



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN BIBLIOTECOLOGÍA Y ESTUDIOS DE LA
INFORMACIÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIBLIOTECOLÓGICAS Y DE
LA INFORMACIÓN**

**CAMBIOS EN EL DESARROLLO DISCIPLINAR DE LA
GEOLOGÍA EN MÉXICO: SU COMPORTAMIENTO
INFORMÉTRICO**

TESIS

**PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN BIBLIOTECOLOGÍA Y ESTUDIOS DE LA
INFORMACIÓN**

P R E S E N T A :

EVA MEDINA SILVA

**ASESOR: DR. SALVADOR GORBEA PORTAL IIBI
CIUDAD DE MÉXICO, NOVIEMBRE 2017**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Tabla de Contenido

Relación de figuras	IV
La construcción institucional de la Geología: principales instituciones creadas durante el siglo XVIII, XIX y XX.	VI
Relación de tablas	VI
Tercer rango: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900, formación de autores	VI
Cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra, formación de autores.....	VII
Índice de concentración de Pratt (temático) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1800-1900.....	VII
Relación de tablas del anexo	VIII
Relación de siglas utilizadas	VIII
Prefacio	1
Resumen:	2
Capítulo 1: Marco teórico y de Referencia	7
1.1 Marco teórico.....	7
1.1.1 Bibliometría.....	7
1.1.2 Informetría.....	7
1.1.4 Indicadores	9
1.1.5 Indicadores bibliométricos.....	9
1.1.6 Indicadores de producción	10
1.1.7 Indicador de Concentración	10
1.1.8 Índice de Pratt	10
1.1.9 Productividad Científica.....	12
1.1.10 Comunicación científica.....	13
1.1.11 Análisis de Redes Sociales (ARS).....	14
1.2 Marco de referencia.....	15
1.2.1 La Geología en México.....	15
1.2.2 Oritognosia	17
1.2.3 Geología.....	17
1.2.4 Ciencias de la Tierra	17
1.2.5 El cambio de paradigma hacia Ciencias de la Tierra.	19
1.2.6 Aspectos previos a la Geología del siglo XX en México	23
1.2.7 La institucionalización de la Geología en México durante 300 años	31
Capítulo 2: Metodología	35
2.1 Fuentes Documentales:.....	35

2.2	Unidades de análisis y observación	36
2.3	Variables	37
2.4	Indicadores y modelos matemáticos	37
2.4 .1	Indicadores:	37
2.4.2	Modelos bibliométricos	38
2.5	Modelos matemáticos y bibliométricos	38
2.6	Herramientas Informáticas empleadas.....	39
2.7	Procedimientos	40
2.7.1	Búsqueda y recuperación de registros bibliográficos sobre la producción científica de Geología en México desde la época colonial y hasta 1969.	40
2.7.2	Integración del cuerpo de información en una hoja de excel	40
2.7.3	Desarrollo de una lista de descriptores temáticos para el campo de la Geología en México	41
2.7.4	Asignación de descriptores geográficos desde los títulos de las publicaciones	42
2.7.5	Normalización del cuerpo de información.....	43
2.8	División del periodo total (1700-1969), en rangos temporales para identificar la evolución disciplinar de la Geología	43
2.9	Procedimientos para la organización de la información y aplicación del indicador de concentración de Pratt para temas.....	45
2.10	Tratamiento de la información para la ejecución del Análisis de Redes Sociales ..	47
2.6	Confeción de mapas mediante Sistema de Información Geográfica (QGIS). ...	49
Capito 3	Resultados	50
3.1	Introducción	50
3.2	La producción de trabajos en Geología periodo general (1700-1969).	50
3.3	Los autores en la construcción científica de la Geología en el periodo de 1700 a 1969	51
3.2.1	Autores en la producción en el periodo general	51
3.2.2	Autores en el rango 1 La Geología en México Colonial: 1700 a 1800.....	53
Figura 3.2.	Autores en el rango 1 La Geología en México Colonial: 1700 a 1800	53
3.2.3	Autores en rango 2: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).	53
Figura 3.3	Autores en rango 2: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).	54
3.2.4	Autores en el rango 3: Institucionalización de la Geología en México. 1851-1900	54
Figura 3.4	Autores en el rango 3: Institucionalización de la Geología en México. 1851-1900.....	55
3.3.5	Autores en el rango 4: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra. 1901-1969	55
3.3	Autores y su formación en las distintas etapas de la Geología	56

3.4.1 Los autores y su formación en el rango 1: La geología en México Colonial: 1700 a 1800.....	56
3.4.2 Los autores y su formación en el rango 2: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).....	60
Tabla 3.4 Segundo rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1801-1850, formación de los autores.....	61
3.4.3 Los autores y su formación en el rango 3: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900.....	64
Tabla 3.6. Tercer rango Institucionalización de la Geología en México 1851-1900, formación de autores	64
Tabla 3.7 Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece tercer rango: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900.....	65
3.4.4 Los autores y su formación en el rango 4: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.....	67
Tabla 3.8. Cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra, formación de autores 1901 a 1969	67
Tabla 3.9. Profesiones de los autores cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.1901-1969	67
3.5 Las fuentes de publicación de trabajos en Geología en sus diferentes etapas	69
3.5.1 Las fuentes de publicación en el rango 1: La geología en México Colonial: 1700 a 1800.....	69
3.5.2 Las fuentes de publicación en el rango 2: De la Oritognosia a la Geología moderna (1801-1900)	70
3.5.3 Las fuentes de publicación De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.	71
3.6 Los principales temas en cada uno de los rangos planteados en la Geología de México.....	72
3.6.1 Temas sobresalientes en el en el rango: La geología en México Colonial: 1700 a 1800.....	72
3.6.2 Temas sobresalientes en el rango: De la Oritognosia a la Geología moderna 1801-1850.....	74
Tabla 3.12. Principales temas en el rango : De la Oritognosia a la Geología moderna 1801-1850.....	74
3.6.3 Temas sobresalientes en el rango : De la Geología hacia Ciencias de la Tierra 1901-1969.....	75
3.7 Índice de concentración de Pratt para determinar la concentración temática en el conjunto de fuentes en cada uno de los rangos.....	78
3.7.1 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: La Geología en México Colonial: 1700 a 1800	78
3.7.2 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1800-1900.....	79

Tabla 3.15. Índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1800- 1900	80
3.7.3 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.....	80
3.8 Índice de concentración de Pratt para determinar la concentración geográfica en el conjunto de fuentes en cada uno de los rangos.....	81
3.8.1 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: La geología en México Colonial: 1700 a 1800.....	82
3.8.2 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).....	82
Tabla 3.17. Índice de concentración de Pratt (geográfico) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).....	83
3.8.3 El índice de concentración geográfico de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.....	83
3.9 Geografía de la Geología y su evolución durante tres siglos	85
3.9.1 La geografía de la Geología en México durante el siglo XVIII.	85
3.4 La construcción institucional de la Geología: principales instituciones creadas durante el siglo XVIII, XIX y XX.	94
4. DISCUSION.....	97
5.1 CONSIDERACIONES FINALES	99
Referencias	100
Anexos	106

Relación de figuras

Figura 3.1	Curva de producción científica local general en Geología de México de 1700 a 1969	pág. 51
Figura 3.2	Autores en el rango: La Geología de México colonial 1700 a 1800	pág. 53
Figura 3.3	Autores en el rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850)	pág. 54
Figura 3.4	Autores en el rango: Institucionalización de la Geología en México 1851 a1900	pág. 55
Figura 3.5	Autores en el rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra 1901 a 1969	pág. 56
Figura 3.6	Red de relaciones entre autores y profesiones del rango: La Geología de México Colonial 1700 a 1800	pág. 60
Figura 3.7	Red de relaciones entre autores y profesiones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850)	pág. 63
Figura 3.8	Red de relaciones entre autores y profesiones del rango: Institucionalización de la Geología en México 1851 a1900	pág. 66
Figura 3.9	Red de relaciones entre autores y profesiones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra 1901 a 1969	pág. 68
Figura 3.10	Se presentan los editores más representativos sobre Geología en México Colonial 1800-1900	pág. 69
Figura 3.11	Comportamiento de las revistas en función de las publicaciones durante el periodo de 1901- 1969	pág. 72
Figura 3.12	Geografía de las Ciencias Geológicas durante el siglo XVIII	pág. 89
Figura 3.13	Geografía de las Ciencias Geológicas durante el siglo XIX	pág. 91
Figura 3.14	Geografía de las Ciencias Geológicas durante el siglo XX	pág. 93

Figura 3.15	La construcción institucional de la Geología: principales instituciones creadas durante el siglo XVIII, XIX y XX.	pág. 94
----------------	---	---------

Relación de tablas

Tabla 2.1	Modelo Índice de concentración de Pratt (temas)	pág. 38
Tabla 2.2	Modelo Índice de concentración de Pratt (lugares)	pág. 39
Tabla 2.3	Modelo de Análisis de Redes Sociales	pág. 39
Tabla 2.4	División del periodo general de la Geología en México por rangos	pág. 44
Tabla 2.5	Ejemplo de la aplicación del índice de Pratt para el Boletín del Petróleo	pág. 46
Tabla 3.1	Autores más productivos periodo general de la Geología en México	pág. 52
Tabla 3.2	Primer rango: La Geología en México Colonial 1700 a 1800, formación de autores	pág. 57
Tabla 3.3	Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece, primer rango: La Geología en México Colonial 1700 a 1800	pág. 58
Tabla 3.4	Segundo rango: El desarrollo de la Geología: de la Orictognosia a la Geología 1801-1850, formación de autores	pág. 61
Tabla 3.5	Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece segundo rango 1801-1850	pág. 61
Tabla 3.6	Tercer rango: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900, formación de autores	pág. 64

Tabla 3.7	Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece tercer rango: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900	pág. 65
Tabla 3.8	Cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra, formación de autores	pág. 67
Tabla 3.9	Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra	pág. 67
Tabla 3.10	Fuentes de publicación con mayor producción de trabajos durante el siglo XIX	pág. 70
Tabla 3.11	Principales temas en el rango: La Geología en México Colonial 1700 a 1800	pág. 72
Tabla 3.12	Principales temas en el rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra	pág. 74
Tabla 3.13	Principales temas en el rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra	pág. 76
Tabla 3.14	Índice de concentración de Pratt (temático) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: La Geología en México Colonial: 1700 a 1800	pág. 79
Tabla 3.15	Índice de concentración de Pratt (temático) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Orictognosia a la Geología 1800- 1900	pág. 80
Tabla 3.16	Índice de concentración de Pratt (temático) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.	pág. 81
Tabla 3.17	Índice de concentración de Pratt (geográfico) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la Geología: De la Orictognosia a la Geología	pág. 83

Tabla 3.18	Índice de concentración de Pratt (geográfico) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.	pág. 84
Tabla 3.19	Entidades de la república y regiones en donde se ubicaron los objetos de estudio que motivaron diversos trabajos en el desarrollo de la Geología en México.	pág. 85
Tabla 3.20	Trabajos con descriptor geográfico durante el rango 1 denominado: La Geología en el México Colonial.	pág. 88
Tabla 3.21	Los cambios en las disciplinas de interés asociadas a cada etapa de la Ciencias Geológicas	pág.96

Relación de tablas del anexo

Tabla 1	Lista de descriptores para el campo de la Geología	pág. 106
Tabla 2	Datos sobre Instituciones, Autores y Publicaciones	pág.120
Tabla 3	Datos empleados para la confección de mapas geográficos	pág. 123

Relación de siglas utilizadas

ACM: Atlas de la Ciencia Mexicana

ARS: Análisis de Redes Sociales

BCCT: Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra, UNAM

CT: Ciencias de la Tierra

EUA: Estados Unidos de Norteamérica

IGM: Instituto Geológico de México

INEGI: Instituto Nacional de Geografía y Estadística

IPN: Instituto Politécnico Nacional

JPG: Joint Photographic Experts Group

OCR: Optical Character Recognition

SCAA: Sociedad Científica Antonio Álzate

SGM: Sociedad Geológica de México

SLP: San Luis Potosí

UNAM: Universidad Nacional Autónoma de México

Prefacio

Durante mi examen profesional de licenciatura hubo una pregunta que tomó sentido para mi posterior vida académica, que sin duda es la que actualmente me ha orientado a la consecución de un logro más académico, esta singular pregunta fue lanzada por uno de mis examinadores, la pregunta fue la siguiente: ¿Cómo se podría formar un mapa histórico científico de la Geología en México?; en ese momento lo único que pensé que sí tendría que resolverlo el examen no duraría lo estipulado, pues imaginarme ese inmenso mapa geológico no era cosa sencilla, además de los nervios, la verdad que no recuerdo bien que fue lo que conteste.

Eso me valió posteriormente para iniciar un nuevo reto académico, el cual va con la mejor intención de cumplir y cubrir con el propósito de esta investigación, la cual pretende contribuir a la difusión de la Geología como disciplina científica y su importancia e implicaciones dentro de los escenarios social, político, económico y cultural de México.

Quiero agradecer a las personas que estuvieron siempre apoyando para la consecución de este trabajo, a mi director de Tesis el Dr. Salvador Gorbea Portal por todo su tiempo ayuda y comprensión, al Dr. Francisco Collazo por sus consejos y apoyo, al Lic. Luis Manuel Casiano Casiano por facilitar la recuperación de bibliografía en la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra y al Arqueólogo Gerardo Jiménez Delgado por su curso de introducción a los sistemas de información geográficos para la elaboración de mapas.

Resumen:

En este trabajo se analiza la producción científica (títulos de artículos), que fue publicada sobre Geología desde sus inicios, también se contempla la formación de autores, responsables de estos trabajos y la dispersión, concentración temática y geográfica, por medio de indicadores y modelos matemáticos, propios del análisis de documentos (frecuencias de palabras) por rangos de tiempo.

Lo anterior con el propósito de proponer una metodología para contemplar la conformación de una base de datos especializada en Geología, que consiste en dos listas, una de descriptores temáticos y la otra de lugares geográficos, además de la elaboración de redes sobre la formación u/o profesión de los autores, responsables de las publicaciones, asimismo, contempla la elaboración de mapas donde se muestran los resultados de los descriptores antes mencionados y finalmente, la línea del tiempo donde se exponen algunas de las principales fechas de creación principalmente de institutos. Aspectos que constituyen el parteaguas para la conformación de lo que hoy se conoce como Ciencias de la Tierra y que nos ayuda a comprender los cambios de denominación de la Geología, su desarrollo como disciplina y la especialización de sus ramas.

Tiene también por objetivo identificar estructuras en los títulos de los artículos a partir de palabras clave y el tema del que se aborda en el escrito (artículo) minería, metalurgia, minas, vulcanología y riquezas minerales entre otros.

Palabras clave: **Bibliometría, Informetría, Geología, Historia- México.**

INTRODUCCION

Las Ciencias de la Tierra son mucho más que Geología, son un conjunto de ciencias que evolucionaron a través del tiempo, inicialmente se encontraron como disciplinas que estudiaban aspectos relacionados con la Geología en la búsqueda de sustentar teorías que explicaran satisfactoriamente el origen, propiedades y características de nuestro planeta, así como de los fenómenos que en éste tienen lugar.

En una etapa temprana del desarrollo de la Geología, se realizaron taxonomías cuya finalidad fue la de desarrollar una clasificación de los elementos y rocas, para sucesivamente estudiar sus propiedades, a esta etapa temprana se denominó como Orictognosia, por lo cual se pueden mencionar tres grandes etapas o paradigmas característicos en la organización y objetivos de las Ciencias Geológicas: Orictognosia (antes de la primera mitad del siglo XIX), Geología moderna (segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del siglo XX) y Ciencias de la Tierra (segunda mitad del siglo XX a la actualidad).

La gran variedad de recursos naturales con los que cuenta México han sido durante milenios la base económica indispensable para el desarrollo de este país, así como para el desarrollo de actividades cotidianas necesarias para la sobrevivencia del ser humano en sociedad. Tal es el caso de las culturas asentadas en el México prehispánico, las cuales extraían metales, piedras que al ser afiladas servían para la elaboración de armas con las cuales recolectaban y cazaban para satisfacer necesidades básicas; posteriormente los españoles a su llegada quedaron asombrados con tanta riqueza y su gran diversidad.

En el caso particular de esta investigación se trata de hacer un esfuerzo por relacionar la Bibliotecología, la Historia de la Ciencia y la Geología para poder comprender el proceso evolutivo de lo que hoy se conoce como Ciencias de la Tierra.

El desarrollo histórico como disciplina científica ha estado marcado por profundos cambios en la estructura del conocimiento geológico. Sin embargo, en la literatura especializada sobre el tema, no se han encontrado estudios que identifiquen estructura, cambios y periodos que expliquen cómo se dio esto en México.

Por otra parte, el estudio sobre el desarrollo de ésta y cualquier otra disciplina puede ser llevado a cabo desde una perspectiva informétrica, debido a que la informétrica como especialidad métrica permite identificar estructuras de conocimiento en las

disciplinas, mediante mapas de relaciones entre los términos, los conceptos y los descriptores identificados, tanto en el contenido de los documentos, como en su representación temática.

El estudio de la Geología y de su producción científica, ha sido tratada de diversas formas, existen diversos estudios bibliométricos que realizan análisis de citas bibliográficas, análisis de la producción científica en diversos centros de investigaciones, análisis de artículos publicados, estudios métricos para medir la obsolescencia de la literatura y han desarrollado algunos indicadores bibliométricos en las Ciencias Geológicas. Los principales lugares donde se han llevado a cabo este tipo de estudios son: Chile URBIZAGÁSTEGUI (1998), Costa Rica NICARAGUA (2013), España AGUIRRE; ORTIZ (2013), Brasil UBIZAGASTEGUI (2006) y Colombia RESTREPO (2013).

No existen trabajos de Geología en México desde una perspectiva informétrica, por lo tanto es importante llevar a cabo este tipo de estudios debido a que permitiría identificar estructuras de conocimiento y los cambios que han surgido con el paso del tiempo en su desarrollo como disciplina científica, desde sus inicios hasta llegar a consolidarse como un conjunto de ciencias en el contexto nacional.

Motivo por el cual el presente proyecto de investigación de tesis tiene como propósito general, identificar los cambios ocurridos en el desarrollo disciplinar de la Geología en México, con el fin de conocer los principales hechos históricos que propiciaron esos cambios, mediante el uso de métodos e indicadores informétricos.

El cumplimiento del objetivo general de esta investigación está basado en la hipótesis siguiente: el desarrollo disciplinar de la Geología en México se encuentra relacionado directamente con las etapas de crecimiento y decrecimiento, así como que los puntos de crecimiento más notorios se asocian de forma significativa con los cambios de denominación de la propia disciplina.

En la actualidad la información sobre Geología se encuentra dispersa en archivos, bibliotecas, centros de documentación, museos, etc., esto implica que para su estudio se requiere realizar tareas de recuperación documental, sistematización de la información en bases de datos y su respectiva normalización, que permita no solo realizar búsqueda, recuperación y consulta de la información, si no también disponer

de fuentes confiables para la ejecución de estudios métricos relacionados con la producción y la comunicación científica generada en esta área en México.

El conocimiento que en la actualidad se tiene sobre el desarrollo y estructura de esta disciplina proviene de investigaciones realizadas desde la perspectiva de la Historia de la Ciencia y no desde una perspectiva informétrica.

Planteamiento del problema

¿Cuáles son las regularidades bibliométricas e informétricas presentes en la estructura de conocimiento de la Geología en México, que permiten delinear su desarrollo disciplinar desde una perspectiva histórico bibliométrica?

Límite espacial: México,

Límite temporal: 1700 a 1969 (siglos XVIII, XIX y XX),

Objeto de estudio: La literatura científica generada sobre Geología

Unidades de análisis y observación: Elementos de representación de contenido y forma de los documentos.

Hipótesis:

- El desarrollo disciplinar de la Geología en México se encuentra directamente relacionado con las distintas etapas de cambio o periodos que se observan en la representación de contenido de los documentos.
- La estructura de conocimiento de la Geología en México se encuentra directamente asociada a la presencia de ciclos de crecimiento y decrecimiento y no a una constante exponencial en su desarrollo.
- Los puntos de crecimiento más notorios de la Geología en México se asocian de forma significativa con las etapas de cambio de denominación de la disciplina.

Objetivo general:

Determinar las principales regularidades informétricas, que permitan conocer la estructura del conocimiento de la Geología en México con el propósito de revelar su desarrollo y principales periodos de su evolución, mediante métodos y modelos cuantitativos.

Objetivos específicos

- Identificar núcleos de términos o palabras significativas en cada periodo de estudio, con el fin de revelar los cambios en la estructura temática de la Geología en México, a través de la confección de mapas conceptuales.
- Revelar las relaciones y asociaciones de términos en esta disciplina, con la idea de mostrar los elementos que conforman los diferentes nodos de desarrollo disciplinar.
- Revelar la estructura temática y geográfica de la Geología en México con la finalidad de observar su evolución.
- Contribuir con una base de datos e indicadores que permitan aportar visualizaciones al atlas de la Ciencia Geológica en México.

El cumplimiento de los objetivos antes mencionados permitió la obtención de los principales resultados de este trabajo de tesis, el cual se estructuró de la manera siguiente:

CAPITULO I Marco teórico y de referencia. En este apartado se incluye un esbozo histórico sobre la Geología de México, además de conceptos, definiciones y alcances sobre los modelos matemáticos aplicados en esta investigación.

CAPITULO II Metodología. Pasos a seguir para la aplicación de los modelos matemáticos y su fórmula, además de las fuentes, herramientas y programas informáticos que fueron empleados para dicho estudio, así como los Indicadores y modelos informétricos que permiten la visualización de redes conceptuales y mapas temáticos por periodos.

CAPITULO III Análisis y discusión de resultados. Se muestran los productos, redes de formación de autores, mapas de relaciones resultados de los cálculos y la aplicación del modelo matemático, que son representados mediante gráficas y tablas, con su respectiva interpretación.

CAPÍTULO IV Consideraciones finales. Se comentan las consideraciones finales a las que se llegó con este trabajo y se hacen algunas recomendaciones o sugerencias para futuras investigaciones.

Capítulo 1: Marco teórico y de Referencia

1.1 Marco teórico

A continuación se presentaran algunas definiciones que ayudaran a reforzar esta investigación

1.1.1 Bibliometría

La bibliometría, como ya se mencionó, constituye la especialidad métrica que más desarrollo conceptual ha tenido y la metría más aplicada; su estudio ha sido el de mayor diversidad temática y cobertura geográfica y temporal de todas las investigaciones realizadas sobre la metría de la información y del conocimiento científico. Propuesta por Otlet en 1934, la bibliometría fue redefinida por Pritchard como "La aplicación de los métodos estadísticos y matemáticos a los libros y otros medios de comunicación". (GORBEA PORTAL, 2016)

En 1969 Allan Pritchard, definió bibliometría como la aplicación de las matemáticas y los métodos estadísticos para analizar el curso de la comunicación escrita y el curso de una disciplina. Dicho de otra manera, es la aplicación de tratamientos cuantitativos a las propiedades del discurso escrito y los comportamientos típicos de éste (BROADUS, 1987, p. 2).

1.1.2 Informetría

El termino informetría comenzó a emplearse en el campo de las ciencias de la información a partir de la década de los 80. En 1987, se celebró en Bélgica la Conferencia Internacional sobre bibliometria y aspectos teóricos de la recuperación de información. En ella se sugirió la inclusión de este vocablo para la siguiente conferencia a celebrarse en Londres en 1989. La introducción de la palabra informetría se le atribuye al alemán Otto Nacke, quien lo utilizo por primera vez en 1979. Al

principio solo se le reconoció como un campo general de estudio que incluía elementos de la bibliometría y la cienciometría, sugeridas con anterioridad.

La informetría estudia los aspectos cuantitativos de la información, no sólo la compilada en registros bibliográficos, sino que abarca todos los aspectos de la comunicación formal o informal, oral o escrita; es decir, con independencia de la forma en que aparezca registrada y el modo en que se genere.

La informetría se aplica a áreas bien definidas entre las que se pueden señalar:

- Los aspectos estadísticos del lenguaje y la frecuencia del uso de las palabras y frases.
- Las características de la productividad de los autores, medida por la cantidad de documentos publicados en un tiempo determinado o por su grado de colaboración.
- Las características de las fuentes donde se publican los documentos, incluida su distribución por disciplinas.
- Los análisis de citas, según distribución por autores, tipo de documento, instituciones o países.
- El uso de la información registrada a partir de su demanda y circulación.
- La obsolescencia de la literatura mediante la medición de su uso y de la frecuencia con que se cita.
- El incremento de la literatura por temas.
- La distribución idiomática según la disciplina o el área estudiada. (ARAUJO, 2002).

1.1.3 Bibliometría Histórica

Hérubel en 1999 define a la bibliometría histórica como "el estudio de los libros y las revistas enmarcados en tiempo y espacio". Sin embargo, el uso de los referentes temporales y espaciales mencionados en esta definición no constituyen cualidades privativas de la bibliometría histórica sino que, desde nuestra óptica, resultan imprescindibles en cualquiera de las investigaciones que se realicen en la bibliometría descriptiva, evaluativa o histórica.

La dimensión histórica que se le concede a la bibliometría debiera estar orientada a identificar patrones de comportamiento cuantitativo sobre la historia de la ciencia y los principales hechos que caracterizan el desarrollo científico de una época mediante el uso de las fuentes antiguas y de los indicadores históricos-bibliométricos que identifican sus principales regularidades. Su asociación más significativa, en la orientación de sus resultados, se encuentra identificada con la filosofía y la historia de la ciencia. (GORBEA PORTAL, 2016)

1.1.4 Indicadores

Un indicador es una medida que provee información sobre los resultados de cualquier actividad como por ejemplo la científica en una institución, país o región del mundo.

Los indicadores científicos incluyen: cantidad de investigadores por ramas de actividad, matrículas de posgrado en las universidades, cantidad de publicaciones, citas hechas y recibidas, grados académicos obtenidos, fuentes de financiamiento, patentes, etc.

Los indicadores, como toda medición pueden obtenerse, tabularse, y permiten hacer comparaciones. Todas éstas son actividades propias de los procedimientos de monitoreo. No debe confundirse la obtención de indicadores con las evaluaciones o conclusiones pues esto corresponde a la determinación de las políticas científicas. (SPINAK, 1996)

1.1.5 Indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos constituyen una de las herramientas más utilizadas para la medición del producto de la investigación científica, porque la documentación (independientemente del tipo de soporte) es el vehículo más prolífico y exitoso para la transferencia del conocimiento científico, conjuntamente con su transferencia oral por medio de conferencias y comunicaciones personales. (RUSSELL, 2002).

Los indicadores bibliométricos son datos estadísticos deducidos de las distintas características de las publicaciones científicas, en base al importante papel que desempeñan en la difusión y transmisión del conocimiento generado en la investigación. (DE FILIPPO, y FERNÁNDEZ, 2002)

Los indicadores bibliométricos son aplicables a la Ciencia básica, ya que es ésta la que suele pasar al dominio público en forma de publicaciones. Sin embargo, aunque una buena parte de la investigación se publique, lo verdaderamente interesante es el desarrollo del propio proceso creativo de la Ciencia que afecta a su mayor o menor calidad. La investigación que transcurre por otros cauces o no se hace pública por motivos de seguridad o de prioridad, es opaca para los indicadores bibliométricos (BELLAVISTA et al., 1997).

1.1.6 Indicadores de producción

Informan sobre el tamaño de una revista. Este puede medirse por el número de artículos que publica, o por la cantidad de referencias por artículo que incluye.

Como complemento de los indicadores de producción de una revista pueden utilizarse el promedio de autores por artículo, y la cantidad de años de existencia. (LÓPEZ Y TERRADA, 1992).

1.1.7 Indicador de Concentración

La idea de que algunas entidades son más ricas que otras. En bibliometría, se traduce en que algunas pocas entidades ostentan una alta productividad. Por ejemplo, en la ley de Lotka se ve que unos pocos autores son prolíficos y la mayoría sólo producen una o dos contribuciones a lo sumo.

Otro punto de vista es que la concentración en bibliometría es simultánea con la dispersión. Pues si bien unas pocas entidades son responsables de la producción de gran parte de los documentos, una gran cantidad de éstos están esparcidos entre muchas entidades menos prolíficas. (SPINAK, 1996)

1.1.8 Índice de Pratt

El índice de concentración de Pratt es una medida que indica cómo se concentra en un conjunto de ítems, un conjunto de categorías temáticas. La división en categorías es arbitraria y la decide la persona que indiza los documentos en un sistema o bien quien realiza la investigación. Este índice epónimo debe su nombre a Allan D. Pratt, quien lo propone en un artículo intitulado: "A measure of class concentration in Bibliometrics", publicado en *JASIS* en 1977. (PRATT, 1977).

Este índice toma valores de entre 0 mayor dispersión a 1 mayor concentración, este índice se ha utilizado mayormente para determinar la concentración o dispersión de los documentos

Gorbea Portal (2007) lo aplicó no solo para medir la concentración temática si no ya analizando las posibilidades desde indicadores, lo aplicó también para medir la concentración de la cobertura geográfica de los documentos.

El índice de concentración de Pratt es una medida que indica cómo se concentra en un conjunto de ítems, un conjunto de categorías temáticas. (GORBEA, 2007)

Este índice, reconocido por Egghe y Rousseau como una de las medidas más usadas para el análisis de la concentración en informetría es explicado por Diodato y por Spinak en sus respectivos diccionarios. (GORBEA, 2007)

Su fórmula es la siguiente:

$$c = \frac{2[(((0+1)/2) - q]}{n-1}$$

Donde:

c es el índice de concentración de Pratt, que varía entre 0 y 1

n es el número de categorías que contiene el ítem estudiado

q es la sumatoria del producto del rango por la frecuencia de una categoría dada, dividido por la cantidad de ítems en todas las categorías

Si se tienen dos revistas A y B y se analizan todos los documentos publicados en un año X, los documentos de cada una de ellas se clasificarían en categorías temáticas ordenadas por rangos de frecuencias.

Revista A Total Y documentos

100 Tema 1 (rango 1)

20 Tema 2 (rango 2)

10 Tema 3 (rango 3)

Revista B Total Z documentos

50 Tema 1 (rango 1)

50 Tema 2 (rango 2)

50 Tema 3 (rango 3)

Sin hacer ninguna clase de análisis numéricos, es fácil ver que en la revista A, los documentos están concentrados en el Tema 1 y que, en el caso de la revista B, los documentos están dispersos entre temas.

Sobre la aplicación del Índice de Pratt a la concentración de los contenidos geográficos de los documentos, no se tenía referencia alguna en la literatura especializada consultada, pero conociendo de antemano los resultados obtenidos en el comportamiento de la variable Cobertura Geográfica, identificado en toda la muestra de los artículos compilados en INFOBILA, surgió el interés por indagar sobre el uso de este índice en la concentración geográfica, y de este modo darle cumplimiento a otro objetivo relacionado con el análisis sobre el comportamiento de la concentración geográfica en las principales revistas indizadas en esta fuente.(GORBEA PORTAL, 2007).

Para el caso específico de esta investigación, se pretende aplicar este indicador para encontrar la concentración temática y geográfica de lo escrito en Geología en México del periodo comprendido de 1700 a 1969 y así mismo poder localizar las estructuras de conocimiento en esta disciplina, mediante mapas de relaciones entre los términos y lugares, obtenidos del título y contenido de los documentos.

1.1.9 Productividad Científica

Es cantidad de investigación producida por los científicos. La medición de ésta constituye los indicadores científicos. La productividad suele medirse por la cantidad de publicaciones producidas por un autor, una institución, o un país.

Otras medidas de productividad incluyen la cantidad de investigadores por disciplina y subdisciplina, y el número de citas que reciben sus publicaciones. (SPINAK; 1996.p 188-189)

1.1.10 Comunicación científica

Uno de los puntos fundamentales para que la Ciencia avance es por medio de la publicación de los resultados de las investigaciones, a lo largo del tiempo se han encontrado diversas formas de comunicarlos. Un ejemplo son las cartas que facilitaban el intercambio de información sin necesidad de reunirse o trasladarse de un lugar a otro, el inconveniente a esto fue que el periodo que tardaba en llegar una carta al remitente era bastante largo y para fines de los científicos la urgencia de comunicar sus resultados era hacerlo de forma inmediata.

Un ejemplo de esto son las Cartas sobre la mecánica ondulatoria, en la cual se puede leer la correspondencia que Erwin Schrödinger sostuvo con Einstein, Bohr y otros grandes físicos de los veinte, y en la cual se pueden observar las reacciones de estos científicos notables ante el surgimiento de la ecuación básica de la mecánica cuántica, la ecuación de Schrödinger, la más usada en la historia de la Ciencia. (ALMADA, LIBERMAN y RUSSELL, 2002)

Otro medio de comunicación es el que se da oralmente y un ejemplo de esto son los congresos de científicos que durante largos años han ocupado un lugar importante dentro de la comunicación científica. El inconveniente de estos es que no siempre son publicados en las memorias de los congresos.

El primer congreso internacional del que se tiene registro se dio en el antiguo México, particularmente en Xochicalco en el siglo XIII, se reunió un grupo de astrónomos distinguidos que representaban a muchos pueblos mesoamericanos, habitantes de lo que hoy es México y Centroamérica.

Otro ejemplo se da en 1860, ya que entre los químicos del siglo XIX no había acuerdo sobre las fórmulas de compuestos tan sencillos como el ácido acético, por ejemplo, sugirió que todos los químicos europeos importantes se reunieran para esclarecer el punto. Esta reunión, que se llevó a cabo en Karlsruhe, Alemania, fue entonces el segundo congreso científico de corte internacional en la historia. (ALMADA, LIBERMAN y RUSSELL, 2002).

1.1.11 Análisis de Redes Sociales (ARS)

Como se podría pensar hablar de redes sociales actualmente no es limitarse únicamente a Facebook, hi5, twitter entre otras de uso social común, están corresponden a la categoría de redes sociales virtuales.

Las redes sociales proveen los canales a través de los cuales los individuos tienen acceso a, o son expuestos a la información, influencia y comportamiento de otros. (RICE, 1993)

El ARS se plantea como una metodología de visualización de las estructuras sociales construidas a partir de relaciones constituidas en intercambios y flujos. Son estas relaciones las que determinan el comportamiento de los sujetos, las organizaciones, los grupos, en fin, los diversos actores sociales.

Bajo el concepto de redes sociales, se cobijan relaciones entre individuos (capital social, relaciones políticas, redes cognitivas), relaciones entre organizaciones (redes de políticas públicas, redes de conocimiento, redes ínter-organizacionales), relaciones entre animales, relaciones entre publicaciones científicas, entre muchas otras.

Esto en lo teórico. En lo metodológico hay un mayor consenso acerca de que es un conjunto de herramientas técnicas y analíticas que procesan diferentes tipos de información. (VELEZ, 2010).

El ARS cuantifica las relaciones entre los actores con el objeto de crear matrices y redes gráficas que representen esas relaciones como un todo, y de esa forma analizar las distintas características del sistema de relaciones bajo estudio, indistintamente de la naturaleza de estas relaciones: políticas, económicas, de parentesco, amistad, cooperación, conflicto, etc.

El objeto de estudio del ARS son las redes sociales, su morfología, sus patrones de comportamiento general y su relación dialógica con los individuos o elementos que las componen (AGUIRRE, 2011).

1.2 Marco de referencia

1.2.1 La Geología en México

Es importante puntualizar que Ciencias de la Tierra no es un término que siempre ha sido empleado para describir al conjunto de disciplinas que estudian los fenómenos de evolución y cambios en el planeta Tierra. Este término es resultado de una fusión reciente de las distintas disciplinas que conformaban anteriormente a la Geología. Tras una evolución de dichas disciplinas consecuencia de los avances tecnológicos orientados a recabar datos con mayor precisión, el desarrollo de nuevas metodologías en sus campos de estudio y la interdisciplinariedad, han dado como resultado un concepto con carácter de conjunto de Ciencias.

Desde, mediados del siglo XV, con los viajes de navegantes portugueses y españoles, quedo por primera vez abierta la posibilidad de que el hombre explorase todos los aspectos físicos y naturales del planeta que habitaba. La aparición de América, según la conocida frase de Alexander von Humboldt, duplicó súbitamente para los habitantes de Europa el cosmos que habitaban, lo que abrió un amplio campo de investigación a los hombres de Ciencia del Viejo Mundo.

El siglo XVI inició estudio sistemático de los vientos y las corrientes marítimas, de la acción de las cadenas volcánicas sobre los terremotos y de la gradación de las especies vegetales y animales en un cosmos que a los ojos del sabio, resulta armónico y equilibrado (TRABULSE, 2009).

Las minas de Taxco producían plata acarreada por los indios desde antes de la conquista según lo atestigua el hecho de que los primeros embarques rumbo a España de este metal se produjeron en 1522, solo 4 años después de la llegada de Cortes a Veracruz (CAMPA, 1978, p. 52).

En el Virreinato de Nueva España (México), las primeras minas encontradas fueron las de Morcillo, en 1525. En 1546, el capitán Juan De Tolosa halló plata en Zacatecas, y cuatro años después ya existían 34 empresas trabajando las vetas locales. En 1548 unos muleros procedentes de Zacatecas descubrieron las minas de Guanajuato, instalándose el campamento minero en 1554. Luego vinieron otras explotaciones tales como las de Pachuca (1551), Real del Monte (1552) y cerró Proaño (halladas en 1554

por Francisco Ibarra, Gobernador de Nueva Vizcaya). Por último, ya terminando el siglo, en 1598, se descubriría el distrito de Mapimí, en el Estado de Durango (PUCHE, 2000).

Al principio se beneficiaron las menas argentíferas mexicanas en hornos de reverbero (donde se fundía la plata gracias a su solubilidad en el plomo, que luego se eliminaba por oxidación), hasta que en 1553 Bartolomé de Medina inventara el método de patio.

Este proceso consistía en la adición de mercurio (amalgamación en frío), así como agua y sal a los minerales del preciado metal molidos y acumulados en montones. Posteriormente, se realizaba la trilla de estos productos para lograr una íntima mezcla plata-azogue (inicialmente se hizo a pie y luego con caballerías). Este método permitió tratar industrialmente grandes cantidades de mena de baja ley, con buenos rendimientos, persistiendo por tres siglos. Como señala Juan De Cárdenas (1591) al cabo de algunos días se presume a ver dado el metal la ley, haz e el minero lavar (en una vasija) dicho metal y yéndose el barro y arena del metal con el azogue, queda como más pesada en el fondo de la tina aquella massa o pella de plata y azogue, después se aparta con fuego el azogue de la plata». Como vemos la pella o amalgamase desazogaba, por destilación, y por último, obligatoriamente, en las Cajas Reales se fundían los metales ya libres del mercurio. La primera de estas Cajas se fundaría en México en 1535, siendo su función la acuñación de moneda (señoreaje), sellado de lingotes (ensaye) y retención del quinto real (impuestos). Toda la plata debía pasar por aquí, siendo poco frecuentes los extravíos, aunque hay mucha literatura al respecto (se estima el contrabando en menos del 15%) (PUCHE, 2000).

Solo la profunda revolución que comenzó a experimentarse a mediados del siglo XVIII, en el seno de los estudios químicos condujo a apreciaciones cada vez más exactas sobre la naturaleza del proceso de amalgamación, incluidas las variantes que había sufrido desde su invención. En esta labor destacan hacia fines de siglo, Sonneschmidt, Elhuyar y Del Rio, quienes, al igual que el Barón de Humboldt, hubieron de reconocer la superioridad del método de Medina, para el caso específico de la Nueva España, sobre cualquier otro método entonces utilizado en Europa (TRABULSE, 2009).

En el siglo XVII muy poco fue lo que adelantaron los conocimientos referentes a la Geología y minería mexicanas, y solo podemos citar a Herrera en 1615: en su historia general de los hechos de los Castellanos, cita la existencia de huesos gigantes, osamentas de elefante y mastodonte en Tlaxcala, México, Yucatán y dice que Hernán

Cortez envió algunos al Rey de España desde los primeros años de la ocupación y conquista de México y al P. Bernabé Cobo, que a fines del siglo (1695) en su historia del Nuevo Mundo, se dedica al estudio de los productos histórico-naturales y al de los fenómenos meteorológicos y geológicos.

1.2.2 Oritognosia

Hacia 1780, Werner propuso una nueva división en el conocimiento de los minerales. Lo que se entendía por “mineralogía” lo denominó “Oritognosia”, es decir “el conocimiento de los fósiles o minerales” y su “clasificación”.

El Real Tribunal de Minería de Nueva España, que fue la primera institución impulsada por los mineros más importantes del reino, apoyados por la corona española.

1.2.3 Geología

La palabra Geología, proviene de los vocablos griegos geos, que significa Tierra, y logos tratado. Es la Geología la Ciencia que estudia al planeta Tierra, su composición, estructura, y los fenómenos de toda índole que en ella tienen lugar incluyendo su pasado. No se limita al análisis del planeta en su forma actual, si no que intenta reconstruir su pasado, investigando los fenómenos antiguos que quedaron plasmados y fosilizados (ROJAS y PAREDES, 2008).

La Geología es la Ciencia de la Tierra que estudia el origen, composición, estructura y los fenómenos que se han producido en ella desde su génesis hasta la actualidad. Una definición científica diría que es la combinación matemática, física, química y biológica del estudio de la Tierra tal como hoy existe, y los procesos y estados a través de los cuales ha evolucionado.

1.2.4 Ciencias de la Tierra

Las diferentes ramas de la Geología han evolucionado en los últimos años, que en su conjunto ayudan a explicar particularidades del entorno terrestre, por lo cual se gestó una nueva área denominada Ciencias de la Tierra que busca conjuntar los esfuerzos a favor de la investigación científica en dicha área.

A continuación se presentan definiciones con la finalidad de caracterizar las Ciencias de la Tierra:

“La moderna Geología es solo una de las especialidades científicas que nos sirven para comprender la Tierra. Junto a ella la geofísica y la geoquímica han crecido hasta convertirse en Ciencias separadas; y la meteorología, la climatología y la oceanografía es la que los anglosajones suelen llamar Ciencias de la Tierra fluida y son indispensables para comprender el funcionamiento de muchos procesos geológicos, así pues las Ciencias de la Tierra son más que Geología” (ANGUITA, 1994).

Las Ciencias de la Tierra, es un nuevo campo de estudio, interpretación y comprensión del planeta Tierra como un sistema planetario complejo y global. De esta concepción nace la evolución conceptual de la Geología; ya que desde la formulación de la teoría de la tectónica global y los nuevos desarrollos en campos con herramientas conceptuales y tecnológicas propias en disciplinas afines de la Geología, como la planetología, la meteorología, geofísica entre otras, han obligado a un cambio de paradigma (TRILLO, 1998).

La línea orientadora de las Ciencias de la Tierra estriba en la convergencia de la Geología con la geofísica, la geoquímica, la oceanografía, la climatología, meteorología, se trata de una conjunción de diversas disciplinas en el título de la misma, Ciencias de la Tierra.

En el año de 1963, Arthur N. Strahler, geomorfológico de la Universidad de Columbia E.U., publicó un tratado que llevo el título de “The Earth Sciences” (las Ciencias de la Tierra) que consta de 4 volúmenes, en cada una de estas partes tenían como subtítulo los nombres de diversas disciplinas Geológicas; geodesia, magnetismo terrestre, meteorología, oceanografía, geofísica, geomorfología e hidrología (ANGUITA, 1996).

Strahler justificó su propuesta orientada a un impulso por amalgamar diversas ramas y métodos de investigación de las Ciencias, para resolver los complejos problemas de la superficie terrestre. El alma de la obra de A.N. Strahler estuvo orientada a romper la barrera de conformación de las ramas clásicas de la Geología.

De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores, se comprende que existe una evolución en los cambios de paradigma en las Ciencias; en este caso en la Geología que recientemente se ha orientado a una diversidad de disciplinas. El cambio hacia las Ciencias de la Tierra es de reciente conformación, comienza a generarse a mediados del siglo XX ante la generación de información proveniente de estudios de la estructura de la superficie terrestre.

1.2.5 El cambio de paradigma hacia Ciencias de la Tierra.

La consideración basada en la teoría de sistemas en la que todos los conocimientos humanos están relacionados con todas las disciplinas, ha dado una nueva concepción del mundo, apuntado a un interés de los conceptos de complejidad, interacción, propiedades emergentes y auto organización.

La aportación de la teoría sistémica, ha dado un medio de interpretar el funcionamiento multifactorial de cualquier elemento dinámico de la realidad, en el que surgen constantemente propiedades emergentes. Los sistemas tienen una capacidad de perpetuación mediante mecanismos de autocontrol (la diversidad de disciplinas) que estabilizan un conjunto (objeto de estudio) presentando ciclos continuos de retroalimentación (entre diversas disciplinas).

Durante la década de los 50's, el estudio de las aguas oceánicas, los movimientos de masas de aguas, el transporte de materiales de los océanos consolidaron lo que se llama oceanografía. La oceanografía durante esta década adquirió un importante desarrollo donde se elaboraron mapas de los fondos oceánicos descubriendo accidentes de relieves terrestres. El estudio minucioso de las dorsales oceánicas suscito a nuevos análisis acerca de su formación, al estudiar las fallas transformantes hablo de la existencia de grandes placas rígidas en movimiento con crecimiento (por unos bordes) y destrucción (acreción, por otros) (SEQUEIROS y ANGUITA, 2003).

El salto conceptual hacia Ciencias de la Tierra acontece en 1968, con la formulación de la teoría de la tectónica global propuesta por J. Tuzo Wilson y el desarrollo de nuevos campos y programas de investigación sobre el planeta Tierra. La concepción de Ciencias de la Tierra nació de la evolución conceptual de la Geología, que se ha quedado limitada a concepción de un paradigma en su progreso como disciplina.

J. Tuzo Wilson, sostenía con su formulación de la tectónica global, que el campo de estudio de la Geología se había quedado reducido; habría que examinar en su conjunto el programa de Geología ya que se asistía a un cambio semejante al que se produjo cuando la física moderna reemplazó a la física clásica en la enseñanza universitaria (TRILLO, 1998).

Las Ciencias de la Tierra, han presentado una reciente revolución científica que se relaciona con una nueva concepción sobre la dinámica y conformación del globo

terrestre. Esta revolución científica es comparable por sus repercusiones a la teoría de selección de Darwin en el campo respectivo de las Ciencias biológicas. Debido a la teoría de la tectónica de placas y de la deriva de continentes; ha traído consigo cambios importantes en los conceptos sobre la corteza y el interior de la Tierra, e influido notablemente en el estudio de los procesos globales que afectan a la hidrosfera y litosfera. Estos nuevos cambios hacia Ciencias de la Tierra han propiciado no solo una cadena de innovaciones científicas, sino que han modificado la manera en que concebimos nuestro planeta y sus recursos. (MORÁN, y LOMNITZ, 1999),

Para los años de 1973 y 1992, el sistema de localización global GPS (Global Positioning System), ha abierto el campo a numerosas aplicaciones científicas en el campo de la geodesia y la geofísica. (SEQUEIROS y ANGUITA, 2003) En sismología ha producido una revolución en el desarrollo de sismógrafos digitales de banda ancha en los años 80's, desde los años en que fue propuesta la teoría de tectónica de placas, muchos geólogos, paleontólogos, han ido precisando el paradigma manteniendo cada vez más su poder explicativo.

Durante los últimos 25 años, la introducción de una nueva técnica de análisis de ondas sísmicas han abierto nuevos campos de estudio del interior del planeta Tierra, la técnica empleada para tal estudio se llama tomografía sísmica. Consiste en observar ondas sísmicas generadas por terremotos que permiten obtener modelos tridimensionales del interior del planeta Tierra. La tomografía sísmica ha desarrollado nuevos conceptos como; estratificación dinámica, advección, relieves intraplaca, que han cobrado protagonismo; mientras que otros como dorsales oceánicas y astenósfera han perdido relevancia. (SEQUEIROS y ANGUITA, 2003)

Recientemente, el término Ciencias de la Tierra se ha aplicado al conjunto de disciplinas que tratan los aspectos físicos y químicos del planeta, sin incluir de manera central el estudio de la biósfera; ya que el estudio de la biósfera (ámbito biológico) del planeta Tierra, es tan vasto, diverso y complejo hasta ahora más desarrollado que el de Ciencias de la Tierra. En éstas se consideran incluidas disciplinas como la Geología, la Geofísica, Oceanografía, Geografía física, y Ciencias de la atmósfera.

Estas disciplinas que conforman a las Ciencias de la Tierra, tiene en general sus propios campos de acción, pero cubren también el ámbito de muchas subdisciplinas como lo es la estratigrafía, geomorfología, la Geología estructural y la geoquímica. El desarrollo de las disciplinas principales de las Ciencias de la Tierra y su división en

las áreas ya mencionadas, responden a razones históricas que pueden no ser necesariamente válidas en el presente; sin embargo, esta división se continua utilizando por la tradición en la organización de universidades e instituciones gubernamentales interesadas en el estudio natural de sus países o regiones (MORÁN y LOMNITZ, '1999).

La naturaleza del planeta Tierra es el elemento que hace coincidir a todas las Ciencias que se involucran en su estudio. La Geología así pertenece a las Ciencias terrestres, puesto que analiza la evolución histórica del planeta, esta Ciencia no puede tener el carácter de ser la única que estudie la totalidad de fenómenos que acontecen; más bien, la Geología se ha convertido en una Ciencia interdisciplinar que se apoya de las Ciencias exactas para precisar su campo de acción.

En realidad la naturaleza, es una sola y no existen límites reales entre distintas manifestaciones de la misma. Los límites entre las diferentes disciplinas científicas son arbitrarios, ideados para facilitar y simplificar el razonamiento de los seres humanos que se ocupan de ellas. Pero nunca puede haber contradicciones entre los postulados y descubrimientos de dos Ciencias diferentes (IRIONDO, 2006).

La Geología sufrió hace tres décadas, una espectacular revolución científica (el moviismo moderno), que no sólo la elevó al rango de Ciencia predictiva, sino que hizo que sus contactos con la reina de las Ciencias se estrechasen, llevando al primer plano del avance científico, la especialidad de la geofísica (ANGUITA, 1994).

La Geología se dedica, utilizando el método analítico propio de la Ciencia, a estudiar las causas de esos procesos biológicos del paisaje, y de integrarlos en una comprensión global del planeta.

En 1989, British Association of Teachers of Geology, cambió su nombre por el de Earth Science Teachers' Association. ¿Qué había cambiado en la Geología para justificar este tránsito? Para la propia asociación, los motivos del cambio eran tres:

La moderna Geología es sólo una de las especialidades científicas que nos sirven para comprender la Tierra.

Junto a ella, la geofísica y la geoquímica han crecido hasta convertirse en Ciencias separadas; y la meteorología, la climatología y la oceanografía (lo que los anglosajones suelen llamar conjuntamente Ciencias de la Tierra fluida) son

indispensables para comprender el funcionamiento de muchos procesos geológicos. Así pues, las Ciencias de la Tierra son mucho más que Geología.

Las Ciencias de la Tierra significan integrar en profundidad, la Geología con otras Ciencias, y especialmente con la física; y, a través de ello, obtener una mayor capacidad de comprender a fondo la Tierra en sus procesos.

Las bases de la Geología moderna se establecieron en las últimas décadas del siglo XVIII. La fecha de 1775, año en que Abraham Gottlob Werner (1749-1817) es nombrado profesor de Mineralogía en la Escuela de Minas de Freiberg (Sajonia), puede considerarse como punto de partida para la organización de las Ciencias Geológicas.

Werner, propuso a sus alumnos un método de conocimiento basado en el estudio mineralógico de los sedimentos, señalando las relaciones constantes que se manifiestan en la superposición de algunas rocas minerales. El método de Werner hacía hincapié en el estudio sistemático de la Geológica, aplicando, además, todas las observaciones extraídas del uso práctico de la minería.

La labor de este geólogo era reconocer en todos los lugares, las formaciones universales o precipitados simultáneos de un disolvente u océano primitivo, este sistema al que se llamó neptunista tuvo una gran aceptación en su época

Para Werner, las rocas de naturaleza cristalina, como el granito, habían sido las primeras que habían precipitado en el formándose posteriormente las rocas sedimentarias.

Una explicación diferente de la dinámica terrestre fue expuesta por James Hutton (1726-1797) en su Theory of the Earth (1788).

Según Hutton, tras la erosión y el depósito de los materiales sedimentarios en el fondo del mar, el calor interno consolidaba los sedimentos y los elevaba hasta la superficie.

El sistema de Hutton, conocido como plutonismo debido a la gran importancia que desempeñaba en el la acción del calor interno terrestre, descartaba las causas hipotéticas e intentaba buscar una explicación a los antiguos de la corteza terrestre en la acción exclusiva de los agentes de la naturaleza que operaban en la actualidad.

La teoría de Hutton, considerada precursora del actualismo de Lyell, no fue asimilada en su momento, en parte por la idea de eternidad que se desprendía de su uniformitarismo, en parte porque no fue bien comprendida entre sus contemporáneos.

La controversia entre neptunistas y plutonistas giró particularmente en torno al origen de los basaltos. Werner afirmaba en 1787, que los basaltos que se encontraban en Sajonia eran precipitados químicos resultantes de los materiales que se hallaban en disolución en el agua. De ahí extrapolaba y generalizaba esta conclusión para el origen del basalto, independientemente de donde se encontrara.

Hutton, en cambio, diferenciaba los sedimentos de las rocas eruptivas, dándole una gran importancia a la acción del calor interno, por eso no dudaba en afirmar el origen ígneo de los basaltos, argumentando que varias de estas rocas habían sido inyectadas en estado de fusión en las fisuras de capas antiguas, atribuyendo su capacidad y su diferencia de aspecto con lavas ordinarias a que su enfriamiento ocurría bajo la presión del mar.

La “teoría de la Tierra” que había emitido el escocés Hutton, presuponía por tanto, 1. la existencia de un calor interno que consolidaba los estratos, 2. la existencia de continuos ciclos geológicos y, en consecuencia, de una uniformidad en la actividad de los agentes físicos y 3. la necesidad de atribuir a la Tierra una edad indefinida, rozando con la eternidad.

1.2.6 Aspectos previos a la Geología del siglo XX en México

Comenzaremos mencionando que la Geología reciente en México, se remonta a tiempos posteriores a la consumación de la independencia en nuestro país. La nueva República estaba sacudida en un entorno de desorden generalizado y en una transición de las instituciones creadas durante la época colonial, a la nueva nación independiente.

La Geología en el México naciente era de carácter utilitario, es decir, de aplicación inmediata en la solución de problemas, un ejemplo de esto fue marcar los límites territoriales, así como el reconocimiento general de la república.

Los esfuerzos en los años siguientes, fueron en tareas semejantes. En 1825, el entonces presidente de la república Guadalupe Victoria, decreta la creación del “Atlas

del seno mexicano”, terminado y publicado como “Atlas de Guadalupe Victoria y la Geografía del Seno Mexicano” (VIESCA, y SANFILIPPO, 2009).

La República Mexicana se vio obligada a sortear sus nuevas necesidades en múltiples áreas de la Ciencia, por lo que se fundaron instituciones en donde se generarían conocimientos en su mayoría de utilidad inmediata, donde se formarían los nuevos científicos y por ende, obras mexicanas en la Geología como en otras áreas.

En 1833, se funda la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, y en 1868, se funda la Sociedad Mexicana de Historia Natural.

Algunas obras generadas en los primeros años de la Geología fueron:

En 1839, Boletín de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, y en 1870, el periódico La Naturaleza.

La Geología en México durante el siglo XX, continuó con un desarrollo mayor al mostrado durante 1800, varios fueron las causas de esto, por una parte en el Porfiriato se consiguió una estabilidad en el país no vista durante tres cuartas partes del siglo XIX, que había estado en continuo cambio como consecuencia de la independencia y las posteriores intervenciones extranjeras, así como la inestabilidad en los gobiernos y una idea confusa de proyecto de nación.

El cambio en el pensamiento por las corrientes positivistas y el surgimiento de algunas sociedades e institutos que se habían creado al finales del siglo XIX, como la fundación del Instituto Geológico de México en 1888, donde se vieron plasmados los esfuerzos que previamente se habían realizado bajo el nombre de Comisión Geológica.

A inicios del siglo XX, surge la Sociedad Geológica Mexicana y la sociedad Geológica Exploradora, fundaron la sección de historia natural y posteriormente, se convirtió en Comisión Exploradora de la Flora y la Fauna Nacional.

En 1910, se creó el Servicio Sismológico Nacional y en este mismo año, se fundó la UNAM, con las siguientes afiliaciones: Observatorio Astronómico Nacional, Observatorio de Meteorología, Comisión Geográfico Exploradora, y el Instituto Geológico.

El desarrollo en México a inicios de 1900 era sostenido, inducido por una relativa estabilidad social, la reactivación en los medios de producción y la presencia de inversionistas extranjeros quienes habían sido invitados por el presidente Porfirio Díaz a participar en el programa de nación, colaborando en diversas áreas. Como fueron el desarrollo de la infraestructura del transporte como el ferrocarril y la explotación de recursos naturales.

En este entonces, la minería ya contaba con un amplio desarrollo, mismo que se vio frenado por una crisis internacional que culminó con el derrumbe del precio de los metales, hecho que derivó entre otras situaciones, a una recesión interna que constituyó, entre otros factores, al agotamiento del régimen Porfirista que en 1910, se vio reflejada en el movimiento de revolución.

Se dieron tres elementos fundamentales que sirvieron para proyectar las Geociencias en México durante la primera década del siglo XX:

El primero está dado por el inicio de la participación de científicos profesionales en la búsqueda de hidrocarburos, hecho que marca el inicio de la producción petrolera comercial en México.

El segundo hecho está dado por la fundación de la Sociedad Geológica Mexicana en 1904.

El tercer factor se dio por la celebración del décimo Congreso Geológico Internacional en la Ciudad de México en el año de 1906, obteniendo como producto, 31 libros guía de excursiones Geológicas de diferentes regiones de nuestro país, así como la presencia de investigadores de diversos países. Los tres factores anteriores nos ayudan a entender desde donde inicia el rumbo que tomaría la Geología durante los siguientes años, el hecho de haber localizado yacimientos petroleros en el subsuelo mexicano llevó una de las especialidades de la Geología a trascender y encontrar una línea de investigación y un desarrollo posterior, ésta sería la petrografía. (TORRES, 2004)

Otro de los elementos encontrados de gran trascendencia, fue el haber fundado una sociedad entre geólogos que se encargarían de interactuar y velar por los intereses de la Geología y su desarrollo en nuestro país. El congreso llevado a cabo en México sirvió como escaparate para vincular a los estudiosos mexicanos de esta disciplina con la comunidad internacional.

Un geólogo, investigador de vocación, fundamental en el desarrollo de la Geología en nuestro país durante la primera mitad del siglo XX, fue Ezequiel Ordoñez. En el libro “Vida y Obra de Ezequiel Ordoñez”, (Colegio Nacional 1998), menciona como se organizó la celebración del décimo Congreso Geológico Internacional. (TORRES, 2004)

El escenario en ese momento para la Geología, no podía estar mejor, ya que el congreso antes mencionado le daba una proyección hacia el extranjero y con ello, la oportunidad de enriquecer esta Ciencia mediante los aportes de geólogos de otras naciones, además de despertar interés internacional de realizar exploraciones en una nación tan rica en recursos naturales, minerales y con una Geología, geomorfología y orografía prácticamente virgen.

Hasta ahora, hemos mencionado tres factores impulsores del desarrollo geológico en México. Sin embargo, aún hace falta mencionar los medios por los cuales se establecería una comunicación entre los miembros de la Sociedad Geológica y la comunidad científica de ese entonces, medio por el cual se diera a conocer las investigaciones, descubrimientos y avances o desarrollos de técnicas en el campo de la Geología.

En 1905, se inicia la publicación de la recién creada Sociedad Geológica Mexicana, que junto con la publicación del primer número del Boletín del Instituto Geológico de México, publicado a partir de 1895 como Boletín de la Sociedad Geológica de México, constituyen uno de los cimientos fundamentales de la Geología en México.

Los años comprendidos de 1900 a 1910, se podrían resumir como una etapa de gran dinamismo, en la que la riqueza geológica del país permitió el nacimiento de las primeras descripciones Geológicas modernas de varias regiones, muy posiblemente el periodo que proporcionó las raíces más profundas a la Geología mexicana. (TORRES G. 2004)

En 1910, poco antes del conflicto armado se fundó El Servicio Sismológico Nacional, creado por decreto presidencial el 5 de septiembre, y fue incorporado al Instituto Geológico de México. (GOMEZ, 2005),

Por lo anteriormente descrito, la Geología avanzaba a un ritmo acelerado, sin embargo, vendría un episodio que cambiaría definitivamente a nuestra nación: El Movimiento Revolucionario de 1910.

Los hermanos Flores Magón desde antes de 1900 iniciaron campañas contra la reelección en nuestro país, mismos que fueron entre otros, el canal para difundir el descontento que mostraba la sociedad ante una dictadura llena de contrastes y una represión constante contra la clase obrera en la que crecía la inconformidad del régimen.

Lo que derivó en la creación de partidos políticos poco antes de 1910, como el Partido Nacional Anti-releccionista, que postuló a Francisco I. Madero, como candidato presidencial, mismo que fue desconocido y encarcelado por el gobierno acusado de alterar el orden. Sin embargo, logra escapar de un penal en San Luis, y con esto, se da el inicio de la revolución armada. (GOMEZ, 2008)

Este movimiento se llevó gran parte de lo que se había construido en nuestra nación, incluyendo la Ciencia y desarrollos tecnológicos, sentenciando a nuestra sociedad a veinte años de lucha, inestabilidad y constantes cambios en el poder, dejando un país sin un rumbo definido.

La revolución dejó 20 años de conflicto, medio millón de muertos, sesenta levantamientos en armas y doce presidentes o jefes de gobierno. Carranza fue el presidente que más institutos y centros de investigación cerró, otros producto del abandono también desaparecieron como el de la Comisión Geográfico Exploradora, en Veracruz (TAMAYO, 2009).

De 1910 a 1928, es el periodo revolucionario, mismo lapso en el que la Geología avanzó muy lentamente, ya que gran parte de los líderes científicos nacionales y extranjeros, tales J. G. Aguilera, Emil Bose y Carl Burkhardt emigraron fraccionando esta comunidad científica, además de la separación de Ezequiel Ordoñez.

Otro aspecto negativo fue el que se dejara de publicar el Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana desde 1912. Se volvió a publicar hasta 1936.

El Instituto Geológico de México se transformó en el departamento de exploraciones y estudios geológicos, como parte de la Industria de Comercio y trabajo del Gobierno Federal.

Con la modificación de la dependencia, el Instituto tomó una dirección diferente, de ser un centro que sirviera para realizar investigaciones científicas a favor del desarrollo

de la Geología como Ciencia, pasó a ser parte de una dependencia gubernamental, con el objetivo de generar conocimientos de utilidad inmediata en el ámbito petrolero.

Este interés, llevó a destinar un amplio presupuesto y el nombramiento de un personaje con grandes conocimientos en el área de las Geociencias, como lo fue Ezequiel Ordoñez.

Según los trabajos paleontológicos, estratigráficos y de descripción geológica general publicados en el periodo revolucionario eran, en su mayor parte, manuscritos de expediciones de campo realizados antes de la lucha armada (MORAN ZENTENO y LOMNITZ, 2000).

Con esto último, podemos entender que durante la revolución, lo poco generado en el campo de la Geología en México, fueron los estudios realizados para la ubicación y perforación de pozos petroleros y otros recursos minerales.

La parte positiva para la Geología, fue la actitud de Ezequiel Ordoñez, ya que mientras el país entero está siendo sacudido por la revolución, este estudioso geólogo estaba involucrado en el estudio de yacimientos minerales, muy en especial en el petróleo mexicano con importancia comercial (LUGO, 2001).

Su interés está en el estudio científico, la revolución del planeta Tierra, lo que ocurre en su interior y en su superficie, y en la revolución de la Ciencia que estudia, en la perforación de pozos petroleros, el descubrimiento de la radiactividad y los rayos x, el desarrollo de la sismología, de la cartografía que va cubriendo los continentes y los fondos oceánicos, factores que hacen que la Geología se enriquezca y se renueve. Es uno de los episodios de transformación más importantes de la historia geológica.

Hasta ahora hemos comentado los primeros treinta años del siglo XX en cuanto al desarrollo de la Geología en México, sin embargo, para continuar este recorrido histórico es importante mencionar como se organizaran los hechos acontecidos en los siguientes años.

Al consultar autores que se han dado a la tarea de recopilar aspectos importantes en el desarrollo de la Geología en México, nos hemos encontrado que lo dividen en bloques amplios los cuales explican los hechos en esos momentos, pero con un común denominador que caracteriza estas épocas, ya sean por factores económicos, políticos, científicos o alguna combinación de estos. Por ejemplo, (MORAN ZENTENO

y LOMNITZ , 2000), en su obra las Ciencias de la Tierra en México, mencionan cuatro etapas, la primera la ya abordada periodo de florecimiento (1900-1910), la segunda, periodo revolucionario (1910-1930), la tercera 1930-1970, periodo de referencia, y la cuarta, 1970 en adelante, mientras que, (TORRES, 2004), en su obra Bosquejo sobre la evolución Geológica de México (1904-2004), menciona seis etapas a saber: 1904-1909: las raíces de la Geología moderna; segunda, 1910-1928; periodo de receso, tercera 1929-1955; la transición gradual, cuarta 1956-1975; el preludio del nuevo resurgimiento; quinta 1976-1991; la revaloración de la Geología de México en marco de la teoría de la tectónica de placas, sexta 1992-2004; las grandes integraciones; De una manera más sencilla, en la obra, Historia de la Ciencia en México en el siglo XX, la divide en dos grandes periodos, 1900-1950, y 1950 a 2000, esta última aborda la Geología y otras Ciencias en México.(TAMAYO, 2009).

En 1928, nuestra nación, daba síntomas de estabilidad, los gobernantes lograron construir un arreglo político y así comenzó a reactivarse la vida nacional.

En los siguientes veinte años en nuestra nación se dieron varios cambios en cuanto a la Geología, los cambios significativos inician cuando el Gobierno Federal otorgó a la Universidad Nacional, su autonomía.

Tres dependencias adscritas al Gobierno Federal: el Observatorio Astronómico Nacional, el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, y la Dirección de Estudios Biológicos, pasaron a formar parte de la UNAM.

En 1935, se contaba con programas académicos para la Licenciatura en Geología que impartía la UNAM, como parte de la Escuela Nacional de Ingenieros. Posteriormente en 1940, se crea, en el Instituto Politécnico Nacional, la carrera de Ingeniería Petrolera (MORAN ZENTENO y LOMNITZ, 2000).

Los docentes que se incorporaron e estas instituciones, para impartirlas, provenían del Instituto de Geología y de la empresa Petróleos Mexicanos, de reciente creación.

Se comenta que hubo años de controversia al tratar de definir los objetivos de la licenciatura en Geología en la UNAM, ya que mientras fue parte del Gobierno Federal realizó durante más de veinte años, investigación de uso práctico, utilitario e inmediato, con finalidades en el desarrollo comercial petrolero y de otros recursos minerales. Este periodo de indefinición trajo como consecuencia que no se publicara su boletín de difusión.

Surgieron nuevas dependencias gubernamentales que le quitaron la responsabilidad al Instituto de Geología de las tareas demandadas por el gobierno, así lo describe: “El desarrollo de la actividad de petróleos mexicanos y la posterior creación del comité directivo para la Investigación de los Recursos Minerales en México, relevaron de la responsabilidad de exploración y evaluación de recursos geológico-económicos, solo se le mantuvo la función de producir y publicar las cartas Geológicas de diferentes escalas y algunos estudios de Geología aplicada que fueron principalmente publicadas dentro de los anales” (MORAN ZENTENO y LOMNITZ , 2000).

Al delegar las responsabilidades de explotación y evaluación a Petróleos Mexicanos y al comité directivo para la Investigación de Recursos Minerales de México, se abrió un vacío, pues los nuevos organismos no tenían experiencia, ni una ruta plena, la expropiación petrolera decretada en 1938, definió una clara necesidad de contar con recursos humanos especializados enfocados para continuar con la explotación petrolera.

Un país demandaba profesionistas que atendieran, por un lado, la investigación científica Geológica y, por otro, lado un conjunto de científicos que dedicaran sus esfuerzos en la explotación de los recursos naturales y minerales, como impulsores de una industria nacional encaminada al progreso nacional. Cabe recordar que México a nivel mundial fue un país vasto en recursos naturales y minerales.

Una vez que se reintegró orgánicamente a la universidad, el Instituto de Geología recuperó gradualmente su carácter puramente científico. Sin embargo, nuestro país estaba urgido de la creación de instituciones que dieran soluciones a las problemáticas propias de la época, así como apoyo al desarrollo de nación, con una política nacionalista, impulsada durante el periodo presidencial del general Lázaro Cárdenas, y lo demostró con medidas como la expropiación petrolera o cuando recibe a la comunidad española exiliada por la Guerra Civil Española, que brindó frutos al fundarse la Casa de España que dio paso al Colegio de México.

Era claro que se requería de nuevas ideas y del trabajo colaborativo científico para la “Modernizar” a la nación.

En años siguientes, se crearon los Institutos de Química, Física y Matemáticas en la UNAM. Otra determinante fue la creación del Consejo Técnico de Investigación

Científica en 1945, y en ese mismo año la fundación del Instituto de Geofísica, que fue inaugurado el 7 de febrero de 1949.

El Instituto de Geología comenzó hasta 1950, a hacer investigación científica académica distinta a como se había realizado en el periodo del florecimiento de la Geología (Ciencia amateur), retomando muchos de trabajos iniciales acerca de la Geología regional, la estratigrafía y la paleontología de México. En estos años destacaron los trabajos de investigación sobre rasgos estratigráficos, paleontológicos y tectónicos que llevaron a cabo Carl Fries, Guillermo P. Salas, Zoltan De Cserna y Gloria Alencaster. (MORAN ZENTENO y LOMNITZ, 2000).

1.2.7 La institucionalización de la Geología en México durante 300 años

El Real Seminario de Minería fue una institución creada en 1792, por el gremio de mineros establecidos en la Nueva España, esta institución estaba principalmente subsidiada por recursos de la Corona Española.

El Seminario de Minas existía desde la colonia, cambia su nombre en 1827 por el de Colegio Nacional de Minas, este formaba ingenieros y topógrafos, mismos que realizarían las tareas de delimitación de fronteras y estados.

El Colegio de Minería también impartía diversas disciplinas relacionadas con la Geología, y formaba ingenieros, en 1845, se convierte en Instituto de Ciencias Naturales impartiendo cursos en especialidades como apartador de oro y plata, beneficiador de metales, ingenieros en minas, geógrafos y naturalista (LORENZO y DE CSERNA, 1968).

La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística (SMGE) fundada en 1852, fue la primera entidad que organizó la investigación científica en México y también, el primer cuerpo institucional para el desarrollo y la práctica de la geografía. Se fundó con el doble objetivo de construir la Carta de la República y levantar la estadística nacional. Eran tareas estratégicas y fundamentales para la consolidación del país como nación independiente, cuya dificultad requería de la intervención de los hombres de ciencia. (AZUELA, 2003).

En el año de 1877, la fundación de la Comisión Geográfico Exploradora con la exprofesa finalidad propia de una geografía “fenomenista”: destinada a la colecta de

datos geográficos y estadísticos del territorio de la República y el levantamiento de la Carta General del país con propósitos preferentemente militares.

En el año de 1891, surge el Instituto Geológico de México, originalmente fundado durante el Porfiriato. El 26 de mayo de 1886, el Presidente Porfirio Díaz, presenta una iniciativa de ley para la creación de este instituto. En 1888, el Congreso de la Unión decretó la creación del Instituto Geológico Nacional, dependiente de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria

Para 1903, surge la Sociedad Geológica Mexicana que representó un factor importante en el desarrollo de las ciencias geológicas en México. Desde antes de su fundación, se advierten elementos que han contribuido en forma significativa al desarrollo de la geología. Por ejemplo, en la circular que convoca a la integración de la SGM, se puede reconocer el interés por preservar y difundir el conocimiento geológico. (GONZALEZ, 2004)

En 1910, se funda el Servicio Sismológico Nacional, con la misión de registrar, almacenar y distribuir datos del movimiento del terreno para informar sobre la sismicidad del país a las autoridades y a la población en general, promover el intercambio de datos y cooperar con otras instituciones de monitoreo e investigación a nivel nacional e internacional sus objetivos son:

- Establecer y mantener una red de monitoreo de sismos en el país, que opere con altos estándares de calidad y de manera continua. Mantener un monitoreo continuo de los fenómenos sísmicos que tienen lugar en el país, usando instrumentos de aceleración, velocidad y desplazamiento.
- Distribuir la información de manera oportuna y eficiente de la localización y magnitud de un sismo. También, cuando sea el caso y la cobertura de la red lo permita, proporcionar a las instancias correspondientes los parámetros necesarios para emitir alertas tempranas o iniciar protocolos de protección civil.
- Archivar y distribuir de manera eficiente a la comunidad científica mundial, toda la información y datos generados. Establecer y mantener un programa de difusión y divulgación de la sismología (UNAM, 2016).

En noviembre de 1942, un grupo de ingenieros, empleados del Departamento de Exploración de PEMEX, a nombre de 68 personas, entre las que había otros empleados de la paraestatal, consultores particulares, miembros de la empresas

contratistas de la paraestatal y de otras empresas petroleras, y académicos e investigadores de instituciones públicas, fundaron la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, con el propósito de construir un espacio que posibilitara la comunicación entre ingenieros petroleros y demás expertos en investigación y prospección petrolera, ya de México, ya del extranjero, para que, en conjunto, impulsaran “la tecnología del petróleo y el gas natural” y alentaran “cualquier mejora en los métodos de exploración y explotación de esta sustancias, desarrollar el espíritu de investigación científica entre sus miembros y difundir hechos relacionados con la geología y la tecnología” (ASOCIACION MEXICANA DE GEOLOGOS PETROLEROS, 1949).

Para 1945, surge el Instituto de Geofísica a partir de una sección de geofísica del Instituto de Geología de la UNAM. Éste realiza investigación científica y tecnológica en Geofísica y en otras disciplinas afines, dentro de las Ciencias de la Tierra. Tiene como propósitos fundamentales apoyar las tareas de investigación, docencia, difusión y divulgación científica de su personal académico, así como promover la superación académica del mismo y difundir los resultados de su trabajo, contribuir a la formación de recursos humanos de excelencia, y llevar los conocimientos del área de las Ciencias de la Tierra a capas amplias de la sociedad, con el propósito de contribuir a elevar su nivel cultural y a mejorar sus condiciones de vida (UNAM, 2016).

El Instituto de Geología se crea en el año de 1950 y su misión es generar conocimiento sobre La Tierra, sus procesos y recursos, para el beneficio de la humanidad y el cuidado del medio ambiente, además de realizar investigación científica de frontera en los distintos campos de las Ciencias Geológicas que contribuya a la solución de problemas nacionales.

Para el año de 1965, se establece el Instituto Mexicano del Petróleo cuyo objetivo general es incrementar la tecnología relacionada con el desarrollo de las industrias petrolera, petroquímica y química y ayudar a Petróleos Mexicanos a completar la transformación industrial del país.

Los objetivos particulares de este instituto desde sus inicios, han sido:

- Investigación científica básica y aplicada.
- Desarrollo de disciplinas de investigación básica y aplicada.
- Formación de investigadores.

- Difusión de desarrollos científicos y aplicación en la técnica petrolera.
- Capacitación de personal obrero

En 1973, la creación del Centro de Estudios del Mar y Limnología que desde sus inicios, ha tenido como misión realizar investigación científica sobre los ecosistemas y los recursos acuáticos del país, tanto marinos como epicontinentales. Los objetivos primordiales del Instituto incluyen la generación de conocimiento original y la formación de recursos humanos para la investigación en las ciencias del mar y la limnología. Entre las actividades que desarrolla se incluyen la investigación básica, cuyos resultados se publican en revistas arbitradas de alto impacto, y la preparación de personal técnico especializado, contribuyendo así al fortalecimiento de la planta de investigadores y docente de la UNAM y de otras instituciones de educación superior del país (UNAM, 2016).

Capítulo 2: Metodología

En este capítulo, se expone el diseño de investigación que se utilizó, en donde se relacionan las fuentes de información de las cuales se obtuvieron los registros bibliográficos con los que se formó un cuerpo de información normalizado, los modelos matemáticos, así como las herramientas empleadas y cada uno de los procedimientos que se aplicaron para el desarrollo de la misma.

2.1 Fuentes Documentales:

Las fuentes documentales que se emplearon para esta investigación fueron de primera mano, fuentes de información de orden primario como revistas, algunas de orden secundario como bibliografías y catálogos y por último se recopilaron algunas referencias bibliográficas de bases de datos.

Se trató de recabar la mayor cantidad de información posible para que esta investigación pudiera cumplir con sus objetivos. El procedimiento para identificar y seleccionar las fuentes de información inició con la revisión de la bibliografía realizada por Rafael Aguilar y Santillán, que recoge aproximadamente 5000 registros bibliográficos. En esta bibliografía, se estudiaron las fuentes en las que fueron publicados estos trabajos, por lo que se recurrió en múltiples ocasiones a hacer revisiones a catálogos y otros documentos en la Biblioteca Conjunta de Ciencias de la Tierra de la UNAM, en donde se encontraron las fuentes que se mencionan a continuación y que proporcionaron los registros de los trabajos que posteriormente fueron integrados en una hoja de cálculo en Excel.

Las fuentes bibliográficas empleadas se enuncian a continuación:

REVISTAS IMPRESAS

1. Boletín del Instituto Geológico de México
2. Boletín del Instituto de Geología, Geofísica y Geodesia
3. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana
4. Anales del Instituto Geológico de México
5. Anuarios del Instituto Geológico de México
6. Parérgones
7. Anuarios del Instituto Geológico de México
8. Boletín de Minas y Petróleo
9. Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros

10. Boletín de Agricultura, Minería e Industria

REVISTAS ELECTRONICAS

1. Boletín del Instituto Geológico de México
2. Boletín de la Sociedad Geológica de México

CATALOGOS

1. Catálogo de publicaciones del Instituto de Geología
2. Catálogo de revistas en Ciencias de la Tierra

BIBLIOGRAFIAS

1. Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana: hasta 1904
2. Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana: 1919-1930
3. Bibliografía Geológico- Minera y Económico-Minera de México
4. Bibliografía Geológico Minera del Estado de Zacatecas
5. Bibliografía Geológico Minera del Estado de Hidalgo
6. Bibliografía de publicaciones de la Sociedad Geológica de México
7. Bibliografía del petróleo en México

BASES DE DATOS

1. Fractal (ACM)* Base de datos de la producción científica generada en México, 1880-1979
2. Colección digital "Memorias y Revista de la Sociedad Científica Antonio Álzate" (Atlas de la Ciencia Mexicana), 1885-1940

2.2 Unidades de análisis y observación

El cuerpo de información fue construido mediante la recopilación de registros bibliográficos de cada uno de los trabajos realizados a través del tiempo de Geología en México. Las unidades de análisis y observación empleadas en este estudio se presentan a continuación:

- Autores
- Títulos de los artículos
- Revistas
- Descriptor temático
- Descriptor geográfico
- Años de publicación

2.3 Variables

Se identificaron 14 variables derivadas de las unidades de análisis y observación mencionadas en el 2.2, las cuales se enlistan a continuación:

- Número de autores
- Producción de los autores
- Formación de los autores
- Indicador temático en los títulos de los trabajos
- Indicador geográfico en los títulos de los trabajos
- Cantidad de trabajos
- Año de publicación de los trabajos
- Número de revistas
- Título de las revistas
- Temas de las revistas
- Autoría de las revistas
- Número de temas de los trabajos
- Número de lugares en los trabajos
- Número de revistas

2.4 Indicadores y modelos matemáticos

2.4 .1 Indicadores:

1. Producción de trabajos
2. Producción científica (autores más representativos por periodos)
3. Formación de los autores principales por periodo
4. Identificación de las fuentes de producción
5. Identificación de las fuentes más significativas por periodos
6. Concentración y dispersión temática en las fuentes de producción por periodos

7. Concentración y dispersión geográfica en las fuentes de producción por periodos

2.4.2 Modelos bibliométricos

- Índice de concentración de Pratt
- ARS Análisis de Redes Sociales
- Construcción de mapas

2.5 Modelos matemáticos y bibliométricos

En la tabla 2.1 se presentaron un conjunto de indicadores y modelos matemáticos, en este apartado se presentara su formulación del indicador de concentración de Pratt, así como el Análisis de Redes Sociales.

Tabla 2.1 Modelo Índice de concentración de Pratt (concentración y dispersión temática)

Regularidad bibliométrica a evaluar	Modelo	Formulación matemático	Resultado obtenido
Concentración temática	Índice de concentración de Pratt	$c = \frac{2[(0+1)/2 - q]}{n-1}$ <p>Donde: C= es el índice de concentración de Pratt, que varía entre 0 y 1 n= es el número de categorías que contiene el ítem estudiado q= a la sumatoria del producto del rango por la frecuencia de una categoría dada, dividido por la cantidad de ítems en todas las categorías</p>	Tendencia de concentración o dispersión de los temas en un conjunto de ítems

Tabla 2. 2 Modelo Índice de concentración de Pratt (concentración y dispersión geográfica)

Regularidad bibliométrica a evaluar	Modelo	Formulación matemático	Resultado obtenido
Concentración geográfica	Índice de concentración de Pratt	$c = \frac{2[(0+1)/2 - q]}{n-1}$ <p>Donde: C= es el índice de concentración de Pratt, que varía entre 0 y 1 n= es el número de categorías que contiene el ítem estudiado q= a la sumatoria del producto del rango por la frecuencia de una categoría dada, dividido por la cantidad de ítems en todas las categorías</p>	Tendencia de concentración o dispersión geográfica de cobertura en un conjunto de ítems

Tabla 2.3 Modelo de Análisis de Redes Sociales

Regularidad bibliométrica a evaluar	Modelo	Formulación matemático	Resultado obtenido
Proximidad en las relaciones de autores y su formación	Análisis de Redes Sociales	Matriz de información de relaciones compuesta de nodos y vectores.	Conocer a los actantes centrales y sus relaciones con su formación.

2.6 Herramientas Informáticas empleadas

- Paquetería de Microsoft office 2013
- Word
- Excel
- Access
- Bloc de notas
- Leydesdorff: programas frequent list y T. I.

- Utilerias de windows 2010
- Pajek

2.7 Procedimientos

2.7.1 Búsqueda y recuperación de registros bibliográficos sobre la producción científica de Geología en México desde la época colonial y hasta 1969.

Se realizó una recuperación de la producción científica en Ciencias de la Tierra, cabe mencionar que se partió de una base construida de un trabajo previo (MEDINA y MONDRAGON, 2014). Es importante decir que esa base solo contenía registros pertenecientes al periodo de estudio en ese momento: 1850 a 1950, por tal motivo se dio a la tarea de completar la misma con registros que fueron generados anterior y posteriormente de las fechas antes mencionadas.

La mayor parte de la información fue localizada en la (BCCT) de la UNAM.

2.7.2 Integración del cuerpo de información en una hoja de excel

Posteriormente, la información recopilada de los registros recuperados de las diversas fuentes fueron vaciados a una hoja de Excel, empleando únicamente los siguientes campos: autor, formación del autor, título, revista, procedencia, año, volumen, número, páginas y notas, a continuación se mencionara brevemente en que consiste cada campo:

- Autor: creador intelectual del artículo
- Título: título del artículo
- Revista: medio en donde se publicó el artículo
- Procedencia: local o externo
- Año: año de publicación del artículo
- Volumen: volumen del artículo
- Numero: número del artículo
- Páginas: páginas del artículo
- Notas: notas o apuntes relevantes del artículo

2.7.3 Desarrollo de una lista de descriptores temáticos para el campo de la Geología en México

Se señala que algunos trabajos carecían de información que impedía el llenado de alguno de los campos, en esos casos se utilizó la letra V que indica un vacío de información.

Para la asignación de los temas, se tuvo la necesidad de construir un lenguaje controlado específicamente para el campo geológico, para esto se pensó en recurrir a algunos tesauros o encabezamientos de materia ya existentes, pero por la especificidad del tema no se pudieron emplear. Además que el presente estudio es de corte histórico, eso lo hace más complejo, puesto que las herramientas actuales no encajan con algunos de los procesos o actividades del pasado, o bien existen cambios de denominación, para lo cual se dio a la tarea de crear dicho lenguaje con la especialización necesaria y así cubrir la parte de asignación temática a cada uno de los registros.

Para esto se apoyó en tesauros de Geología y las listas de encabezamientos de materias de la Maestra Gloria Escamilla.

La construcción de los temas se realizó de la siguiente manera:

1. Se asignaron los temas base, de acuerdo a lo que se describía en el título del artículo.
2. A partir de determinar los temas base, se establecieron subdivisiones para cada uno, hasta llegar a cubrir la especialización que requería cada artículo.
3. Los títulos que en ellos contenían de qué tipo de fuente secundaria que hablaba (diccionarios, almanaques, memorias, biografías, necrologías, catálogos, anales) quedaba asentada de la siguiente manera :
Fuente secundaria + disciplina geológica que trata

Criterios para la asignación de temas:

- Los artículos que contenían en el título directamente el tema, se colocaba tal cual.
- Cuando el registro es muy general y lo que describe el título no es suficiente para poder asignar un tema, se empleara la letra “V” de vacío

y con eso se dice que no se encontró la información suficiente para la asignación.

- Cuando los términos de los artículos eran confusos, se procedía a investigarlos y así poder determinar a qué subdisciplina de la Geología pertenecía.

2.7.4 Asignación de descriptores geográficos desde los títulos de las publicaciones

Por otra parte, para fines de esta investigación no solo se asignaran temas, sino que además se complementó con la asignación de los lugares donde se llevaron a cabo descubrimientos y actividades científicas.

Los lugares se asignaron de la siguiente manera:

México + Estado + Capital o municipio + Localidad o región

México va como lugar principal, pues el estudio es sobre México. Los descriptores geográficos se construyeron de forma tan específica como la información del título del registro lo permitió.

Criterios para la asignación de lugares

En los lugares se percibe desorden en cuanto a cómo se encuentran asentados estado-ciudad, por lo cual para la normalización de esta variable se realizó lo siguiente:

- a) Se realizó una desagregación en el siguiente orden: país, estado, capital, ciudades y localidades.
- b) Para el diseño experimental para conocer los lugares de donde se hicieron la mayor cantidad de observaciones reflejadas en la producción de artículos científicos, se toma el estado con la finalidad de solo tener 33 opciones diferentes que corresponden a 31 estados, un Distrito Federal y la Nueva España.

Se encontraron artículos donde se hace mención de más de un estado, para este caso se tomó únicamente la que aparece en primer lugar.

2.7.5 Normalización del cuerpo de información

Este proceso es fundamental, ya que nos permite tener uniformidad en los datos y así tener un mejor manejo y control para el tratamiento que posteriormente se le dará a la información.

Una vez que quedó integrada en su totalidad la base de datos, se procedió a revisar cada uno de los campos a utilizar, los empleados fueron los siguientes: autor, formación del autor, título, tema, revista y lugar. A continuación se mencionará el tratamiento que fue realizado en cada campo:

Autor: para el caso de los autores, se buscó que el nombre de éstos no estuviera asentado de formas diferentes.

Formación del autor: se dio una unificación a este campo con la finalidad de eliminar variantes en lo correspondiente a la profesión u ocupación de los autores.

Títulos de los artículos: se eliminaron duplicados tomando en cuenta la revista, el año y el volumen de la publicación

Tema: para el caso de los temas, se revisó varias veces para que no existieran variantes de un mismo tema. Durante esta revisión, se encontró que al realizar la asignación, algunos de los temas se tendrían que acotar a su forma más general, ya que si se dejaba la forma inicial, quedarían fuera las riquezas minerales que contuvieran el tipo de riqueza de la que se hablaba

Revista: en el caso del campo de las revistas, se dio uniformidad a los nombres de éstas.

Lugar: para el campo de lugares, la normalización consistió en eliminar inconsistencias en lo asignado, es decir que los estados y localidades semejantes quedaran asentados bajo una misma denominación.

2.8 División del periodo total (1700-1969), en rangos temporales para identificar la evolución disciplinar de la Geología

Este estudio se abordan los trabajos de corte científicos realizados en México, siendo colonia española y hasta las dos terceras partes del siglo XX, lo anteriormente expuesto denota un periodo temporal demasiado amplio, por lo cual se decidió definir 4 rangos de tiempo, con la finalidad de entender los cambios disciplinares o evolución del campo de la Geología en México, como se muestra en la tabla 2.4.

Tabla 2. 4. División del periodo general de la Geología en México por rangos

No	Rango	Años en observación
1	1700-1800	101 años
2	1801-1850	50 años
3	1851-1900	50 años
4	1901-1969	69 años

El primer registro identificado de la base de datos corresponde al año de 1552 y el último, a 1998.

Los rangos mencionados en la tabla 2.4, se delimitaron tomando algunos aspectos que se comentan a continuación:

- De 1552 a 1700, según los registros localizados la suma es de 14 trabajos, con una representación porcentual del 0.21 %, es decir menos del 1% de los trabajos se realizaron durante 150 años aproximadamente, por lo cual no se considera una muestra representativa, para lo que en el capítulo 3 de resultados, se comentaran algunos aspectos sobre esta producción.
- Entonces, el primer rango se acordó iniciar en 1700- 1800 al haberse identificado una cantidad de trabajos considerable para su estudio y siendo éste el representativo de la actividad científica que se realizó durante el México colonial. Este periodo se denominó: La Geología en el México Colonial.
- El siglo XIX es el periodo en el cual se detectó la mayor cantidad en el campo de la Geología en México, por lo cual este siglo fue dividido en dos rangos temporales a saber.
- El segundo rango corresponde a los años de 1801 a 1850, este periodo se definió de esta manera tomando en cuenta la emancipación de México a la corona Española, el naciente estado mexicano y las primeras organizaciones institucionales en el país y particularmente, las realizadas en el seno de las Sociedades Científicas, a este rango se le nombro: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).
- El tercer rango de tiempo, se definió de 1851 a 1900. En la segunda mitad del siglo XIX fue cuando se percibió una madurez e institucionalización del campo geológico. Otro criterio para la delimitación de este rango, fue la aparición de las primeras publicaciones especializadas en este campo, entre otros aspectos

señalados (MONDRAGON, 2017). Por estos motivos, ha sido nombrado como: Institucionalización de la Geología en México.

- El cuarto y último rango de tiempo, comprende los años de 1901 a 1969, ya que recién iniciado el siglo XX, el campo de la Geología se mostró un campo ampliamente desarrollado. Sin embargo los conflictos sociales en los primeros treinta años obligaron a sucesivas reorganizaciones, surgiendo nuevas instituciones y así mismo, afiliándose a planes de estudio dentro de las principales universidades, hasta llegar a un nuevo cambio paradigmático hacia la mitad del siglo XX, es decir de la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

2.9 Procedimientos para la organización de la información y aplicación del indicador de concentración de Pratt para temas

Partiendo de la base de datos completa, se creó un nuevo libro en excel en el cual se dividió en los cuatro periodos mencionados en el punto 2.7.6, colocando un periodo en cada libro de excel para su posterior tratamiento.

Para cada uno de los periodos, se realizó lo siguiente: se tomó el campo de la revista, es necesario comentar que dentro de la metodología para calcular el índice de Pratt existe un proceso intermedio que fue el cálculo del modelo matemático de Bradford (GORBEA, 2007, p. 82-86).

Una vez calculado el modelo matemático de Bradford, se tomaron las revistas de la 1era y 2da zona, las cuales son el grupo de publicaciones más significativas a las cuales se les aplicó el indicador de Pratt. Para ello, a cada una de estas revistas se recuperaron los temas tomando el campo de descriptor temático y se le realizó su frecuenciación ordenándolos por orden decreciente.

A partir de ello, se construyó en una nueva hoja de excel, los parámetros necesarios para el cálculo del indicador, en la tabla 2.5 se muestra un ejemplo del procedimiento mencionado.

Tabla 2.5 Ejemplo de la aplicación del Índice de Pratt para el Boletín del Petróleo

Título	Descriptor	Frecuencia (f)	Rango (r)	(r * f)
Boletín del Petróleo	Veracruz	52	1	52
Boletín del Petróleo	Tamaulipas	18	2	36
Boletín del Petróleo	Tabasco	12	3	36
Boletín del Petróleo	Baja California	11	4	44
Boletín del Petróleo	Ciudad de México	6	5	30
Boletín del Petróleo	Chiapas	5	6	30
Boletín del Petróleo	Sonora	5	7	35
Boletín del Petróleo	Guerrero	4	8	32
Boletín del Petróleo	San Luis Potosí	3	9	27
Boletín del Petróleo	Jalisco	2	10	20
Boletín del Petróleo	Oaxaca	2	11	22
Boletín del Petróleo	Aguascalientes	1	12	12
Boletín del Petróleo	Coahuila	1	13	13
Boletín del Petróleo	Monterrey	1	14	14
Boletín del Petróleo	Yucatán	1	15	15
Boletín del Petróleo	Zacatecas	1	16	16
	Total	125		434
		f =125	n=16	$\sum(r)*(f)$

Figura.2.1 Hoja de cálculo diseñada para el índice de Pratt, concentración geográfica de la revista Boletín del Petróleo.

$$C = 2 \{ 2 \left(\frac{(n+1)}{2} - q \right) / n - 1 \} \quad a = \text{cantidad de artículos de todas las categorías}$$

$$q = \sum(r)*(f) / a \quad a=125$$

$$q = 434 / 125$$

$$q = 3.47$$

Sustituyendo q en la ecuación $C = 2 \{ 2 \left(\frac{(n+1)}{2} - q \right) / n - 1 \}$

Se tiene:

$$C = 2 \left\{ \left(\frac{16 + 1}{2} - 3.47 \right) / 16 - 1 \right\}$$

$$C = 2 \left\{ \left(\frac{17}{2} - 3.47 \right) / 15 \right\}$$

$$C = 2 \{ 8.5 - 3.47 \} / 15$$

$$C = 2 \{ 5.03 / 15 \}$$

$$C = 10.06 / 15$$

$C = 0.67$

El Índice de Pratt, se desplaza en un rango de 0 a 1, en donde, los números que tienden a cero, denotan una baja concentración, mientras que el 0.5, o punto medio, obedece a una concentración media y las cantidades que tienden a la unidad, muestran una alta concentración. Según el número obtenido del cálculo de la fórmula anteriormente expuesta, a la revista Boletín del Petróleo, indica que tiene una concentración geográfica que está por arriba del 60%, es decir, $C=0.67$. El proceso anteriormente expuesto y ejemplificado, se aplicó para conocer la concentración de temas en un conjunto de revistas para cada uno de los cuatro periodos, posteriormente se aplicó este mismo índice orientado a conocer la cobertura geográfica de los trabajos publicados en las revistas de igual manera para cada uno de los cuatro periodos.

Por último, es necesario mencionar que para determinar la cobertura geográfica de un conjunto de ítems, en vez de extraerse el campo de descriptor temático de las revistas que ocuparon la primera y segunda zona de Bradford, se sustituye por el campo de descriptor geográfico.

2.10 Tratamiento de la información para la ejecución del Análisis de Redes Sociales

En libros de excel nuevos, se colocó la información de cada uno de los periodos establecidos para la elaboración de las redes.

En cada uno de los casos, se tomó el campo de autor, se realizó una frecuenciación de este campo para conocer a los autores más representativos de cada uno de los periodos.

Una vez que se identificaron a dichos autores, se extrajo el campo de formación de los autores. Con los datos obtenidos del paso anterior, se realizó una matriz de relaciones entre las distintas formaciones y los autores, utilizando los archivos del programa Leydesdorff y sus dos aplicaciones Frequent list y TI.

Para la realización de las redes, se genera en primera instancia una matriz, ocupando los archivos contenidos en Software Leydesdorff y posteriormente, se proyectan estas matrices en algún software destinado a la proyección de redes.

El método seguido para la generación y proyección de redes es el siguiente:

- Se delimitan los datos del campo que se deseó analizar, por ejemplo, el campo de títulos, autores, revistas etc., estableciendo algunas reglas para evitar la dispersión en las matrices que más tarde se observaran en la red terminada.
- Se copió el campo a evaluar en Excel, se llevó a un editor de textos en este caso Word, en donde, selectivamente se eliminan las palabras documentalmente vacías, quedando un cuerpo de información homogéneo sin espacio entre líneas, ni al inicio de cada oración.
- El cuerpo de información obtenido se llevó hacia un archivo en bloc de notas, en donde, se confirma la inexistencia de espacios entre renglones y al principio de cada palabra, y se guarda como "text" y la extensión txt.
- Se construyó una carpeta en donde se colocan los archivos Frequent list y TI, junto con el archivo text.txt, y se ejecutó primero frequent list. Dentro de los archivos obtenidos, se selecciona el de wrdfqr, que se renombra como "words" con la extensión txt, mismo que se ejecutó en TI, de donde, se obtiene la matriz terminada, ésta se identifica por el nombre Cooc.dat y Cosine.dbf.

La matriz obtenida se proyectó por medio del Software Pajek, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Ubicar el archivo wrdfqr, se abre y se copia en Excel, en donde, se seleccionan los datos de la fila que se copió, en la opción datos se selecciona texto en columnas y luego se selecciona la opción "de ancho fijo", y se finaliza.
- Se toma el campo de la frecuencia del archivo en Excel, se copia a un bloc de notas, únicamente el campo de frecuencia y se cuenta el número total de palabras frecuenciadas. En el archivo de bloc notas, se coloca como encabezado: *vértices espacio y enseguida el número de palabras frecuenciadas, y se guarda dos veces la primera como vec.txt, y la segunda, como vec.vec, y se selecciona en la ventana tipo de archivo, la opción "todos los archivos". El resultado de esta operación es un archivo que reconoce Pajek como la matriz a leer indicado como vec.vec, en donde ya se encuentran diferenciados los nodos y relaciones por tamaños y densidad respectivamente.
- Se realizó una segunda diferenciación de los elementos de la red, (nodos por color según su frecuencia), se tomó el archivo sobre el que se trabajó lo anterior, en el encabezado se colocó *vectores el no. de palabras frecuenciadas y se guardó como "colores.txt" y "colores.clu". El archivo que Pajek reconoce es el último.

Se proyectaron cada una de las redes planteadas para los periodos en estudio, en la opción “draw network + first partition + first vector”, se realizó un primer análisis utilizando los distintos tipos de proyección y otras herramientas de Pajek, se selecciona la que se consideró con mayor grado explicativo para los fines de esta investigación, se exportaron como archivos “jpg” y se presentaron en el capítulo de resultados en donde se analizaron y discutieron.

2.6 Confección de mapas mediante Sistema de Información Geográfica (QGIS).

En primer lugar, para la confección de los mapas, se prepararon los datos en una hoja de excel, donde se delimitaron los campos de lugar y descriptor temático asignado previamente, tomando únicamente el estado.

Se tomaron los registros de cada estado ubicado en cada rango de tiempo, se procedió a realizar una frecuenciación y así poder determinar el tema principal por cada estado.

Enseguida, se descargó el sistema de información geográfica denominado QGIS de la siguiente página de Internet: <http://www.qgis.org/es/site/> .Este sistema de información sirve para el confeccionamiento de mapas, permite manejar formatos raster y vectoriales a través de información en bases de datos.

Enseguida se descarga una capa vectorial a emplear, para este caso el mapa de la República Mexicana que proporciona el INEGI.

Se procede a abrir el programa QGIS, en la ventana superior izquierda del proyecto hacer clic en Añadir capa vectorial para crear una nueva vista. Después para agregar las propiedades del mapa, se hizo clic sobre configuración en la barra de herramientas superior derecha y en la opción propiedades del proyecto, se agregaron los descriptores temáticos cada uno de ellos.

Finalmente, se le da edición a la capa vectorial, con el menú de propiedades de la capa, así como para la simbología que llevara (algún tipo de acotación que se le desee agregar), se guarda como imagen en formato JPG.

Capítulo 3 Resultados

3.1 Introducción

En este capítulo, se muestran los resultados obtenidos a partir del estudio de las variables siguientes: autor, formación o profesión del autor, revista o fuentes de publicación, título de los artículos, cobertura temática y geográfica del contenido de los artículos y año de publicación.

En el orden que se presentan estas variables, se realizó un análisis y se presentaron los resultados correspondientes de cada una de ellas.

Para la presentación de estos resultados, se han realizado dos divisiones: una con los datos generales de toda la muestra y la otra que comprende un análisis por periodos, en primer lugar, se muestran características generales de cada variable y en segundo lugar, una prospección por cada uno de los periodos establecidos.

Se comenzó con los autores encontrando aquí los autores más representativos, autores y su formación o profesión por periodos representadas para su mejor visualización en redes, continuando así con las principales fuentes o medios de publicación, después temas y lugares en cuanto a su concentración y dispersión, según el índice de Pratt y finalmente, la geografía representada en mapas.

3.2 La producción de trabajos en Geología periodo general (1700-1969).

La base de datos general está integrada de 7,325 artículos que corresponden a la producción general. Para propósitos de este estudio, únicamente se trabajó con 6,563 pertenecientes solamente a la producción local, ya que el estudio que se realizó solo comprende a la producción generada en México.

El año del primer registro recuperado pertenece a 1552 y el último, a 1998. Para este caso, es importante hacer la aclaración de que del año de 1552 a 1698 y de 1969 en adelante, se optó por solo hacer mención de ellos, ya que los registros que fueron

encontrados no corresponden a una muestra significativa.

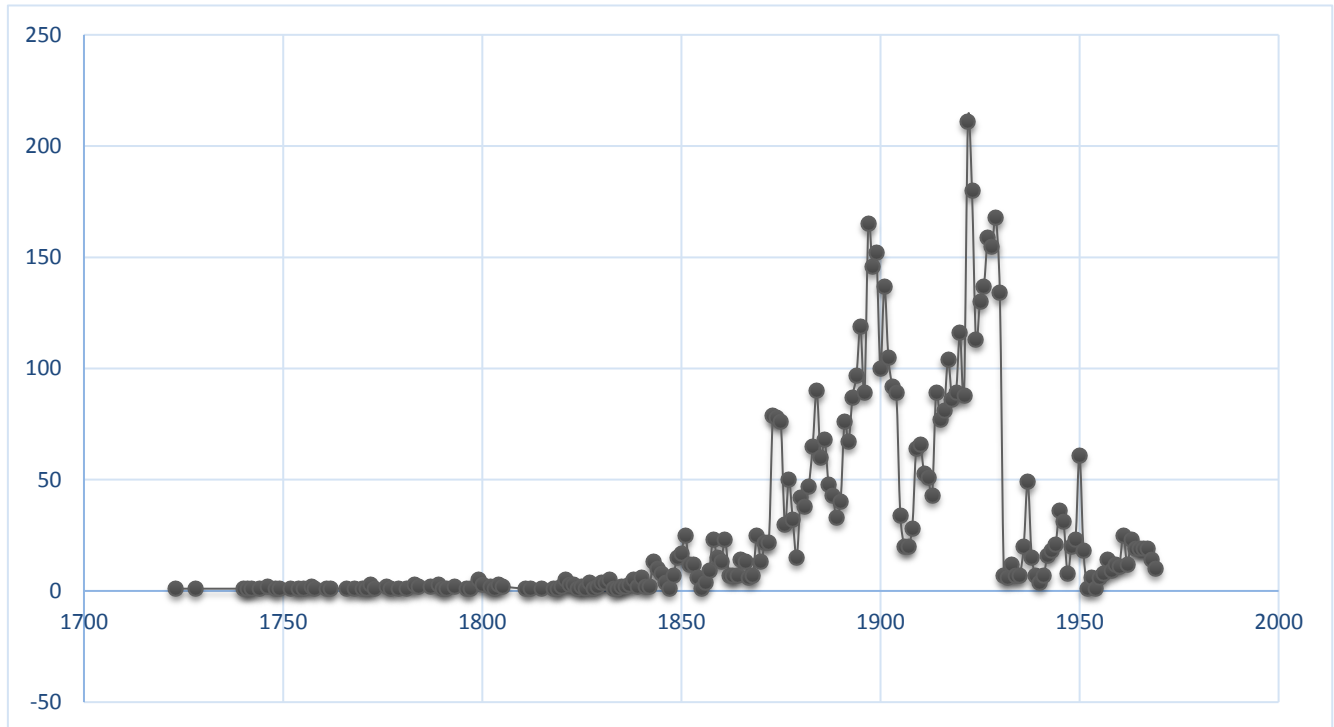


Figura 3.1. Curva de producción científica local general en Geología de México de 1700 a 1969

El total de la producción local entre los años que abarca esta investigación (1700 a 1969) es de 6,563 artículos (figura 3.1). Se observó que 2,234 autores son los responsables que se conocen y 1,010 corresponden a trabajos anónimos.

Se identificaron como responsables de las publicaciones a 6,119 medios, los principales durante el periodo completo fueron las siguientes: litografías, talleres, imprentas, revistas, algunos periódicos, boletines, memorias, anuarios.

3.3 Los autores en la construcción científica de la Geología en el periodo de 1700 a 1969

3.2.1 Autores en la producción en el periodo general

Para el periodo total de estudio, se identificaron 6,064 artículos, que fueron escritos en aproximadamente 270 años, a partir de esto, se realizó un análisis a estos datos en donde se encontró la autoría de 5,104 trabajos y los identificados como anónimos 960.

Los 5,104 trabajos con autor corresponden al 77.8%, y un conjunto de 960 trabajos anónimos, representando el 14.6% de la producción.

En la tabla 3.1, se presentan los autores más representativos del periodo general y la cantidad de trabajos publicados, además de su participación porcentual, esto en materia de Geología. Este grupo está conformado por 19 autores, mismos que al ser observados por periodo, obedecen sus publicaciones a temáticas emergentes en el país.

Tabla 3.1 Autores más productivos del periodo general de la Geología en México en 270 años

	AUTOR	TRABAJOS	PARTICIPACION PORCENTUAL
1	Ramírez, Santiago	109	2.13%
2	Ordoñez, Ezequiel	87	1.70%
3	Villarelo, Juan de Dios	84	1.64%
4	Del Castillo, Antonio	81	1.58%
5	Gómez del Campo, José María	55	1.07%
6	Muñoz Lumbier, Manuel	53	1.03%
7	Flores, Teodoro	44	0.86%
8	Bárcena, Mariano	37	0.72%
9	Salazar Salinas, L	37	0.72%
10	García, José Aurelio	36	0.70%
11	Perogordo y Lasso, Moisés	32	0.62%
12	Sellerier, Carlos	31	0.60%
13	Aguilera, José G	28	0.54%
14	Paredes, Trinidad	28	0.54%
15	Ruiz Sandoval, Alberto	27	0.52%
16	De Landero, Carlos F	26	0.50%
17	Del Rio, Andrés Manuel	19	0.37%
18	Laguerenne, Teodoro Luis	17	0.33%
19	De Elhuyar, Fausto	10	0.19%

3.2.2 Autores en el rango La Geología en México Colonial: 1700 a 1800

En este periodo de 100 años, se tiene un registro total de 55 artículos (figura 3.2). A partir de ello, se realizó un análisis donde se pudo observar que de esos trabajos se conoce la autoría de 37 de ellos que se representa como el 67.3% y 17 anónimos que corresponden al 30.1% de la producción total.

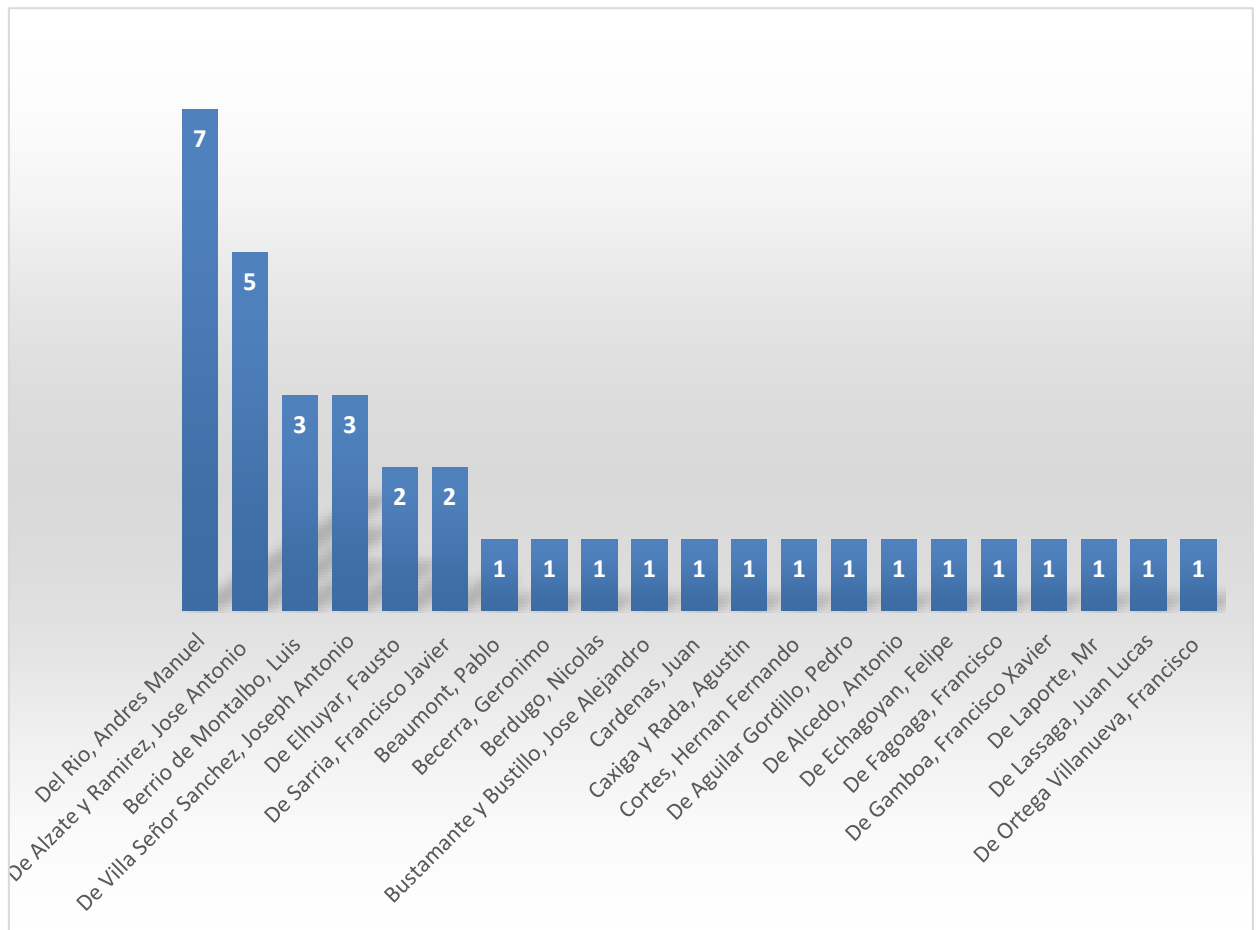


Figura 3.2. Autores en el rango La Geología en México Colonial: 1700 a 1800

3.2.3 Autores en rango: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).

En este rango de 50 años, fueron identificados 152 artículos (figura 3.3). A partir de esto, se realizó un análisis en donde se pudo observar que de esos trabajos 100, se conoce el autor correspondiendo al 65.8%, y 52 anónimos que representan el 34.2% de la producción total.

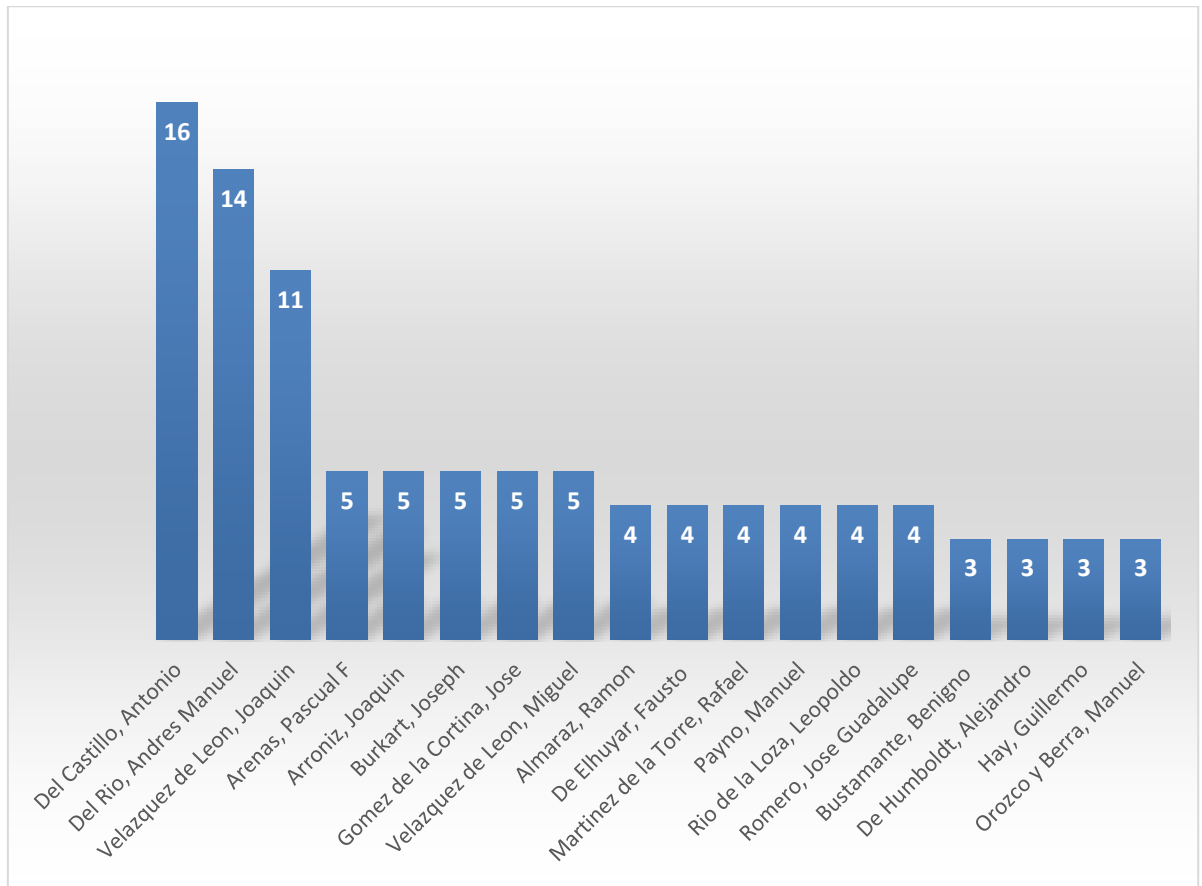


Figura 3.3 Autores en rango: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).

3.2.4 Autores en el rango: Institucionalización de la Geología en México. 1851-1900

Para este periodo de 50 años se identificaron 241 trabajos en total (figura 3.4). A partir de ello, se realizó un análisis en donde se pudo observar que de esos trabajos, 200 cuentan con autoría, los 41 restantes son anónimos. Los 200 trabajos en donde se conoce el autor corresponden al 83%, y los trabajos restantes (41) representan solo el 17% de la producción total.

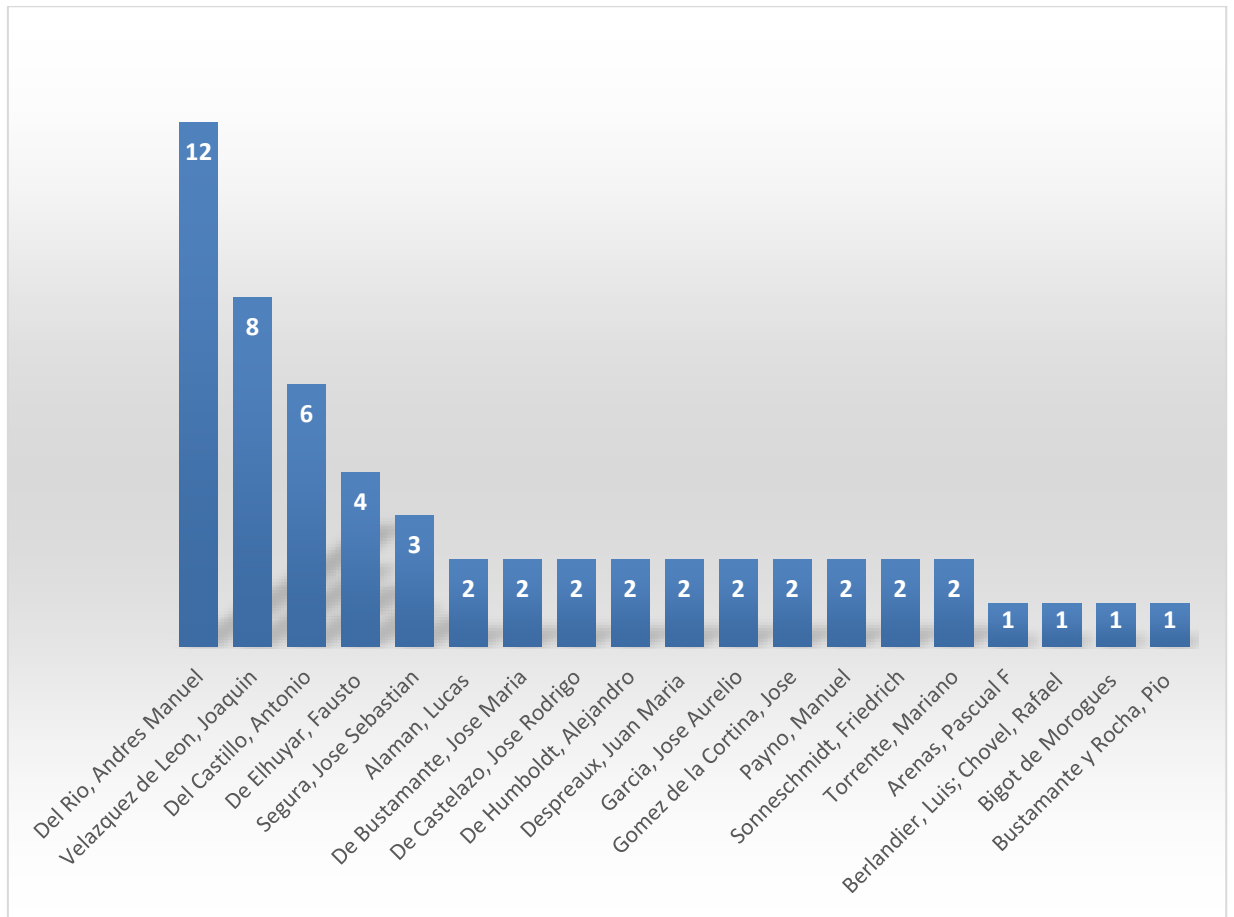


Figura 3.4 Autores en el rango: Institucionalización de la Geología en México. 1851-1900

3.3.5 Autores en el rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra. 1901-1969

En este rango de 70 años, fueron publicados 3,540 artículos (figura 3.5). A partir de esto, se realizó un análisis en donde se pudo observar que de esos trabajos, 2,999 se conoce el campo de autoría representando el 84.7% y 541 anónimos que corresponden al 15.3% de la producción total.

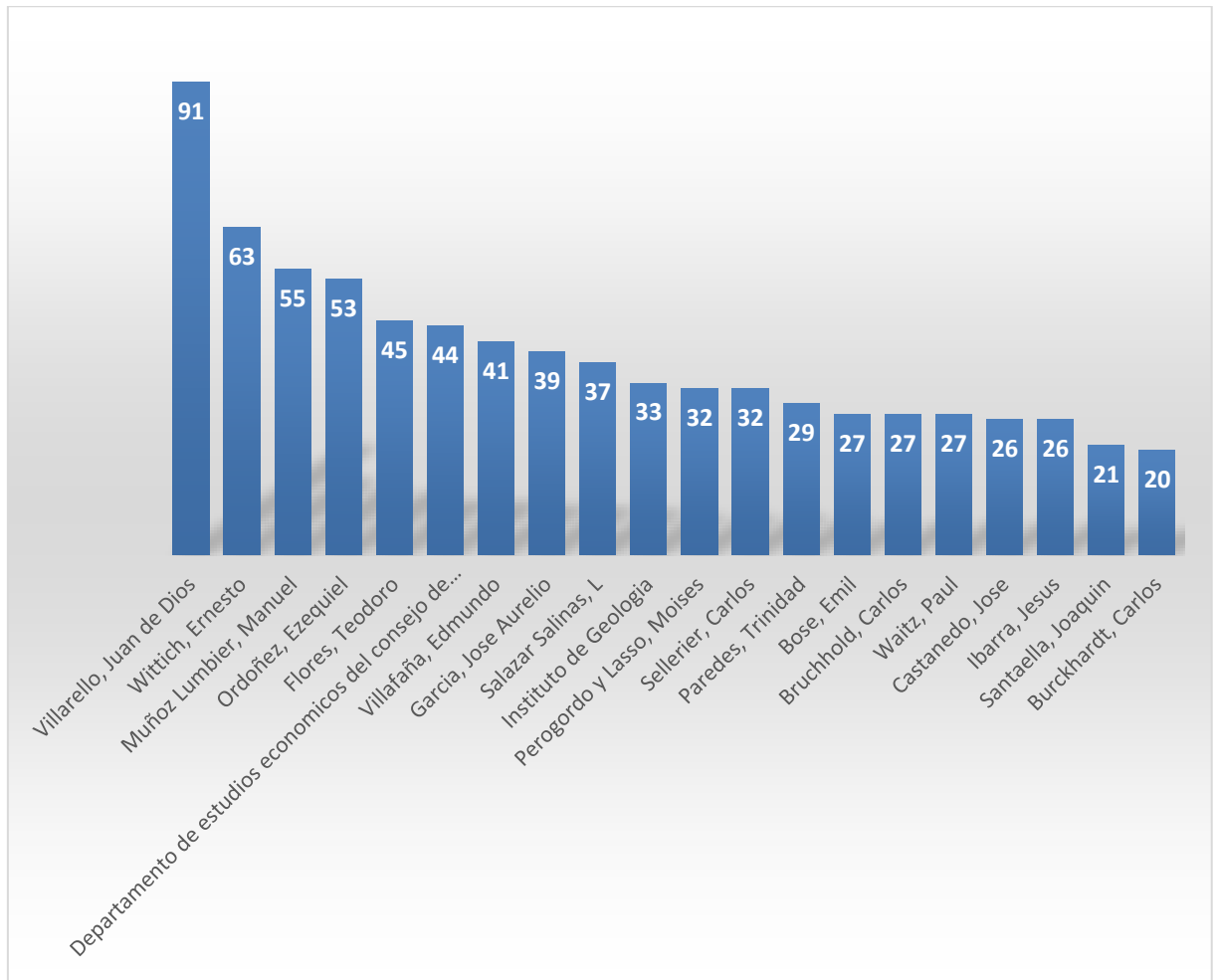


Figura 3.5 Autores en el rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra. 1901-1969

3.3 Autores y su formación en las distintas etapas de la Geología

La profesión puede definirse como una actividad que se realiza permanentemente y se lleva a cabo mediante el dominio de un conocimiento especializado. Formación hace referencia a la enseñanza académica. Conocer la profesión/formación ayudará a observar cambios de perfiles y así mismo la especialización que se logró en la Geología con el paso del tiempo.

3.4.1 Los autores y su formación en el rango 1: La geología en México Colonial: 1700 a 1800

En la tabla 3.2 podemos observar la formación o profesión de los autores en el primer rango, estamos hablando de que los estudios que eran realizados eran financiados por la Corona Española.

Tabla 3.2 Primer rango: La Geología en México Colonial 1700 a 1800, formación de los autores

	AUTOR	FORMACION
1	Del Rio, Andrés Manuel	Filósofo, teólogo, literato, mineralogista, químico
2	De Álzate y Ramírez, José Antonio	Filósofo, teólogo, sacerdote, astrónomo, cartógrafo, geógrafo, historiador, naturalista, botánico, periodista
3	Berio de Montalvo, Luis	Ingeniero
4	De Villa Señor Sánchez, Joseph Antonio	Matemático, historiador, geógrafo
5	De Elhuyar, Fausto	Químico, ingeniero de minas

La tabla 3.3, incluye un listado de 16 profesiones que conforman la matriz de especialidades o formaciones que conformaban el perfil profesional de los autores del siglo XVII en mineralogía. Incluye disciplinas religiosas, formaciones científicas, así como formaciones en ingeniería y humanidades.

Los primeros autores contaban con perfiles híbridos conformados por distintas formaciones, algunas de ellas contrastantes, como el caso de Andrés Manuel del Rio y De Álzate y Ramírez José Antonio que eran científicos con formación religiosa.

En promedio, cada autor contaba con tres profesiones. Las profesiones más comunes eran: Filósofo, Teólogo, Químico, Geógrafo e Historiador. (Tabla 3,3).

Tabla 3.3 Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece, primer rango: La geología en México Colonial 1700 a 1800

No	Profesión	No	Área Temática
1	Filosofo	X X	Humanidades
2	Teólogo	X X	Religioso
3	Literato	X	Humanidades
4	Mineralogista	X	Ingeniería
5	Químico	X	Ciencia
6	Sacerdote	X X	Religioso
7	Astrónomo	X	Ciencia
8	Cartógrafo	X	Ingeniería
9	Geógrafo	X X	Ingeniería
10	Historiador	X X	Humanidades
11	Naturalista	X	Ciencia
12	Botánico	X	Ciencia
13	Periodista	X	Sociales
14	Ingeniero	X	Ingeniería
15	Matemático	X	Ciencia
16	Ingeniero de Minas	X	Ingeniería

Red de formación de autores periodo 1

Los autores que aparecen en la primera red figura 3.6, son 5 y son los más representativos de este periodo, ya que tienen la mayor cantidad de trabajos publicados:

Las formaciones de los autores que predominaron en los años de 1700 a 1800 son de carácter multi-temático, es decir eran personas con una instrucción orientada a varias disciplinas.

En la primera red (figura 3.6) podemos observar que las profesiones de los autores que nos competen son las siguientes:

- Historiador como la persona dedicada al estudio de los acontecimientos pasados.

- Filósofo encargado del estudio del pensamiento humano y el porqué de las cosas.
- Geógrafo que eran los encargados del estudio y descripción de la composición física de la Tierra.
- Químico como los responsables del estudio de la composición de la materia y sus propiedades.
- Mineralogista que en ese tiempo, era la persona encargada del estudio de las propiedades físicas y químicas que constituían a los minerales. En la primera parte de ese siglo, el mineralogista realizaba en su mayoría, únicamente la descripción física de cada mineral, posteriormente conforme se adquirían.
- Teólogo que estudiaban los fenómenos relacionados con la divinidad (Dios).
- Botánico, aquel que se dedicaba al estudio, y composición de las plantas.
- Matemático que era el encargado del estudio de las matemáticas.
- Astrónomo era la persona dedicada al estudio de los cuerpos celestes presentes en el universo (planetas, estrellas, meteoritos, cometas, etc.),
- Periodista que eran las personas que inicialmente redactaban las noticias sobre los acontecimientos más sobresalientes de esa época.
- Sacerdote, hombre que tiene la responsabilidad de orientar a los creyentes y a ofrecer misas para difundir la palabra de Dios.
- Naturalista en ese tiempo era la persona dedicada al estudio de las Ciencias Naturales.
- Literato, aquel individuo dedicado a escribir obras (comedia, sátira, drama, poesía entre otras).

Antonio de Alzate en este primer periodo, fue el autor con mayor preparación académica, pues además de sacerdote tenía especialidades en: Filosofía, Teología, Astronomía Cartografía, Geografía, Historia, Ciencias naturales, Botánica y Periodismo. Es por ello, que ocupa la centralidad en la red, dado que tiene mayor número de profesiones y formaciones como se puede observar en la figura 3. 2.

En este apartado, pudimos observar que las profesiones o lo que conforma el perfil profesional del autor y que son de corte científicista son: Geógrafo, Químico, Mineralogista, Botánico, Matemático, Astrónomo y Naturalista.

Las demás corresponden a profesiones de orden humanista o social como son: Historiador, Filósofo, Teólogo, Sacerdote, Periodista y Literato.

3.4.2 Los autores y su formación en el rango: El desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850).

En la tabla 3.4, que pertenece al segundo rango que lleva por nombre, el desarrollo temprano de la Geología: de la Oritognosia a la Geología, que va de 1801 a 1850, se presentan los autores y su respectiva formación. Para este periodo, comienza una etapa temprana de la profesionalización, donde se complementa la práctica con la teoría.

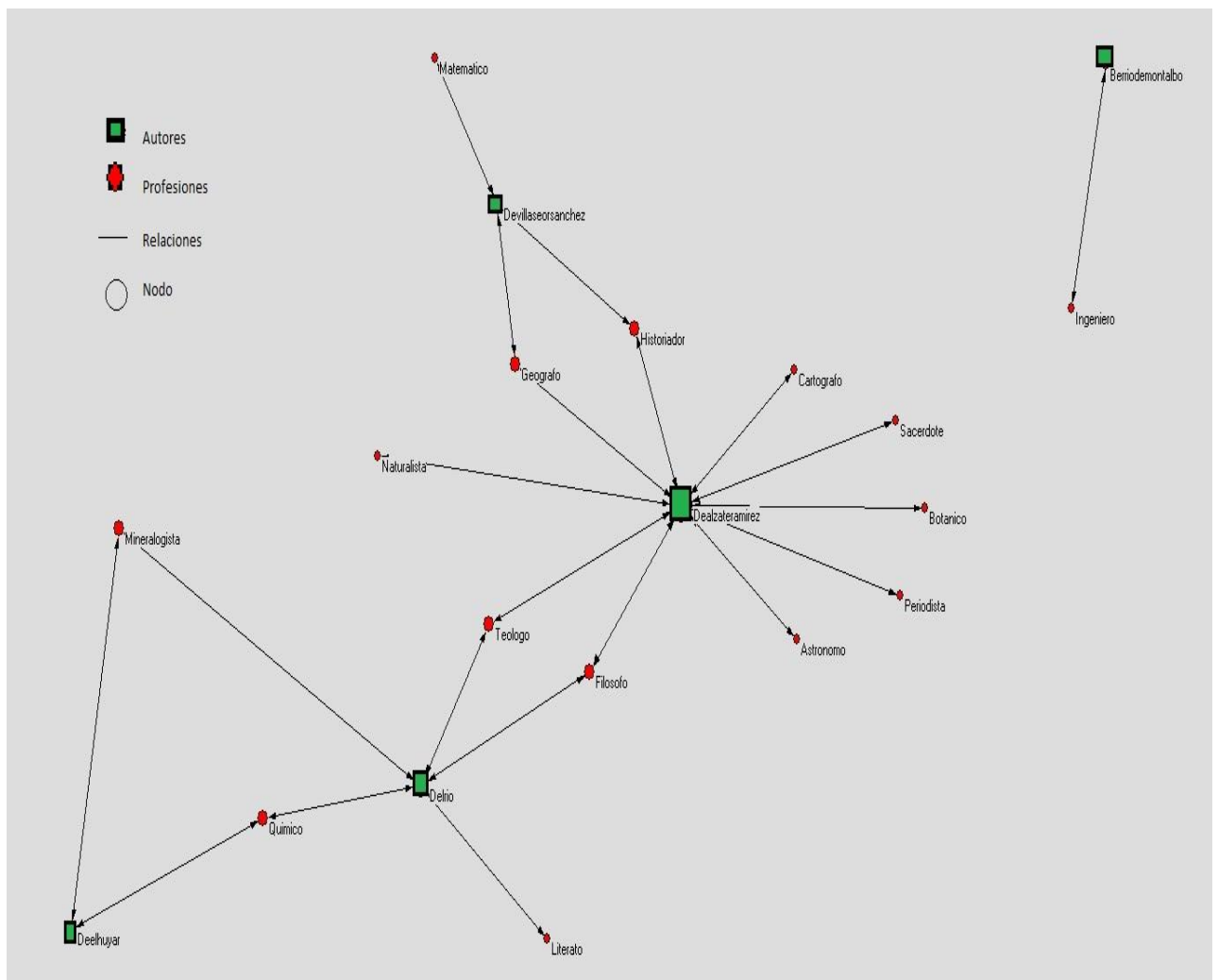


Figura 3.6. Red de relaciones de autores y sus profesiones en el rango comprendido de 1700 a 1800.

Tabla 3.4 Segundo rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1801-1850, formación de los autores

	AUTOR	FORMACION
1	Del Rio, Andrés Manuel	Filósofo, teólogo, literato, mineralogista, químico
2	Del Castillo, Antonio	Mineralogista, ingeniero de minas
3	De Elhuyar, Fausto	Químico, ingeniero de minas
4	Payno, Manuel	Escritor, periodista, político
5	Segura, José Sebastián	Ingeniero de minas, poeta, traductor
6	Alamán, Lucas	Político, historiador, naturalista, escritor
7	De Cartelazo, José Rodrigo	Político
8	De Humboldt, Alejandro	Geógrafo, astrónomo, naturalista

La tabla 3.5, incluye un listado de 15 profesiones que conforman la matriz de especialidades o formaciones del perfil profesional de los autores de los años de 1801 a 1850, en Geología. En este rango, se conserva aún esa forma particular de formación que caracteriza el primer periodo, es decir, sobre aspectos generales de las siguientes disciplinas: Astronomía, Química, Teología, Historia, Periodismo, Geografía, entre las más importantes.

Tabla 3.5. Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece, segundo rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1801-1850

No	Profesión	No	Área Temática
1	Filósofo	X	Humanidades
2	Teólogo	X	Religioso
3	Literato	X	Humanidades
4	Mineralogista	X X	Ingeniería
5	Químico	X X	Ciencia
6	Astrónomo	X	Ciencia
7	Geógrafo	X X	Ingeniería
8	Historiador	X	Humanidades

9	Naturalista	X X	Ciencia
10	Botánico	X	Ciencia
11	Periodista	X	Sociales
12	Poeta	X	Humanidades
13	Escritor	X	Humanidades
14	Ingeniero de Minas	X X	Ingeniería
15	Político	X X X	Sociales

En la segunda red aparecen 8 autores que son los más representativos del periodo comprendido de 1801 a 1850.

La formación “Mineralogista” permanece para este periodo, debido a que la minería está en auge, se necesitaban personas dedicadas a la descripción de los descubrimientos de minerales así como la composición física de ellos. (Figura 3.7)

También podemos observar que aparece en este segundo periodo, la formación de “Ingeniero de Minas” quienes eran los encargados de la extracción de los recursos minerales. Esta profesión también incluía la planificación para encontrar las mejores maneras de exploración, evaluación y explotación de los minerales.

En este periodo se observa también que la palabra “Político” aparece y debido a que varios autores ocupaban algunos cargos públicos. Como ejemplo, podemos mencionar de un personaje que lleva por nombre Fausto De Elhuyar, que fue el primer director del Real Seminario de Minería, en el año de 1792.

Otro caso particular que se observó en esta red y que tiene relación con lo descrito en el párrafo anterior, es la presencia de un personaje con formación de escritor y periodista mexicano; Manuel Payno, quien fungía como Secretario de Hacienda, a lo que podemos comentar que quienes están cerca del poder, tenían más privilegios o facilidades a la hora de publicar algún trabajo.

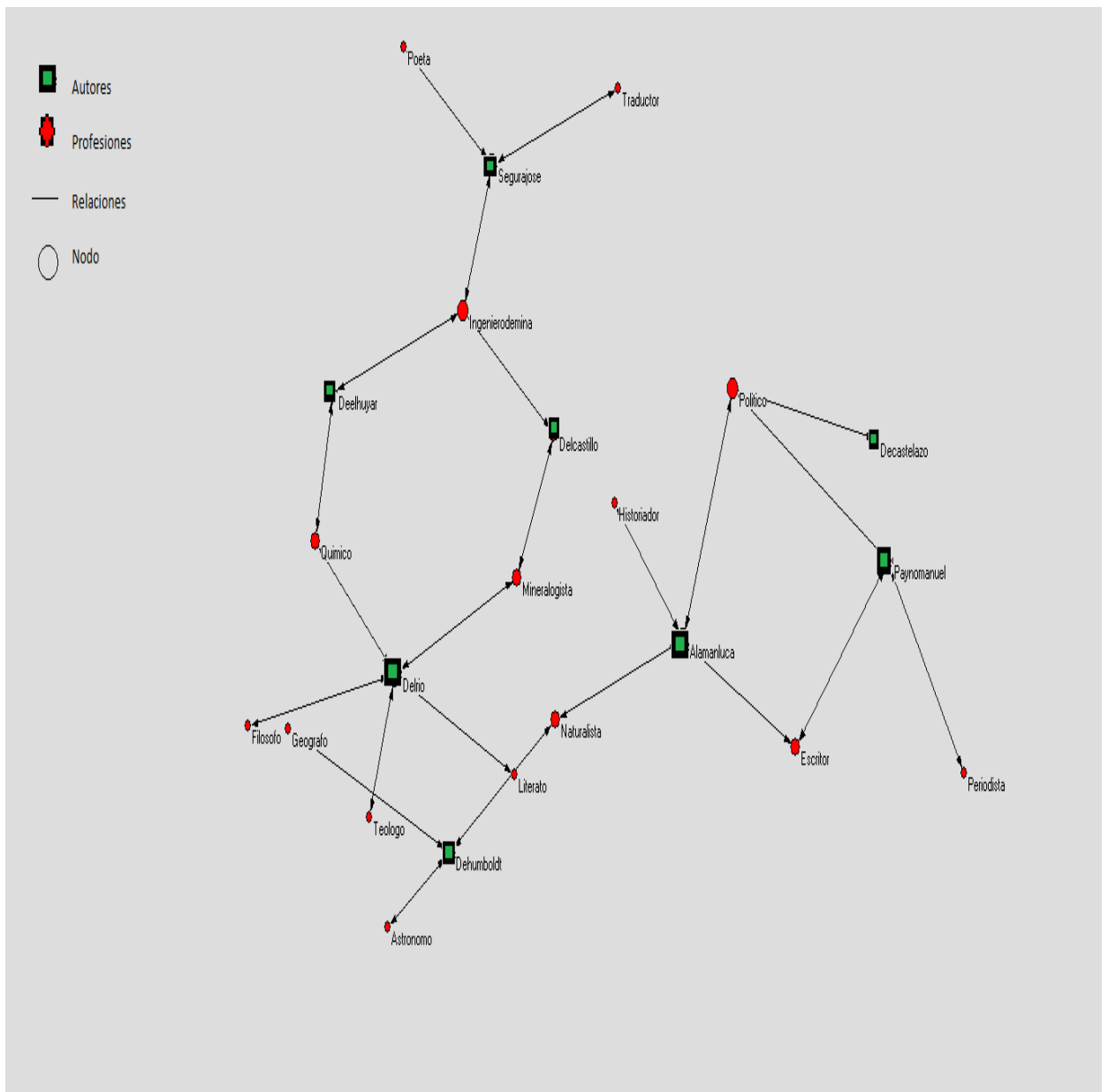


Figura 3.7. Red de relaciones entre autores y sus profesiones en el periodo segundo periodo, que comprende de 1801 a 1850.

3.4.3 Los autores y su formación en el rango 3: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900

En la tabla 3.6, en el rango 3 llamado “la institucionalización de la Geología en México” 1851-1900, se muestran los principales autores de este lapso de tiempo y su formación.

Tabla 3.6. Tercer rango Institucionalización de la Geología en México 1851-1900, formación de autores

	AUTOR	FORMACION
1	Ramírez, Santiago	Ingeniero civil, Arquitecto
2	Gómez del Campo, José María	Sin información
3	Ordoñez, Ezequiel	Ingeniero topógrafo, geólogo, investigador
4	Bárcena, Mariano	Botánico, naturalista, ingeniero topógrafo
5	Del Castillo, Antonio	Mineralogista, ingeniero de minas
6	Aguilera, José G	Naturalista, geólogo, geógrafo
7	Ruiz Sandoval, Alberto	Sin información
8	De Landero, Carlos F	Ingeniero de minas, metalurgista
9	Guataparo, Juan N	Sin información
10	Laguerenne, Teodoro Luis	Ingeniero de minas

En la tabla 3.7 se muestran las profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenecen los autores del tercer rango llamado Institucionalización de la Geología en México encontrando que gracias a la creación de instituciones dedicadas a la enseñanza de distintas especialidades Geológicas las profesiones se diversifican encontrando a ingenieros geógrafos, geólogo, civil y arquitecto.

También se pudo observar que desaparecen dos profesiones: filósofo y teólogo precisamente por la entrada del modelo positivista a México en donde cualquier

fenómeno tendría que ser experimental y por lo mismo tendría que ser comprobable, por otra parte aparecen arquitecto, ingeniero civil e ingeniero topógrafo.

Este cambio en la formación de los autores coincide con un suceso que cambiaría el rumbo de la Geología nacional, la creación del Instituto Geológico Nacional en 1891, en donde se apoyó fuertemente la investigación.

Tabla 3.7 Profesiones de los autores y área disciplinar a la que pertenece tercer rango: Institucionalización de la Geología en México 1851-1900

No	Profesión	No	Área Temática
1	Mineralogista	X	Ingeniería
2	Geógrafo	X	Ingeniería
3	Naturalista	X X	Ciencia
4	Ingeniero de minas	X X X	Ingeniería
5	Geólogo	X X	Ingeniería
6	Botánico	X	Ciencia
7	Investigador	X	Ciencia
8	Arquitecto	X	Ingeniería
9	Ingeniero civil	X	Ingeniería
10	Ingeniero topógrafo	X X	Ingeniería

Para este tercer periodo (1851 a 1900) se tienen 10 autores los cuales quedan mencionados en la tabla 3.6.

En el análisis que se realizó a los autores se identificó a Santiago Ramírez, como el personaje con mayor número de escritos en el periodo completo de estudio. Lo que llamó fuertemente la atención, es que al revisar la formación de este autor, se encontró que era Ingeniero Civil y Arquitecto, realizando trabajos sobre minería, legislación minera, además de apuntes geológicos y mineros. Este autor estuvo íntimamente ligado a ocupar puestos dentro de algunas instituciones científicas de la Secretaria de Fomento, además fue redactor, colaborador y editor particularmente del

periódico, El Minero Mexicano que es la publicación con mayor producción en el periodo completo de esta investigación.

Otro personaje importante en este periodo, fue Ezequiel Ordoñez, con la formación de ingeniero topógrafo y geólogo, sus escritos en su mayoría tratan temas sobre vulcanología, mineralogía, Geología, asimismo incursionan fuertemente en el campo de la industria petrolera.

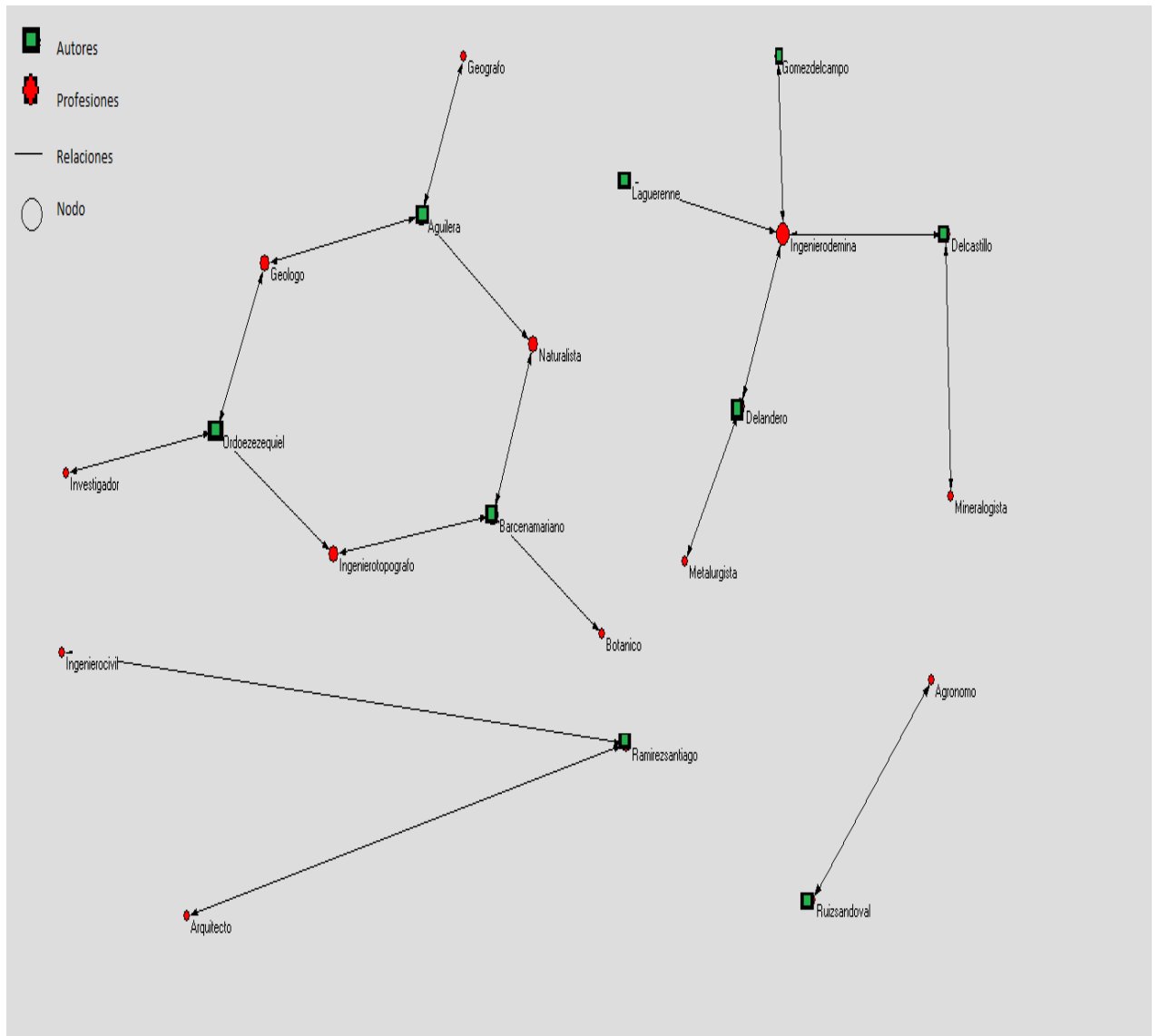


Figura 3.8. Red de relación de autores y sus profesiones correspondiente al tercer periodo que va de 1851 a 1900.

3.4.4 Los autores y su formación en el rango 4: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

En la tabla 3.8, se pueden observar los autores más sobresalientes del rango temporal 4 que como su nombre lo dice, “De la Geología hacia Ciencias de la Tierra”.

Tabla 3.8. Cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra, formación de autores 1901 a 1969

	AUTOR	FORMACION
1	Villarello, Juan de Dios	Ingeniero topógrafo, ingeniero de minas, metalurgista
2	Muñoz Lumbier, Manuel	Ingeniero de minas
3	Flores, Teodoro	Geólogo
4	Ordoñez, Ezequiel	Ingeniero topógrafo, geólogo, investigador
5	Salazar Salinas, L	Geólogo
6	García, José Aurelio	Ingeniero de minas
7	Perogordo y Lasso, Moisés	Ingeniero topógrafo, geólogo, investigador
8	Sellerier, Carlos	Ingeniero de minas
9	Paredes, Trinidad	Ingeniero de minas

Tabla 3.9. Profesiones de los autores cuarto rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra. 1901-1969

No	Profesión	No	Área
1	Metalurgista	X	Ingeniería
2	Ingeniero topógrafo	X X X	Ingeniería
3	Ingeniero de minas	X X X X	Ingeniería
4	Geólogo	X X X X	Ingeniería
5	Investigador	X X	Ciencia

En este periodo se pudo observar que las profesiones se reducen quedando solo las siguientes: ingeniero topógrafo, ingeniero de minas, geólogo e investigador, mismas que tienen ya un perfil más definido (especializándose en alguna rama de la Geología) (Tabla 3.9).

La figura 3.9 muestra la red que corresponde al periodo de 1900 a 1969, son 10 los autores más representativos conforme a la cantidad de publicaciones encontradas.

En este lapso de tiempo encontramos ingenierías en metalurgia, topografía, minería y en Geología y un investigador (Figura 3.9).

Cerrando este apartado profesión o formación de autores, se presentó una regularidad “ingeniero de mina” que aparece en los 3 últimos rangos establecidos figuras (3.7,3.8,3.9), esto obedece a que el ingeniero de minas siempre fue fundamental en la industria minera, quienes eran los encargados de la detección, construcción y explotación de las minas y yacimientos minerales.

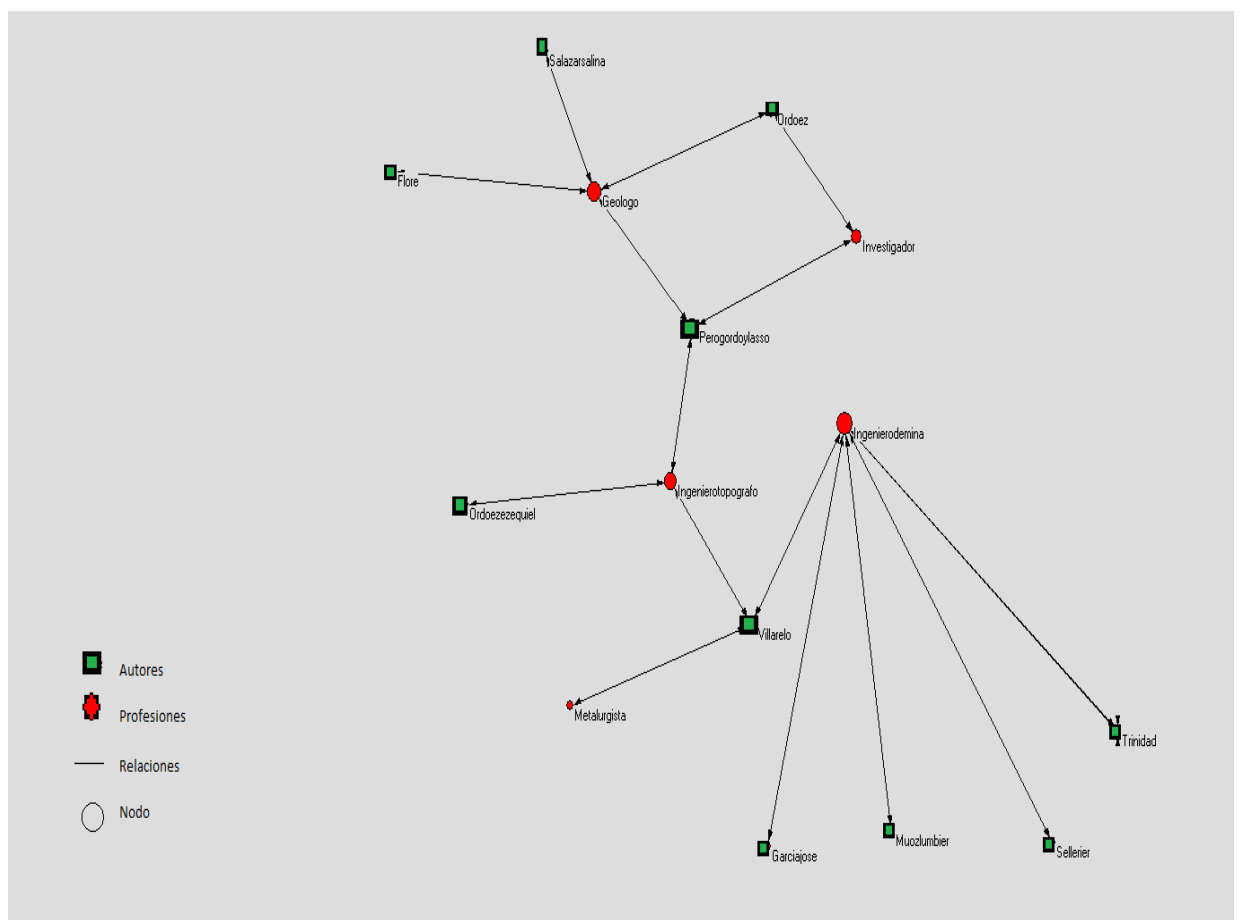


Figura 3.9 Red de relaciones entre autores y profesiones del cuarto periodo que corresponde a los años de 1901 a 1969.

3.5 Las fuentes de publicación de trabajos en Geología en sus diferentes etapas

3.5.1 Las fuentes de publicación en el rango 1: La geología en México Colonial: 1700 a 1800

En el rango nombrado “La Geología en México Colonial,” se identificaron 54 trabajos, de los cuales se conoció la fuente de publicación de 31 de ellos, que corresponde al 54.4%, del resto no se tuvieron datos de la fuente que los publicó (Figura 3.10).

Estos 31 trabajos identificados con fuente de publicación están asociados a 14 publicaciones diferentes, en 12 de los 14 casos fueron realizados por imprentas particulares, uno más asociado a la publicación con mayor formalidad, se identificó como Gaceta de México y un organismo más denominado como Real Sociedad Bascongada.

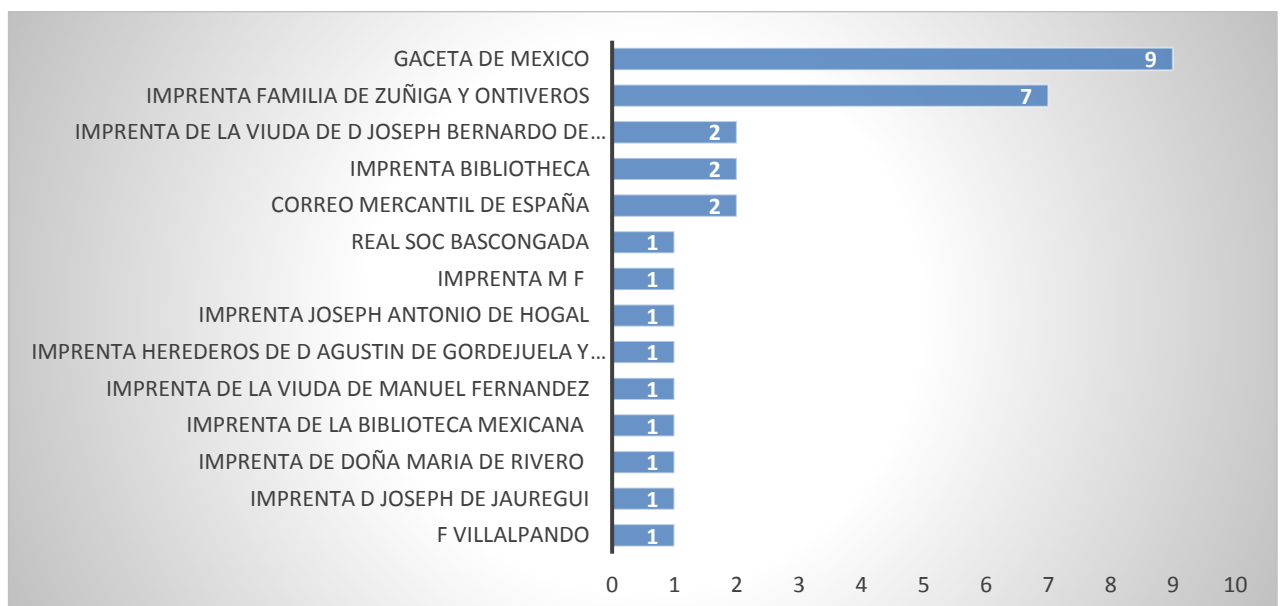


Figura 3.10: Se presentan los editores más representativos sobre Geología en México Colonial (1800-1900).

En este momento histórico, México se encontraba como colonia de España, la escritura de trabajos sobre la geología en México estaba limitada y asociada a un grupo reducido de autores. La Gaceta de México fue una publicación periódica que apareció en la segunda década del siglo XVIII, esta gaceta no estuvo orientada al intercambio de trabajos de corte científico, su objetivo básicamente era tener una fuente de comunicación entre Europa y el Virreinato en México. El primer trabajo identificado para esta publicación periódica, fue hasta 1789, con un trabajo orientado a la vulcanología. La Gaceta de México es la fuente con mayor número de

publicaciones sobre Geología con 9 trabajos que fueron publicados en los últimos 11 años del siglo XVIII.

Las publicaciones más representativas en Geología durante el siglo XVIII aparte de La Gaceta de México, estuvo integrado por tres imprentas: la de la familia de Zúñiga y Ontiveros, De la viuda de Don Joseph Bernardo de Hogal e Imprenta Bibliotheca.

3.5.2 Las fuentes de publicación en el rango: De la Orictognosia a la Geología moderna (1801-1900)

En el rango 2, se identificó la mayor cantidad de fuentes de publicación durante todo el periodo que cubre este estudio, la mayoría de estas aparecieron durante el último tercio de esta centuria (Tabla 3.10).

Durante el siglo XIX, se contabilizaron 2,467 trabajos, de los cuales 97 no contaron con fuente de publicación, quedando 2,372. El total de las fuentes de publicación en este siglo ascendió a 248, de las cuales se identificaron 19 fuentes de publicación principales según el modelo de Bradford (primera y segunda zona de concentración), como se puede apreciar en la tabla 3.10

Tabla 3.10 Fuentes de publicación con mayor producción de trabajos durante el siglo XIX

No.	Fuentes de publicación	Trabajos publicados	Representación porcentual
1	El Minero Mexicano	1124	47%
2	Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana	148	6%
3	Boletín de Agricultura Minería e Industrias	139	5%
4	Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate	93	3%
5	La Naturaleza	75	3%
6	Secretaria de Fomento	56	2%
7	El Propagador Industrial	33	1%
8	Memoria del Ministerio de Fomento	33	1%
9	Boletín del Instituto Geológico de México	28	1%
10	Imprenta de Ignacio Cumplido	27	1%
11	Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco	26	1%
12	Boletín de la sociedad Guanajuatense de Ingenieros	23	0.96%
13	Tipografía F Mata	23	0.96%
14	La Ilustración Mexicana	22	0.92%
15	Anales del Ministerio de Fomento	21	0.88%

16	Boletín del Ministerio de Fomento de la República Mexicana	21	0.88%
17	Imprenta de I Escalante	14	0.59%
18	Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística	13	0.54%
19	Imprenta Familia Díaz de León	13	0.54%

Se realizó un análisis de las publicaciones para el siglo XIX, en donde, se identificó, una publicación con una gran producción que equivale a prácticamente el 50% del total, es decir, una sola publicación generó lo que en su conjunto, realizaron las 247 restantes, lo que llevó a investigar sobre este fenómeno.

Según Mondragón, las publicaciones generadas por el periódico El Minero Mexicano, no son precisamente de corte científico, menciona que una gran cantidad (más del 75%) son de orden técnico y que para determinar contundentemente esta afirmación esta publicación merece un estudio en particular (MONDRAGON-COLIN, 2017).

En las principales fuentes de publicación para esta centuria, figuran tres boletines que representan a tres sociedades científicas fundamentales en el desarrollo de la Geología y que permitieron el tránsito de la Orictognosia (descripción y clasificación de las rocas y los minerales) a la Geología Moderna. Estas fueron Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana, Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate y La Naturaleza, correspondiendo en este orden a la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Sociedad Científica Antonio Álzate y La Sociedad Mexicana de Historia Natural.

3.5.3 Las fuentes de publicación De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

En el rango denominado “De la Geología hacia Ciencias de la Tierra” se identificaron 2955 trabajos, de estos 236 aparecen sin datos en el campo de revista, por lo cual los 2739 trabajos restantes fueron publicados en 138 fuentes.

La producción en este cuarto rango temporal, aportó el 45% del total de los trabajos realizados históricamente en el campo de la Geología hasta 1969.

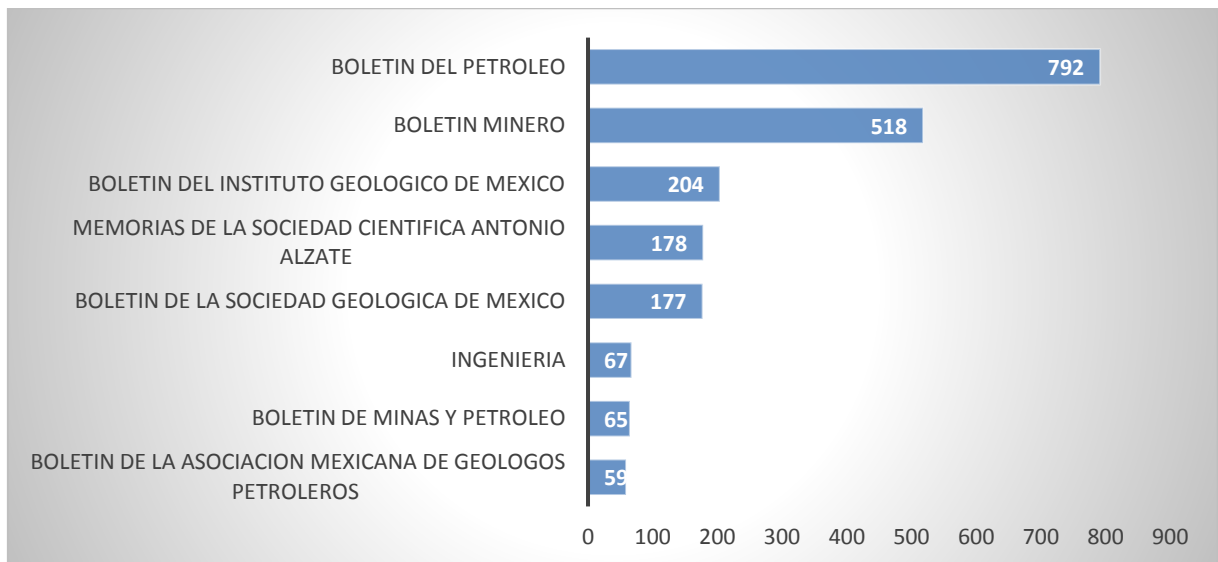


Figura 3.11. Comportamiento de las revistas en función de las publicaciones durante el periodo de 1901 a 1969

En la figura 3.11, se presentan las 8 publicaciones más representativas para las dos terceras partes del siglo XX. Como se puede notar, temas como el petróleo superan ampliamente a la actividad minera, en contraste con lo observado durante el siglo XIX, como testigo de los cambios de los intereses de la Geología que se desarrolló en México.

3.6 Los principales temas en cada uno de los rangos planteados en la Geología de México.

3.6.1 Temas sobresalientes en el en el rango: La geología en México Colonial: 1700 a 1800

Tabla 3.11. Principales temas en el rango: La geología en México Colonial: 1700 a 1800

No.	Temas	Cantidad de trabajos	Porcentaje
1	Minería - legislación	9	20.9%
2	Sismología	4	9.3%
3	Mineralogía-instrucción	3	6.9%
4	Minería-industria y comercio	3	6.9%
5	Vulcanología	3	6.9%
6	Metalurgia	2	4.6%
7	Minería	2	4.6%
8	Paleontología	2	4.6%

En la tabla 3.11, se muestran los temas principales del rango 1 en los años de 1700 a 1800, el tema que motivó la mayoría de los trabajos durante el siglo XVIII con una representación porcentual de aproximadamente 20.9%, fue el tema Minería-legislación. Se realizó una revisión sobre este volumen de trabajos y se encontró que estos trataron asuntos relacionados con reglamentos hacia la actividad minera en su conjunto.

El común denominador de estos trabajos es que tratan códigos de minería, y otro documento llamado Reales Ordenanzas de Minería que regían la actividad minera en ese entonces La Nueva España.

Durante el último tercio del siglo XVIII durante el reinado de Carlos III, se encontró con una problemática por el gran desperdicio de recursos necesarios en la actividad minera, así como una falta de técnicas que conllevaran a la eficiencia de una explotación minera. Entre estas urgencias, se pudo observar que los códigos de minería realizados en la edad temprana de la colonia ya no eran suficientes e inclusive carecían de sustento, lo cual llevo a una permanente discusión entre el Virreinato y la Corona.

El segundo tema, Sismología con una representación porcentual del 9.3% junto con el tema vulcanología ubicado en la quinta posición con una representación porcentual de 6.9%, fueron temas abordados durante todas las épocas en los estudios en esta disciplina por razones naturales; por la alta sismicidad, la enorme cantidad de volcanes que en un inició se trataron como fenómenos aislados, pero que como se verá más adelante mediante el desarrollo de esta ciencia, fueron relacionados hasta que a principios del siglo XX se consolidaron como un par de ciencias.

Los temas mineralogía-instrucción, minería-industria y comercio, metalurgia y minería demostraron que el principal interés durante el siglo XVIII, estuvo encaminado a los estudios sobre la actividad minera en la Nueva España. En primer lugar, se identificó que la principal urgencia fue reajustar o rehacer códigos de minería que legislaran de acuerdo al contexto que se diagnosticó durante el último tercio de esta centuria. Como una segunda situación dentro de la actividad minera, se encontró el tema mineralogía-instrucción, lo que demostró una necesidad de proporcionar técnicas a los mineros para eficientar los procesos de dicha actividad.

Se entendió que en este primer rango de tiempo denominado “La Geología en el México Colonial”, la principal actividad fue hasta ese momento, la que por tradición privilegió la corona española, es decir la extracción de metales. Después de poco más de dos centurias de explotación, cada vez más se volvió necesario adoptar métodos y técnicas que hicieran posible incursionar en minas, así como abrir las exploraciones necesarias para el reconocimiento del resto del territorio nacional, ya que los principales centros mineros de esa época, comenzaron a mostrar un agotamiento.

3.6.2 Temas sobresalientes en el rango: De la Orictognosia a la Geología moderna 1801-1850.

Tabla 3.12. Principales temas en el rango : De la Orictognosia a la Geología moderna 1801-1850.

No.	Temas	Cantidad de trabajos	Porcentaje
1	Riquezas minerales	347	14,4%
2	Minas y minería	197	8,2%
3	Minería-industria y comercio	181	7,5%
4	Minería -legislación	138	5,7%
5	Vulcanología	72	3%
6	Metalurgia-beneficio-métodos	62	2,5%
7	Geografía	54	2,2%
8	Sismología	50	2,08%
9	Geología	49	2,04%
10	Mineralogía	44	1,8%
11	Hidrología	42	1,75%
12	Estadísticas	41	1,7%
13	Ingeniería de minas	37	1,54%
14	Exploraciones geográficas	33	1,37%
15	Metalurgia	33	1,37%
16	Mineralogía -ensayos	33	1,37%
17	Riquezas minerales-oro	29	1,20%
18	Astronomía -meteoritos	28	1,16%
19	Minas-administración-prospección	28	1,16%

En la tabla 3.12, se muestran los principales temas de los años de 1800 a 1900, el tema del cual más escritos se elaboraron fue Riquezas Minerales (principalmente el oro) y esto se asoció a que la Corona Española no perdió oportunidad para seguir con la exploración del territorio nacional, para su posterior explotación. Uno de los más

sobresalientes expedicionistas fue Alexander Von Humboldt que durante el siglo XIX, sus publicaciones sobre América detonaron numerosos viajes de diferentes personajes de naciones tanto europeas como estadounidense.

Otro aspecto importante que se identificó, fue que en este rango es donde se mandó de la escuela de Freiberg en Sajonia a Andrés Manuel del Río con su cátedra de Orictognosia para la instrucción en técnicas de mineralogía y actividades relacionadas con las minas y minería.

Los temas de minas y minería con un 8.2%, minería-industria 7.5%, y comercio y minería-legislación 7.5%, metalurgia-beneficio-métodos 2.5%, tratando aspectos relacionados con procesos particulares en las minas como la metalurgia (tratamiento de los metales), ingeniería de minas 1.54%, la minería y minas-administración, 1.16%, propiamente como una actividad comercial y nuevamente la urgencia de rehacer un código minero para atender aspectos de diferente índole, como impuestos en la minería, ley de patentes sobre los nuevos descubrimientos realizados y otros aspectos que regulaban la distribución y tenencia de la Tierra.

El tema geografía tiene relación con el reconocimiento del territorio nacional y está directamente relacionado con otro de ellos, las exploraciones geográficas, los cuales estuvieron encaminados al reconocimiento y delimitación de estados, delimitación de fronteras con otros países y el conocimiento general de los recursos naturales, de flora

3.6.3 Temas sobresalientes en el rango : De la Geología hacia Ciencias de la Tierra 1901-1969.

Tabla 3.13. Principales temas en el rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

No	Temas	Cantidad de trabajos	Porcentajes
1	Riquezas minerales	256	8.8%
2	Minería-industria y comercio	142	4.9%
3	Petróleo-leyes y legislación	136	4.7%
4	Petróleo-industria y comercio	127	4.9%
5	Geología	111	3.8%
6	Minas y minería	111	3.8%
7	Campos petroleros	92	3.1%
8	Paleontología	82	2.8%
9	Hidrología	70	2.4%
11	Vulcanología	63	2.1%
12	Metalurgia-industria y comercio	62	2.1%
13	Petróleo- métodos de producción	61	2.1%
14	Petróleo-pozos	60	2%
15	Sismología	58	2%
16	Minería- legislación	57	1.9%
17	Petróleo- análisis	42	1.4%
18	Petróleo-equipos y aparatos	41	1.4%
19	Exploraciones geológicas	38	1.3%
20	Petrología	36	1.2%
21	Ingeniería petrolera	34	1.17%
22	Petróleo-reconocimiento de pozos	34	1.17%
23	Petróleo	32	1%
24	Aguas subterráneas	31	1%
25	Mineralogía	31	1%
26	Geografía	30	1%
27	Geología- geografía		1%

Para los primeros 69 años del siglo XX, límite final de esta investigación, se identificaron 2892 trabajos, de los cuales 60 de ellos, no contienen descriptor temático, es por ello que se trabajó con una muestra de 2832 trabajos. Se observó una distribución más homogénea en comparación con el siglo XIX.

Se encontraron 12 clases principales que durante esta centuria, adquirirían el carácter de ciencias autónomas, pero en su conjunto hacia 1950 propiciaron el cambio de paradigma: De la Geología moderna a Ciencias de la Tierra.

De las 12 categorías mencionadas, se encontraron 27 descriptores, estos últimos como sub-especialidades de las clases principales los cuales se enuncian a continuación:

Riquezas minerales presentan un 8.8%, nivel que mostró que se continuaron realizando reconocimientos geológicos, geográficos y mineros.

Se encontró en segundo lugar, aspectos relacionados a la minería, como industria, legislación, minas y minería, con 4.9%, 3.8%, y 1.9% respectivamente.

En conjunto el tema de mayor impacto, fueron las especialidades encabezadas por el descriptor petróleo, con una producción de trabajos de 695 que corresponde a 24% de la producción del periodo total.

Del resto de los descriptores como se comentó al inicio de este punto, se encuentra más homologado, es decir la vulcanología, sismología, e hidrología se definieron durante el siglo XX como campos de estudio adscritos a la Geología que paulatinamente construyeron fundamentos teóricos y metodologías que le confirieron desde aproximadamente en el intervalo del año 1940-1960, la transformación y cambio de paradigma hacia un conjunto de ciencias hoy conocidas como Ciencias de la Tierra.

3.7 Índice de concentración de Pratt para determinar la concentración temática en el conjunto de fuentes en cada uno de los rangos

Una de las formas de conocer las regularidades internas sobre el contenido de los documentos, resulta de la aplicación del índice de concentración temática de Pratt.

Con este indicador, como ya se dijo en el capítulo metodológico, se puede medir la concentración de las revistas de acuerdo con las temáticas tratadas en los artículos que publican (GORBEA-PORTAL, 2007).

En el capítulo 2 en el punto 2.7.7, se presentaron los procedimientos para la organización de la información y la aplicación del Indicador de Concentración de Pratt. Como ahí se mencionó que en una etapa previa, es necesario determinar a las publicaciones clave, es decir las que se ubican en la primera y segunda zona de concentración, según el modelo matemático de Bradford.

Se identificaron para cada uno de los cuatro rangos de tiempo en el que fue dividido el periodo general, las publicaciones o revistas más representativas, las que ocuparon las primeras dos zonas de Bradford.

La información obtenida en este paso previo, se presentó en los puntos 3.5.1, 3.5.2, 3.5.3 y 3.5.4, esto con la finalidad de llegar a este punto con un mejor conocimiento de producción de las fuentes que se analizaron con el índice de Pratt.

El Índice de Pratt, se desplaza en un rango de 0 a 1, en donde los números que tienden a cero, denotan una baja concentración, mientras que el 0.5, o punto medio obedece a una concentración media y las cantidades que tienden a la unidad muestran una alta concentración.

3.7.1 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: La Geología en México Colonial: 1700 a 1800

En la tabla 3.14, se muestran las publicaciones con mayor representación en el periodo de 1700 a 1800, se colocaron únicamente las publicaciones encontradas en la primera y segunda zona, según el modelo de Bradford.

En la tabla 3.14 podemos observar que la Gaceta de México tiene una concentración temática de 0.83, seguido la Imprenta de la Familia de Zúñiga y Ontiveros con una baja concentración de 0.22. Correo Mercantil de España y la Imprenta Bibliotheca no fue aplicado el Índice de concentración de Pratt por que la muestra no fue representativa, en ambos casos.

Tabla 3.14. Índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: La Geología en México Colonial: 1700 a 1800

No	Editor	Concentración temática
1	Gaceta de México	0.83
2	Imprenta Familia de Zúñiga y Ontiveros	0.22
3	Correo Mercantil de España	*N/A
4	Imprenta Bibliotheca	NA

*No aplica por que la muestra no es representativa

3.7.2 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1800-1900

En la tabla 3.15 se pueden mostrar identificados 19 medios de publicación, en primer lugar encontramos a El Minero Mexicano con una alta concentración temática correspondiente al 0.95, enseguida encontramos al Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana con una baja concentración temática 0.5, posteriormente se encontró al Boletín de Agricultura de Minería e industrias con un 0.65, enseguida se encontró a las memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate y La Naturaleza con 0.58 de media concentración temática, posteriormente se identificó a la Secretaria de Fomento con una baja concentración temática 0.42, después se localizó al Propagador Industrial con una baja concentración temática que correspondió al 0.31, enseguida encontramos a la memoria del ministerio de Fomento con un 0.45, es decir una baja concentración temática, Boletín del Instituto Geológico de México con 0.37 baja, Imprenta de Ignacio Cumplido con 0.35, Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco con 0.38, Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros con 0.40 baja; Tipografía F. Mata con 0.46; La Ilustración Mexicana con 0.33, baja; Anales del Ministerio de Fomento con 0.35 baja; Boletín del Ministerio de Fomento de la República Mexicana con 0.4 baja;

Imprenta de I Escalante con 0.38 baja; el Boletín del Instituto Nacional de Geografía y estadística con 0.49 media concentración; y finalmente con la Imprenta Familia Díaz de León con una baja concentración temática que corresponde al 0.41.

Tabla 3.15. Índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología 1800- 1900

No	Editor	Concentración temática
1	El Minero Mexicano	0.95
2	Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana	0.5
3	Boletín de Agricultura Minería e Industrias	0.65
4	Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate	0.58
5	La Naturaleza	0.58
6	Secretaría de Fomento	0.42
7	El Propagador Industrial	0.31
8	Memoria del Ministerio de Fomento	0.45
9	Boletín del Instituto Geológico de México	0.37
10	Imprenta de Ignacio Cumplido	0.35
11	Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco	0.38
12	Boletín de la sociedad Guanajuatense de Ingenieros	0.40
13	Tipografía F Mata	0.46
14	La Ilustración Mexicana	0.33
15	Anales del Ministerio de Fomento	0.35
16	Boletín del Ministerio de Fomento de la República Mexicana	0.4
17	Imprenta de I Escalante	0.38
18	Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística	0.49
19	Imprenta Familia Díaz de León	0.41

3.7.3 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

En la Tabla 3.16 se pueden observar los resultados de la aplicación del Índice de Concentración de Pratt para el rango 4, en primer lugar encontramos al Boletín del Petróleo con 0.66 una alta concentración temática; enseguida tenemos al Boletín minero con 0.74 alta concentración temática; Boletín del Instituto Geológico de México con 0.51; Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate con 0.56 media

concentración; el Boletín de la Sociedad Geológica de México con 0.62; Ingeniería con 0.44 baja concentración temática; Boletín de Minas y Petróleo con 0.62 y finalmente el Boletín de la Asociación mexicana de geólogos petroleros con un 0.55 con media concentración temática.

Tabla 3.16 Índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

No.	Revista	Concentración Temática
1	Boletín del petróleo	0.66
2	Boletín Minero	0.74
3	Boletín del Instituto Geológico de México	0.51
4	Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate	0.56
5	Boletín de la Sociedad Geológica de México	0.62
6	Ingeniería	0.44
7	Boletín de Minas y Petróleo	0.62
8	Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros	0.55

3.8 Índice de concentración de Pratt para determinar la concentración geográfica en el conjunto de fuentes en cada uno de los rangos

Este estudio extiende la aplicación de este indicador a la concentración geográfica del contenido de los artículos utilizando, como se hizo con el indicador anterior, la cobertura geográfica de los artículos publicados en estas revistas claves, por considerar que ésta es otra forma de medir las características o regularidades internas que tienen los contenidos de las revistas científicas. (GORBEA PORTAL, 2007)

Se aplicó el Índice de concentración de Pratt, con el objetivo de conocer la proporción en la que se concentra un grupo de artículos de revistas geográficamente (GORBEA-PORTAL, 2006)

3.8.1 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: La geología en México Colonial: 1700 a 1800

En este apartado se pudo observar una falta de información que impidió aplicar el Índice de Pratt, la información con la que se contó no significó una muestra representativa.

3.8.2 El índice de concentración de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850)

En la tabla 3.17 se pueden observar los resultados de la aplicación del Índice de Concentración Geográfico de Pratt obteniendo lo siguiente El Minero Mexicano con una alta concentración geográfica correspondiente al 0.96, enseguida encontramos al Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana con una baja concentración geográfica 0.39, posteriormente se encontró al Boletín de Agricultura de Minería e industrias con un 0.37 baja, enseguida se encontró a las Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate con 0.33 baja concentración geográfica y La Naturaleza con 0.26 baja, posteriormente se identificó a la Secretaria de Fomento con una baja concentración temática 0.28, después al Propagador Industrial donde no se pudo aplicar este índice debido a la falta de información, enseguida encontramos a la Memoria del ministerio de Fomento con un 0.25, es decir una baja concentración temática, Boletín del Instituto Geológico de México con 0.37 baja, Imprenta de Ignacio Cumplido con 0.2 baja, Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco con 0.2 también baja concentración geográfica, Boletín de la Sociedad Guanajuatense de Ingenieros que no pudo ser aplicado el índice debido a una falta de información; Tipografía F. Mata con 0.30, baja; La Ilustración Mexicana no se aplicó por falta de información,; Anales del Ministerio de Fomento con 0.29 baja. Finalmente para el Boletín del Ministerio de Fomento de la República Mexicana, Imprenta de I Escalante, el Boletín del Instituto Nacional de Geografía y estadística y la Imprenta Familia Díaz de León no se pudo aplicar el índice debido a escasas de información.

Tabla 3.17. Índice de concentración de Pratt (geográfico) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: El desarrollo temprano de la geología: de la Oritognosia a la Geología (1801-1850)

No	Editor	Concentración Geográfica
1	El Minero Mexicano	0.96
2	Boletín de la Sociedad de Geografía y Estadística de la República Mexicana	0.39
3	Boletín de Agricultura Minería e Industrias	0.37
4	Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate	0.33
5	La Naturaleza	0.26
6	Secretaria de Fomento	0.28
7	El Propagador Industrial	N/A*
8	Memoria del Ministerio de Fomento	0.25
9	Boletín del Instituto Geológico de México	0.72
10	Imprenta de Ignacio Cumplido	0.2
11	Boletín de la Sociedad de Ingenieros de Jalisco	0.2
12	Boletín de la sociedad Guanajuatense de Ingenieros	N/A
13	Tipografía F Mata	0.30
14	La Ilustración Mexicana	N/A
15	Anales del Ministerio de Fomento	0.29
16	Boletín del Ministerio de Fomento de la República Mexicana	N/A
17	Imprenta de I Escalante	N/A
18	Boletín del Instituto Nacional de Geografía y Estadística	N/A
19	Imprenta Familia Díaz de León	N/A

3.8.3 El índice de concentración geográfico de Pratt y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra.

En la Tabla 3.18 se pueden observar los resultados de la aplicación del Índice de Concentración geográfica de Pratt para el rango 4, en primer lugar encontramos al Boletín del Petróleo con 0.76 una alta concentración geográfica; enseguida tenemos al Boletín minero con 0.51 media concentración geográfica; Boletín del Instituto Geológico de México con 0.47; Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate con 0.43 baja concentración; el Boletín de la Sociedad Geológica de México con 0.4; Ingeniería con 0.03 baja concentración geográfica; Boletín de Minas y Petróleo no se

pudo aplicar el Índice debido a falta de información; el Boletín de la Asociación mexicana de Geólogos Petroleros con un 0.51 con media concentración geográfica; Parérgones con 0.31 baja concentración y finalmente el Boletín de la Secretaria de Fomento con 0.16 que corresponde a una baja concentración geográfica.

Tabla 3.18. Índice de concentración de Pratt (geográfico) y su aplicación al conjunto de publicaciones del rango: De la Geología hacia Ciencias de la Tierra

No	Revista	Concentración Geográfica
1	Boletín del petróleo	0.76
2	Boletín Minero	0.51
3	Boletín del Instituto Geológico de México	0.47
4	Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate	0.43
5	Boletín de la Sociedad Geológica de México	0.4
6	Ingeniería	0.03
7	Boletín de Minas y Petróleo	N/A
8	Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros	0.51
9	Parérgones	0.31
10	Boletín de la Secretaria de Fomento	0.16

3.9 Geografía de la Geología y su evolución durante tres siglos

Se realizaron mapas geográficos de las Ciencias Geológicas, según la distribución de los objetos de estudio en el territorio nacional. Como punto de partida se eligió un mapa de la República Mexicana con características como se conoce actualmente, es decir, sin los estados que pasaron a formar parte de los EUA, en el año de 1848.

Se realizaron tres mapas, uno para cada rango de tiempo como se hizo mención en el Capítulo 2 Metodología: siglo XVIII, siglo XIX y siglo XX, se señalaron con diferentes colores las entidades federativas, determinando en cada una de estas la principal actividad realizada.

3.9.1 La geografía de la Geología en México durante el siglo XVIII.

En la tabla 3.19, se presenta una lista de los diversos estados de la República Mexicana en donde se realizaron estudios en el desarrollo de la Geología. Se muestran las regiones en donde se ubicaron diversos objetos de estudio que motivaron la generación de trabajos que aportaron en la especialización de las disciplinas de la Geología y su tránsito gradual a Ciencias denominadas hoy en día, como Ciencias de la Tierra.

Tabla 3.19. Entidades de la República Mexicana y regiones en donde se ubicaron los objetos de estudio que motivaron diversos trabajos en el desarrollo de la Geología en México*

Lugar	Trabajos
Hidalgo	176
Pachuca	49
Real del monte	35
Zimapan	14
Mineral del oro	6
Mineral el chico	4
Zacatecas	174
Mazapil	21
Fresnillo	19
Sombrerete	10
Ojo Caliente	9
Juchipila	7

Mineral de Pinos	6
Chihuahua	156
Parral	19
Batopilas	15
Santa Eulalia	8
Santa Bárbara	6
Naica	5
Arteaga	3
Mineral de Ocampo	3
Cusihuiriachic	2
Mineral de Naica	2
Guanajuato	143
Mineral de pozos	4
La luz	3
San Felipe	3
Valle de Santiago	3
Pinguico	2
Durango	140
Mapimi	15
Guanacevi	14
Cerro de mercado	12
Copalquin	4
San Dimas	4
San Juan del Rio	3
Topia	3
Cerro del Mercado	2
San Luis Potosí	139
Real de Catorce	24
Guadalcazar	18
San Pedro	4
Huascama	3
Veracruz	126
Minatitlan	19
Tuxpan	14
Panuco	13
Jalapa	8
Poza Rica	6
Ozuluama	5
Estado de México	122
Toluca	35

Sultepec	18
Temascaltepec	15
Texcoco	6
Guerrero	121
Grutas de Cacahuamilpa	16
Taxco de Alarcon	15
Mineral de Huitzuco	8
Tetipac	5
Tecuanapa	4
Baja California	115
Ensenada	5
Álamo	4
Calamahi	4
Santa Rosalía	4
Cerro prieto	3
San Antonio	2
Michoacán	114
Tlalpujahuá	18
Coalcoman	10
Angangueo	8
Huetamo	6
Morelia	4
Zinapécuaro	4
Ucareo	3
Sonora	109
Nacozari	10
Guaymas	8
Cananea	6
Hermosillo	6
Álamos	4

*Solo se incluyen los trabajos con descriptor geográfico, por lo cual no están representados en esta tabla la totalidad de la producción generada en el periodo en estudio.

Durante el desarrollo histórico de la Geología en México, se pueden mencionar siete estados en donde se realizaron la mayor cantidad de trabajos, los cuales hoy en día, son ampliamente reconocidos e incluso en algunos de estos se continúa extrayendo minerales por compañías mineras. Dichos estados son: Hidalgo, Zacatecas, Chihuahua, Guanajuato, Durango, SLP, y Veracruz.

3.3.1 La geografía de la Geología en México durante el siglo XVIII

Durante el siglo XVIII, los trabajos que se encontraron la mayoría de estos fueron llevados a cabo en la hoy denominada Ciudad de México.

Los trabajos identificados para este periodo, en su mayoría no especifican el lugar geográfico a donde hacen referencia sus investigaciones, incluso algunos fueron realizados en algunas regiones que durante el siglo XVIII formaban parte de México, hoy territorios de los EUA. En la tabla 3.20, se muestran los trabajos y sitios geográficos a los que hacen referencia.

Tabla 3.20. Trabajos con descriptor geográfico durante el rango denominado La Geología en el México Colonial

No.	Sitio geográfico	Trabajos
1	México	39
2	México-Nueva España	8
3	México-Aguascalientes	1
4	México-Sonora	1
5	EUA-California	2
6	EUA-Oklahoma	1

Los trabajos en ese momento histórico, como parte de sus títulos infieren que se realizaron en México y en La Nueva España. De esta forma se pudo entender que la ciencia que se realizó se encontró centralizada, con algunas excepciones en donde se abordaron objetos de estudio procedentes de Aguascalientes, Sonora, California y Oklahoma.

El caso de Aguascalientes y su relación con el tema paleontología, se atribuyó a la localización de un esqueleto de un elefante. La relación de Sonora y el tema exploraciones geográficas estuvo en función de una expedición militar en el año 1771.

En el resto del territorio nacional no se encontraron evidencias que indiquen la realización de trabajos, aspecto que confirma la urgencia de la Corona Española por crear una escuela en la Nueva España con la finalidad de dotar de conocimientos de orden técnico a los mineros y generar gente de ciencia encaminados al

reconocimiento, extracción y aprovechamiento de recursos naturales valiosos, en regiones que no habían sido exploradas en el inmenso territorio Mexicano de principios del siglo XIX.



Figura 3.12. Geografía de las Ciencias Geológicas durante el siglo XVIII

3.3.2 La geografía de la Geología en México durante el siglo XIX.

Durante el siglo XIX, en México se desarrollaron cambios que marcaron un rumbo distinto al que prevaleció desde la ocupación de los españoles (siglos XVI - XIX). Durante la primera mitad del siglo decimonónico, se vivió un conjunto de eventos como la emancipación de España en 1810-1821: La reorganización de las diversas capas de organización social incluyendo las instituciones; la permanente pugna entre conservadores y liberales, así como sus respectivos proyectos; La invasión Norteamericana en donde los EUA se adjudicaron una gran extensión territorial rica en recursos naturales; La adopción del modelo eurocéntrico: el positivismo de Augusto

Comte y durante el último tercio del siglo XIX, el desarrollo técnico, profesional y científico en el campo de la Geología y otras ciencias.

En la figura 3.13, se muestran las principales actividades que se realizaron durante el siglo XIX, en el territorio nacional. Como primer acercamiento, se pudo entender que fue imperante conocer sobre los tesoros naturales resguardados por los diversos ecosistemas y otros que subyacían en las entrañas de la tierra. El siglo XIX, en México se caracterizó por largas y continuas expediciones por parte de contingentes de origen nacional e internacional, con diversos fines algunas fueron encaminadas a la creación de las cartas geográficas, geológicas y mineras.

En la figura 3.13, se identificó a Nuevo León en un tema encaminado a la industrialización de la actividad minera. A Yucatán, con el tema Geología-Geografía, que no resulta extraño al ser un estado con gran variedad Geológica, con aguas subterráneas en ríos y cenotes, entre otras características que hacen a esta región exclusiva en rasgos geológicos y geográficos.

Colima trascendió en los estudios en la Vulcanología en virtud de haber tenido en su territorio el volcán de Colima, con alta actividad en este periodo. En la Ciudad de México, el tema principal fue la Hidrología, esto por la permanente problemática de las inundaciones y el acarreo de agua por acueductos hacia lugares en donde se necesitaba.

El tema Minas y Minería, se identificó en regiones de estados como Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Puebla, Hidalgo, Aguascalientes, Zacatecas y otros en donde aunque no apareció como actividad predominante, también contaron con importantes centros cuya economía se basó en la actividad de las Minas y Minería, como San Luis Potosí, Guerrero, Guanajuato, entre otros, y que posteriormente pasarían a formar los legendarios centros mineros de la República Mexicana.

En este rango de 100 años, se pudo observar como el territorio nacional en conjunto, motivó a múltiples estudios de orden Geológico, con fines económicos, administrativos y científicos.

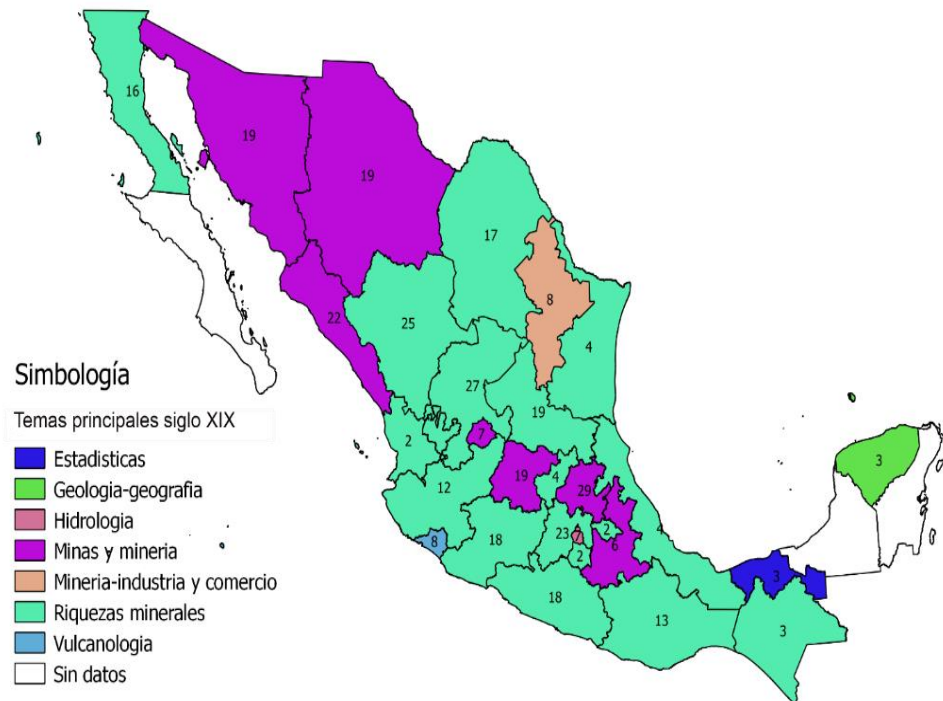


Figura 3.13 Geografía de las Ciencias Geológicas durante el siglo XIX

3.3.3 La geografía de la Geología en México durante el siglo XX

En las primeras dos décadas, se presentaron diversos factores que cambiaron la configuración de la Geología en nuestra nación, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- El modelo presidencial y político en completa decadencia, la estructura que funcionó y rindió grandes frutos por ejemplo: la creación de infraestructura ferroviaria, institucionalización de algunas de las ciencias y la modernización de algunos estatutos y leyes de patentes. En los primeros años mostraron claros signos de agotamiento, lo que derivó entre otros factores, a un movimiento social que consumió parte de los frutos cosechados en el modelo porfirista.

- La desaceleración gradual de la actividad minera y el cambio de intereses ahora enfocados a los hidrocarburos provenientes del petróleo.
- La migración de la planta de científicos adscritos al Instituto Geológico de México como consecuencia de la revolución de 1910 a otras latitudes, principalmente hacia los EUA, lo que le dio ventajas al país vecino sobre los enormes recursos naturales y a nuevos hallazgos de mexicanos en territorio Norteamericano.
- Creación en 1910, del Sistema Sismológico Nacional.

En el mapa realizado para el siglo XX, figura 3.14, se pudo identificar cambios sustanciales en los temas de estudio y su geografía. Surgió el tema Petróleo como principal actividad en lugares como Chiapas, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

La vulcanología en este rango de años, encuentran objetos de estudio de interés en Michoacán, Estado de México y Colima. En la Ciudad de México, el tema de mayor interés son los estudios sismológicos, probablemente por los trabajos realizados por el Sistema Sismológico Nacional. (Terremoto del año de 1985).

En Monterrey-Nuevo León, se establecen como objeto de estudio lo relacionado con la metalurgia. En Sinaloa y Durango, se arraiga lo relacionado a la actividad de las minas y la minería.

Como constante se encontraron actividades relacionadas al reconocimiento y caracterización de las riquezas minerales. En doce estados se determinó como la principal actividad, sin embargo, en otro amplio grupo de estados, se encontraron como el segundo y tercero en interés.

Por último también, se identificaron algunos estados como Campeche, Quintana Roo, Yucatán, Chihuahua; Baja California Sur y Tlaxcala, los cuales no se tuvieron datos en el descriptor geográfico que les asociaran a trabajos.

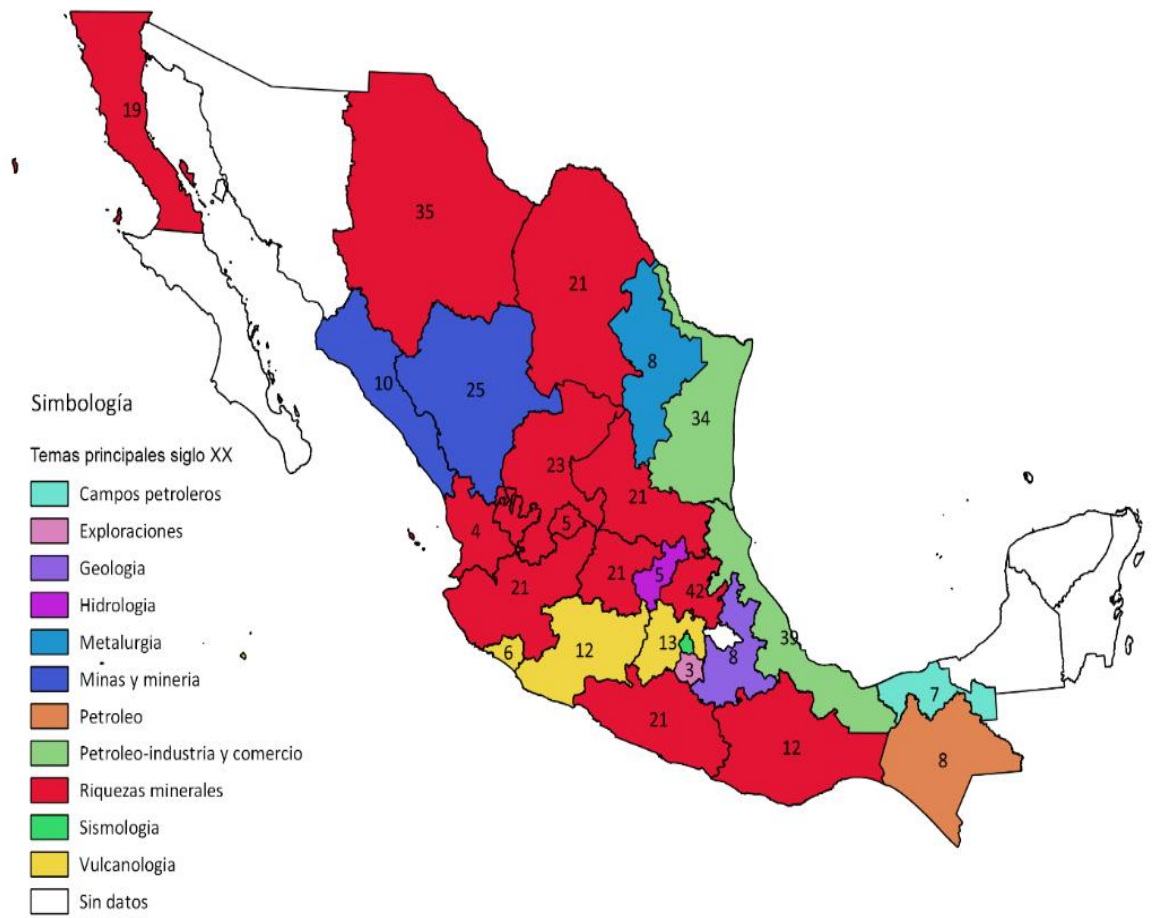


Figura 3.14 Geografía de las Ciencias Geológicas durante el siglo XX

3.4 La construcción institucional de la Geología: principales instituciones creadas durante el siglo XVIII, XIX y XX.

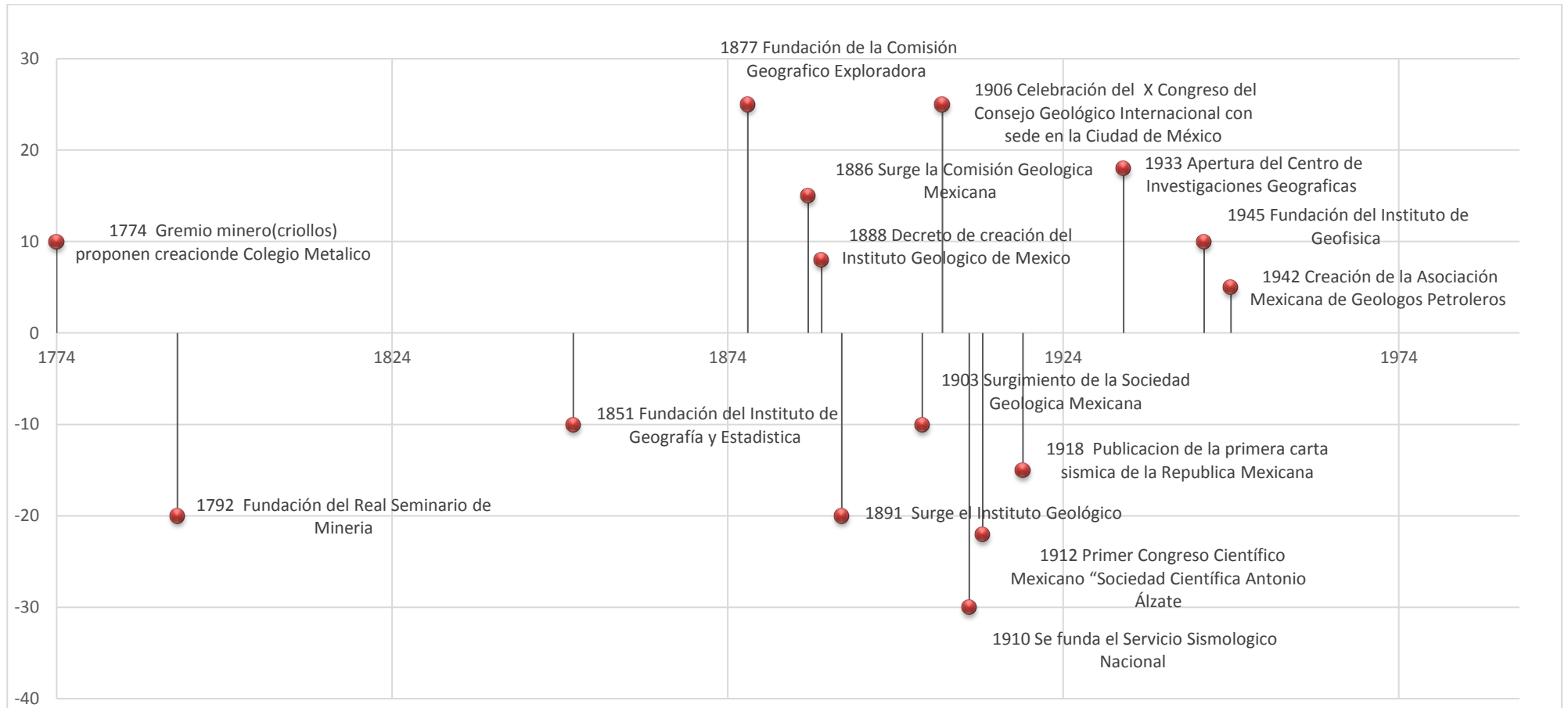


Figura 3.15 La construcción institucional de la Geología: principales instituciones creadas durante el siglo XVIII, XIX y XX.

En la figura 3.15, se muestran las instituciones según su año de creación durante el periodo de estudio que es poco más de 250 años, y que permitieron el desarrollo gradual de este campo fundamental de la ciencia en México.

El Real Seminario de Minería, está relacionado estrechamente con la necesidad de instruir a los mineros y se comenzó una escuela que profesionalizó y formó a un número importante de autores que vieron el florecimiento en la segunda mitad del siglo XIX.

Por otra parte, el Instituto Geológico de México, marco otra etapa fundamental en el desarrollo de la Geología en el cual se realizó investigación de primer nivel, y que durante el siglo XX, llevó a la consolidación como Instituto en Ciudad Universitaria como el Instituto de Geología, en un complejo en donde se imparten actualmente como un conjunto de ciencias, bajo el paradigma de Ciencias de la Tierra.

También se pudo demostrar bajo el análisis de los resultados que los cambios de la Geología, están estrechamente relacionados con los cambios en los paradigmas en esta disciplina, es decir, de Orictognosia a Geología Moderna y de la Geología Moderna al conjunto de ciencias denominadas Ciencias de la Tierra, en conjunto como un grupo de ciencias con una madurez teórica y metodológica avanzada, con bases creadas a lo largo del periodo que cubrió esta investigación y con objetos de estudio propias del territorio nacional.

En la tabla 3.21, se muestran los temas de interés en cada una de las etapas de la Geología, y que apoyó a identificar los cambios disciplinares a través del tiempo y que fueron un reflejo de las necesidades y solución de problemas que se presentaron en cada rango de años.

En un inicio, el interés sobre las investigaciones fueron de orden descriptivo y de reconocimientos de las diversas especies minerales que resguardaba el territorio nacional y orientados hacia la actividad legendaria de las minas y la minería (siglo XVIII), bajo el paradigma de la Orictognosia.

Para el siglo XIX, se observó un cambio en los intereses sobre la Geología, se adoptó en la Escuela positivista de Gabino Barreda, la denominada Geología moderna de Charles Lyell, lo que hizo un desarrollo más homologado con los países eurocéntricos y gradualmente se profesionalizó esta disciplina.

En el siglo XX, se crearon otros centros de investigación como el Servicio Sismológico de México, lo que derivó en la consolidación de la Sismología propiamente como ciencia.

Tabla 4.2 Los cambios en las disciplinas de interés asociadas a cada etapa de las ciencias geológicas.

Siglo XVIII	XVIII	Siglo XIX	XIX	Siglo XX	XX	Totales
Temas	T.*	Temas	.T.*	Temas	T.*	
Minería-industria y comercio	3	Minería-industria y comercio	181	Minería-industria y comercio	142	326
Minería	2	Minas y minería	197	Minas y minería	111	310
		Ingeniería de minas	37			37
		Minas-administración-prospección	28			28
Sismología	4	Sismología	50	Sismología	58	112
		Geología	49	Geología	111	160
				Geología- geografía	29	29
Mineralogía-instrucción	3	Mineralogía	44	Mineralogía	31	78
		Mineralogía -ensayos	33			33
Vulcanología	3	Vulcanología	72	Vulcanología	63	168
Metalurgia	2	Metalurgia-beneficio-métodos	62	Metalurgia-industria y comercio	62	126
		Metalurgia	33			33
Paleontología	2			Paleontología	82	84
		Riquezas minerales	347	Riquezas minerales-oro	29	376
		Geografía	54	Exploraciones geográficas	33	87
				Geografía	30	30
		Hidrología	42	Hidrología	70	112
				Aguas subterráneas	31	31
		Astronomía -meteoritos	28			28
				Petróleo-leyes y legislación	136	136
				Petróleo-industria y comercio	127	127
				Campos petroleros	92	92
				Petróleo- métodos de producción	61	61
				Petróleo-pozos	60	60
				Petróleo- análisis	42	42
				Petróleo-equipos y aparatos	41	41
				Petrología	36	36
				Ingeniería petrolera	34	34
				Petróleo-reconocimiento de pozos	34	34
				Petróleo	32	32

4.1 DISCUSIÓN

En cuanto a las hipótesis planteadas al principio de esta investigación se menciona lo siguiente:

El desarrollo disciplinar de la Geología en México se encuentra directamente relacionado con las distintas etapas de cambio o periodos que se observan en la representación de contenido de los documentos.

La estructura de conocimiento de la Geología en México se encuentra directamente asociada a la presencia de ciclos de crecimiento y decrecimiento y no a una constante exponencial en su desarrollo.

Los puntos de crecimiento más notorios de la Geología en México se asocian de forma significativa con las etapas de cambio de denominación de la disciplina.

Las tres hipótesis se probaron como positivas, los documentos en cada etapa del desarrollo guardan una relación en cuanto a los contenidos mostrando una constante diferenciación y especialización de las disciplinas que conforman hoy en día las Ciencias de la Tierra. En un inicio, se observó un conjunto de documentos (s. XVIII), con pocos temas y con una orientación a la descripción de los minerales. En el siglo XIX, se identificaron núcleos temáticos diversos con una tendencia a la especialización que se hizo realidad durante la primera mitad del siglo XX.

Los ciclos de crecimiento se relacionaron con la sucesiva creación de centros de formación e investigación durante el periodo de estudio, es decir, del Real Seminario de Minería, al Colegio de Minería, luego al Colegio de Ingenieros, posteriormente al Instituto Geológico de México, y así sucesivamente hasta el complejo en Ciudad Universitaria donde se hace investigación bajo el paradigma de Ciencias de la Tierra, denominación actual.

Con base en el análisis hecho a los títulos de los artículos localizados en materia de Geología, se puede concluir lo siguiente:

Para este estudio se tomó en cuenta la información obtenida de 31 estados, más la Nueva España.

Respecto a la formación o profesión de autores, siendo éstos los responsables de las publicaciones analizadas, se encontró lo siguiente:

De 1700 a 1800, su orientación ligada al enciclopedismo: filósofo, teólogo, literato, sacerdote, historiador, botánico, periodista, químico, naturalista, geógrafo, matemático.

1801 a 1850: escritor, periodista, poeta, traductor, químico, geógrafo, naturalista mineralogista, ingeniero de minas y muchos de los autores ocupan cargos políticos-públicos.

1851 a 1900: naturalista, botánico, geólogo, geógrafo, metalurgista, ingeniero topógrafo, ingeniero civil, ingeniero de minas, más orientado ya a la especialización de las ramas de la Geología.

1901 a 1969: metalurgista, geólogo, ingeniero topógrafo, ingeniero de minas, investigador

Históricamente las Ciencias Geológicas desarrollaron sus escritos principalmente haciendo observaciones en 12 entidades que representan más de la tercera parte del territorio nacional: Baja California, Michoacán, Sonora, Estado de México, Guerrero, Durango, San Luis Potosí, Veracruz, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo y Zacatecas.

Las principales regularidades informétricas que están presentes en la estructura de conocimiento en Geología de México son:

Núcleos de temas en el periodo general: Riquezas minerales, Minería-industria y comercio, Minas y minería, Minería-legislación, Geología, Vulcanología, Petróleo. Industria y comercio, Petróleo-leyes y legislación, Hidrología, Sismología, Paleontología, Campos petroleros, Geografía, Metalurgia-beneficio-métodos y Metalurgia- industria y comercio.

Se confeccionaron los mapas temáticos por periodos (1700-1800; 1801-1900 y 1901-1969) arrojando lo siguiente:

Siglo XVII: Nueva España: **Minería**, Aguascalientes: **paleontología**, Sonora: **exploraciones geográficas**

Siglo XVIII: Aguascalientes: **Minas y minería**, Baja California: **Riquezas minerales**, Chiapas: **Riquezas minerales**, Ciudad de México: **Hidrología**, Chihuahua: **Minas y minería**, Coahuila: **Riquezas minerales**, Colima: **Vulcanología**, Durango: **Riquezas minerales**, Estado de México: **Riquezas minerales**, Jalisco: **Riquezas minerales**,

Guanajuato: **Minas y minería**, Guerrero: **Riquezas minerales**, Hidalgo: **Minas y minería**, Michoacán: **Riquezas minerales**, Morelos: **Riquezas minerales**, Nayarit: **Riquezas minerales**, Nueva España: **Minas y minería**, Nuevo León: **Minería-industria y comercio**, Oaxaca: **Riquezas minerales**, Puebla: **Minas y minería**, Querétaro: **Riquezas minerales**, San Luis Potosí: **Riquezas minerales**, Sinaloa: **Minas y minería**, Sonora: **Minas y minería**, Tabasco: **Estadísticas**, Tamaulipas: **Riquezas minerales**, Tlaxcala: **Riquezas minerales**, Veracruz: **Riquezas minerales**, Yucatán: **Geología-geografía**, Zacatecas: **Riquezas minerales**

Siglo XX: Aguascalientes: **Riquezas minerales**, Baja California: **Riquezas minerales**, Chiapas: **Petróleo**, Chihuahua: **Riquezas minerales**, Ciudad de México: **Sismología**, Coahuila: **Riquezas minerales**, Colima: **Vulcanología**, Durango: **Minas y minería**, Estado de México: **Vulcanología**, Guanajuato: **Riquezas minerales**, Guerrero: **Riquezas minerales**, Hidalgo: **Riquezas minerales**, Jalisco: **Riquezas minerales**, Michoacán: **Vulcanología**, Morelos: **Exploraciones**, Nayarit: **Riquezas minerales**, Nuevo León: **Metalurgia**, Oaxaca: **Riquezas minerales**, Puebla: **Geología**, Querétaro: **Hidrología**, San Luis Potosí: **Riquezas minerales**, Sinaloa: **Minas y minería**, Tabasco: **Campos petroleros**, Tamaulipas: **Petróleo-industria y comercio**, Veracruz: **Petróleo-industria y comercio**, Zacatecas: **Riquezas minerales**

5.1 CONSIDERACIONES FINALES

Por último, a manera de recomendación para futuras investigaciones sobre esta materia son las siguientes: La información que se tenga resguardada en bibliotecas y archivos se ponga a disposición del alumnado y sea más fácil el acceso y recuperación, esto con la finalidad de poder aportar resultados más completos;

Actualizar y dar mantenimiento constantemente a bases de datos;

Fomentar la participación de más estudiantes para la realización de estudios histórico bibliométricos, ya que estos tienen implicación en diversos ámbitos, como son los siguientes:

1. Comprensión de la situación histórica, política, social y económica que se vivía en esos momentos en el país (contexto)
2. Toma de decisiones
3. Favorecer la multidisciplinariedad
4. Difundir el uso de la BCCT, colecciones y material antiguo.

Referencias

AGUILAR Y SANTILLAN, R. (1908). *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana: completada hasta el año de 1904*. Boletín del Instituto Geológico de México. México: Instituto Geológico de México.

AGUILAR Y SANTILLAN, R. (1936) *Bibliografía Geológica y Minera de la República Mexicana correspondiente a los años de 1919 a 1930*. México: Secretaria de la Economía Nacional.

AGUIRRE, L (2011). *Introducción al Análisis de Redes Sociales*. Recuperado 25 de diciembre 2016. De: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ah_UKEwiEjYn98lvUAhVhj1QKHTLBAtoQFggoMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.pensamientocomplejo.com.ar%2Fdocs%2Ffiles%2FJ.%2520Aguirre.%2520Introducci%2520F3n%2520al%2520An%25E1lisis%2520de%2520Redes%2520Sociales.pdf&usq=AFQjCNGKi-V4oro9L-OsYQVfZWgdm7pLqg

ALMADA NAVARRO, E; LIBERMAN; S; RUSSELL BARNARD, J, (2002). *Memoria del simposio internacional, investigación sobre la comunicación científica: un enfoque multidisciplinario*. Recuperado 28 de septiembre de 2016. De: <http://dspace2.conicyt.cl/handle/10533/92711>

ANGUITA, F. (1994) *Geología, Ciencias de la Tierra, Ciencias de la naturaleza: paisaje de un aprendizaje global*. En: Investigación y experiencias didácticas. 12 (1), p. 279-307.

ANGUITA, F. (1996) *Geología y Ciencias de la Tierra: etimología y un poco de historia*. En: Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. 4 (3), p. 177-180.

ARAUJO RUIZ, J (2002). *Informetría, bibliometría y cienciometría: aspectos teórico - prácticos*. Recuperado: 25 de Julio 2016. De: <http://eprints.rclis.org/5000/>

ASOCIACION MEXICANA DE GEOLOGOS PETROLEROS. (1949) *Estatutos*. , En Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, pp. 57-65.

AZUELA BERNAL L (2003). *La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, la organización de la ciencia, la institucionalización de la Geografía y la construcción del*

país en el siglo XIX. Recuperado 26 de Junio 2016. De:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01886112003000300010

BASE DE DATOS. *Fractal* (base de datos interna). Atlas de la Ciencia Mexicana.

BASE DE DATOS. *Memorias de la Sociedad Científica Antonio Álzate* (base de datos interna). Atlas de la Ciencia Mexicana.

BELLAVISTA, J...; GUARDIOLA, E.; MÉNDEZ, A. Y BORDONS, M. (1997). *Evaluación de la investigación*. Colección Cuadernos metodológicos, nº 23. Centro de Investigaciones Sociológicas, Madrid.

BROADUS, R. N. (1987). *Toward a definition of "bibliometrics"*. En: *Scientometrics*, vol. 12, Nos. 5-6, p. 373-379.

CAMPA UGANGA, M (1978). La evolución tectónica de Tierra Caliente, Guerrero. Recuperado 15 de Enero 2016. De:
<http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/267-sitio/articulos/tercera-epoca/3902/1213-3902-6-campa>

D. MORÁN ZENTENO y C. LOMNITZ (2010) *Las Ciencias de la Tierra en México*. En: *Las Ciencias exactas en México*. México: CONACULTA, FCE. 2000, P. 178-206.

DE FILIPPO, D. y FERNÁNDEZ, M. T. (2002) *Bibliometría: Importancia de los Indicadores Bibliométricos*. Recuperado: 16 de Enero 2016. De:
http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwi1os31ufXTAhUKymMKHXciAvAQFggiMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.riicyt.org%2Fmanuales%2Fdoc_view%2F113-bibliometria-importancia-de-los-indicadores-bibliometricos&usq=AFQjCNF5OmlkEvkWFH8nobGpFa8j4QD01A

DICCIONARIO DE GEOLOGÍA Y CIENCIAS AFINES (1957) Dir. Pedro de Novo y F. Chicarro. Madrid, Labor, 2 vol.

DICCIONARIO DE CIENCIAS NATURALES (1982) Francisco del Baño Breis. España, Editora regional Murcia, 223 p.

ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO SECRETARÍA DE ECONOMÍA. Museo virtual: Beneficio y transformación de minerales. Recuperado 22

de Julio 2016 .Disponible [http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/yacimientos-
inerales/beneficiotransminerales](http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/yacimientos-
inerales/beneficiotransminerales)

GARCÍA MARTÍN, A. y SEGADO VÁZQUEZ, F. (1994) *Topografía básica para ingenieros*. España, Universidad de Murcia, 277 p.

GÓMEZ CABALLERO J. y ALCAYDE M. (2005) *Bosquejo biográfico-académico de los sesenta años dedicados a la Geología de México por el Dr. Zoltan de Cserna*. México. UNAM, Instituto de Geología.

GOMEZ F. (2008). *Nueva Historia de México ilustrada*. México: El Colegio de México.

GONZÁLES TORRES E. (2005) *Bosquejo sobre la evolución de la Geología en México (1904-2004)* En: Boletín de la sociedad Geológica Mexicana, vol. LVII N° 2, 2005 p. 123-136.

GONZÁLES TORRES E. (2004). *Bosquejo sobre la evolución de la Geología en México (1904-2004)*. Recuperado: 18 de Agosto 2016. De: <http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/index.php/component/content/article/134-sitio/articulos/cuarta-epoca/5702/285-5702-1-gonzalez>

GONZÁLES TORRES E. (2011) *El entorno geológico durante los 60 años de investigación del Dr. de Cserna*. México. UNAM, Instituto de Geología.

GORBEA PORTAL S. (2007) *Principales revistas latinoamericanas en Ciencias bibliotecológica y de la información; su difusión y su concentración temática y geográfica*. Recuperado 28 de septiembre de 2016. De: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/ibi/article/view/4119>

GORBEA PORTAL, S. (2016). Una nueva perspectiva teórica de la bibliometría basada en su dimensión histórica y sus referentes temporales. Recuperado 28 de septiembre de 2016. De: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ibbai.2016.10.001>

INSTITUTO DE GEOFÍSICA (2012) *Acerca del Instituto de Geofísica*. Recuperado 15 de Enero 2016. De: <http://www.geofisica.unam.mx/>

INSTITUTO DE GEOFÍSICA (2012) *Historia*. Recuperado de: <http://www.geofisica.unam.mx/>.

IRIONDO, M. H. (2006) *Introducción a la Geología*. 3ª. ed. Buenos Aires, Brujas, 233 p.

LORENZO J.L. y DE CSERNA Z. (1968). *Las Ciencias Geológicas: su perspectiva en desarrollo de México*. México: Ediciones Productividad.

LUGO-HUBP, J. (2001) *Los conceptos geomorfológicos en la obra de Ezequiel Ordoñez*. México: UNAM, Instituto de Geografía.

MEDINA-SILVA, E Y MONDRAGÓN-COLÍN, CA. (2014). *Conformación de las estructuras bibliométricas de comunicación de la literatura científica generada en México en el periodo de 1850-1950, en Geología*. México: SEP, ENBA, 2014. Tesis de Licenciatura en Biblioteconomía

MONDRAGÓN COLÍN, CA (2017). *La producción científica sobre Geología en México en el periodo 1870-1903*. Principales regularidades bibliométricas. México: Los autores, Tesis, para obtener el grado de Maestría en Bibliotecología y Estudios de la Información, UNAM.

MORAN ZENTENO D. y LOMNITZ C. (2000). *Las ciencias de la tierra en México*, En: *Las ciencias exactas en México*. México: CONACULTA, Fondo de Cultura Económica.

MORÁN, D. y LOMNITZ, C. (1999). *Las Ciencias de la Tierra: una nueva visión de nuestro planeta*. México, UNAM; Centro de Investigaciones interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 41 p.

NICARAGUA-NICARAGUA, (2013). *Análisis bibliométrico de la producción científica del Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica en revistas científicas desde 1979 hasta 2011*. Recuperado 12 de Mayo de 2016 De: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias/article/view/10653/10049>

PUCHE RIART, O, (2000) *Minería en América de Lengua Española: Periodo Colonial*. Recuperado 5 de Septiembre de 2016. Disponible: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ah_UKEwitxv6916PPAhXMJh4KHWASDGEQFggbMAA&url=http%3A%2F%2Foa.upm.es%2F10196%2F1%2Fbrasil_500.pdf&usq=AFQjCNFmN7jE8EEkil4e36jHaX_hmK0tew&sig2=g9yL5w0EjllKkKY0wWjjmq

ROJAS CABALLERO, D. y PAREDES ÁNGELES, J. (2008) *Compendio de Geología general*. Perú, Universidad Nacional de Ingeniería. UNI, 48 p.

RUSSELL, J. (2000). *Publications Indicator in Latin American Revisited*. Russell, J. en Cronin, B.; Atkins, H. B. (Eds.): *The Web of Knowledge: A Festschrift in Honor of Eugene Garfield*, Information Today, Medford

SEQUEIROS, L. y ANGUITA, F. (2003) *Nuevos saberes y paradigmas en Geología: historia de las nuevas propuestas de las Ciencias de la Tierra en España entre 1978 y 2003*. En: *Llull*. v. 26, p. 279-307.

SPINAK, E. (1996). *Diccionario Enciclopédico de Bibliometría, Cienciometría e Informetría*. Venezuela. UNESCO. 245 p.

TAMAYO R. (2009). *Las Ciencias en el México independiente*. Historia de la Ciencia en México. México: FCE, CONACULTA.

TRABULSE, E (1994). *Historia de la Ciencia en México*. México: CONACyT / FCE.

TRILLO, P. (1998) *Por unas Ciencias ambientales y unas Ciencias de la Tierra. Reflexiones críticas y propuestas para un debate*. Enseñanza de las Ciencias. 16 (2), p. 341-351.

UBIZAGASTEGUI-ALVARADO, (2006). *A Produtividade Dos Autores Na Literatura De Enfermagem Um Modelo De Aplicação Da Lei De Lotka*. Recuperado 12 de Mayo 2016 De: <http://periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/ies/article/view/442>

UBIZAGASTEGUI-ALVARADO; RESTREPO-ARANGO, (2013). *El desarrollo de la bibliometría y los indicadores en ciencia y tecnología en Colombia*. Recuperado 12 de Mayo 2016: De: <http://congreso2013.ricyt.org/files/mesas/3fProduccioncientifica/UrbizagasteguiRestrepo.pdf>

UNAM, INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA. (2016). Recuperado 26 de abril 2016. De: <http://www.icmyl.unam.mx/>

UNAM, INSTITUTO DE GEOFISICA (2016). Recuperado 28 de abril de 2016. De: <http://www.geofisica.unam.mx/>

UNAM, INSTITUTO DE GEOLOGIA. (1998) *Emil Böse (1868-1927)*. UNAM, Instituto de Geología.

UNAM, SERVICIO SISMOLOGICO NACIONAL (2016). Recuperado 17 de Mayo 2016. De: <http://www.ssn.unam.mx/>

URBIZAGÄSTEGUI y CORTÉZ, (1998). *Análisis de citas bibliográficas en la Revista Geológica de Chile*. Recuperado 12 de Mayo 2016. De: <http://www.scielo.cl/scieloOrg/php/reference.php?pid=S0716-02081998000200009&caller=www.scielo.cl&lang=es>

VELEZ-CUARTAS, G, (2010). *Las redes de sentido de las redes sociales: un estudio cuantitativo*. Tesis doctoral: Universidad Iberoamericana. Departamento de Ciencias Sociales y Políticas.

VIESCA, C. y SANFILIPPO J. (2009). *Las Ciencias en el México independiente*. Historia de la Ciencia en México. México: FCE, CONACULTA.

Anexos

1. Lista de descriptores para el campo de la Geología

<i>Descriptor</i>	<i>Alcance del descriptor</i>
Acuñaación-monetaria	Asiéntense las obras que hablen sobre la fabricación de la moneda
Acuñaación-oro-plata (use acuñaación monetaria)	Asiéntense las obras que hagan referencia a la fabricación de la moneda pero que además se incluya que tipo de material se ocupa para este procedimiento
Agricultura	Asiéntense las obras que traten sobre el conjunto de actividades dedicadas a la labranza de la Tierra con la finalidad de obtención de alimentos para el consumo humano
Aguas subterráneas	Asiéntense las obras que hablen sobre e el agua del subsuelo, que ocupa una zona saturada
Aguas-análisis use hidrología	Asiéntese aquí cualquier estudio de las propiedades físicas y químicas del agua
Antropología	Asiéntense las obras que traten del estudio del ser humano integralmente
Astronomía	Asiéntense las obras que se ocupan del estudio de los cuerpos celestes, sus posiciones, movimientos y cualquier cosa referente a ellos
Astronomía- cosmología	Quedaran aquí asentados los estudios que hablen sobre el origen leyes y la evolución del universo
Beneficio	Asiéntense las obras que hablen sobre el proceso industrial para mejorar, purificar, fundir, refinar metales, concentrar o enriquecer física o químicamente el producto de la extracción minera, adecuándolo a determinado sector del mercado o a subsecuentes procesos de tratamiento. Comprende preparación mecánica, metalúrgica y refinación
Beneficio de minerales	Asiéntense las obras que hablen sobre las operaciones mineras y metalúrgicas tendientes a producir metales concentrados a escala industria.
Campos petroleros	Asiéntense las obras que traten sobre áreas geográficas en la que un número de pozos de petróleo y gas producen de una misma reserva probada. Un campo puede referirse únicamente a un área superficial o a formaciones subterráneas
Carta geográfica	Asiéntense las obras que hablen sobre mapas donde se muestran las condiciones geográficas de una región. Puede tratarse de

	Geografía Física, Geografía Económica, Geografía humana, Geografía Política, etc.
Carta geológica	Asiéntense las obras que hablen sobre mapas donde se muestran las unidades litológicas, las estructuras Geológicas (plegamientos, fallamientos, diaclasamientos, etc.), contactos litológicos, áreas de mineralización, condiciones geomorfológicas, geodinámicas, tectónicas, etc. Los mapas geológicos son de suma importancia para el desarrollo de las regiones
Carta minera	Asiéntense las obras que hablen sobre mapas donde se muestran los lugares de interés minero, los yacimientos minerales, cuerpos mineralizados, vetas, filones, contenido mineralógico, cubicación y otras condiciones mineras
Carta petrolera	Asiéntense las obras que hablen sobre mapas donde se muestran la ubicación donde se localiza el petróleo (yacimientos, pozos, campos)
Casas de moneda	Asiéntense las obras que hablen sobre las entidades industrial dedicada a la producción de monedas
Comisiones científicas-informes	
Cortes geológicos	Quedaran asentadas las obras que hablen de una sección transversal o longitudinal entre dos puntos de una determinada región, en el cual se representan las estructuras Geológicas y las secuencias litológicas. Los cortes geológicos son de suma importancia para los geólogos y geomorfológicas, ya que muestran en forma precisa los rasgos estructurales y litológicos, yacimientos minerales, etc. del subsuelo de una región
Desastres naturales	Quedaran asentadas las obras que hablen traten de Inundaciones, incendios, deslaves
Electromagnetismo	Asiéntense aquí las obras que tengan relación con el estudio de la interacción entre las cargas eléctricas , a través del concepto de campo electromagnético
Ensayes + metal mineral	Quedaran aquí asentadas las obras que hablen sobre el análisis químico por vía húmeda, comprobación de los metales que contiene la mena (mineral sin limpiar)
Equipos y aparatos	Asiéntense las obras generales sobre maquinaria y equipos
Espeleología	Asiéntense las obras que hablen sobre los estudios de las formas de los paisajes subterráneos formados por la erosión cárstica sobre las rocas calcáreas. Es la Ciencia de las grutas o cavernas
Estadísticas	Asiéntense aquí las obras en general que no contengan materia y que correspondan a la cuantificación de algún aspecto determinado que se pretenda conocer

Exploraciones geográficas	Asentar aquí las obras que hablen sobre las actividades que tienen por objetivo el descubrimiento de territorios desconocidos
Exploraciones Geológicas	Asentar aquí las obras que hablen sobre las actividades que tienen por objetivo encontrar depósitos de minerales, metales, energéticos e industriales
Exploraciones mineras	Asentar aquí las obras que hagan alusión a las actividades que tienen el objetivo el descubrimiento de minas
Exploraciones petroleras	Asentar aquí las obras que hagan alusión actividades que comprenden la identificación de zonas petrolíferas
Fuentes de energía	Asiéntense las obras que hablen sobre los recursos naturales que se utilizan para hacer funcionar, maquinas, industrias y transportes
Fuentes de energía + energético	Asiéntense las obras que traten sobre los recursos naturales y que además contengan el nombre del recurso que trata
Fuentes de energía-gas natural-industria y comercio	Asiéntense las obras que traten sobre los recursos naturales, que además contengan el nombre del recurso que trata y por ultimo agregar si el recurso mencionado es con fines comerciales o industriales
Fuentes de energía-petróleo-carbón	Asiéntense las obras que traten sobre los recursos naturales y que además contengan el nombre del recurso que trata
Geofísica	Asiéntense las obras referentes a los estudios sobre los fenómenos naturales del planeta desde el punto de vista físico y matemático
Geofísica- métodos	Asiéntense las obras que tratan acerca de los métodos empleados para el estudio de los fenómenos naturales
Geografía económica	Asentar aquí las obras que hablen sobre el estudio de las actividades económicas del hombre y la relación que mantienen con la explotación de los recursos naturales
Geografía física	Asentar aquí las obras que hablen sobre el estudio de la dinámica y evolución de un determinado espacio
Geología aplicada	Asentar aquí las obras que traten de la aplicación de los conocimientos geológicos en obras de ingeniería
Geología económica	Quedaran aquí asentadas las obras que hagan referencia al estudio de los recursos naturales esencialmente minerales, que el hombre extrae de la Tierra para cubrir sus necesidades y comodidades, teniendo en cuenta su rendimiento económica
Geología histórica	Quedaran asentadas aquí las obras que hablen sobre los estudios y las narraciones de los acontecimientos ocurridos en la Tierra a través del tiempo geológico
Geología minera	Quedaran asentadas aquí las obras que hablen sobre el estudio de los yacimientos minerales, su génesis, paragénesis, rocas favorables para la formación de yacimientos, cubicación, et

Geología petrolera	Quedaran aquí asentadas las obras que hagan referencia al estudio de los yacimientos petroleros así como su origen y formación
Geología-electromagnetismo	Asiéntense las obras que hablen sobre el estudio de las relaciones entre el magnetismo y la electricidad
Geología-equipos y aparatos	Asiéntese las obras que traten sobre maquinaria equipos empleados para las exploraciones Geológicas
Geología -fisiografía	Asiéntense las obras que hablan sobre la descripción de la naturaleza a partir del estudio del relieve y la litosfera
Geología-fotoGeología	Asiéntense las obras que tengan que ver rama de la fotointerpretación encargada de estudiar los sucesos geológicos a través de las fotografías aéreas
Geología- geografía	Asentar aquí las obras que correspondan a estudios geológicos y geográficos mencionados en la misma
Geología-informes	
Geología-instrucción	Asentar aquí las obras que hagan referencia con actividades de capacitación u orientación sobre actividades Geológicas
Geología- limnología	Asiéntense las obras que hablan sobre el estudio de los sistemas acuáticos continentales, principalmente lagos, embalses, ríos y humedales
	Geología-memorias (use memorias- Geología)
Geología- métodos	Asentar aquí las obras que tengan correspondencia con los métodos empleados para llevar a cabo algún estudio geológico
Geología- mineralogía (use mineralogía)	
	Geología- paleontología (use paleontología)
Hidrogeografía	Asentar aquí las obras que traten del estudio de las aguas como parte del espacio natural en sus maneras de manifestarse, las estructuras espaciales que las constituyen, las fuerzas inherentes a ellas y sus efectos, sus prestaciones y aprovechamientos, así como el aspecto genético-temporal
Hidrología	Se asentarán las obras referentes a los estudios análisis, investigaciones sobre el comportamiento de las aguas y las leyes que rigen dichos comportamientos tales como permeabilidad, presiones hidrostáticas, movimientos de las aguas superficiales,

	marinas y subterráneas. También estudia sus propiedades físicas y químicas.
Hidrología-pozos artesianos	Se asentarán los estudios, análisis, e investigaciones que traten sobre los pozos artesianos, la hidrología es la encargada de su estudio
Ingeniería de minas	Asentar aquí las obras correspondientes a las actividades que comprenden el diagnóstico, diseño, implementación y evaluación de proyectos minero metalúrgicos
Ingeniería petrolera	Asentar aquí las obras correspondientes a las actividades o procesos que comprenden el diagnóstico, diseño, implementación de la explotación de hidrocarburos agua y energía geotérmica
Legislación minera	Asentar aquí las obras que correspondan con el marco normativo que rige y regula las actividades de exploración, extracción, beneficio y cierre de las minas
Maquinaria minera	Asiéntense las obras que traten sobre el equipo y aparatos que son empleados para el desarrollo de las actividades mineras
Materia + informes	
Materia + reseña	Geología-reseña
Materia-conferencias	Si no tiene materia solo use conferencias
Materia-congresos	
Materia-estadísticas	Asiéntense las obras que traten sobre los acontecimientos, hechos físicos sujetos a la numeración, recuento y/o cuantificación, los cuales se pueden comprobar y deducir agrupándolos en tablas o cuadros, etc. y realizar comparaciones con sucesos similares (minera,)
Materia-estudios	Asiéntense las obras que traten sobre estudios mineros geológicos
Metalurgia	Asiéntense las obras en general que tengan que hablen del estudio y tecnología de los metales y aleaciones
Metalurgia + metales	Asiéntense las obras que hablen sobre el estudio y tecnología de los metales que además contenga el nombre de dicho metal
Metalurgia + mineral	Asiéntense las obras que hablen sobre el estudio y tecnología de los metales que además contenga el nombre de dicho mineral
Metalurgia extractiva	Quedaran aquí asentadas las obras que refieran a la extracción de los metales a partir de sus menas o de los agregados minerales (que se presentan naturalmente) mediante métodos mecánicos y químicos, para ser utilizados por el ser humano. Las principales divisiones de la metalurgia extractiva pueden ser clasificadas en: preparación de minerales (mineral dressing), pirometalurgia, hidrometalurgia y electrometalurgia

Metalurgia+ beneficio + mineral	Asiéntese cuando se hable sobre un proceso metalúrgico para la recuperación de un mineral y a su vez contenga en el título de que mineral se trata
Metalurgia-beneficio	Asiéntense las obras que hablen particularmente del proceso químico metalúrgico para recuperar un mineral
Metalurgia-beneficio-métodos-amalgamación	Quedaran aquí asentadas las obras que trate específicamente del método empleado para el beneficiar un mineral
Metalurgia-beneficio-desperdicios	Asiéntense las obras que traten sobre los residuos o sobrantes que se generan a partir de beneficiar un mineral
Metalurgia-beneficio-métodos	Asiéntese cuando se hable sobre un proceso metalúrgico para la recuperación de un mineral y se mencione además el nombre del procedimiento realizado
Metalurgia-beneficio-métodos-aleaciones	Quedaran aquí asentadas las obras que hablen sobre la mezcla de 2 o más metales para mejorar sus propiedades
Metalurgia-electrometalurgia	Asiéntense aquí las obras que traten sobre el estudio de los procesos de disolución, precipitación o refinación de metales mediante el uso de corriente eléctrica. (rama de la metalurgia extractiva)
Metalurgia-equipos y aparatos	Asiéntense las obras que hablen particularmente sobre los equipos y aparatos que son empleados para el estudio y tecnología de los procesos metalúrgicos
Metalurgia-haciendas	Asentar aquí las obras que hablen sobre procesos metalúrgicos en general que fueron desarrollados en las haciendas
Metalurgia-hidrometalurgia	Quedaran asentadas aquí las obras que hagan referencia a la obtención de metales o compuestos a partir de minerales o fuentes secundarias mediante procesos que tienen lugar a bajas temperaturas en medio acuoso u orgánico.(rama de la metalurgia extractiva)
Metalurgia-industria y comercio	Asiéntense las obras que hablen sobre las actividades competentes a la industria y comercialización en la metalurgia
Metalurgia-metalografía	Asiéntense las obras que traten sobre aspectos del estudio de la constitución y la estructura de los metales y las aleaciones
Metalurgia-pirometalurgia	Asiéntense las obras que hablen específicamente del estudio de los procesos de obtención de metales a partir de sus minerales mediante el uso de temperaturas elevadas. (Es parte de la metalurgia extractiva)
Meteoritos use astronomía-meteoritos	Asiéntense las obras que traten sobre cuerpos metálicos extraterrestres que caen sobre la superficie de la Tierra, se pueden clasificar en: sideritos, holosideritos, aerolitos, condritos y vítreos

Meteorología	Asiéntense las obras que hablen sobre estudios de todos los comportamientos de agentes atmosféricos como el agua, el viento, el hielo que actúan modificando el paisaje de la superficie terrestre
Micrografía	Asiéntense las obras que hablen sobre las observaciones de un metal al microscopio
	Minas y riquezas minerales- estudios o petróleo-estudios
Minería -guías- exploración	
Minas- (termino general)	Este es un término general, se propone para colocar los trabajos que tratan los diferentes aspectos de la minas como lugares de trabajo y explotación mineral, para la práctica de la minería, ver la lista de descriptores sobre minería como actividad. Obsérvese la siguiente definición de mina. Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea. 2. Yacimiento mineral y conjunto de labores, instalaciones y equipos que permiten su explotación racional. 3. El Código de Minas define "mina" como el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útiles y aprovechables. Económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo.
Minas y minería	Suprimido, se separa como minas para el caso donde se hable del lugar y minería para la actividad minera.
Minas y minería + mineral	Use Riquezas minerales + mineral
Minas-acarreo	Aquí se asientan las obras que tratan sobre los traslados o acarreo de herramientas, equipos y minerales.
Minas-accidentes	En este descriptor se colocaran las obras que tratan aspectos de los accidentes dentro de las minas.
Minas-administración	Bajo este descriptor quedaran las obras que hacen referencia de la gestión de minas.
Minas-administración- prospección	En este término se agrupan las obras que tratan sobre las proyecciones con miras a la explotación y su devenir.
Minas-alumbrado	En este caso se aplicara para las obras que giran en rededor de los mecanismos de alumbrado al interior de las minas.
Minas-concesiones administrativas	Este descriptor se aplica a las obras en donde explícitamente se observa el consentimiento de las autoridades para realizar trabajos de exploración y explotación de minas en un distrito.
Minas-ingeniería (use ingeniería de minas)	

Minas-medidas de seguridad	Se ocupara este término para agrupar las obras en donde se tratan aspectos relacionados a la higiene y seguridad en las minas.
Minas-ventilación	Este término involucra las obras que tratan sobre los mecanismos, técnicas e inventos para realizar o mejorar la ventilación de minas, este tema es importante en la actividad minera y se relaciona con medidas de seguridad y accidentes en las minas.
Minerales +mineral +lugar	Use solo Riquezas minerales = minerales:
Mineralogía (termino general)	Ciencia que estudia los minerales. La manera en que se combinan, cristalizan, presentan y distribuyen estos compuestos, sus diversas características físicas y químicas, su origen y su distribución en la corteza terrestre. Está ligada a la Geología (que estudia los procesos físicos que determinaron la formación de la Tierra).
Mineralogía +elemento	Se aplica este término a las obras en donde se hace mención al estudio mineralógico de algún elemento metal o no metales, en donde no se implica un estudio a fondo, se ser mediante métodos y técnicas fisicoquímicas, use mineralogía-ensayos
Mineralogía-correspondencia	Este descriptor se diseñó para ser aplicado a los trabajos en donde se hace mención de la comunicación entre científicos para relatar avances, correspondencia hace referencia a las cartas y otras formas de comunicación científica.
Mineralogía-determinativa	Use mineralogía-ensayos
Mineralogía-ensayos	Este se ocupa en los trabajos cuya intención es el análisis de los contenidos de un mineral según la siguiente definición: Ensayo.- Examen o análisis de un mineral para determinar el porcentaje o ley de sus elementos componentes. Sinónimo: Análisis. I: Analysis F: Analyse P: Analise, ensaio A: Analyse
Mineralogía-instrucción	Aquí se colocan los artículos cuya intención según su título está dirigido hacia la catedra o instrucción.
Mineralogía -métodos e inventos	En este descriptor se colocaran el grupo de trabajos cuya finalidad es tratar aspectos relacionados con los métodos y técnicas en la disciplina de la mineralogía.
Mineralogía -química	Use mineralogía-ensayos
Minería (termino general)	Este descriptor y los le suceden se aplicaran para los aspectos relacionados con la minería como actividad, para el caso de obras que hablan sobre los lugares de trabajo se usara el termino Minas. Obsérvese la siguiente definición: Minería Ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales. Estrictamente hablando, el

	término se relaciona con los trabajos subterráneos encaminados al arranque y al tratamiento de una mena o la roca asociada.
Minería-comisiones	Como actividad, aquí se asientan los aspectos relacionados con la minería como lo son comisiones encargadas de realizar diversas tareas.
Minería-contaminación	En este descriptor se asientan obras que tratan las consecuencias de deterioro al ambiente como producto de la práctica de la minería.
Minería-equipos y aparatos	Bajo este término se colocan las obras en donde se hace mención a las obras que tratan sobre los artefactos productos de innovaciones para su época.
Minería-exposiciones	En este términos se agrupan las obras que tratan sobre las exposiciones y otros eventos relacionados con la actividad minera.
Minería - guías-exploración	Este descriptor cubre lo relacionado a los documentos como guías y otros, que aportan datos para las exploraciones y/o reconocimiento en actividades relacionadas a la minería.
Minería-haciendas	Bajo este descriptor se organizan las obras donde se aborda la actividad minera y su vinculación con las haciendas.
Minería-herramientas y pertrechos	Este descriptor se empleara para las obras en donde se tratan aspectos simples de las herramientas y otros equipos simples para la actividad minera.
Minería-impuestos	Bajo este descriptor se organizan las obras que tratan sobre la recaudación fiscal a la actividad minera.
Minería-industria y comercio	Bajo este descriptor quedan agrupadas las actividades relacionadas a la industria de la minería y el comercio de los diversos productos provenientes de la actividad minera.
Minería-industria y comercio-informes	Véase minería industria y comercio (desagregar en una columna en la base de datos por tipo de escrito, en este caso, como tema minería-industria y comercio y en la columna creada para tipo de escrito colocar informe, memoria etc.)
Minería-industria y comercio-memorias	véase minería industria y comercio (desagregar por tipo de escrito)
Minería-instituciones	Durante la historia de la Geología en México y particularmente durante finales del siglo xviii, el siglo xix y mitad del xx, se crearon diversas instituciones para atender diversos aspectos de esta actividad, por lo cual bajo este descriptor se colocaran las obras

	que traten aspectos relacionados con las instituciones en función de la minería.
Minería-instrucción	Aquí se asientan las obras cuyo fin es el de instruir y/o capacitar al personal que labora en la minería.
Minería - legislación	Se ocupara este término para los artículos en donde se mencionan la legislación en materia de derecho con respecto. Leyes, decretos, nuevas leyes y organización de la actividad minera.
Minería-metalurgia-historia	Suprimido se usaran los descriptores del bloque de metalurgia.
Minería-noticias	Desagregar por tipo de escrito y revalorar las obras para ser agrupadas en otro descriptor que ofrezca mayor precisión.
Minería -políticas	Use Minería-legislación-políticas
Mineros-enfermedades	Bajo este descriptor se asientan las obras que tratan sobre las patologías de los mineros como consecuencia de su actividad.
Monografías - Geológicas	Este descriptor es como emergente, dentro de las referencias incluidas en la base de datos se hace mención a monografías sobre aspectos geológicos, mismas que se asentaran aquí.
Paleo-geografía	Use Paleontología
Paleontología	En este término se agrupan obra referentes a la paleontología y sus ramas, obsérvese la siguiente definición. Ciencia que estudia la vida en la Tierra y su evolución, es decir a los fósiles y la edad de las rocas a base de los fósiles
Paleontología - estratigrafía	Use Paleontología
Petrografía	En este descriptor se agruparan las obras que explícitamente mencionen el tema petrografía, para aspectos relativos al petróleo úsese petróleo. Obsérvese la siguiente definición. Petrografía.- Es la Ciencia, parte de la Geología, que estudia el origen, evolución y composición de las rocas, de una manera descriptiva. Se divide en Petrografía Macroscópica (estudio a la simple vista del ojo) y Petrografía microscópica (estudio haciendo uso del microscopio). I: Petrography F: Pétrographie P: Petrografía A: Petrographie
Petróleo (termino general)	Es una mezcla compleja natural de hidrocarburos líquidos compuestos esencialmente de carbono C (82 a 87%) e Hidrógeno H (11 a 15%) con pequeñas cantidades de nitrógeno, oxígeno y azufre. Estos elementos se combinan en varios tipos de moléculas de estructura compleja, cuya fórmula general es C_nH_{2n+2} pasando por los líquidos a los que también se les denomina parafina. El estado sólido del petróleo es la brea. El petróleo es una sustancia mineral, aunque algunos aluden a este concepto conocido como aceite de roca, petro = piedra, roca, oleum = óleo, aceite. El

petróleo se formó a partir de la putrefacción de los residuos de plantas y animales que se acumularon en los fondos marinos conjuntamente con los materiales que se formaban en aquellas épocas. Existen yacimientos petrolíferos paleozoicos y mesozoicos, pero los más abundantes y los que contienen mayores reservas son terciarios, posiblemente formados durante el Eoceno. Más del 90% de los yacimientos petrolíferos están asociados a las rocas sedimentarias porosas y permeables, mayormente areniscas. El petróleo que se encuentra en las rocas ígneas o metamórficas es producto de las migraciones. El petróleo se encuentra en los reservorios asociados al gas y al agua, de acuerdo a sus densidades, el agua P.E.=1 se ubica por debajo del petróleo P.E. 0.86 y el gas por encima.

Petróleo - análisis	En este término quedarán las obras que tratan al petróleo y su análisis.
Petróleo-campos petroleros-informes	véase campos petroleros, y lo relacionado a informe se desagregará en una columna para tipo de escritos
Petróleo-combustibles	Use petróleo-productos
Petróleo- concesiones administrativas	En este término se agruparán los artículos que mencionen gestiones administrativas para la explotación de recursos petroleros.
Petróleo-desperdicios	Las obras que tratan o enfatizan el desperdicio en las actividades relacionadas con la explotación del petróleo.
Petróleo-equipos y aparatos	Aquí se colocarán las obras relacionadas con equipos y aparatos en donde se acentúe la novedad del uso de estos en la industria petrolera.
Petróleo-finanzas	véase valoración y aplíquese
Petróleo-herramientas y pertrechos	En este caso se aplicará este descriptor a obras donde se haga referencia a utensilios y herramientas comunes para el ejercicio de la actividad vinculada al petróleo.
Petróleo-impuestos	Bajo este descriptor se colocarán las obras relacionadas al pago de impuestos del petróleo o su industria petrolera
Petróleo-industria y comercio	Se utilizará para asentar obras relacionadas a la explotación, conversión enfocada al comercio del petróleo y sus derivados.
Petróleo-industria y comercio-informes	Desagregar por tipo de escrito
Petróleo-industria-accidentes	En este término se designarán las obras que tratan sobre los accidentes producidos en la actividad de la industria petrolera.
Petróleo-industria-accidentes-informes	Desagregar por tipo de escrito
Petróleo-informes	Desagregar por tipo de escrito

Petróleo-leyes y legislación	Este descriptor cubre las diferentes leyes y decretos que se dictan para la regulación de la industria petrolera.
Petróleo -métodos de producción	Este se utilizara para las obras cuyos aspectos estén relacionados con métodos y técnicas de producción en la exploración y explotación de campos petroleros.
Petróleo-oleoductos	Este se ocupara para las obras en donde se resalte la importancia de los canales, ductos y medios por donde se extrae el petróleo en la actividad de explotación.
Petróleo -políticas	Bajo este descriptor se hallaran las obras que tratan o mencionan aspectos o inclinaciones políticas en el contexto nacional e internacional sobre el petróleo.
Petróleo-pozos	Se ocupara de las obras donde de denote el interés en los pozos petroleros.
Petróleo-pozos-historia	Se ocupara de las obras donde de denote el interés en los pozos petroleros en cuanto a su abordaje histórico
Petróleo-pozos-informes	Desagregar por tipo de escrito
Petróleo-productos	Bajo este término se colocaran las obras que tratan sobre los derivados combustibles y no combustibles del petróleo.
Petróleo-productos-análisis	Utilizar petróleo-productos
Petróleo-prospección	En este descriptor se colocaran los artículos cuyo tema sea los diferentes aspectos relacionados con el devenir del petróleo y su industria como sus posibles escenarios.
Petróleo-reconocimientos de pozos	En este descriptor se hallaran las obras que tratan aspectos que se llevan a cabo en las tareas del reconocimiento de pozos.
Petróleo-revistas	Se colocara este descriptor a las obras en donde sobresale la importancia de las publicaciones como medios de divulgación o instrucción, para los interesados en esta disciplina.
Petróleo -valoración	En este descriptor se agruparan las obras que manifiestan la valoración del petróleo.
Petróleo-valoración-informes	Desagregar por tipo de escrito
Petrología	Este término se aplicara en los trabajos en donde se mencione que pertenecen a la petrología según la siguiente definición: Ciencia que trata del estudio de las rocas. La petrología se divide en: Petrología de Rocas Ígneas, Petrología de Rocas Sedimentarias y Petrología de Rocas Metamórficas. I: Petrology F: Pétrologie P: Petrologia A: Gefügekunde, Petrologie

Petroquímica	Ciencia que estudia la composición química de las rocas. Industria de los derivados del petróleo. I: Petrochemistry F: Petrochimie P: Petroquímica A: Gesteinschemie
Plata-cuestión monetaria	Úsese acuñación monetaria, acuñación oro-plata o casas de moneda.
Química	Este descriptor agrupa las obras que abiertamente mencionan el tema de química, sin especificar su aplicación.
Química-instrucción	Aquí se agruparan los trabajos orientados a la educación o instrucción.
Recursos naturales-desperdicios	Este descriptor se asigna al grupo de artículos que tratan sobre los desperdicios producto de la explotación de los recursos naturales sin importar de qué tipo sean estos.
Riquezas minerales (termino general)	Este término es el más general en esta clase, se ha diseñado para colocar los artículos que tratan sobre los diferentes depósitos de minerales en donde se incluyen metales y no metales obsérvese la siguiente definición: Mineral (depósito).- Concentración local de una o más sustancias minerales útiles y de rendimiento económico. Incluye por lo tanto a los minerales propiamente dichos como a las sustancias naturales, así como también a los fósiles (carbón, petróleo, etc.)
Riquezas minerales + mineral	Aquí se asientan las obras que tratan sobre los depósitos minerales y se agrega el tipo de mineral potencialmente explotable.
Riquezas minerales-concesiones administrativas	Aquí se asientan las obras que mencionan la regulación de las autoridades correspondientes para la asignación de "minerales", para su explotación, estos son diferentes a las minas pues aún no se ha observado formalmente para su explotación, mientras que el minas las concesiones pueden ser por cambio de dueño o abandono de los actuales etc. ver también legislación minera.
Riquezas minerales-derecho minero	Bajo este descriptor se asientan obras que tratan sobre el derecho minero, sus observaciones, aplicaciones y aspectos relacionados.
Riquezas minerales-estudio	Desagregar por tipo de escrito
Riquezas minerales-estudios o petróleo-estudios	Desagregar por tipo de escrito
Riquezas minerales-historia	Se colocan en este término los trabajos que relatan aspectos históricos de los depósitos minerales, no se use para historia de la minería.
Riquezas minerales-no metálicos	Aquí se colocan las obras que tratan de depósitos minerales cuya explotación se basa en elementos no metálicos.

Sismología (Termino general)	Ciencia que estudia el origen, intensidad y todos los aspectos y efectos relacionados con los temblores y terremotos.
Sismología -catálogos	Desagregar por tipo de escrito
Sismología-memorias	Desagregar por tipo de escrito
Sociedad minera mexicana	Aquí se asientan los aspectos relacionados con la sociedad minera mexicana
Sociedades geólogos	Bajo este descriptor se colocaran los artículos que mencionen aspectos de sociedades de geólogos
Sociedades mineras	Bajo este descriptor se colocaran los artículos que mencionen aspectos de sociedades mineras que no sea la sociedad minera mexicana
Sociedades mineras-estatutos	Use sociedades mineras
Sociedades petroleras	Bajo este descriptor se colocaran los artículos que mencionen aspectos de sociedades relacionadas con el petróleo
Sociedades correspondencia	Bajo este descriptor se colocaran los artículos que mencionen aspectos de sociedades y su comunicación formal e informal
Sociedades-dictámenes	Bajo este descriptor se colocaran los artículos que mencionen los dictámenes producto de alguna gestión, aclaración o dictamen
Sociedades-discursos	Bajo este descriptor se colocaran los artículos que mencionen aspectos de sociedades y sus discursos
Vulcanología	Campo de la Geología que estudia el vulcanismo, sus causas y sus fenómenos, tanto en la superficie terrestre como en los fondos marinos y en las zonas profundas. Véase vulcanismo: Volcanismo o Vulcanismo.- Son todas las manifestaciones internas y externas del movimiento y solidificación de los materiales rocosos y fundidos (magma) que se halla en cámaras magmáticas bastante cerca de la superficie terrestre. I: Volcanism F: Volcanisme P: Vulcanismo A: Vulkanismus Existen dos tipos de vulcanismo. El eruptivo o piroclástico, cuando los materiales son arrojados al exterior en forma fragmentaria (bloques, bombas, lapilli y cenizas) a grandes distancias y el efusivo, cuando el material fluye sobre la superficie en forma de lava, en ambos casos los materiales contienen muchos gases sobre todo el primero y se les denomina vulcanismo extrusivo. Existe un tercer tipo de vulcanismo y es el intrusivo, cuando el material se solidifica cerca de la superficie en forma de grandes masas, o en forma de filones, sills, lacolitos y lopolitos incluyendo rocas pre-existentes.
Vulcanología-accidentes	Bajo este descriptor se colocaran las obras sobre los accidentes en las actividades relacionadas con el vulcanismo.

Vulcanología - sismología	La vulcanología y la sismología, tienen una relación que se puede describir como causa-efecto, es decir, puede existir movimientos telúricos como consecuencia del vulcanismo. En este descriptor se agrupan las obras cuyo título explícitamente menciona que las obras tratan esta relación.
Yacimientos minerales	Use Riquezas minerales + mineral
Yacimientos minerales-informes	Use Riquezas minerales + mineral

2. Datos sobre Instituciones, autores y publicaciones:

Instituciones

En este periodo en el año de 1877 se funda la Comisión Geográfico Exploradora fundada por Vicente Riva Palacio.

En 1886, surge la Comisión Geológica Mexicana, que tan solo dos años más tarde, el honorable Congreso de la Unión decreto la creación del Instituto Geológico de México.

En 1891 surge el Instituto Geológico.

En 1903 surge la Sociedad Geológica Mexicana,

En 1907 la Sociedad Geológica Exploradora, crea su sección de historia natural y se convierte en Comisión exploradora de la flora y la fauna nacional.

En 1910 se funda el Servicio Sismológico Nacional, en este mismo año se funda la UNAM, con afiliaciones:

- Observatorio Astronómico Nacional
- Observatorio de Meteorología
- Comisión Geográfico Exploradora
- Instituto Geológico

En 1929, la Universidad Nacional Autónoma de México, obtiene su autonomía y reincorpora el observatorio astronómico, el Instituto de Geología y el Departamento de Exploraciones y estudios geológicos.

En 1933, se abrió el Centro de Investigaciones Geográficas,

En 1945, se funda el Instituto de Geofísica el cual inicia actividad en el año de 1949,

En 1949, se crea la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros,

En 1950, se funda el Consejo para Investigadores de Recursos Minerales (CDIRM).

En 1952, construcción de Ciudad Universitaria,

En 1960, se funda el instituto de Geología y Metalurgia de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, un año después en 1961 se crea en esta misma institución la carrera de Ingeniero Geólogo,

En 1960, se crea la Unión Geofísica Mexicana,

En 1965, se realizó el establecimiento del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP),

En 1970, se creó el CONACyT,

En 1973, se crea el Centro de Estudios del Mar y Limnología, que se convierte en Instituto en 1985 como parte de la UNAM,

En 1984, se creó el Sistema Nacional de Investigadores (SNI),

En 1995, se desarrollan laboratorios para conocer la evolución de procesos geológicos,

En el 2000, CONACyT, crea una séptima área al sistema nacional de investigadores: Área de Físico-Matemáticas y Ciencia de la Tierra.

Autores

En 1906 lleva a cabo el X Congreso del Consejo Geológico Internacional con sede en la Ciudad de México, con Ezequiel Ordoñez como organizador de tal evento.

En 1912 se lleva a cabo el primer Congreso Científico Mexicano "Sociedad Científica Antonio Alzate", dividido en ocho secciones, en las cuales figuraron las siguientes que pertenecen a las Ciencias de la Tierra: Geodesia, Mineralogía, Petrografía, Geología, Paleontología, Meteorología, Magnetismo terrestre, Minería y Geografía.

En 1913 se realizan exploraciones petroleras en la zona del Álamo al norte del río Tuxpan,

En 1916 se realiza otra exploración petrolera denominada Cerro Azul número cuatro,

En 1920 después de trabajos de exploración se encuentra presencia de yacimientos petroleros al sur de Baja California.

En 1970, se realizó un convenio entre el Instituto de Geología y el Gobierno de Francia donde estudiantes de doctorado y posdoctorado, hicieron sus tesis en el Instituto de Geología en la ciudad de México, resultando de este intercambio estudiantil, la publicación de múltiples obras describiendo rasgos geológicos de México,

A partir de 1979, se realizan estudios sobre el origen y evolución del Golfo de México, así como su estructura geológica.

En el periodo de 1980 a 1985, la Geología interactúa con otra Ciencia llamada Paleomagnetismo, a través del cual se hacen valoraciones de la posición de la corteza continental de México.

La Sismología estrecha vínculos con la Geología en el reconocimiento de estructuras y geometría de las placas tectónicas, resultando la elaboración de la cartografía topográfica por el INEGI y la Cartografía Geológica Sistemática.

En 1980, se establece la división de Ciencias de la Tierra integrada por Geofísica aplicada, Geología y Sismología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

En 1983, se descubren grandes yacimientos de petróleo,

En 1990, se da la apertura a los capitales extranjeros al sector minero, como consecuencia se reactivó la actividad minera y la explotación de recursos naturales,

En este mismo año se considera a las Ciencias de la Tierra como un sistema complejo con interacciones con otros procesos favoreciendo el trabajo interdisciplinar,

Publicaciones

En 1905 inicia la publicación del Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,

En 1912 se deja de publicar el boletín de la Sociedad Geológica Mexicana,

En 1917 aparece la serie "Anales del Instituto Geológico de México", en ese mismo año el Instituto Geológico Mexicano se transformó en Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, adscrito a la Sección de la Industria Comercio y trabajo del Gobierno Federal, con el objetivo de realizar exploraciones en búsqueda de yacimientos naturales de petróleo y aguas subterráneas.

En 1918, se publica la primera carta sísmica de la República Mexicana elaborada por el Ingeniero Muñoz Lumbier,

En 1923 se inicia el catálogo de sismos registrados en la Red Sismológica Mexicana,

En 1936, se publica "Síntesis de la Fisiografía de México por Ezequiel Ordoñez

En 1943, se publican trabajos sobre el nacimiento y actividad volcánica del Parícutín,

En 1949, se publica la Síntesis tectónica de México de Álvarez, en este mismo año se publica el segundo libro titulado "Geología de México" por Garfias y Chapin,

En 1949, también se inició la publicación del Boletín de la Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros.

En 1949 surge la revista Ciencia.

En 1956, se publican diversos trabajos como:

- Primer mapa de tipo geomorfológico de la república mexicana
- Primer mapa geológico moderno de la república mexicana
- Mapa tectónico de México

En 1960, se publica la Revista Geofísica Internacional,

En 1961, se decretó la Ley de Mexicanización Minera,

En el periodo comprendido entre los años de 1970 a 1980, se realiza el desarrollo de la carta topográfica y geológica por el INEGI,

En 1980, se inician publicaciones de grupos extranjeros como: Buffler, Anderson, Schmidt y Coney.

En 1992, se publica la Carta geológica de la República Mexicana por el Instituto de Geología de la UNAM.

3. Datos empleados para la confección de mapas geográficos

Primer periodo

Estado	Tema	Artículos
Nueva España	Minería	8
Aguascalientes	Paleontología	1
Sonora	Exploraciones geográficas	1

Segundo periodo

Estado	Tema	Artículos
Aguascalientes	Minas y minería	7
Baja California	Riquezas minerales	16
California	Metalurgia-beneficio	6
Chiapas	Riquezas minerales	3
Ciudad de México	Hidrología	7
Chihuahua	Minas y minería	19
Coahuila	Riquezas minerales	17
Colima	Vulcanología	8
Durango	Riquezas minerales	25
Estado de México	Riquezas minerales	23

Jalisco	Riquezas minerales	12
Guanajuato	Minas y minería	19
Guerrero	Riquezas minerales	18
Hidalgo	Minas y minería	29
Michoacán	Riquezas minerales	18
Morelos	Riquezas minerales	2
Nayarit	Riquezas minerales	2
Nueva España	Minas y minería	7
Nuevo León	Minería-industria y comercio	8
Oaxaca	Riquezas minerales	13
Puebla	Minas y minería	6
Querétaro	Riquezas minerales	4
San Luis Potosí	Riquezas minerales	19
Sinaloa	Minas y minería	22
Sonora	Minas y minería	19
Tabasco	Estadísticas	3
Tamaulipas	Riquezas minerales	4
Tlaxcala	Riquezas minerales	2
Veracruz	Riquezas minerales	4
Yucatán	Geología -geografía	3
Zacatecas	Riquezas minerales	27

Tercer periodo

Estado	Tema	Artículos
Aguascalientes	Riquezas minerales	5
Baja california	Riquezas minerales	19
Chiapas	Petróleo	8
Chihuahua	Riquezas minerales	35
Ciudad de México	Sismología	15
Coahuila	Riquezas minerales	21
Colima	Vulcanología	6
Durango	Minas y minería	25
Estado de México	Vulcanología	13
Guanajuato	Riquezas minerales	21
Guerrero	Riquezas minerales	21
Hidalgo	Riquezas minerales	42
Jalisco	Riquezas minerales	21
Michoacán	Vulcanología	12

Morelos	Exploraciones	3
Nayarit	Riquezas minerales	4
Nuevo León	Metalurgia	8
Oaxaca	Riquezas minerales	12
Puebla	Geología	8
Querétaro	Hidrología	5
San Luis Potosí	Riquezas minerales	21
Sinaloa	Minas y minería	10
Tabasco	Campos petroleros	7
Tamaulipas	Petróleo-industria y comercio	34
Veracruz	Petróleo-industria y comercio	39
Zacatecas	Riquezas minerales	23

4.