

**IDENTIFICACIÓN DE LAS FUNCIONES DE COMUNICACIÓN Y
LOS ESTILOS ARGUMENTATIVOS EN LA LITERATURA
CIENTÍFICA DE LA MINERALOGÍA MEXICANA (1792-2019):
APROXIMACIÓN GEOHISTORIOMÉTRICA**

Andrea Valencia-Martínez
Eduardo Robles-Belmont
Miguel Ángel Pérez-Angón

Introducción

La minería es una de las prácticas más antiguas en la historia de la humanidad, desde hace varios siglos nuestros antepasados utilizaban minerales para la fabricación de herramientas para su supervivencia (Valle-González, s. f.). A partir de esta actividad surge la mineralogía; según Griem (2015), es la ciencia que estudia las propiedades físicas y químicas de las especies inorgánicas llamadas minerales, que juntas en forma de masas rocosas o de forma aislada constituyen tanto el material de la corteza terrestre como el de otros cuerpos en el universo. Es decir, que la mineralogía es una disciplina científica que se desprende de la práctica minera (Campos-Arzapalo, 2013).

De acuerdo con Piñuel-Raigada (2009), para considerar un área del conocimiento como ciencia es necesario que exista comunicación científica escrita. Alonso-Arévalo (2004) define la comunicación científica como la forma en que los investigadores utilizan y difunden información a través de canales formales e informales. Aunado al concepto anterior, Vera-López y Villegas-Martínez (1997) definen la comunicación social como la forma de descubrir nuevos medios o soportes materiales para el intercambio de mensajes y avances científicos que se están desarrollando. Sus orígenes se encuentran vinculados al desarrollo y evolución del hombre, capaz de crear y producir diferentes recursos que permitieron la comunicación por generaciones de experiencias, cultura e información de valor para el desarrollo de las relaciones sociales de la comunidad (Jorge-Fernández, 2007). La comunicación científica y la comunicación social permiten la divulgación de conocimiento y se encuentran ligadas a la capacidad para dar respuesta a la curiosidad por entender la complejidad del mundo en el que vivimos (Semir y Revuelta, 2010).

Uno de los acontecimientos históricos que benefició el proceso de comunicación fue la invención de la imprenta (Velduque-Ballarín, 2011). Con la imprenta, la difusión de conocimiento se aceleró,

abarcando un amplio número de lectores, no solo en las propias comunidades, sino en grandes territorios (Vélez-Medina, 2014); también surgió la prensa y el protoperiodismo y empezaron a circular documentos de carácter informativo con extensión corta, como avisos de carácter general dirigidos a una audiencia heterogénea (Vásquez-Montalván, 1980). Con la llegada de la prensa, también surgieron documentos en el campo de la ciencia que contenían en su estructura objetos de estudio, instrumentos de investigación y procedimientos propios de un reporte científico, además de las primeras formas de referenciación; sin embargo, en dichos documentos no se establecía una estructura de información definida como la que se conoce actualmente (Valencia-Martínez, 2018).

En el campo de la mineralogía, los primeros conocimientos escritos a nivel internacional se registran en el Occidente con el filósofo griego Theophrastus entre los años trescientos a. C., quien escribió los trabajos titulados *Pery Lyton* y *Tratado de Metales*. Cuatrocientos años después, Plino registró de manera escrita el pensamiento mineralógico de su época. Los especialistas alemanes realizaron investigaciones encaminadas al estudio de minerales y, con la ayuda de la imprenta, en el siglo XVI se impulsó la difusión de estas obras en gran parte del territorio europeo (Izquierdo, 1958). Después de este tiempo, se publicaron muchos manuales, catálogos y otras obras mineralógicas; sin embargo, el nacimiento de la mineralogía como ciencia es reconocido en Europa a partir de los conocimientos generados por Gregorius Agrícola con su obra *De Re Metallica*, donde se describen las prácticas mineras y metalúrgicas (Cailleux, 1964). También destaca la participación de Abraham Gottlob Werner, quien denominó a los objetos de estudio de la mineralogía como “cuerpos fósiles”, este concepto incluía minerales, rocas, menas, metales y fósiles. Se dice que fue el primero en tratar la mineralogía con una base científica, y a partir de esto escribió su obra *Reconocimiento de los fósiles por sus caracteres exteriores* (Kraus, Hunt y Ramsdell, 1965). Werner introdujo los términos de orictognosia y geognosia y los diferenció de la mineralogía (Ostrooumov, 2007). El químico suizo Berzelius estudió la química de los minerales y desarrolló los principios de su actual clasificación.

En América Latina, los inicios de la literatura científica en esta área se encuentran relacionados con los nombres de Bartolomé de Medina con el *Beneficio de Patio* (Muro, 1964; Lang, 1999) y Alonso

Barba con el *Arte de los Metales* (Meneses-Llaguno, 1989). En los siglos XVI y XVII estos documentos se basaban en la explicación del método de amalgamación, también conocido como método de patio, que consistía en la separación de metales y era utilizado para la producción industrial de oro y plata (Lang, 1999). En el caso de México, las primeras formas de comunicación científica escrita se expresaron en forma de discursos, manuales descriptivos y artículos que contenían información sobre especies minerales y formas de tratamiento y se encontraban publicados en diversas fuentes de información, principalmente revistas (Valencia-Martínez, 2018); sin embargo, no se dieron propiamente en fuentes especializadas en mineralogía, sino en fuentes con información de diversos temas. A estas fuentes se las conocía como “fuentes misceláneas” (Mendoza-Castillo, 2004). Un ejemplo de este tipo de fuentes de información es la *Gazeta de México*. Contenía información acerca de noticias y sucesos de Nueva España, artículos sobre ciencias, medicina, historia natural, economía, comercio, religión, literatura, precios de productos, nombramientos, provisión de plazas y puestos oficiales, reales órdenes y oficios, bibliografía, avisos y encargos (Suárez-Rivera, 2015). Con el paso de los años, la especialización de diversas áreas del conocimiento, entre ellas la mineralogía, provocó el surgimiento de fuentes de información especializadas, cada vez más enfocadas en los conocimientos particulares de cada área (Mendoza-Castillo, 2004).

En la Colonia, la minería fue el principal sustento de la Corona española; sin embargo, la explotación abundante de minas provocó el agotamiento de vetas, debido a las limitaciones de los conocimientos técnicos de la época. A finales del siglo XVIII, para resolver la grave crisis en que se encontraba el principal ramo de riqueza española, como resultado de intensas negociaciones entre el monarca español y el gremio de mineros, ambos interesados en los adelantos técnico científicos de la actividad minera (Uribe Salas, 2006), y por influencia alemana a través de especialistas egresados de la Escuela de Minas de Freiberg (Hausberger, 2009), se crearon las primeras escuelas de minas en Nueva España (México), como la Academia de Minas de Potosí (1779), el Colegio de la Purísima Concepción de Guanajuato (1785) y el Real Seminario de Minería (1792) (Escamilla-González y Morelos-Rodríguez, 2018; Gavira-Márquez, 2019; Uribe-Salas, 2006). Con la creación de esas escuelas, los conocimientos adquiridos por la comunidad minera intelectual hicieron posible una mejor práctica dentro

de las minas y un mejor aprovechamiento de los recursos. Derivado de esos conocimientos, surgieron las primeras publicaciones científicas, utilizadas principalmente para apoyar los planes y programas de estudio de las escuelas de minería y para describir las nuevas especies minerales (Collazo-Reyes et al., 2017),

Durante el siglo XIX, el impacto de la guerra de independencia contrarrestó la producción de metales; sin embargo, en 1820 se plasmó un crecimiento sostenido con alzas importantes que se mantuvo hasta finales del siglo, época durante la cual la minería mexicana se había dedicado esencialmente a la explotación de los metales preciosos, a los que se agregaron el cobre, el plomo y otros minerales industriales que habían tenido hasta entonces una menor importancia (Herrera y Parra, 2018). Este comportamiento de la producción minera originó un aumento en el número de publicaciones, las cuales se basaban principalmente en los conocimientos generados a partir de los mecanismos para incentivar la industria y la explotación minera (Uribe-Salas y Flores-Clair, 2015).

En el siglo XX, la política de puertas abiertas al capital extranjero atrajo al país a un sin número de capitales de origen estadounidense, inglés, francés y especialmente canadiense (Sariego-Rodríguez, 2009), ocasionando el establecimiento de empresas trasnacionales en el sector minero mexicano (Ramírez-Sánchez, 1998). Este fenómeno y algunos problemas reportados en la prensa nacional derivados de este sector como contaminación, salud y delincuencia (Navarrete-Zendejas, 1958; González, 2013; Cárdenas, 2013), provocaron la circulación de publicaciones científicas que abordaban estos fenómenos (CAMIMEX, 2006).

Actualmente, el estudio de la minería ha abarcado una amplia brecha de temas relacionados con aspectos económicos, científico-tecnológicos y sobre todo socio-ambientales (Viana-Ríos, 2018), que tienen que ver con: el tratamiento de espacios mineros con investigación en tecnosuelos, tratamiento de aguas y recuperación integral de espacios; tecnología minera mejorada para el diseño de programas especializados en minería que permitan un análisis más avanzado; innovación constante para la optimización de recursos y trabajo de máquinas autónomo; prácticas mineras modernas que permitan reducir los tiempos de trabajo, incrementar la producción y acelerar el ciclo económico; y mayores estándares de protección, seguridad y salud en el trabajo para el personal minero (CAMIMEX, 2019). Basado

en lo anterior, es posible decir que las publicaciones más recientes contienen una gama mucho más amplia de temas sobre las distintas orientaciones que la mineralogía aborda.

Es importante mencionar que, la mineralogía como área del conocimiento científico basada en la actividad minera, ha sido objeto de diversos estudios históricos (Escamilla-González y Morelos-Rodríguez, 2020; Flores-Vargas et al., 2018; Vega-y-Ortega-Báez y Serrano-Juárez, 2017; Corona-Chávez et al., 2017; Ramos-Arroyo, Prol-Ledesma y Siebe-Grabach, 2004; Valencia-Martínez et al. 2022), estos estudios forman parte de la historia de la ciencia en México y consideran aspectos relacionados con: las primeras cátedras de minería en México; estudios sobre algunos minerales; el impacto ambiental en determinadas regiones mineras; los orígenes de los métodos de extracción; y el surgimiento del discurso en esta área del conocimiento. A pesar de las diversas aproximaciones que se han hecho en los estudios históricos de la mineralogía, no existe un estudio que muestre la evolución del discurso en un periodo significativamente amplio y que dé cuenta de los cambios presentados en las funciones de comunicación y los estilos argumentativos de la literatura científica de la mineralogía mexicana.

La intención de mostrar la diversificación de los patrones de comunicación científica y la evolución del discurso de la mineralogía en un periodo de más de 250 años, está asociada con la postura de Fernand Braudel (1979), quien resaltó la importancia de la historia de larga duración y menciona que los hechos históricos operan en tres dinámicas o velocidades distintas: 1. los acontecimientos locales que son hechos de la vida diaria, una dinámica de la historia permanente, casi inmóvil, hecha de retornos insistentes, casi permanentes, de ciclos repetidos sin fin; 2. los acontecimientos locales o externos coyunturales que ocurren en temporalidades medianas en forma de ciclos sociales, económicos y políticos; y 3. los eventos geográficos de influencia global, que son de larga duración; siendo esta última dinámica la que, acompañada del llamado “tiempo geográfico”, acude en auxilio de la historia y ayuda a explicarla. También consideramos la postura de Latour (2005) con el denominado Actor-Red, donde se considera la participación de los diversos actores que ayudan a entender el desarrollo de un fenómeno. Esta teoría plantea que, para que un actor desempeñe una labor (actúe), otros actores deben intervenir en esa labor, es decir, que la acción se comparte con una multitud de personas, cosas, lugares y discursos que juegan el papel de actores (Larrión, 2017).

Bajo los enfoques antes mencionados, este trabajo pretende mostrar, a través de un análisis discursivo, que la comunicación científica escrita sobre la mineralogía mexicana, así como los actores que se encuentran involucrados en ella, dan cuenta de los cambios que se produjeron en esta área del conocimiento. Para Wodak y Meyer (2003), el análisis del discurso es una evaluación interna del desarrollo lógico de las ideas, planeamientos y propuestas de un autor; este análisis implica la realización de inferencias, razonamientos, comparaciones, argumentaciones, críticas y explicaciones sobre el contenido de un documento. Es un instrumento de análisis que despliega la naturaleza discursiva del cambio social y cultural, histórico y contemporáneo (Fonseca-López, 2013).

De acuerdo con lo anterior, se considera que es posible estudiar el cuerpo de conocimientos de la mineralogía mexicana a través de una metodología geohistoriométrica que permite identificar un fenómeno en movimiento, sus relaciones espaciales y temporales, con la finalidad de que el análisis no sea estático (Flores-Vargas et al., 2018), utilizando cuatro elementos principales: indicadores bibliográficos, históricos, geográficos y sociales.

Se realizó un análisis de la literatura científica publicada en el área de mineralogía en México durante el periodo 1792–2019, con el fin de mostrar la evolución del discurso y la diversificación de los patrones de comunicación científica, que determinan los cambios presentados en las funciones de comunicación y los estilos argumentativos de las publicaciones científicas.

Metodología

La metodología empleada en este trabajo es cuantitativa, desarrollada a partir de métodos bibliométricos. Se encuentra dividida en tres secciones:

1. Fuentes de información

Se utilizó como fuente de información la literatura científica publicada en las bases de datos del Atlas Histórico de la Ciencia Mexicana (AHCM-<http://bibliometria.bfm.cinvestav.mx>), de la Web of Science (WoS-<http://apps.webofknowledge.com/>) y de Scopus (<https://www-scopus.com>), relacionada con el tema de mineralogía en México.

La búsqueda de registros bibliográficos en las tres fuentes de información utilizadas se realizó de la siguiente manera: en el caso del

AHCM, considerando que cuenta con 4 tipos de búsqueda (documento, autor, revista e institución), se realizó la búsqueda por documento y se complementó con el campo de área temática para precisar las publicaciones de mineralogía. En Web of Science se realizó una búsqueda avanzada con el algoritmo: “TS=(mineralogy OR mining NOT data mining) AND CU=(Mexico)”. Finalmente, en Scopus también se realizó una búsqueda avanzada utilizando el algoritmo: “TITLE-ABS-KEY(mineralogy OR mining NOT data mining) AND AFFILCOUNTRY(Mexico)”

2. Materiales y métodos

Las principales herramientas utilizadas para la metodología de esta investigación son:

- Hoja de cálculo. Es un programa o aplicación informática que permite la manipulación de datos alfanuméricos, dispuestos en forma de tablas para realizar cálculos, fórmulas, funciones y elaborar gráficas (Castillo-Navarro, González-Bello y López-Ceballo, 2012). Esta herramienta permitió realizar la base de datos general de las publicaciones obtenidas de las fuentes de información, así como manipular y graficar la información de esta.
- Qgis. Quantum GIS es un *software* de código libre que se utiliza para construir un sistema de información geográfico, consta de un conjunto de aplicaciones con las cuales se pueden crear mapas, modelos, aplicaciones y consultar datos geoespaciales. Los datos geoespaciales se refieren a la información geográfica de una entidad (Universidad Veracruzana, 2013). Con la ayuda de Qgis fue posible georreferenciar los datos obtenidos de las publicaciones y graficarlos en forma de mapa.
- VOSviewer. Es una herramienta de *software* a partir de la cual es posible construir redes bibliométricas; además, permite realizar minería de texto con de los datos extraídos de la literatura científica (Jan-VanEck y Waltman, 2018). A partir de VOSviewer fue posible graficar las redes bibliométricas y generar un análisis de clusterización basado en minería de datos.
- MapEquation. Es una aplicación web que presenta una derivación intuitiva de la ecuación de un mapa basado en el flujo de este (Rosvall, Axelsson y Bergstrom, 2009). Con esta herramienta se graficó la evolución del discurso en las publicaciones de minería, basado en las palabras clave de cada documento.

3. Tratamiento de los resultados

De la consulta de estas bases de datos se obtuvo un total de 3166 registros en el periodo 1792-2019, el cual se dividió en cuatro etapas: la primera de 1792, que corresponde a la creación de la primera institución formal de minería en México y hasta 1809, antes del inicio de la guerra de independencia llamada “la mineralogía basada en una organización colonial”; la segunda etapa se considera desde los inicios de la guerra de independencia en 1810 y hasta antes de la revolución mexicana, se denominó “aportaciones de la mineralogía en la conformación del país como nación independiente”; la tercera etapa abarca desde la revolución mexicana en 1910 hasta la época ubicada en la literatura como la decadencia de la minería en 1980, nombrada “el rol de la mineralogía en el nacionalismo posrevolucionario”; y finalmente la última etapa que va desde los inicios de la época neoliberal en México, de 1981 y hasta la época actual (2019), la cual llamamos “la mineralogía en el contexto actual”. La distribución de los registros en los cuatro periodos es la siguiente: 28, 1818, 704 y 616, respectivamente.

La base de datos resultante permite tener la información para un periodo bastante amplio que abarca más de dos siglos de comunicaciones científicas y técnicas en la mineralogía. Esta información es interesante en el sentido de que su análisis permite recorrer históricamente la evolución de las publicaciones científicas y tecnológicas desde la emergencia de esta disciplina hasta nuestros días. Sin embargo, la naturaleza multifuente de la base de datos resultante presenta el límite de que no toda la información de cada fuente es compatible con las demás fuentes en su totalidad. A pesar de esta limitante, existen campos comunes en las fuentes de información que permiten homologar los datos y así poder analizarlos. Para este estudio se creó una matriz de análisis con los siguientes campos: clave, autor, título, fuente, año, tipo de documento, idioma, institución, país, disciplina y ejes temáticos.

Resultados

Para analizar la diversificación de las funciones de comunicación y los estilos argumentativos de la mineralogía mexicana se utilizaron los indicadores de país, tipo de documento, disciplina y ejes temáticos.

Indicadores geoespaciales

Este primer indicador analiza las colaboraciones a nivel de país en cada periodo de estudio, con el fin de identificar la influencia

geográfica de los cambios presentados en las funciones de comunicación y los estilos argumentativos de las publicaciones (Figura 1).

Durante el primer periodo, las colaboraciones se centraron en tres países europeos. Por una parte, con España, debido a la organización Colonial bajo la cual se encontraba México (Nueva España) en esa época, donde España centró sus esfuerzos para la extracción de recursos en territorio novohispano para su beneficio, de los cuales surgieron diversas publicaciones (Commons, 1989). Para el caso de Alemania, los principales especialistas enviados por la corona española para aportar conocimientos a la mineralogía mexicana que permitió aprovechar de mejor manera los recursos provenían de la Academia Alemana de Minas de Freiberg (Lang, 2004). Mientras que Francia, con la expansión de la industria y la necesidad de cubrir sus requerimientos como nación, buscó en México una oportunidad para aprovechar los recursos del territorio nacional a través de las colaboraciones (Cruz-Barney, 2012).

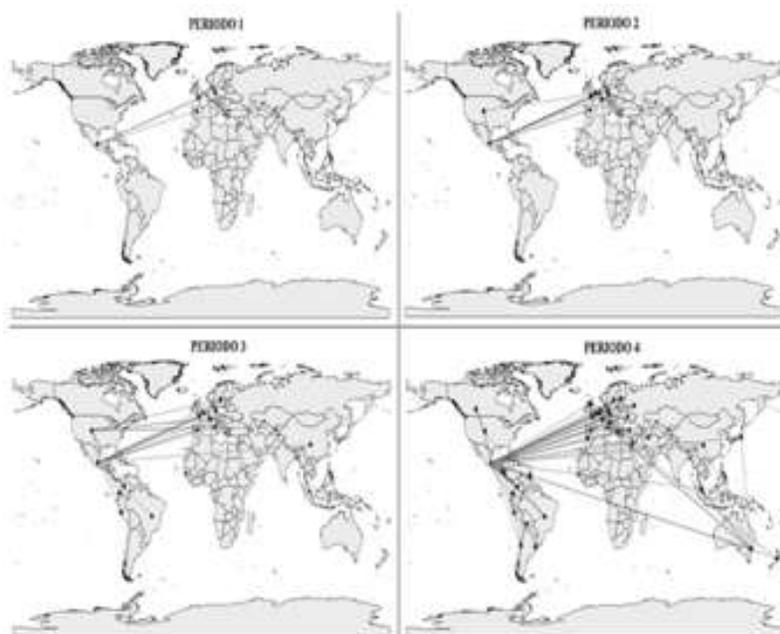
En el segundo periodo aumentó el número de colaboraciones con otros países europeos y con Estados Unidos. Después del movimiento de Independencia, con el hallazgo de nuevas regiones ricas en minerales, Estados Unidos buscó controlar su relación con México en los acuerdos comerciales y las prácticas diplomáticas (Llaguno-Cárdenas, 2019). En el caso de Inglaterra y Suiza, con la inyección de capital por parte de las dos naciones, el proceso de producción minera atrajo mejoras significativas a este sector, las cuales se extendieron hasta la época del Porfiriato (Herrera y Parra, 2018). Estos fenómenos despertaron mayor interés por la minería nacional, especialmente en los ámbitos científico y económico (Sariego-Rodríguez, 2009).

En el tercer periodo, la búsqueda de expansión del comercio y la industria en México provocó un aumento en el número de colaboraciones principalmente con países de América Latina (Herrera y Parra, 2018). Además, el flujo migratorio entre México y Japón presentado años anteriores a la revolución (Palacios, 2012) provocó un aumento considerable en las relaciones científico-académicas entre ambos países.

Finalmente, durante el último periodo, debido a la presencia de tres fenómenos, las colaboraciones se extendieron a cuarenta y dos países de los cinco continentes: 1. la internacionalización de la ciencia (Vessuri, 2014), provocó el alza de la cooperación internacional en las últimas tres décadas y esta a su vez, ha sido traducida en un

alto número de publicaciones científicas en diferentes rubros como la mineralogía; 2. el aumento en el número de instituciones públicas y privadas a nivel mundial propició un progreso en cuanto a la inversión inteligente basada en educación para el desarrollo de capital humano, capaz de producir recursos a través de la ciencia y la tecnología que mejoren las condiciones de las distintas naciones (IESALC, 2020); y 3. el desarrollo de las TIC como herramienta fundamental en el fortalecimiento de los diferentes procesos que se realizan en la ciencia y la tecnología para tener un mayor acceso a la información (Arbeláez-Gómez, 2014).

Figura 1



Tipo de documento

Existen indicios de algunos documentos con características de científicidad desde antes del siglo XV en territorio europeo, generados a partir de los conocimientos prácticos desarrollados durante la época (Salomón, Sagasti y Sachs, 1996); sin embargo, no fue hasta finales del siglo XVI y principios del XVII, durante la revolución científica,

donde surgieron las primeras publicaciones con características de un reporte científico (Mayer, 1998), en áreas del conocimiento relevantes como la mineralogía (dada la importancia de esta para el desarrollo de la actividad minera y el valor económico que representó en Europa); esto ha sido traducido como parte de la institucionalización de la mineralogía como ciencia. Durante la misma época, ya se tenían registros de documentos en territorio nacional sobre ese tema; sin embargo, no es hasta finales del siglo XVIII, a partir de la creación del Real Seminario de Minería (Uribe-Salas, 2006), donde se empiezan a observar las primeras pistas que indican que la mineralogía comienza a institucionalizarse como área del conocimiento científico en México, primero de forma local como un grupo de individuos y posteriormente, durante el siglo XIX, (finalizada la guerra de independencia), de manera global, es decir, que los conocimientos producidos en México sobre el área de mineralogía comenzaron a expandirse en gran parte del mundo en la década de 1820 (Armendáriz-Sánchez y Barrientos-Bernabé, 2021). De acuerdo con lo anterior, es posible decir que el proceso de institucionalización de la mineralogía nacional, tomó más de un siglo en comparación con el que se desarrolló en Europa (Escamilla y Morelos-Rodríguez, 2017), el cual se realizó con auxilio de la comunicación científica.

En este sentido, es importante analizar el indicador de tipo de documento. De acuerdo con Uribe-Salas (2006), este indicador, como parte importante de la comunicación científica ha sido fundamental para el desarrollo de la mineralogía. Desde sus inicios como ciencia, los autores han publicado la información más destacada sobre esta área del conocimiento en diversos tipos de documentos como artículos, ensayos, descripciones y comunicados. Dentro del periodo estudiado, se registran 20 tipos de documentos desde la creación de la primera escuela formal de minas en México (1792), hasta el periodo actual. En la Tabla 1, se muestran los diferentes tipos de documentos, la cantidad de veces que se encuentran dentro del total de publicaciones (frecuencia), el año de aparición y los periodos en los que se registran. En la última columna se encuentra la aplicación para cada tipo de documento, a partir de la cual es posible identificar los cambios que han surgido en las formas de comunicación de la literatura científica; es decir que, la aplicación expresa los principales objetivos que tiene cada tipo de documento y la forma en la que ha evolucionado el intercambio de conocimientos

a partir de las distintas modalidades en que se va presentando la información científica que da cuenta de los cambios presentados en la mineralogía de México.

1. Comunicación personal. Los tipos de documentos con esta aplicación son principalmente cartas, estas eran utilizadas para informar sobre los primeros hallazgos de elementos. Durante los siglos XVIII y XIX, el intercambio de conocimientos e ideas entre la comunidad científica se daba a través de este tipo de documentos, debido a que la vía oral planteaba problemas de tipo geográfico, ya que requería la coincidencia espacial entre los interlocutores; además planteaba otras ventajas como la rapidez del comunicado y la no formalidad que implicaba ser más libre y espontáneo al momento de expresar las ideas (Sánchez-Ron, 2021).

2. Caracterización. Entre los documentos que tienen como fin la caracterización de objetos de estudio y formas de tratamiento se encuentran los manuales y las descripciones. Con el hallazgo de nuevos materiales extraídos de la corteza terrestre, surgieron documentos que permitieron enlistarlos, estudiarlos, describirlos, explicar los conceptos básicos de su tratamiento, entre otros elementos (Collazo-Reyes et. al., 2017).

3. Educación. Estos documentos eran utilizados para apoyar a los planes y programas de estudio de las escuelas mineras del país; entre ellos destacan los apuntes, discursos, libros, ensayos y reportes, la mayoría de estos derivados de las cátedras impartidas en las escuelas más importantes del país y que servían para auxiliar a otras escuelas o a otras generaciones de estudiantes (Uribe-Salas, 2006).

4. Investigación. Estos contienen informes con características de un reporte experimental. Se encuentran reportes, observaciones, artículos, estudios y capítulos de libro, su principal función es contribuir a la construcción del conocimiento colectivo y generar aportaciones que den paso a nuevos avances científicos (Cáceres-Castellanos, 2014).

5. Comunicación masiva. Esta es la manera de informar sobre los acontecimientos derivados de la actividad minera. Las principales formas de comunicación masiva de la minería son notas, noticias e informes, publicadas principalmente en la

prensa, tienen información de carácter científico, pero al mismo tiempo de interés público, sobre diversos temas sociales, políticos y económicos (Jean-Pierre, 2017).

6. Debate. Utilizado para dialogar sobre los diferentes puntos de vista de los expertos. Las discusiones son los tipos de documento con esta aplicación, su función es exponer y expresar una opinión acerca de un tema específico y argumentar una postura respecto a la de otras personas (Lizcano-Álvarez, 1999).

7. Legislaciones. Las leyes encontradas en forma de actas son derivadas de una investigación; es decir que se realizan estudios especializados que permiten entender las condiciones de una situación determinada para generar un documento legal que apoye a mejorar esa situación (Reyes-Rodríguez, 2000).

8. Eventos. Permiten compartir y dar a conocer el estado actual de la investigación sobre el tema. Son documentos procedentes de reuniones que buscan conformar una estrategia para dar visibilidad a la información y sustentar su carácter como herramientas para la distribución del conocimiento (Angulo-Marcial, 2009).

Por otra parte, es importante mencionar el caso del tipo de documento “artículo”. Los trabajos encontrados bajo este concepto cuentan con dos tipos de formatos: el primero, localizado en el periodo de 1811 a 1942, cuenta con nombres de objetos de estudio, instrumentos científicos y procedimientos de investigación, por eso a este formato se le considera como artículo, sin embargo, no cuenta con una forma definida de organización de la información (Valencia-Martínez, 2018); el segundo aparece en 1943 y es el que se utiliza actualmente, cuenta con una organización basada en el formato IMRyD (introducción, métodos, resultados y discusión), sin embargo, no fue hasta 1972 cuando el Instituto Americano de Estándares Nacionales (American National Standards Institute [ANSI]), estableció como norma para la presentación de artículos científicos este formato, que en la actualidad es altamente utilizado en todas las áreas del conocimiento (Campos, 2007). Esto quiere decir que los artículos “formales” de la mineralogía mexicana surgieron treinta años antes de que se estableciera la estructura IMRyD.

Tabla 1. Evolución de los tipos de documento de la mineralogía en México

No.	Tipo de documento	F. A.	Año	Periodo	Aplicación
1	Carta	4	1792	1	Comunicación personal
2	Manual	2	1795	1	Caracterización
3	Descripción	3	1800	1	Caracterización
4	Apunte	1	1800	1	Educación
5	Discurso	4	1802	1; 2	Educación
6	Libro	42	1817	2	Educación
7	Ensayo	23	1818	2	Educación
8	Reporte	8	1823	2	Investigación
9	Observación	7	1836	2	Investigación
10	Nota	38	1849	2; 3	Comunicación masiva
11	Noticia	76	1876	2; 3	Comunicación masiva
12	Informe	39	1964	3	Comunicación masiva
13	Artículo	2419	1811/1942	2; 3; 4	Investigación
14	Estudio	19	1974	3; 4	Investigación
15	Capítulo de libro	89	1989	3; 4	Investigación
16	Discusión	7	1993	4	Debate
17	Acta	179	1994	4	Legislación
18	Memoria	58	2001	4	Eventos
19	Resumen de reunión	135	2002	4	Eventos
20	Conferencia	13	2004	4	Eventos

Disciplina

Otro dato que interesa analizar es la disciplina en que se clasifican los trabajos sobre mineralogía en México, para determinar los cambios en el enfoque epistemológico presentado en la historia de la comunicación científica en esta área del conocimiento; es decir, las diferentes formas en las que se desarrolló el conocimiento científico de la mineralogía mexicana durante el periodo estudiado. A partir de este indicador es posible dar cuenta de los contenidos abordados en las publicaciones de mineralogía; además, según Saldivia-Maldonado (2009), clasificar la investigación por disciplinas científicas permite

destacar y entender su origen, sus características, las aportaciones y el impacto de estas en la investigación.

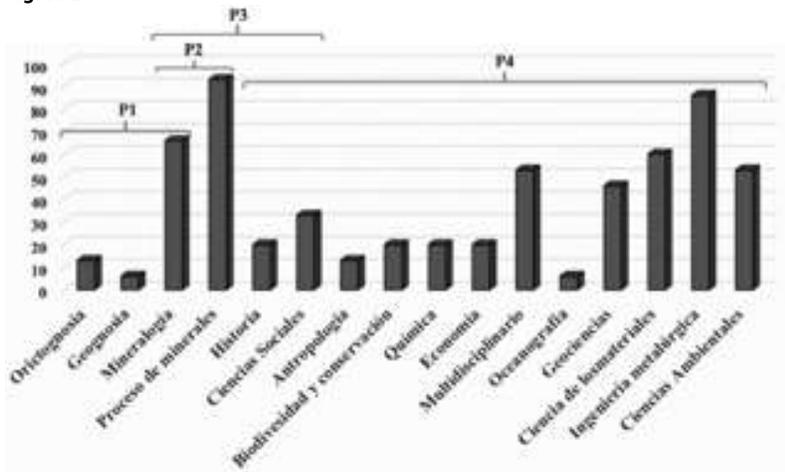
Se encontraron cincuenta y siete disciplinas en todo el periodo estudiado. Considerando las diferencias entre las clasificaciones que se realizan en cada base de datos de donde se obtuvieron los registros (AHCM, WoS y Scopus), se asociaron las que incluyen las mismas categorías con el fin de establecer, para efectos de este trabajo, una clasificación temática más general. En la Figura 2, se representa la gráfica de las 16 categorías finales:

- Periodo 1. Se encuentran tres categorías: orictognosia, geognosia y mineralogía. Los tres términos hacen referencia al estudio de la estructura y la composición física y química (propiedades) de los minerales que se forman en la corteza terrestre; sin embargo, los primeros dos términos, uno propuesto por Andrés Manuel del Río y el otro por Abraham Gottlob Werner, respectivamente, se encuentran actualmente en desuso (Puche-Riart, 1988).
- Periodo 2. Hay únicamente trabajos sobre dos categorías, desaparecen las áreas de orictognosia y geognosia, permanece la mineralogía y emerge la disciplina relacionada con el procesamiento de minerales. Durante este periodo la evolución de las disciplinas científicas que estudiaban materiales de la tierra se frenó, quedando únicamente el término de mineralogía; además, con el descubrimiento de nuevos minerales y sus variadas y muy importantes aplicaciones para el comercio, la investigación y el desarrollo económico nacional (Azuela-Bernal, 2009), los trabajos sobre el procesamiento de minerales empezaron a tomar relevancia.
- Periodo 3. Crece a cuatro el número de categorías, además de las dos categorías anteriores, se encuentran trabajos sobre historia y ciencias sociales. Debido a los inconvenientes presentados en el trabajo de minería y los efectos que estos causaron, las investigaciones relacionadas con la historia y especialmente los aspectos sociales se hicieron presentes durante este periodo (Herrera, 1998).
- Periodo 4. En el periodo más reciente se encuentran doce categorías; este comportamiento muestra que los trabajos de minería fueron abarcando más temas con el paso del tiempo. Actualmente, los estudios sobre mineralogía incluyen una variedad amplia de orientaciones que permiten entenderla desde todas sus dimensiones, lo que significa que es una actividad con enfoque multidisciplinario (Mora-Arellano, 2020). Las principales discipli-

nas en este periodo son: antropología, biodiversidad y conservación, química, economía, temas multidisciplinarios, oceanografía, geociencias, ciencia de los materiales, ingeniería metalúrgica y ciencias ambientales.

Es importante mencionar que el término de mineralogía durante las primeras tres etapas era utilizado en dos orientaciones: 1. como área del conocimiento derivada de la actividad minera y 2. como enfoque disciplinar de los contenidos abordados en las publicaciones científicas. Actualmente el término sigue siendo utilizado para su estudio, pero solo como temática de investigación (Valencia-Martínez et al., 2022).

Figura 2



Ejes temáticos

Con el fin de identificar las temáticas de investigación en la literatura, se realizó un análisis de clusterización en el cual se determinaron tres grandes clústers dentro de las palabras clave de los trabajos de todo el periodo estudiado: el primer clúster corresponde a las palabras relacionadas con el discurso minero de México; el segundo aborda las palabras sobre economía y extracción; y el tercero especifica los elementos del trabajo de minería sustentable.

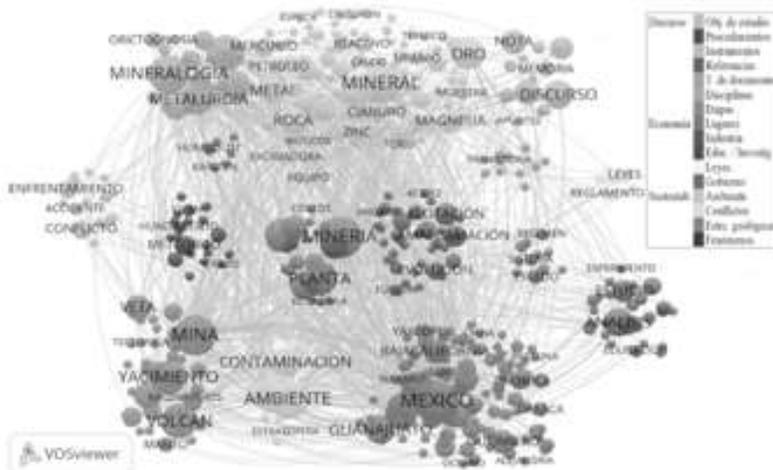
Después de determinar los clústers, se analizó cada uno para especificar el contexto de las palabras contenidas en ellos (Figura 3).

Dentro del primer clúster, se encuentran nombres de objetos de estudio, procedimientos, instrumentos de investigación, referencias a personas, tipos de documento, disciplinas y etapas históricas. Se denominó “Discurso” a este clúster debido a que las palabras contenidas hacen referencia a la estructura discursiva de los trabajos científicos de la mineralogía mexicana (Valencia-Martínez et al., 2022).

En el segundo clúster, se encuentran nombres de lugares o espacios de extracción y explotación minera principalmente nacionales, palabras relacionadas con la industria y el comercio, conceptos sobre educación e investigación, leyes y gobierno. Este clúster se nombró “Economía / extracción” debido a que las palabras encontradas hacen referencia a aspectos lucrativos que tienen que ver con el beneficio económico obtenido de esta actividad (CAMIMEX, 2020).

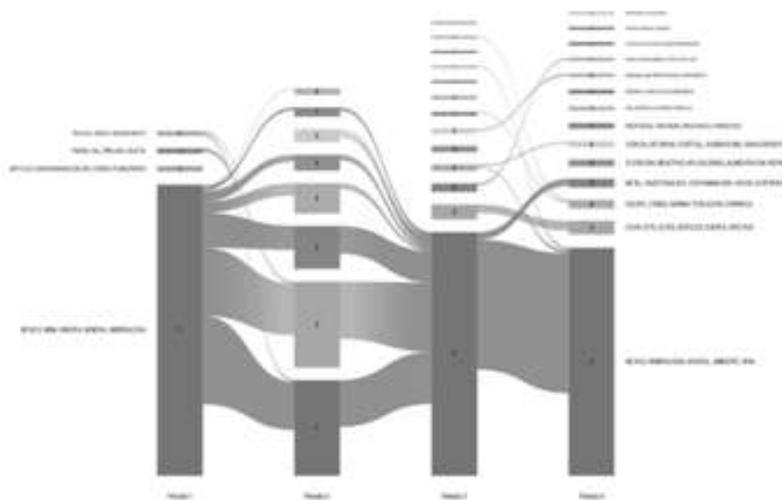
Finalmente, en el tercer clúster se encuentran todos los conceptos relacionados con el medio ambiente, conflictos sociales, estructuras geológicas y fenómenos tanto naturales como producidos por el hombre. Debido a las palabras determinadas en este clúster, las cuales engloban temas ecológico-sociales (Vela-Almeida, León y Lewinsohn, 2021), se denominó este clúster como “Sustentabilidad”.

Figura 3



Aunado a lo anterior, se empleó la visualización de mapas aluviales para observar el cambio a través del tiempo de los ejes temáticos a partir de las palabras clave; se trata de una herramienta que compara la estructura de las redes de co-palabras en los cuatro periodos analizados en este estudio. El resultado de esta visualización se expone en la Figura 4, donde se observa la emergencia de ejes temáticos a través de los periodos, así como ejes temáticos que no trascendieron en otros periodos. En cada columna de los periodos se encuentran agrupadas las palabras clave y las coocurrencias permiten observar las relaciones entre los diferentes módulos donde están agrupadas las palabras. En el primer periodo hay objetos de estudio, procedimientos, disciplinas, referencias, tipos de documento, así como menciones de sitios mineros. En este primer periodo, el principal módulo está relacionado con prácticamente todos los módulos del segundo periodo, sin embargo, los módulos se agrupan de nuevo en el tercer y cuarto periodo. Es en el tercer periodo donde se identifica la emergencia de nuevos ejes temáticos, se trata del módulo 2 al 13 del tercer periodo. No todos estos ejes temáticos trascienden hasta el último periodo, y el más representativo de los ejes emergentes (módulo 2) concierne temas sobre conflictos, leyes y efectos de las actividades mineras. Por otro lado, igualmente se observa la especialización de las diferentes disciplinas científicas y tecnológicas en la mineralogía mexicana y su convergencia con otras áreas del conocimiento. A partir del tercer periodo observamos un aumento considerable en los ejes temáticos, lo cual también puede ser traducido como un reflejo de los avances científicos y tecnológicos en la mineralogía. No solo identificamos en esta evolución términos que conciernen aspectos científicos y tecnológicos propios de la mineralogía, igualmente emergen conceptos de las ciencias sociales, ya que la minería como actividad humana y económica en México es muy importante y, como se menciona al inicio de este trabajo, ha estado presente desde hace varios siglos; por lo cual las implicaciones económicas, sociales y ambientales, no son negligentes.

Figura 4



Comentarios finales

Los primeros cambios presentados en las funciones de comunicación y los estilos argumentativos en las publicaciones de la mineralogía mexicana se relacionan con la influencia de los países con los que se tuvo colaboración; es decir que, las condiciones geográficas marcaron el rumbo de la ciencia que se desarrolló en México y actualmente sigue siendo factor. En este sentido, la construcción del conocimiento es un proceso cooperativo que se inicia a partir de diversos factores como el espacio/territorio y constituye uno de los rasgos definitorios de la evolución de la actividad científica (González-Alcaide y Gómez-Ferri, 2014).

Los tipos de documento encontrados en esta área del conocimiento dan cuenta del proceso evolutivo que ha experimentado la comunicación científica en México (Delgado, 2011), además de las diversas aplicaciones que se utilizan para comunicar un mensaje con carácter científico. Aunado a los tipos de documento se encuentran las funciones de comunicación de cada uno de estos; encontramos tres tipos en los textos de mineralogía: la primera es la investigación descriptiva, donde se aporta información detallada para dar cuenta de las características y estructuras de un elemento; la segunda es la investigación retórica / textual, considerada como el intercambio de

conocimientos a través de documentos basados en elementos persuasivos que apoyan principalmente al sector educativo; y finalmente la investigación experimental, que tiene como objetivo reproducir y atestiguar los resultados y más recientemente exponerlos de manera colectiva para crear debates que enriquezcan los conocimientos. Estas funciones de comunicación cuentan con diferentes narrativas, las cuales manifiestan la preferencia del tipo de documento en que se presenta la información y van evolucionando según las estructuras histórico-sociales del país.

Las diferentes disciplinas científicas que abordan temas de mineralogía, muestran que se requiere de distintos enfoques epistemológicos para interpretar los fenómenos presentados en esta área y que son expresados en la literatura científica. Esto quiere decir que los documentos científicos de la mineralogía mexicana tienen naturaleza multidisciplinaria, la cual es fundamental para comprender fenomenologías inherentes desde diferentes planos de opinión, comprensión y tratamiento, en función de la postura proveniente de su interpretación particular desde su propio campo de aplicación de la ciencia social (Minera, 2018).

Los textos incluyen términos relacionados con objetos de estudio, procedimientos, instrumentos, primeras prácticas de referenciación, tipos de documento, etapas históricas, lugares, industria, educación, investigación, leyes, gobierno, ambiente, conflictos sociales, estructuras geológicas y fenómenos de la tierra y estos son el eje principal de los estilos argumentativos utilizados. La identificación de los clústers permitió modelar la formación del discurso de la mineralogía en México, a través de las palabras clave utilizadas en las publicaciones. Este modelo muestra la continuidad y el surgimiento o consolidación de temas de investigación en esta área.

La diversificación de las funciones de comunicación y los estilos argumentativos en las publicaciones de mineralogía se le atribuyen a las condiciones geográficas, históricas y sociales del país. A partir de este trabajo fue posible observar el comportamiento de la literatura publicada en fuentes de información científica y estudiar los cambios presentados en los patrones de comunicación a través de una metodología que incluye indicadores geohistoriométricos.

Bibliografía

- Alonso-Arévalo, Julio. (2004). *Comunicación científica y edición alternativa*. 2.^a ed. España: Universidad de Salamanca.

- Angulo-Marcial, Noel. (2009). *La importancia de los congresos y reuniones académicas como fuente de información para la innovación y la generación del conocimiento* [ponencia]. IV Congreso Internacional de Innovación Educativa. Ciudad de México.
- Arbeláez-Gómez, Martha Cecilia. (2014). Las tecnologías de la información y la comunicación: un instrumento para la investigación. *Investigación andina*, 16 (29). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-81462014000200001
- Armendáriz-Sánchez, Saúl y Barrientos-Bernabé, Ofelia. (2021). Aportación científica de cinco ingenieros mexicanos del siglo XIX a la geología nacional. *Revista de Historia de América*, (161). <https://doi.org/10.35424/rha.161.2021.995>
- Azuela-Bernal, Luz Fernanda. (2009). La geología en México en el siglo XIX: entre las aplicaciones prácticas y la investigación básica. *Revista Geológica de América Central*, (41), 99-110. <https://www.redalyc.org/pdf/454/45437348008.pdf>
- Braudel, Fernand. (1979). *La larga duración en la historia y las ciencias sociales*. 4.ª ed. Madrid: Alianza Editorial.
- Cáceres-Castellanos, Gustavo. (2014). La importancia de publicar los resultados de investigación. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 23 (37). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-11292014000200001
- Cailleux, André. (1964). *La geologie*. 2.ª ed. Argentina: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- Cámara Minera de México [CAMIMEX]. (2006). *La industria minera de México*. México: CAMIMEX.
- Cámara Minera de México [CAMIMEX]. (2019). *Avanza la minería sustentable en México*. CAMIMEX. <https://camimex.org.mx/application/files/5415/7175/5082/Fboletin072419.pdf>
- Cámara Minera de México [CAMIMEX]. (2020). *Importancia de la minería en México*. CAMIMEX. http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/Importancia-Mineria_MX_ForoLitio.pdf
- Campos-Arzapalo, Edmundo. (2013). Elección de métodos de explotación minera. *Seguridad Minera*, (96). <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/eleccion-de-metodos-de-explotacion-minera/>
- Campos, Diego. (2007). El artículo científico. *Archivos de medicina*, 3 (5). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6587847>
- Castillo-Navarro, Adolfo; González-Bello, Edgar Oswaldo y López-Ceballos, Paulina Danae. (2012). *Conceptos básicos sobre hojas de cálculo*. México: Universidad de Sonora.

- Collazo-Reyes, Francisco et al. (2017). Emerging of the modern scientific discourse in the American continent: the case of knowledge claims in the discovery of Erythronium/Vanadium in Mexico (1802-1832). *Scientometrics*, 11 (3), 1506-1521.
- Commons, Aurea. (1989). La minería en Nueva España en el siglo XVIII. *Investigaciones Geográficas*, (19). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46111989000100006
- Corona-Chávez, Pedro et al. (2017). Geoquímica y mineralogía de los jales del distrito minero Tlalpujahua-El Oro, México, y sus implicaciones de impacto ambiental. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 34 (3), 250-273. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2017.3.540>
- Cruz-Barney, Oscar. (2012). La Nueva España en la crisis de 1808. *Cuadernos de Historia del Derecho*, (19), 49-63. http://dx.doi.org/10.5209/rev_CUHD.2012.v19.43141
- Delgado, Wilson. (2011). Tipos de artículos científicos. *Revista Estomatológica Herediana*, 21 (3), 123-124. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539365001>
- Escamilla-González, Francisco Omar y Morelos-Rodríguez, Lucero. (2017). *Escuelas de minas mexicanas: 225 años de la fundación del Real Seminario de Minería*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería.
- Escamilla-González, Francisco Omar y Morelos-Rodríguez, Lucero. (2018). La Escuela de Minas de Guanajuato (1864-1866). En Uribe-Salas, José Alfredo et al. (coords.), *Perspectivas Recientes de la Historia de la Minería Latinoamericana*. México: Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.academia.edu/37813760/La_Escuela_de_Minas_de_Guanajuato_1864_1866_
- Escamilla-González, Francisco Omar y Morelos-Rodríguez, Lucero. (2020). Bringing Werner's teachings to the new world: Andrés Manuel del Río and the chair of mineralogy in the school of mines of Mexico (1795-1805). *Earth Sciences History*, 39 (2), 246-261. <https://doi.org/10.17704/1944-6187-39.2.246>
- Flores-Vargas, Xochitl et al. (2018). Determinants of the emergence of modern scientific knowledge in mineralogy (Mexico, 1975-1849): a geohistoriometric approach. *Scientometrics*, 115(3), 1505-1515. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2646-5>
- Gavira-Márquez, María Concepción. (2019). La Academia de Minas de Potosí: la corta trayectoria de una institución minera, 1779-1782. *Diálogo Andino*, (58), 23-41. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-26812019000100023&lng=pt&nrm=iso

- González-Alcaide, Gregorio y Gómez-Ferri, Javier. (2014). La colaboración científica: principales líneas de investigación y retos de futuro. *Revista Española de Documentación Científica*, 37 (4). <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2014.4.1186>
- Griem, Wolfgang. (2015). *Introducción a la mineralogía*. Chile: Geovirtual. <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/PDF-02-01-Mineralogia.pdf>
- Hausberger, Bernd. (2009). El universalismo científico del barón Ignaz Von Born y la transferencia de tecnología minera entre Hispanoamérica y Alemania a finales del siglo XVIII. *Historia Mexicana*, LIX (2), 605-668. <https://www.redalyc.org/pdf/600/60015965002.pdf>
- Herrera, Inés y Parra, Alma. (2018). La actividad minera y el lugar que ocupa en la economía mexicana del siglo XIX. *La mine hier et aujourd'hui en Amérique latine*, (111), 11-24. <https://doi.org/10.4000/caravelle.3575>
- Herrera, Inés. (1998). Historiografía minera mexicana del siglo XX: los primeros pasos. *Historias*, (39), 95-102. <https://revistas.inah.gob.mx/index.php/historias/article/view/13872>
- Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe [IESALC]. (2020). *Hacia el acceso universal a la educación superior: tendencias internacionales*. UNESCO.
- Izquierdo, José Joaquín. (1958). *La primera casa de las ciencias en México: el Real Seminario de Minería (1792-1811)*. México: Ediciones Ciencia.
- Jan-VanEck, Nees y Waltman, Ludo. (2018). *VOSviewer Manual*. Países Bajos: Universidad de Leiden. <https://es.scribd.com/document/528743202/Manual-VOSviewer-Espanol>
- Jean-Pierre, Clément. (2017). La Ciencia en la prensa periódica hispanoamericana del siglo XVIII. *El argonauta español*, (14). <https://doi.org/10.4000/argonauta.2617>
- Jorge-Fernández, Francisca. (2007). *Comunicación científica*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Kraus, Edward Henry; Hunt, Walter Fred y Ramsdell, Lewis Stephen. (1965). *Mineralogía*. Madrid: Ediciones del Castillo.
- Lang, Mervin (1999). Azoguera y amalgamación: una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras su valor tecnológico en el marco científico de la época colonial. *LLULL*, 22, 655-673.
- Lang, Mervin. (2004). Tecnología alemana en la minería virreinal [ponencia]. *VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y las Técnicas*. España, Cervera del Río Alhama.
- Larrión, Josean. (2018). Teoría del actor-red: síntesis y evaluación de la deriva postsocial de Bruno. *Revista Española de Sociología*, 28 (2), 323-341. <http://dx.doi.org/10.22325/fes/res.2019.03>

- Latour, Bruno. (2005). *Reassembling the social: an introduction to actor-network-theory*. Reino Unido: Oxford University Press.
- Lizcano-Álvarez, Jesús. (1999). Importancia de la investigación y el debate en clave multidisciplinaria. *Encuentros Multidisciplinarios*, (2). <http://www.encuentros-multidisciplinares.org/Revistan%C2%BA2/Jes%C3%BAs%20Lizcano.pdf>
- Llaguno-Cárdenas, Pablo. (2019). El inicio de las relaciones diplomáticas entre México y Estados Unidos y su efecto en las dinámicas actuales. *X Congreso Latinoamericano de Ciencia Política, de la Asociación Latinoamericana de Ciencias Políticas*. Santiago de Chile.
- Mayer, Leticia. (1998). *Ciencia, planetas y cometas: la revolución científica del siglo XVII*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mendoza-Castillo, Liliana Minerva. (2004). Las revistas literarias del siglo XIX mexicano. *Revista Digital Universitaria*, 5 (9), 2-13. http://www.revista.unam.mx/vol.5/num9/art58/oct_art58.pdf
- Meneses-Llaguno, Juan Manuel. (1989). *Bartolomé de Medina*. México, Pachuca Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Minera, Antonio. (2017). Importancia de la multidisciplinaria en el análisis de grupos conflictivos. *Ciencias Sociales y Humanidades*, 4 (2), 181-197. <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/csh/article/view/557>
- Mora-Arellano, Felipe. (2020). *Minería y sociedad: diálogos en construcción*. México: Universidad de Sonora, División de Ciencias Sociales, Departamento de Sociología y Administración Pública.
- Muro, Luis. (1964). Bartolomé de Medina, introductor del beneficio de patio en Nueva España. *Historia Mexicana*, 13 (4), 517-531.
- Navarrete-Zendejas, José. (1958). Problemática de la minería en México. *Investigación Económica*, 18 (71), 433-442.
- Ostrooumov, Mikhail. (2007). *Fundamentos de Mineralogía para ingenieros*. México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Palacios, Héctor. (2012). Japón y México: el inicio de sus relaciones y la inmigración japonesa durante el Porfiriato. *México y la cuenca del pacífico*, 1 (1). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-53082012000100105
- Piñuel-Raigada, José Luis. (2009). La comunicación como objeto científico de estudio, como campo de análisis y como disciplina científica. *Contratexto Digital*, (18), 1-22. https://www.ucm.es/data/cont/docs/268-2013-06-17-Pinuel_ComunicacionOjeto_Campo_Disciplina_Contratexto_2009.pdf
- Puche-Riart, Octavio. (1988). Los primeros estudios sobre geología de Almadén. *Boletín Geológico y Minero*, 99 (2), 130-138.

- Ramírez-Sánchez, Miguel Ángel. (1998). *La minería mexicana a finales del siglo XX*. México: El Colegio de México.
- Ramos-Arroyo, Yann; Prol-Ledesma, Rosa María y Siebe-Grabach, Christina. (2004). Características geológicas y mineralógicas e historia de extracción del Distrito de Guanajuato, México. Posibles escenarios geoquímicos para los residuos mineros. *Revista Mexicana de Ciencias geológicas*, 21 (2), 268-284. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57221207>
- Reyes-Rodríguez, María. (2000). El proceso de producción legislativa. Un procedimiento de diseño institucional. *Isonomía*, (13). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-02182000000200191
- Rosvall, Martín; Axelsson, Daniel y Bergstrom, Carl. (2009). The map equation. *The European Physical Journal Special Topics*, (178), 13-23. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2010-01179-1>
- Saldivia-Maldonado, Zenobio. (2009). La antigua tarea de ordenar y clasificar las ciencias. *Universum*, 24 (1), 206-216. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-23762009000100012>
- Salomon, Jean; Sagasti, Francisco y Sachs, Céline. (1996). *La búsqueda incierta: ciencia, tecnología y desarrollo*. México: Centro de Investigación y Docencia Económicas; Fondo de Cultura Económica.
- Sánchez-Ron, José Manuel. (2021). *Elogio de la correspondencia: un instrumento precioso para reconstruir el pasado de la ciencia*. España: Investigación y Ciencia. <https://www.investigacionyciencia.es/revistas/temas/cartas-cientificas-826/elogia-de-la-correspondencia-19660>
- Sariego-Rodríguez, José Luis. (2009). De minas, mineros, territorios y protestas sociales en México: los nuevos retos de la globalización. *Cahiers des Amériques latines*, (60-61), 173-192. <https://doi.org/10.4000/cal.1435>
- Semir, Vladimir de y Revuelta, Gema. (2010). La importancia de la comunicación en el entorno científico. *Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve*, (20), 1-7. https://www.academia.edu/34128152/1-La_importancia_de_la_comunicaci%C3%B3n_en_el_entorno_cient%C3%ADfico
- Suárez-Rivera, Manuel. (2015). Le journalisme en construction. Stratégies commerciales de la Gazeta de México, 1784-1785. *Estudios de Historia y Sociedad*, 36 (143), 207-231. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-39292015000300207&script=sci_abstract&tlng=fr
- Universidad Veracruzana. (2013). *Manual operativo para la utilización del sistema de información geográfica Quantum GIS 1.8*. México: Coordinación Universitaria de Observatorios Metropolitanos.
- Uribe-Salas, José Alfredo y Flores-Clair, Eduardo. (2015). *Comercio y minería en la historia de América Latina*. México: Universidad Michoacana de San

- Nicolás de Hidalgo, Facultad de Historia; Instituto Nacional de Antropología e Historia, Dirección de Estudios Históricos.
- Uribe-Salas, José Alfredo. (2006). Labor de Andrés Manuel del Río en México: profesor en el Real Seminario de Minería e innovador tecnológico en minas y ferrerías. *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia, LVIII* (2), 231-260.
 - Valencia-Martínez, Andrea et al. (2022). Emerging of the mineralogy discourse in Mexico (1795-1849): a taxonomy of objects, procedures, and instruments. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, 74* (1), A100921. <http://doi.org/10.18268/BSGM2022v74n1a100921>
 - Valencia-Martínez, Andrea. (2018). *Modelo ontológico de información para estudiar las primeras formas de comunicación científica moderna en el tema de mineralogía en México, 1795-1849*. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Nacional de Biblioteconomía y Archivonomía, Ciudad de México.
 - Valle-González, Alejandro. (s. f.). *Historia de la mineralogía*. España: Universidad de Valladolid.
 - Vázquez-Montalbán, Manuel. (1980). *Historia y comunicación social*. Barcelona: Círculo.
 - Vega-y-Ortega-Báez, Rodrigo Antonio y Serrano-Juárez, José Daniel. (2017). The studies on coal in the mineral-mineralogical magazines of Mexico City, 1870-1879. *Estudios de Historia Moderna y Contemporánea de México, 54*, 62-75. <https://doi.org/10.1016/j.ehmcm.2017.10.002>
 - Vela-Almeida, Diana; León, Mauricio y Lewinsohn, José Luis. (2021). *Indicadores de sostenibilidad en la minería metálica*. Naciones Unidas.
 - Velduque-Ballarín, María de Jesús. (2011). El origen de la imprenta: la xilografía. *Revista de Claseshistoria, (224)*, 1-8.
 - Vélez-Medina, Bibiana. (2014). De la imprenta a la era digital: una búsqueda de visibilidad e impacto internacional. *Sophia, 10* (2), 167-168. <https://www.redalyc.org/pdf/4137/413734079001.pdf>
 - Vera-López, José Eduardo y Villegas-Martínez, Victoria. (1997). El fenómeno de la comunicación social. *Revista Archivo Médico de Camagüey, 1* (1), 1-8. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02551997000100020
 - Vessuri, Hebe. (2014). Dinámica y tensiones de la internacionalización científica de América Latina. *Cuadernos Hispanoamericanos, (769-770)*, 16-26.
 - Viana-Ríos, Ricardo. (2018). Minería en América Latina y el Caribe: un enfoque socioambiental. *Revista UDCA Actualidad y Divulgación Científica, 21* (2), 617-637. <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1066>
 - Wodak, Ruth y Meyer, Miguel. (2015). *Métodos de análisis crítico del discurso*. Barcelona: Editorial Gedisa.