abril-junio). As publicações em *Educación Química* analisadas por meio de redes sociais. *Educación Química*, 36(2). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2025.2.88932>

<sup>1</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Bolsista de Produtividade em Pesquisa em Educação/CNPq, Brasil.

<sup>2</sup> Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil.

## Introdução

**E**m 1989, surgiu uma nova revista científica, criada no Instituto de Química da Universidade Nacional Autónoma do México (UNAM) por Andoni Garritz. No seu primeiro editorial, ele declara os objetivos da revista e esclarece os motivos de sua criação: a lacuna de um meio de comunicação sobre a Química e o ensino de Química no México deveria ser preenchida. O veículo que se propusesse a isso deveria atingir alunos, professores, pesquisadores e membros da indústria química, além de criar um fórum para a discussão e o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem da Química. Baseado nesses parâmetros, a publicação recebeu o nome de *Educación Química* (EQ) (Garritz, 1989).

Em seus 34 anos de publicação, praticamente ininterruptos – exceto pelos dois últimos números de 1999, suspensos devido a uma greve na UNAM – a revista passou por três momentos distintos. O primeiro momento (1989-1999) foi caracterizado pela publicação trimestral em formato físico, com artigos publicados preferencialmente em espanhol, embora também fossem aceitos textos em inglês, português e francês. Mesmo com pouco tempo de atividade, em 1993, a revista foi indexada ao *Chemical Abstracts*, uma importante base de dados sobre Química e áreas correlatas (Ramos Mejía et al., 2023).

O segundo momento (2000-2014) é marcado pelo início da publicação online e gratuita. Ao longo dos anos, a revista foi indexada a outras bases de dados, como a *Scopus* em 2010, e gradualmente transicionou para a publicação totalmente digital, após sua inserção na plataforma Elsevier em 2014 (Ramos Mejía et al., 2023).

Finalmente, o terceiro momento iniciou-se em 2015, após a morte de Andoni Garritz, criador da revista, que não mediu esforços para sua consolidação e expansão ao longo dos anos. Nesse momento, José Antônio Chamizo tornou-se o novo editor-chefe da revista, e esta passou por um grande processo de reestruturação. Além de mudanças nas seções e na organização da revista, a publicação de *EQ* passou a ser realizada pelo portal de revistas da UNAM. A partir de 2018, todos os volumes lançados desde sua criação foram digitalizados e disponibilizados gratuitamente.

Em suma, pode-se afirmar que a trajetória da revista foi extremamente diversa. O que se iniciou como o sonho de Andoni em preencher uma lacuna comunicacional no campo do ensino de ciências tornou-se um importante veículo de publicação na área. Atualmente, a revista está disponível em diversas bases de dados, como Latindex, Scopus, Biblat, SciELO México, SJR, Dialnet, entre outras (UNAM, 2023), além de ser considerada a única revista ibero-americana com relevância mundial na área de educação e pesquisa química (Townsend & Kraft, 2012).

O longo tempo de atividade constante de *EQ* e o cuidado com a curadoria por seus editores resultaram em algumas consequências. Primeiramente, uma variedade surpreendente de temas e discussões sobre a Química e o processo de ensino-aprendizagem pode ser encontrada nos volumes da revista. A combinação de uma disciplina plural como a Química com os aspectos sociais do processo de ensino e pesquisa confere à revista uma essência complexa, que engloba aspectos experimentais, sociais e investigativos. Além disso, uma quantidade expressiva de números e volumes foi publicada desde o lançamento da revista, o que contribuiu para a diversidade temática no campo da Educação Química.

Considerando o alto número de artigos, autores e editoriais, é de se esperar que haja também um grande e variado número de palavras-chave que designem uma área específica do conhecimento. Frente a essa diversidade, alguns questionamentos podem ser levantados facilmente, como: Quais são os tópicos de conhecimento mais abordados ao longo da história da revista? Quem foram os autores que mais publicaram no periódico? De quantos países diferentes esses autores vêm, e a quais instituições estão afiliados? De que forma esses diferentes autores colaboram entre si nas publicações? Embora esses questionamentos sejam diretos, o processo de obtenção de uma resposta satisfatória pode ser mais complexo.

Diante do impacto e da variedade das publicações do periódico e das questões mencionadas, o presente trabalho propõe-se a utilizar o método de Análise de Redes Sociais (ARS) para responder a esses questionamentos e realizar um mapeamento baseado em dados quantitativos obtidos a partir da revista, relacionados aos autores, instituições e palavras-chave presentes desde a sua criação até o ano de 2023. A escolha dessa metodologia é justificada pelo seu potencial de fornecer

[...] uma visão dos dados capaz de trazer amplitude e o tratamento de um número elevado de dados. Assim como metodologias de análise de conteúdo e suas derivadas, ela apresenta categorizações retiradas do próprio material de análise, porém, não de forma qualitativa, mas quantitativa. Isso permite que trabalhemos tantos artigos quantos a literatura nos dispuser (Melo *et al.*, 2016, p. 594).

Além disso, a metodologia é útil não apenas pela grande quantidade de dados, mas também pela forma orgânica com a qual esses dados são produzidos a partir da interação entre os autores e pesquisadores envolvidos no processo. De acordo com Chrispino e colaboradores (2013):

A maneira viva como se processam as inter-relações nas redes sociais sugere uma abordagem complexa e inclusiva. Por tal, todas as nuances e possibilidades de comunicação devem ser consideradas, constituindo, assim, um ambiente dinâmico de múltiplas relações que só adquirem significado total quando se contempla sua completude (p. 459).

Nas seções seguintes deste trabalho, inicialmente explicaremos com mais detalhes a ARS e, em seguida, apresentaremos todos os dados obtidos por meio da aplicação dessa metodologia a todos os volumes da revista *EQ*. Finalmente, apresentaremos sugestões para preencher as lacunas evidenciadas pela análise.

## Metodologia

O trabalho em questão possui uma natureza bibliográfica, sendo também caracterizado por Gil (2002) como uma pesquisa exploratória e descritiva. Esse fato remete à busca deste estudo pela descrição dos artigos do periódico analisado, possibilitando a identificação de suas características e o estabelecimento de relações entre as variáveis pesquisadas.

O termo “rede social” foi empregado pela primeira vez pelo antropólogo britânico John Arundel Barnes, em 1954, em uma aplicação direta à área de ciências sociais. Contudo, foi somente com as técnicas sociométricas propostas por Jacob Levy Moreno que as análises de redes sociais começaram a ser sistematizadas (Domingos *et al.*, 2016; Enne, 2004). Trata-se, portanto, de uma forma de estabelecer o que Marteleto (2001) chama de “novo paradigma” na pesquisa sobre a estrutura social, o qual busca

estudar como os comportamentos ou as opiniões dos indivíduos dependem das estruturas nas quais eles se inserem, a unidade de análise não são os atributos individuais (classe, sexo, idade, gênero), mas o conjunto das relações que os indivíduos estabelecem através de suas interações uns com os outros (p. 72).

A ARS, originária da Teoria dos Grafos, é uma ferramenta derivada da matemática para modelar as redes sociais. Segundo Chrispino et al. (2013), ao ser modelada por um grafo, uma rede se define como um conjunto de vértices (atores sociais), cujas interações são representadas por arcos ou arestas (relações). Dessa forma, a ARS permite ir além de uma simples avaliação quantitativa e técnica, proporcionando também a apreciação qualitativa dos dados, oferecendo não apenas “novas informações, mas novas possibilidades de desenho de estudo, gestão e entendimento” (Melo et al., 2016, p. 595).

A principal avaliação da conexão entre os vértices da rede é conduzida por meio das chamadas medidas de centralidade. Dentre elas, destaca-se a centralidade de grau, que se refere à quantidade de ligações que um vértice realiza. Em uma rede direcionada, a centralidade de grau se subdivide em graus de entrada e graus de saída. O primeiro indica o total de arcos que incidem sobre um determinado vértice, destacando sua importância na rede, e o segundo refere-se aos arcos que se originam de um dado vértice. A centralidade de intermediação (do inglês, *betweenness*) refere-se à capacidade de um vértice atuar como “ponte” e conectar o fluxo de informações dentro da rede, ocupando uma “posição de poder” e tornando-a mais conectada. Por fim, a centralidade de proximidade (do inglês, *closeness*) mede a distância entre um elemento do grafo e os outros vértices alcançáveis a partir dele, de modo que valores menores indicam menor distância (Chrispino et al., 2013).

O presente estudo segue um percurso metodológico semelhante ao apresentado por Chrispino, Albuquerque e Silva (2015), Melo et al. (2016) e Oliveira et al. (2017). Durante a primeira etapa da pesquisa, foram extraídos os dados da revista que seriam analisados (autores, palavras-chave, ano e instituições). Esses dados foram catalogados manualmente em planilhas digitais e tratados pelos autores, visando padronização e identificação de inconsistências que poderiam impedir seu uso nos softwares de Análise de Redes Sociais.

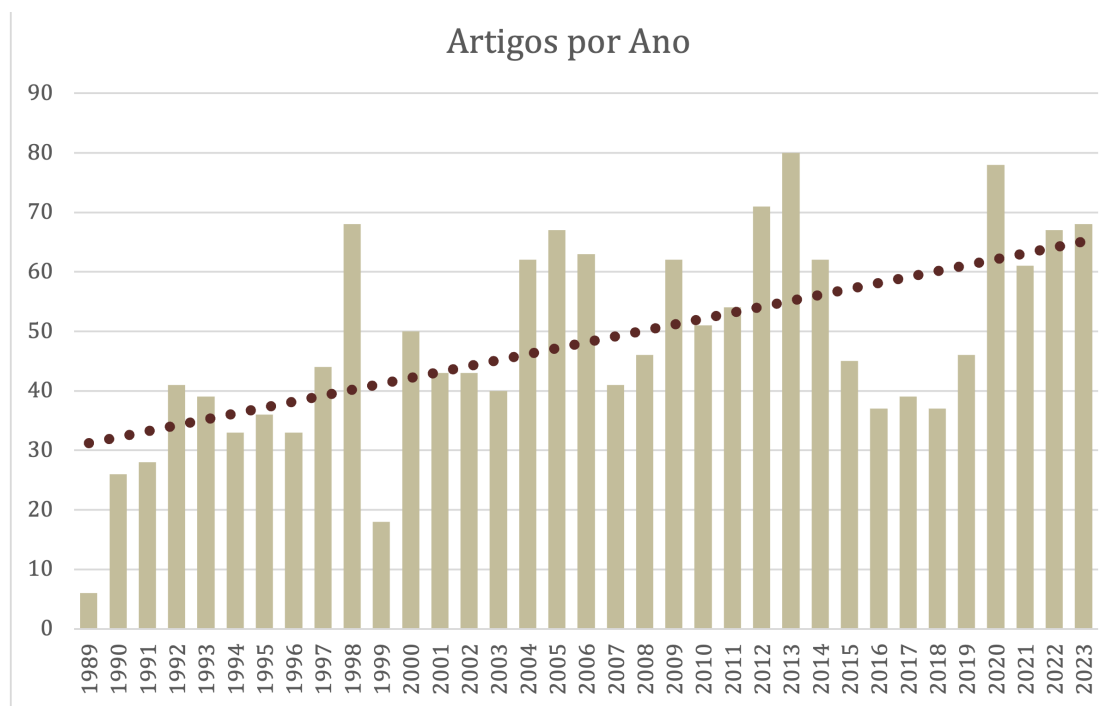
Os artigos presentes na base de dados, compreendidos entre 1989 e 2023, foram analisados com o auxílio do Gephi, um software que já possui em sua interface todas as métricas e algoritmos necessários para tratar os dados pela ARS. O software permitiu não só a criação das redes, como também a obtenção das métricas de centralidade já mencionadas para três variáveis distintas: autores, instituições e palavras-chave. Para a avaliação das relações de coautoria, colaboração entre instituições e associações entre palavras-chave, a análise no Gephi foi previamente acompanhada da utilização de uma planilha automatizada capaz de realizar combinações entre os elementos citados.

No total, foram geradas três redes sociais, as quais foram analisadas a partir de recortes dos resultados que mais se destacaram e dos maiores valores obtidos para as centralidades de grau de entrada e de intermediação. Além disso, foi realizada uma apreciação estatística preliminar dos dados, com o objetivo de avaliar a frequência de publicação do periódico mencionado.

## Resultados e discussão

### Avaliação estatística

O primeiro estudo realizado foi baseado em uma análise estatística do número de artigos publicados na revista e analisados neste trabalho, com o objetivo de traçar um panorama da variação no número de publicações ao longo dos anos (Figura 1). Foram analisados 1685 artigos, excluindo editoriais, que tinham como propósito oferecer um breve resumo do conteúdo da edição, bem como índices, guias de autores, homenagens, correspondências, entre outros textos que não estavam diretamente relacionados a investigações sobre a educação química e seus desdobramentos.



**FIGURA 1.** Frequência de publicação ao longo dos anos. Fonte: Os autores (2024).

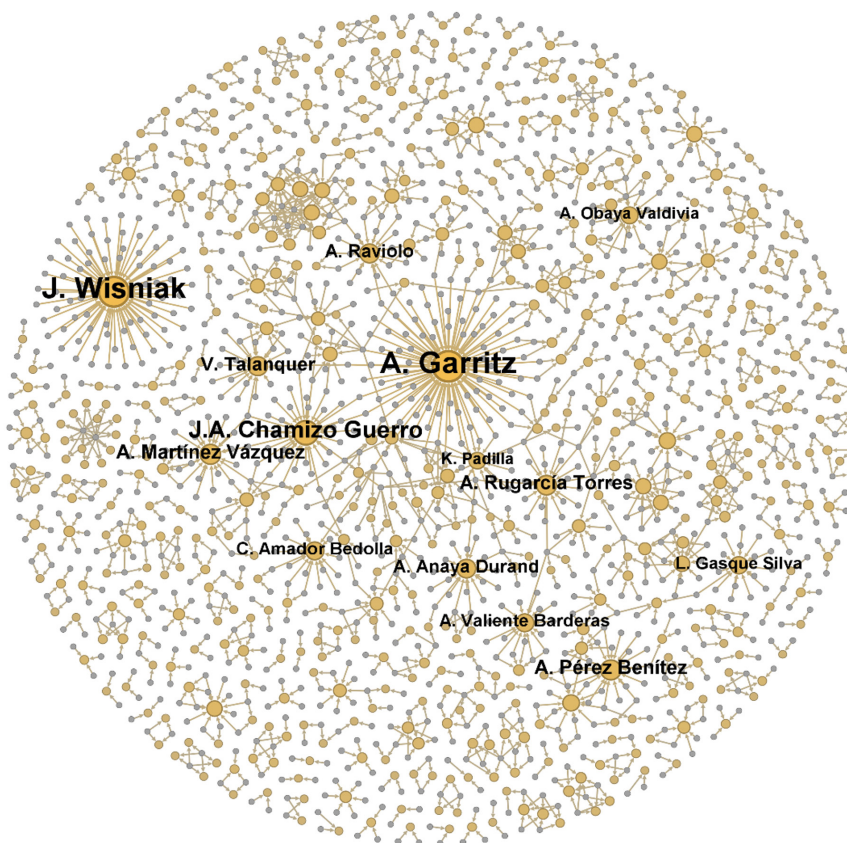
Observou-se uma variação significativa no número de publicações ao longo dos anos, a qual está diretamente relacionada às diferentes fases do periódico. É evidente a menor quantidade de publicações na primeira fase, em comparação com as demais. Exceções a essa tendência ocorreram nos anos de 1989, 1998 e 1999: o primeiro por ter sido o ano inaugural, com apenas um número; o segundo devido ao maior número de edições ( $n = 6$ ) em relação aos outros anos dessa fase ( $n = 4$ ); e o último, em função de uma greve universitária na UNAM, que impossibilitou o recebimento dos arquivos (até então físicos) dos dois últimos números (Ramos Mejía et al., 2023).

O maior número de publicações na segunda fase está relacionado a mudanças estruturais e organizacionais da revista. A introdução de novas seções temáticas e números especiais resultou em valores que se destacaram no gráfico analisado, como o ano de 2012, que contou com 2 números temáticos extras e registrou o maior número de publicações do período. O mesmo ocorreu na terceira fase, que, apesar de ainda estar em andamento, já inclui o segundo maior volume de publicações analisadas, correspondente ao ano de 2020, que contemplou um extenso número especial sobre o ensino remoto devido à pandemia.



### Perfil autoral

O segundo estudo realizado teve como objetivo traçar o perfil autoral dos artigos analisados. O universo de análise contou com 2157 autores de 47 países diferentes, o que implica uma média de 1,4 autores por artigo. A análise resultou na rede apresentada na Figura 2, que possui elevada complexidade devido ao grande número de arcos gerados pelas intensas conexões.



**FIGURA 2.** Rede social com destaque aos 16 principais autores. Fonte: Os autores (2024)..

Para melhor visualização, os dados dos 16 autores mais destacados foram apresentados na Tabela 1, que inclui o país de origem dos pesquisadores e as métricas fornecidas pelo software Gephi, especialmente a centralidade de grau. Como também pode ser observado no destaque da Figura 2, é evidente a predominância das publicações de autoria de Andoni Garritz ( $n = 95$ ), criador da revista e diretor-fundador até 2015.

Garritz nasceu no México e realizou toda sua trajetória acadêmica na Universidade Autónoma de México (UNAM). Formou-se em Engenharia Química e obteve mestrado e doutorado na área de Físico-Química. Atuou como professor na UNAM por 43 anos, sendo inclusive diretor da Faculdade de Química dessa instituição. Garritz faleceu em 2015, deixando um vasto legado, com mais de 150 artigos e capítulos de livros publicados. Suas publicações na revista são variadas, abrangendo artigos científicos sobre o ensino de ciências, textos educacionais e inúmeros editoriais (Ramos Mejía et al., 2023; UNAM, 2017).

Autor	País	Grau de entrada	
		Valor	Posição
Andoni Garritz	MX	95	1
Jaime Wisniak	IL	76	2
José Antonio Chamizo Guerrero	MX	38	3
Vicente Talanquer	US	23	4
Aarón Pérez Benítez	MX	22	5
Ana Martínez Vázquez	MX		
Armando Rugarcía Torres	MX	21	7
Alejandro Anaya Durand	MX	19	8
Andrés Raviolo	AR		
Antonio Valiente Barderas	MX	17	10
Carlos Amador Bedolla	MX		
Laura Gasque Silva	MX	16	12
Adolfo Obaya Valdivia	MX	15	13
Enrique González Vergara	MX	14	14
José Córdova Frunz	MX		
Kira Padilla	MX		

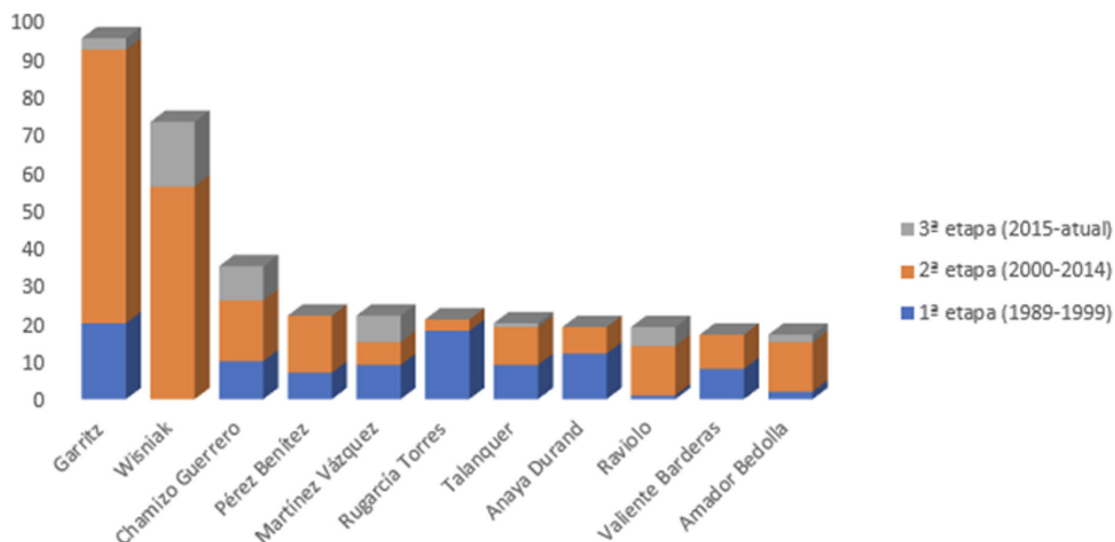
**TABELA 1.** Países de origem e valores de centralidade de grau dos 16 principais autores da rede. Fonte: Os autores (2024).

Na Tabela 1, também é possível observar a significativa contribuição de James Wisniak, o segundo autor com maior número de publicações. Professor da Ben Gurion University of Negev (BGU), Wisniak integra o departamento de Engenharia Química da universidade e realiza pesquisas sobre tópicos relacionados à Físico-Química, além de historiografia e história das ciências (BGU, 2023). A maior parte de suas publicações na revista está relacionada à história das ciências, destacando o trabalho dos cientistas e o conhecimento que construíram.

Em uma análise mais ampla dos dados contidos na Tabela 1, destaca-se a predominância de pesquisadores e professores do México (81,25%) entre os que mais publicaram no periódico desde sua criação, seguidos por autores da Argentina, Estados Unidos e Israel (6,25%). Vale destacar que, embora Jaime Wisniak e Vicente Talanquer não estejam localizados em países latino-americanos, ambos, assim como os outros autores destacados, publicaram seus trabalhos em espanhol, evidenciando o grande predomínio desse idioma. Nesse perfil autoral, também é notável a presença de apenas três autoras (Ana Martínez Vázquez, Laura Gasque Silva e Kira Padilla), o que indica uma discrepância de gênero no recorte realizado.

A partir de uma nova análise, a Figura 3 ilustra a frequência de publicação dos 11 autores mais bem classificados no ranking expresso na Tabela 1 ao longo das três fases da revista. Com exceção de Jaime Wisniak (que não publicou na primeira fase) e Armando Rugarcía Torres e Alejandro Anaya Durand (que publicaram mais na primeira fase), observa-se um aumento substancial no número de publicações dos demais autores entre 2000 e 2014. Esse aumento parece estar relacionado à introdução de novas seções temáticas e números especiais no periódico. Na terceira fase, apenas Jaime Wisniak, José Antonio Chamizo Guerrero e Ana Martínez Vázquez continuaram publicando regularmente,

especialmente a partir de 2019, o que pode indicar uma iminente mudança no perfil autoral nos próximos anos.



**FIGURA 3.** Frequência de publicação dos autores em destaque na rede de acordo com as etapas da revista. Fonte: Os autores (2024).

Buscando identificar grupos de colaboración, foi construída uma segunda rede (Figura 4), utilizando a ferramenta de agrupamento do Gephi. Este aspecto da análise encontra como dificuldade o fato de que 41,78% (ou 704 artigos de um total de 1685) são escritos por apenas um autor. Quando há coautoria, esta, em geral, ocorre com colaboradores da mesma instituição. Outros 422 textos possuem dois autores, totalizando cerca de dois terços de todas as publicações da revista com até dois autores.

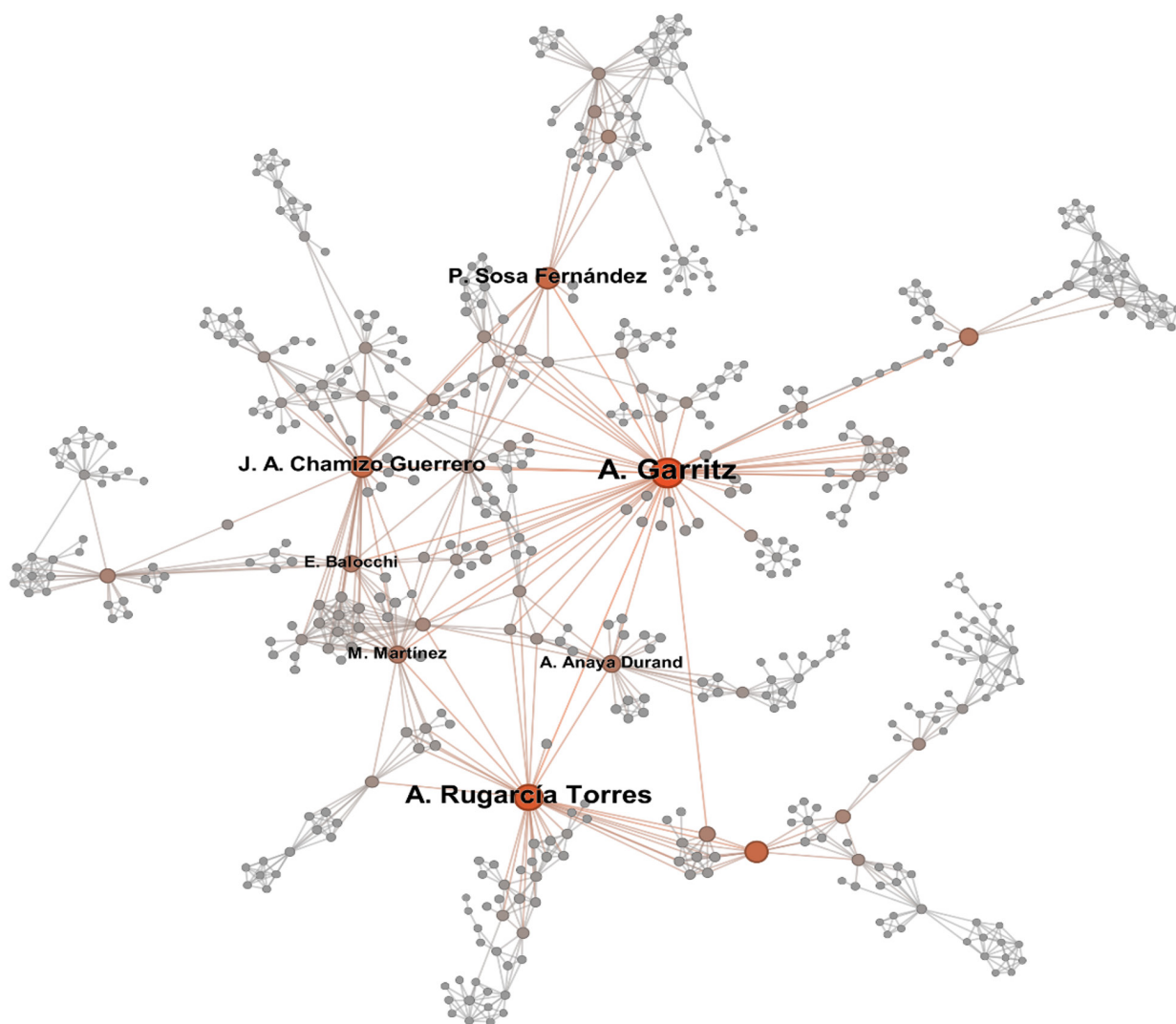
A revista *Educación Química* apresenta uma característica particular, pouco comum na academia: uma parte significativa dos autores que publicaram na revista está conectada por meio de coautorias. Um grande grupo de colaboradores, 24,7% do total, forma uma grande componente conexa por seus trabalhos em comum.

Para identificar os autores mais relevantes nas coautorias, foram listados os 15 autores com maiores centralidades de proximidade (com maiores condições de participar do fluxo de informação) e os 15 autores com maiores centralidades de intermediação (com maiores condições de conectar diferentes grupos). Os autores que aparecem em ambas as listagens estão em destaque na Figura 4 e na Tabela 2.

Grupo	Proximidade	Intermediação
Andoni Garritz	0,31647	0,58468
Armando Rugarcía Torres	0,28611	0,31962
Plinio Sosa Fernández	0,26775	0,20506
José Antonio Chamizo Guerrero	0,27850	0,19360
Emilio Balocchi	0,25896	0,11837
Alejandro Anaya Durand	0,26929	0,11771
Manuel Martínez Martínez	0,28187	0,10226

**TABELA 2.** Principais grupos de colaboração entre autores. Fonte: Os autores (2024).





**FIGURA 4.** Rede de coautoria com destaque aos autores mais relevantes em colaborações. Fonte: Os autores (2024).

Ao analisarmos os autores cujos nomes estão presentes nas listas com os 15 mais relevantes em centralidade de proximidade e de intermediação, podemos inferir que esses autores possuem maior prestígio entre o grande número de colaboradores da revista *Educación Química*. Tal inferência é possível porque esses autores demonstram sua capacidade de fazer “pontes” entre grupos ou autores diferentes (centralidade de intermediação) e também sua capacidade de ser parte do “maior fluxo de informação” (centralidade de proximidade).

### **Perfil institucional**

A fim de obter o delineamento institucional das produções do periódico, foi gerada uma rede a partir de um conjunto de 536 instituições localizadas em 47 países. Foi realizado um recorte com as 22 instituições com os maiores valores de centralidade de grau (Tabela 4), o que permitiu observar a notória predominância de publicações cujos autores estão

filiados à UNAM. Tal conjuntura remete a um contexto endógeno, em que a maioria dos artigos veiculados originou-se de pesquisas e estudos realizados por membros ligados à universidade à qual a revista está vinculada.

Como citado anteriormente, a UNAM é a universidade que deu origem à revista e é a responsável pela sua edição, de modo que sua predominância era um resultado esperado. Observa-se que o número de artigos atribuídos à UNAM supera o de todas as outras universidades da tabela combinadas. Esse predomínio institucional, contudo, reflete um grau reduzido de colaborações interinstitucionais e de internacionalização das publicações do periódico. Esse fato pode indicar um desafio futuro, que vem sendo superado com o crescente número de publicações de autores de outros países.

Instituição	País	Grau de entrada	
		Valor	Posição
Universidad Nacional Autónoma de México	MX	628	1
Ben-Gurion University of the Negev	IL	77	2
Universidad Autónoma Metropolitana	MX	64	3
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	MX	42	4
Universidad de Buenos Aires	AR	40	5
Instituto Politécnico Nacional	MX	35	6
Universidad de Valência	ES	29	7
Universidad Iberoamericana	MX	27	8
Universidad Pedagógica Nacional	CO	21	9
Universidade de São Paulo	BR	20	10
Universidad Nacional del Comahue	AR	17	11
Universidad Nacional de Quilmes	AR		
Universidad Nacional de La Plata	AR	16	13
Universidad Autónoma de Barcelona	ES	15	14
Universidad Jaume I	ES	13	15
Instituto Mexicano del Petróleo	MX		
University of Arizona	US		

**TABELA 4.** Países de origem e valores de centralidade de grau das 22 principais instituições da rede. Fonte: Os autores (2024).

Em uma análise mais ampla, é possível verificar que, embora o número de instituições mexicanas figure em maior quantidade no ranking da Tabela 4 (27,3%), também se observa a presença de universidades argentinas (22,7%) e espanholas (18,2%). O predomínio dos países citados dialoga com a já mencionada presença da língua espanhola nas publicações do periódico.

Cabe destacar, no entanto, a presença da Ben-Gurion University of the Negev como a segunda instituição com maior número de publicações. Localizada em Beersheba, Israel, foi criada para o desenvolvimento de pesquisa e exploração do deserto de Negev (BGU, 2023), e sua inclusão se deve ao crescente número de publicações do autor James Wisniak. De forma análoga, é importante ressaltar a presença da Universidade de São Paulo (USP) como a décima instituição com maior número de publicações na revista e a única brasileira

a figurar na lista. O aparecimento dessas instituições pode indicar uma nova fase de internacionalização da revista, especialmente por se tratar de universidades de países não falantes da língua espanhola. Assim, abre-se espaço para uma maior pluralidade cultural e temática nos trabalhos, além de novas abordagens nas estratégias pedagógicas voltadas à educação química.

### Perfil das palavras-chave

O último estudo conduzido foi baseado nas palavras-chave. Pesquisas sobre a estrutura de documentos científicos ressaltam a importância dos metadados que as compõem (Gonçalves, 2008), como, por exemplo, as palavras-chave, cujo uso adequado potencializa o conteúdo dos documentos e aumenta a eficiência na recuperação de informações pela comunidade científica, conforme afirmam Miguéis et al. (2013, p. 115):

O uso das palavras-chave potencializa o acesso ao conteúdo dos documentos, para além da informação que é representada pelo título e resumo; traduz o pensamento dos autores, e mantém o contacto com a realidade da prática quotidiana, acompanhando a evolução científica e tecnológica, que é refletida pelos documentos. A investigação sobre a importância e características das palavras-chave tem incidido sobre vários aspectos, como o da eficiência na recuperação da informação; (...) a extração automática a partir de diferentes metodologias e algoritmos; o uso por parte dos autores e editores; a utilização nos comportamentos de etiquetagem (metatags); e a comparação com os títulos, resumos, textos e descritores atribuídos.

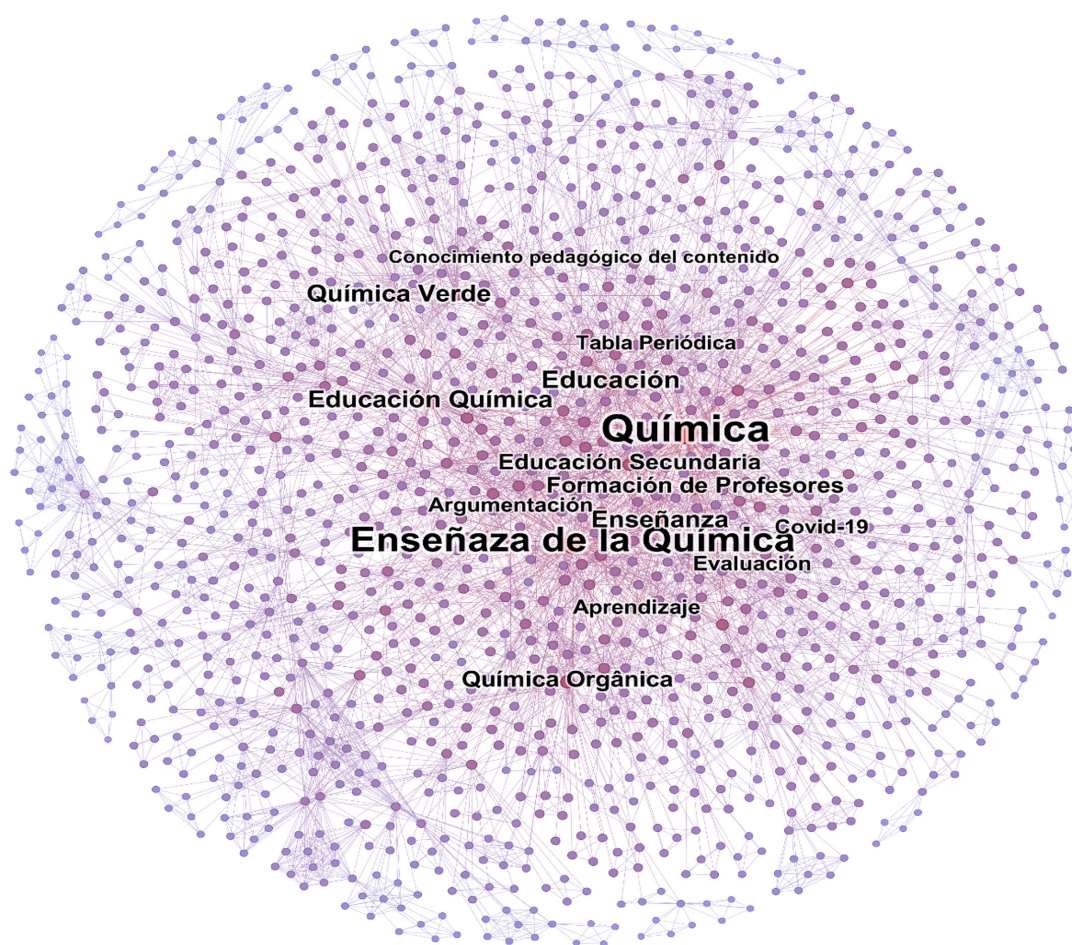
Em uma investigação anterior, observou-se que a utilização das palavras-chave no periódico foi instituída a partir do ano 2000 (volume 11, número 2), de forma sazonal, e a partir de 2007 de maneira constante. Portanto, diferentemente das análises anteriores, a avaliação das palavras-chave considerou apenas o período entre 2000 e 2023, abrangendo 1244 artigos.

Além disso, foi constatada uma grande variedade no tamanho e na quantidade de palavras-chave por artigo, o que resultou na ausência de um padrão e no aparecimento de uma quantidade expressiva de palavras utilizadas apenas uma vez, incluindo nomes de cientistas, substâncias e metodologias específicas de ensino, por exemplo. Para viabilizar a análise desses dados, foram realizadas algumas equivalências, como substituir “docente/maestro” por “profesor” e generalizações, incluindo “preparación del profesor” e “formación del profesorado” como “formación de profesores”, totalizando um universo de 2375 palavras-chave. A Tabela 5 apresenta as 15 palavras-chave mais citadas pelos autores, e a rede gerada (Figura 5) apresentou grande complexidade, como as demais, sendo formada com base no critério de como duas palavras-chave se relacionam quando estão definidas como metadado no mesmo artigo.

Palavra-chave	Frequência
Enseñanza de la química	58
Química	57
Educación química	36
Formación de profesores	31
Química verde	30

TABELA 5. Valores de centralidade de grau das 15 principais palavras-chave da rede. Fonte: Os autores (2024).

Enseñanza	24
Educación secundaria	20
Química orgánica	19
Educación	18
Aprendizaje	16
Argumentación	15
Covid-19	14
Tabla periódica	13
Evaluación	12
Conocimiento pedagógico del contenido	11



**FIGURA 5.** Rede social com destaque às 15 principais palavras-chave. Fonte: Os autores (2024).

Para identificar as palavras-chave mais relevantes, foram listados os 20 termos com as maiores centralidades de proximidade e de intermediação. Desse grupo, 13 palavras-chave atendiam a ambos os critérios e apareciam em ambas as listas (Tabela 6).



Palavra-chave	Proximidade	Intermediação
Química	0,3979532	0,2477271
Enseñanza de la química	0,3841915	0,2179803
Química verde	0,3280337	0,1006074
Educación química	0,343119	0,0903548
Educación	0,355798	0,0846939
Enseñanza	0,351591	0,075636
Química orgánica	0,3320197	0,072258
Formación de profesores	0,3444047	0,0576728
Educación secundaria	0,3479608	0,04539
Aprendizaje	0,3266559	0,0400364
Argumentación	0,3316385	0,0316015
Covid-19	0,3277679	0,0315612
Evaluación	0,335379	0,0296186

**TABELA 6.** Valores de centralidade de grau das 20 principais palavras-chave da rede. Fonte: Os autores (2024).

As palavras-chave indicadas na Tabela 6 apontam, de alguma maneira, os temas de interesse que cada uma delas representa para a comunidade de química. Uma maior frequência de uma palavra-chave sugere que o tema que ela representa possui maior relevância ou interesse da comunidade, enquanto a menor frequência aponta o sentido contrário. A palavra-chave “química”, que é a mais citada, não surpreende, pois este é o tema central da revista. As palavras-chave “Enseñanza de la química”, “Educación química”, “Educación”, “Enseñanza” e “Aprendizaje”, que também aparecem nas listas de centralidades de proximidade e de intermediação, não causam surpresa, pois estão diretamente relacionadas à atividade fim da revista *Educación Química*.

Entretanto, outras palavras-chave chamam atenção por aparecerem em ambas as listas, como “Química Verde”, “Química orgánica”, “Formación de profesores” e “Educación secundaria”. A primeira trata de um tema recente, mas já relevante para a área. A “Química Orgánica” é um grande campo da Química que engloba subtemas diversos, os quais despertam o interesse dos autores que publicam na revista. “Formación de profesores” e “Educación secundaria” são dois aspectos da educação que têm atraído a atenção dos pesquisadores e podem envolver diferentes tipos de pesquisa ou abordagens. “Aprendizaje”, “Argumentación” e “Evaluación” são temas da didática geral que parecem ser de grande interesse para os autores do periódico. Por fim, “Covid-19” surge com relevância, possivelmente devido ao número especial publicado durante a pandemia da COVID-19 e suas consequências para a educação e o ensino.

## Considerações finais

O trabalho desenvolvido teve como objetivo fornecer um panorama das publicações da revista *Educación Química* no período de 1989 a 2023, com o intuito de estabelecer uma cartografia que envolvesse o delineamento autoral, institucional e de palavras-chave. O periódico apresenta grande visibilidade internacional, e sua produção acadêmica reflete os principais temas investigados na área de ensino de Química em todos os níveis de ensino. *Educación Química* é, portanto, um periódico plural no que diz respeito aos temas



de interesse. Essa diversidade se confirma ao observarmos a lista de palavras-chave, que chama a atenção pela grande heterogeneidade dos termos e pela presença predominante de expressões voltadas ao processo de ensino-aprendizagem da Química.

A análise permitiu identificar a predominância de autores localizados no México, assim como o crescimento na participação de autores estrangeiros. No que se refere ao perfil institucional, também foi observada a notória presença de universidades mexicanas durante o período analisado, com destaque para a UNAM. Isso evidencia que a proximidade da revista com a comunidade da UNAM pode favorecer a escolha do local de publicação, ressaltando a importância do movimento de internacionalização autoral e institucional das publicações, refletido pela diversidade de pesquisadores e instituições da área da educação química.

Embora a análise seja restrita devido ao grande volume de dados, o presente ensaio possibilitou uma investigação ampla acerca da natureza das publicações encontradas na revista *Educación Química*, sob a ótica da modelagem e análise por redes sociais. Dessa forma, foi possível oferecer uma visão cartográfica da revista, proporcionando uma análise de tendências e permitindo futuras decisões editoriais que possam contribuir de maneira mais eficaz para a missão do periódico.

## Referências

- Ben-Gurion University of the Negev. (2023, 5 de junio). *About BGU*. <https://in.bgu.ac.il/en/Pages/about.aspx>
- Ben-Gurion University of the Negev. (2023, 4 de junio). *Jaime Wisniak*. <https://cris.bgu.ac.il/en/persons/jaime-wisniak>
- Chrispino, A., Lima, L. S. de, Albuquerque, M. B. de, Freitas, A. C. C. de, & Silva, M. A. F. B. da. (2013). A área CTS no Brasil vista como rede social: Onde aprendemos? *Ciência & Educação*, 19(2), 455–479. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/S5xmFrNPVDp8JmytwccCKcC/?format=pdf&lang=pt>
- Chrispino, A., Albuquerque, M. B., & Silva, P. B. C. da. (2015). Os vinte anos da Revista Ensaio analisados por meio de Redes Sociais. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 23(86), 13–35. <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/hZSZPGGrJV3JmWdHF7WNxjgD/?format=pdf&lang=pt>
- Domingos, M. F., Melo, T. B. de, Albuquerque, M. B., Silva, M. A. F. B., & Chrispino, A. (2016). Educadores CTS nas publicações de Ensino no Brasil: Uma análise por Redes Sociais. *Indagatio Didactica*, 8(1), 1552–1564. <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.10947>
- Enne, A. L. S. (2004). Conceito de rede e as sociedades contemporâneas. *Comunicação e Informação*, 7(2), 264–273. <https://doi.org/10.5216/c&i.v7i2.24452>
- Garritz, A. (1989). Editorial. *Educación Química*, 1(1), 7–8. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.1989.1>
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4ª ed.). Atlas.
- Gonçalves, A. L. (2008). Uso de resumos e palavras-chave em Ciências Sociais: Uma avaliação. *Encontros Bibli: Revista eletrônica De Biblioteconomia E Ciência Da informação*, 13(26), 78–93. <https://doi.org/10.5007/1518-2924.2008v13n26p78>

- Marteleteo, R. M. (2001). Análise de redes sociais: Aplicação nos estudos de transferência da informação. *Ciência da Informação*, 30(1), 71–81. <https://www.scielo.br/j/ci/a/6Y7Dyj4cVd5jdRkXJVxhxqN/?format=pdf&lang=pt>
- Melo, T. B. de, Pontes, F. C. da C. de, Albuquerque, M. B. de, Silva, M. A. F. B. da, & Chispino, A. (2016). Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: Uma análise de rede sobre a produção acadêmica brasileira em Ensino. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 16(3), 587–606. <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4382>
- Miguéis, A., Neves, B., Silva, A. L., Trindade, Á., & Bernardes, J. A. (2013). A importância das palavras-chave dos artigos científicos da área das Ciências Farmacêuticas, depositados no Estudo Geral: Estudo comparativo com os termos atribuídos na MEDLINE. *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, 4(2), 112–125. <https://doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v4i2p112-125>
- Ramos Mejía, A., Chamizo Guerrero, J. A., García Franco, A., Chispino, Á., Porro, S., Sosa, A. M., & Catalá Rodes, R. M. (2023). ¿Y este, dónde lo ponemos? Una nueva clasificación de publicaciones en la revista *Educación Química*, 34(2), 1–16. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2023.2.85494>
- Oliveira, C. C. G. F. de, Freitas, T. dos S., Santos, J. J. A. dos, Toledo, C. E. R., Bock, B. S., & Chispino, A. (2017). Mapeamento da Revista Enseñanza de las Ciencias: Uma análise de redes geradas a partir da catalogação das publicações no período de 2004 a 2015. *Enseñanza de las ciencias, nº extra*, 287–294. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334356>
- Towns, M., & Kraft, A. (2012). The 2010 rankings of chemical education and science education journals by faculty engaged in chemical education research. *Journal of Chemical Education*, 89, 16–20. <https://doi.org/10.1021/ed100929g>
- Facultad de Química - Universidad Nacional Autónoma de México. (2023, 4 de junio). ANDONI GARRITZ RUIZ. <https://quimica.unam.mx/andoni-garritz-ruiz/>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (2023, 20 de septiembre). *Sobre a Revista*. <https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/about>
- Universidad de Salamanca. (2023, 5 de junio). *Relación Histórica*. <https://unam.usal.es/500-anos/> Acesso em: 5 de junio de 2023