



**GRADO EN CIENCIA DE DATOS**

**Análisis del cambio climático en Mastodon  
mediante técnicas de minería de datos y redes  
sociales**

Presentado por:

**VICTORIA RADUÁN LLOPIS**

Dirigido por:

**ALEJANDRO PERDIGUERO O' LEARY**

CURSO ACADÉMICO 2023-2024

## **Resumen**

Este trabajo de fin de grado examina cómo las personas ven el cambio climático y las tendencias en la red social descentralizada Mastodon. Se abordan las limitaciones de plataformas centralizadas como Twitter, que tienen sesgos algorítmicos y limitan el acceso a los datos. El análisis de sentimientos, de redes sociales y la minería de datos se utilizan para explorar los debates climáticos. Se ha utilizado la API de Mastodon, almacenamiento en MongoDB, integración en Neo4j y análisis. Los hallazgos muestran patrones como la polaridad de las opiniones, los temas más debatidos, las comunidades de usuarios y los influenciadores principales. Se analiza cómo la actividad de los usuarios está relacionada con los eventos políticos o climáticos relevantes. Las conclusiones indican que las redes sociales descentralizadas son cruciales para estudiar el discurso sobre este tema importante, ya que brindan una perspectiva más diversa. Este documento mejora la comprensión de la percepción pública y las dinámicas sociales relacionadas con este problema ambiental.

**Palabras clave:** cambio climático, Mastodon, análisis de sentimientos, minería de datos, análisis de redes sociales.

## **Abstract**

This final degree project examines how individuals perceive climate change and trends on the decentralized social network Mastodon. The limitations of centralized platforms such as Twitter, which have algorithmic biases and restrict access to data, are addressed. Sentiment analysis, data mining, and social network analysis are employed to explore climate debates. The technique utilizes the Mastodon API, storage in MongoDB, integration with Neo4j, and analysis. Findings reveal patterns such as polarity of opinions, most debated topics, user communities, and key influencers. The analysis delves into how user activity relates to relevant political or climatic events. Conclusions indicate that decentralized social networks are crucial for studying discourse on this important issue, as they provide a more diverse perspective. This document enhances understanding of public perception and social dynamics related to this environmental problema.

**Keywords:** climate change, Mastodon, sentiment analysis, data mining, social network analysis.

## Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>2</b>
<b>Palabras clave .....</b>	<b>2</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>Keywords.....</b>	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>7</b>
1.1. Contexto y Motivación .....	7
1.2. Problemática Detectada en Twitter.....	7
1.3. Mastodon como Alternativa Viable.....	7
1.4. Objetivos del Proyecto.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos Específicos .....	8
1.5. Importancia del Estudio en las Redes Sociales Descentralizadas.....	8
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
2.1. Mastodon: Una Red Social Descentralizada.....	9
2.1.1. Características Clave de Mastodon.....	10
2.1.2. Ventajas de Mastodon.....	10
2.1.3. Uso de la API de Mastodon .....	11
2.2. Neo4j: Base de Datos de Grafos .....	11
2.2.1. Conceptos Básicos de Neo4j .....	11
2.2.2. Lenguaje de Consulta Cypher.....	12
2.2.3. Idoneidad de Neo4j para el Análisis de Redes Sociales .....	12
<b>CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA .....</b>	<b>13</b>
3.1. Definición de Objetivos y Alcance.....	13

3.2. Adquisición de Datos.....	14
3.2.1. Conexión a la API de Mastodon.....	14
3.2.2. Extracción de Datos Relevantes .....	15
3.3. Almacenamiento en MongoDB .....	16
3.3.1. Diseño del Esquema de Almacenamiento .....	16
3.3.2. Procesamiento y Carga de Datos .....	16
3.4. Integración con Neo4j.....	19
3.4.1. Modelado del Grafo.....	19
3.5. Análisis Previo a la Migración a Neo4J .....	21
3.5.1. Detección de Comunidades .....	21
3.5.2. Análisis de Sentimientos .....	22
3.5.2. Análisis de Tendencias de Hashtags.....	23
3.5.3. Análisis de Contenido.....	24
3.5.4. Análisis de Redes Sociales .....	24
3.5.5. Análisis de Actividad.....	25
3.5.6. Técnicas de Análisis Utilizadas .....	26
3.6. Migración de Datos de MongoDB a Neo4j .....	27
3.7. Proyecto de Python .....	28
<b>CAPÍTULO 4: RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
4.1. Análisis de Sentimientos.....	31
4.1.1. Polaridad Promedio de los Posts.....	31
4.1.2. Usuarios Más Activos y sus Tendencias .....	31
4.2. Análisis de Tendencias de Hashtags .....	33
4.2.1. Hashtags Más Populares .....	33

4.2.2. Coocurrencia de Hashtags .....	34
4.3. Análisis de Contenido .....	35
4.3.1. Temas Más Discutidos.....	35
4.3.2. Tipos de Contenido Más Populares .....	36
4.4. Análisis de Redes Sociales .....	36
4.4.1. Comunidades Detectadas.....	36
4.4.2. Usuarios Influyentes .....	37
4.5. Análisis de Actividad.....	38
4.5.1. Patrones de Actividad Diaria .....	38
4.5.2. Relación con Eventos Climáticos y Políticos .....	39
4.6. Visualización de Resultados en Neo4j .....	39
4.7. Visualizaciones Adicionales .....	47
<b>CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN .....</b>	<b>48</b>
5.1. Interpretación de los Resultados .....	48
5.2. Comparación con Estudios Previos .....	49
5.3. Implicaciones y Aplicaciones Prácticas.....	50
5.4. Discusión Sobre las Implicaciones Éticas .....	51
5.5. Contribución a los Principios, Valores Democráticos y los ODS .....	52
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
6.1. Resumen de los Hallazgos Principales .....	54
6.2. Cumplimiento de los Objetivos Planteados .....	55
6.3. Contribuciones del Estudio.....	55
6.4. Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación .....	56
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>58</b>

<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>60</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>60</b>
<b>Acrónimos .....</b>	<b>61</b>

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Contexto y Motivación**

En la actualidad, el cambio climático se ha convertido en uno de los desafíos más urgentes que afronta la humanidad. La difusión de información y la concienciación sobre este tema vital son crucialmente desempeñadas por las redes sociales convencionales como Twitter; pero, se encuentran restricciones. Por lo que se hace necesario explorar plataformas alternativas que posibiliten un análisis más detallado.

### **1.2. Problemática Detectada en Twitter**

Las limitaciones presentadas por Twitter, una de las redes sociales más populares, hacen difícil realizar un estudio profundo de conversaciones y opiniones. Estas restricciones incluyen el acceso a datos históricos, políticas de uso que pueden obstaculizar el análisis y una estructura centralizada que limita la diversidad de perspectivas. La búsqueda de alternativas que permitan superar estos obstáculos ha sido motivada por estos factores (Watkins, s. f.).

### **1.3. Mastodon como Alternativa Viable**

Mastodon, una red social descentralizada y de código abierto, se presenta como una alternativa prometedora. Al posibilitar la creación de instancias independientes, su estructura descentralizada proporciona mayor libertad y diversidad en las conversaciones. También, su política de datos abiertos permite que los investigadores accedan y analicen la información más fácilmente. Mastodon se convierte en una plataforma atractiva para poder realizar diversos análisis, gracias a estas características (Watkins, s. f.).

### **1.4. Objetivos del Proyecto**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Este proyecto tiene como objetivo general analizar la percepción y las tendencias acerca del cambio climático en la red social Mastodon, empleando técnicas de análisis de sentimientos, minería de datos y análisis de redes sociales. Se busca comprender más a

fondo las opiniones, los patrones de interacción y la difusión de información relacionada con este tema crucial.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

Para alcanzar el objetivo general, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Almacenar datos de Mastodon, relacionados con el cambio climático, recopilando posts, hashtags y metadatos relevantes.
- Determinar las percepciones predominantes e identificar a los usuarios más influyentes, realizando un análisis de sentimientos.
- Analizar el uso de hashtags y los temas relacionados para identificar los puntos más importantes.
- Identificar los temas más discutidos y las publicaciones más populares analizando el contenido de los posts.
- Estudiar la propagación de información y narrativas relacionadas con el cambio climático, detectar comunidades y estudiar las interacciones entre usuarios.
- Comparar cómo los patrones de actividad se relacionan con eventos climáticos y anuncios políticos relevantes en torno al tema.
- Transferir los datos recopilados a una base de datos de grafos (Neo4j) para que puedan ser visualizados y analizados con mayor facilidad.

Se espera que, al cumplir con estos objetivos específicos, se obtenga una comprensión completa de la percepción y discusión de esta crisis climática. Además, se busca identificar patrones y tendencias clave para informar estrategias efectivas de comunicación y acción frente al clima.

#### **1.5. Importancia del Estudio en las Redes Sociales Descentralizadas**

Plataformas como Mastodon ofrecen una perspectiva distinta y complementaria a las redes sociales centralizadas. A diferencia de éstas, que pueden estar sujetas a algoritmos de filtrado y sesgos comerciales, las plataformas descentralizadas permiten una expresión más diversa y orgánica de las opiniones y percepciones de los usuarios.



Puede proporcionar información valiosa sobre cómo se forma y evoluciona la opinión pública en entornos menos controlados y más abiertos. Asimismo, la descentralización de la estructura promueve la creación de comunidades temáticas específicas, lo que posibilita el análisis de las dinámicas y los patrones de interacción entre usuarios con intereses comunes en temas relacionados.

Además, puede ser útil para detectar narrativas y perspectivas que podrían no ser notadas en las redes sociales dominantes. La diversidad de voces y enfoques es crucial para una comprensión más completa del problema, especialmente en el contexto del cambio climático (Pearce et al., 2018c).

En resumen, estudiar el discurso sobre el cambio climático en las redes sociales descentralizadas como Mastodon es importante porque:

- Ofrece una perspectiva complementaria y menos sesgada en comparación con las plataformas centralizadas.
- Permite analizar la formación y evolución de la opinión pública en entornos más abiertos y diversos.
- Facilita la identificación de comunidades temáticas y patrones de interacción específicos.
- Contribuye a una comprensión más completa del discurso al incluir narrativas y perspectivas alternativas.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Mastodon: Una Red Social Descentralizada**

Mastodon, una plataforma de microblogging descentralizada y de código abierto, ha ganado popularidad en los últimos años como alternativa a las redes sociales centralizadas tradicionales. A diferencia de Twitter, donde una única entidad controla la infraestructura y las políticas, Mastodon se compone de una red de servidores independientes llamados "instancias", cada uno con sus propias reglas y comunidades (Fernández, 2022).

### **2.1.1. Características Clave de Mastodon**

Mastodon presenta varias características distintivas que la diferencian de otras redes sociales:

- **Interoperabilidad:** El protocolo ActivityPub permite facilitar la comunicación e interacción entre distintas instancias, creando así una red federada. Facilita la difusión de información y el intercambio de ideas entre comunidades diversas, enriqueciendo así el discurso sobre el cambio climático (Raman et al., 2019).
- **Código abierto:** El software de Mastodon promueve la transparencia, la colaboración y la innovación. Cualquier persona puede instalar, modificar y ejecutar su propia instancia gracias a esto (Rochko, 2019).
- **Cronología cronológica:** A diferencia de otras plataformas, se muestran las publicaciones en orden cronológico, lo que otorga a los usuarios un mayor control sobre el contenido que ven (Averesch, 2022).
- **Privacidad y control:** Los usuarios pueden controlar quién puede ver sus publicaciones e interactuar con ellos gracias a las opciones detalladas de privacidad que ofrece la plataforma (Rochko, 2019).

### **2.1.2. Ventajas de Mastodon**

Mastodon, presenta varias ventajas que la hacen atractiva:

- **Diversidad de perspectivas:** Fomenta la existencia de comunidades diversas con diferentes enfoques y opiniones sobre el cambio climático, debido a su descentralización (Rus, 2022).
- **Resistencia a la censura:** La censura o el control centralizado del discurso se dificulta gracias a su estructura, lo que permite una expresión más libre de opiniones sobre temas controvertidos (Rus, 2022).
- **Moderación comunitaria:** Cada instancia tiene su propia política de moderación y reglas comunitarias. Esto posibilita una moderación más adecuada y eficaz, fundamentada en los valores y objetivos particulares de cada caso (Mastodon, la Red Social Emergente, y Su Aplicación En el Campo de la Salud (I), 2023).

- **Arquitectura distribuida:** La resistencia y adaptabilidad de Mastodon se debe a que no depende de una sola entidad central, la plataforma es menos propensa a sufrir fallos, censura o control externo (*Apis*, s. f.).

Estas características ofrecen una perspectiva única y valiosa en comparación con el resto de plataformas.

### **2.1.3. Uso de la API de Mastodon**

Mastodon proporciona una API (Interfaz de Programación de Aplicaciones) robusta que permite a los desarrolladores e investigadores interactuar con la plataforma y recopilar datos. La API de Mastodon sigue los principios REST (Transferencia de Estado Representacional) y utiliza el formato JSON (Notación de Objetos de JavaScript) para la comunicación (*Apis*, s. f.).

Algunos de los endpoints clave de la API incluyen:

- `/api/v1/timelines/public`: Obtiene las últimas publicaciones de todo el fediverso.
- `/api/v1/timelines/tag/:hashtag`: Recupera las publicaciones que contienen un hashtag específico.
- `/api/v1/accounts/:id/statuses`: Recupera las publicaciones de una cuenta en particular.
- `/api/v1/search`: Realiza búsquedas de publicaciones, cuentas y hashtags.

El uso efectivo de la API de Mastodon es fundamental para recopilar los datos necesarios.

## **2.2. Neo4j: Base de Datos de Grafos**

El sistema de gestión de bases de datos orientado a grafos, Neo4j, permite almacenar, gestionar y consultar datos altamente conectados de manera eficiente (*Get Started With Neo4j - Getting Started*, s. f.). Neo4j se enfoca en las relaciones entre los datos, lo que lo hace adecuado para el análisis de redes sociales y la exploración de patrones complejos, a diferencia de las bases de datos relacionales tradicionales.

### **2.2.1. Conceptos Básicos de Neo4j**

En Neo4j, los datos se representan mediante nodos y relaciones:

- **Nodos:** Objetos o entidades representados en el dominio de datos. Sus atributos pueden ser descritos por propiedades.
- **Relaciones:** Las conexiones o asociaciones entre los nodos son representadas. Las relaciones tienen una dirección y pueden poseer propiedades que describen la naturaleza de la conexión.

Además, Neo4j utiliza etiquetas para categorizar los nodos y tipos de relaciones para clasificar las relaciones entre los nodos (*Get Started With Neo4j - Getting Started*, s. f.).

### **2.2.2. Lenguaje de Consulta Cypher**

Neo4j usa Cypher, un lenguaje de consulta declarativo, para trabajar con la base de datos gráfica. Los usuarios pueden utilizarlo para expresar patrones de grafos y realizar operaciones complejas de recorrido y coincidencia de manera intuitiva (*Introduction - Cypher Manual*, s. f.).

Algunas de las cláusulas básicas incluyen:

- **MATCH:** Encuentra patrones de grafos que coinciden con las condiciones especificadas.
- **WHERE:** Filtra los resultados basándose en predicados lógicos.
- **RETURN:** Especifica los datos que se deben devolver como resultado de la consulta.
- **CREATE:** Crea nuevos nodos y relaciones en el grafo.

Neo4j y Cypher permiten analizar de manera eficiente y flexible los datos, lo que facilita la exploración de patrones, la detección de comunidades y la identificación de influencers en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon.

### **2.2.3. Idoneidad de Neo4j para el Análisis de Redes Sociales**

Neo4j, como base de datos orientada a grafos, presenta varias características que la hacen especialmente adecuada para el análisis de redes sociales y la exploración de patrones complejos:

- **Escalabilidad:** Puede manejar eficientemente grandes volúmenes de datos altamente conectados. Su arquitectura optimizada permite un rendimiento escalable tanto en

términos de almacenamiento como de consulta, lo que es fundamental para analizar redes sociales a gran escala (Neo4j, 2022).

- Flexibilidad en la modelación de relaciones: El modelo de datos permite representar de manera intuitiva y flexible las complejas relaciones entre entidades, como usuarios, publicaciones, hashtags y comunidades. Esto facilita la exploración de patrones y la identificación de conexiones significativas (Neo4j, 2022).
- Lenguaje de consulta expresivo: Cypher ofrece una sintaxis intuitiva y poderosa para consultar y analizar datos de grafos. Es posible expresar consultas complejas de manera concisa y eficiente, lo que agiliza el proceso de análisis y descubrimiento de información relevante (Introduction - Cypher Manual, s. f.).
- Algoritmos de análisis de grafos: Se integran una amplia gama de algoritmos como detección de comunidades, centralidad, similitud y recomendación. Éstos permiten extraer información valiosa sobre la estructura y dinámica de las redes sociales, identificando actores clave, comunidades influyentes y patrones de propagación de información (Neo4j, 2022).
- Visualización integrada: Cuenta con herramientas de visualización integradas, como Neo4j Browser y Neo4j Bloom, que permiten explorar y presentar los datos de grafos de manera intuitiva y atractiva. Estas visualizaciones facilitan la comunicación de los hallazgos y la comprensión de las relaciones complejas (Neo4j, 2022).

Neo4j es una herramienta poderosa gracias a sus características.

## **CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA**

El proceso metodológico se compone de varias etapas importantes, que van desde la definición de los objetivos hasta la presentación de los resultados.

### **3.1. Definición de Objetivos y Alcance**

En adición a la definición previamente establecida de los objetivos, se han tenido en cuenta varios criterios para seleccionar cuidadosamente las plataformas y herramientas utilizadas en este proyecto. Se ha examinado la capacidad de la plataforma Mastodon como fuente de datos y también se ha evaluado si su API es adecuada para recolectar información relevante sobre el cambio climático de manera eficiente. Asimismo, se consideró la capacidad de las bases de datos MongoDB y Neo4j para almacenar y analizar

grandes cantidades de datos no estructurados, así como para facilitar el análisis de redes sociales y la visualización de los resultados. Gracias a este enfoque metodológico, se ha logrado definir con precisión el alcance del proyecto, enfocándose en la plataforma Mastodon como fuente de datos y empleando herramientas específicas para cada fase del proceso de análisis.

## 3.2. Adquisición de Datos

Se implementó un proceso de extracción de datos relevantes para analizar la conversación en la red social Mastodon sobre el cambio climático. Se recopilan publicaciones relacionadas con hashtags específicos y más tarde se almacenan en una base de datos para su posterior análisis

### 3.2.1. Conexión a la API de Mastodon

Para recopilar los datos necesarios para el análisis, se establece una conexión con la API de Mastodon. Se utiliza la biblioteca Python "requests" para realizar las solicitudes HTTP a los endpoints específicos de la API. En el archivo "mastodon.py", se define la función `obtener_posts` que se encarga de construir la URL del endpoint según los parámetros proporcionados como el hashtag, el identificador desde el cual queremos obtener publicaciones más recientes (`desde_id`), o el identificador hasta el cual queremos obtener publicaciones más antiguas (`max_id`). Una vez se obtiene la dirección web, se realiza una solicitud GET para obtener los datos necesarios. La autenticación se realiza a través de tokens Bearer, asegurando que las solicitudes sean autorizadas. En caso de errores en la respuesta o fallos en la conexión, se capturan y registran para garantizar la robustez del proceso de recolección de datos.

```
# Archivo: mastodon.py  
import requests  
def obtener_posts(config, hashtag=None, desde_id=None, max_id=None):  
    try:  
        # Construir el endpoint según los parámetros  
        if hashtag:  
            endpoint = f'timelines/tag/{hashtag}?limit=40'  
        else:  
            endpoint = 'timelines/public?limit=40'  
  
        # Agregar parámetros adicionales si se proporcionan
```

```

if desde_id:
    endpoint += f'&since_id={desde_id}'
if max_id:
    endpoint += f'&max_id={max_id}'
print(endpoint)
headers = {'Authorization': 'Bearer ' + config['access_token']}
response = requests.get(config['base_url'] + endpoint, headers=headers)

if response.status_code == 200:
    return response.json()
else:
    print(f'Error al obtener los posts: {response.status_code}')
    return None
except Exception as e:
    print(f'Error al obtener los posts: {e}')

return None

```

### 3.2.2. Extracción de Datos Relevantes

Se creó una función para extraer publicaciones relevantes de cada hashtag de interés. Se itera sobre una lista predefinida de hashtags y se obtienen las publicaciones asociadas a cada uno de ellos utilizando la función `obtener_posts_mastodon`. Si un hashtag ha sido procesado antes, se ignora. Después de obtener las publicaciones, se guardan en una base de datos MongoDB para analizarlas posteriormente.

```

# Archivo: app.py
def obtener_posts_mastodon():
    while True:
        try:
            # Obtener posts y guardar en MongoDB
            hastags_done = leer_estado()
            for hastag in hastagsh:
                if hastag in hastags_done:
                    print(f'El hashtag {hastag} ya se ha procesado')
                    continue
                else:
                    max_id = None
                    posts_ = []

                    while True:
                        posts = obtener_posts(config, hastag, None, max_id)
                        posts_ += posts

                    print(f'Hashtag: {hastag}')

```

```

print(f"Cantidad de posts obtenidos: {len(posts)}")
print(f"Cantidad de posts total: {len(posts_)}")

if len(posts) < 40:
    break
else:
    max_id = posts[-1]["id"]

time.sleep(randint(5, 15)) # Espera entre 5 y 15 segundos

guardar_en_mongodb(posts_, config)
hashtags_done.append(hashtag)
guardar_estado(hashtags_done)
print("Proceso de obtener todos los posts de Mastodon completado.")
break
except Exception as e:
    print(f"Error en el bucle principal: {e}")
break

```

### 3.3. Almacenamiento en MongoDB

#### 3.3.1. Diseño del Esquema de Almacenamiento

Se diseña un esquema de almacenamiento adecuado en MongoDB antes de almacenar los datos extraídos. Se crean conjuntos separados para las publicaciones, los usuarios y las interacciones. Cada colección cuenta con un grupo de campos predefinidos para guardar la información relevante.

A modo de ejemplo, la colección de publicaciones puede incluir campos como "content" (contenido de la publicación), "created\_at" (fecha de creación), "user\_id" (identificador del usuario que realizó la publicación) y "hashtags" (lista de hashtags utilizados). La colección de usuarios puede contener campos como "username" (nombre de usuario), "followers\_count" (número de seguidores) y "following\_count" (número de seguidos).

#### 3.3.2. Procesamiento y Carga de Datos

Una vez definido el esquema de almacenamiento, los datos extraídos se procesan y cargan en MongoDB. Se lleva a cabo una limpieza y transformación de los datos para garantizar su consistencia y calidad. Esto implica la eliminación de duplicados, la normalización de fechas y la correcta estructuración de los campos.



Después, se usa la biblioteca PyMongo (PyMongo 4.7.2 Documentation, s. f.) para establecer una conexión con la base de datos MongoDB y llevar a cabo las operaciones de inserción de documentos en las colecciones correspondientes. Se define la función "guardar\_en\_mongodb" en el archivo "mastodon.py".

```

from pymongo import MongoClient
def guardar_en_mongodb(posts, config):
    try:
        client = MongoClient(config['mongo_uri'])
        db = client[config['db_name']]
        collection = db[config['posts_collection']]
        last_processed_id_collection = db[config['last_id_collection']]

        if posts:
            for post in posts:
                # Almacenar el post
                collection.insert_one(post)
                # Almacenar relaciones de menciones
                if 'mentions' in post:
                    for mention in post['mentions']:
                        # Crear una relación en MongoDB
                        db['mentions'].insert_one({'from': post['account']['username'], 'to':
mention['acct']})
                # Almacenar relaciones de retweets
                if 'reblogs' in post:
                    for reblog in post['reblogs']:
                        # Crear una relación en MongoDB
                        db['retweets'].insert_one({'from': post['account']['username'], 'to':
reblog['account']['acct']})
                # Almacenar relaciones de likes
                if 'favourites' in post:
                    for like in post['favourites']:
                        # Crear una relación en MongoDB
                        db['likes'].insert_one({'from': post['account']['username'], 'to':
like['acct']})
                print(f'Datos guardados en MongoDB. Total de posts: {len(posts)}')
                last_processed_id = posts[-1]['id']
                guardar_ultimo_id_procesado(last_processed_id,
last_processed_id_collection)
            else:
                print('No se pudieron guardar los datos en MongoDB.')
    except Exception as e:
        print(f'Error al guardar datos en MongoDB: {e}')

```

La función inserta cada publicación en la colección de MongoDB y guarda las relaciones de menciones, retweets y likes en colecciones separadas. Se utilizan los campos definidos en el esquema de almacenamiento previamente diseñado para insertar datos.

Asimismo se almacenan todos los datos dentro de la colección "cambioclimatico" creada en MongoDB. Los campos que se incluyen en cada publicación o "status" son:

- "\_id": identificador único del documento generado por MongoDB.
- "id": identificador único de la publicación en Mastodon.
- "created\_at": fecha y hora de creación de la publicación.
- "in\_reply\_to\_id": identificador de la publicación a la que responde, si es el caso.
- "in\_reply\_to\_account\_id": identificador de la cuenta a la que responde, si es el caso.
- "sensitive": indica si la publicación contiene contenido sensible.
- "spoiler\_text": texto de advertencia sobre el contenido de la publicación, si existe.
- "visibility": visibilidad de la publicación (pública, privada, etc.).
- "language": idioma de la publicación.
- "uri": URI completa de la publicación en Mastodon.
- "url": URL de la publicación en Mastodon.
- "replies\_count": número de respuestas a la publicación.
- "reblogs\_count": número de veces que se ha compartido la publicación.
- "favourites\_count": número de favoritos de la publicación.
- "edited\_at": fecha y hora de la última edición de la publicación, si procede.
- "favourited": señala si el usuario actual ha marcado la publicación como favorita.
- "reblogged": indica si el usuario actual ha compartido la publicación.
- "muted": indica si el usuario actual ha silenciado la publicación.
- "bookmarked": muestra si el usuario actual ha marcado la publicación como favorita.
- "content": contenido de la publicación.
- "media\_attachments": archivos multimedia adjuntos a la publicación.
- "mentions": menciones a otros usuarios en la publicación.
- "tags": hashtags utilizados en la publicación.
- "emojis": emojis utilizados en la publicación.
- "card": información de la tarjeta (link preview) asociada a la publicación.

- "poll": información de la encuesta, si existe, asociada a la publicación.
- "account": información detallada de la cuenta del usuario que realizó la publicación.

Este diseño de esquema de almacenamiento en MongoDB permite almacenar de manera estructurada y completa toda la información relevante extraída de las publicaciones de la red social, facilitando posteriormente los análisis y consultas necesarios.

### 3.4. Integración con Neo4j

Es esencial realizar un análisis y un modelado previo antes de la migración a Neo4j en el proceso de transferir datos desde una base de datos relacional como MongoDB a una base de datos de grafos como Neo4j. Es importante comprender completamente la estructura y características de los datos antes de realizar la migración, para asegurar que la transición sea fluida y efectiva.

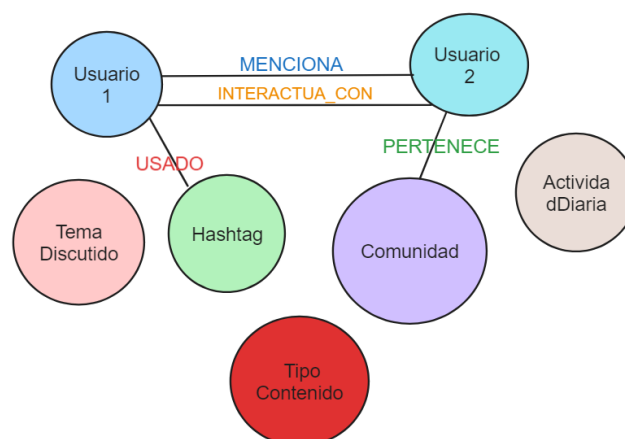
#### 3.4.1. Modelado del Grafo

Después de almacenar los datos en MongoDB, se procede a integrarlos en la base de datos de grafos Neo4j. El primer paso es diseñar un modelo de grafo que represente adecuadamente las relaciones y entidades relevantes para el análisis.

Se definen los tipos de nodos y relaciones necesarios para representar a los usuarios, las publicaciones y las interacciones.

**Figura 1**

*Esquema de la Base de Datos*



```

(Usuario)-[:USADO]->(Hashtag)
(Usuario)-[:MENCIONA]->(Usuario)
(Usuario)-[:INTERACTUA_CON]->(Usuario)
(Usuario)-[:PERTENECE]->(Comunidad)
(TemaDiscutido) {name, frecuencia}
(TipoContenido) {name, frecuencia}
(ActividadDiaria) {fecha, frecuencia}

```

El esquema de la base de datos, representado en la Figura 1, muestra los diferentes tipos de nodos y relaciones presentes en el grafo. Los nodos principales son ActividadDiaria, Comunidad, Hashtag, TemaDiscutido, TipoContenido y Usuario. Las relaciones principales entre estos nodos son MENCIONA, PERTENECE, USADO e INTERACTUA\_CON.

Este modelo de grafo permite analizar las interacciones y conexiones entre los diferentes elementos. Al representar a los usuarios, los hashtags, los temas discutidos, los tipos de contenido, las comunidades y las actividades diarias como nodos, y las relaciones entre ellos como aristas, se puede obtener una visión completa de la estructura y dinámica del discurso en esta plataforma descentralizada.

El esquema proporciona una base sólida para explorar patrones, identificar comunidades de interés, analizar la propagación de información y opiniones, y comprender mejor cómo los usuarios interactúan y participan en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon.

### **3.5. Análisis Previo a la Migración a Neo4J**

Es crucial realizar un análisis previo antes de migrar a Neo4j. Se lleva a cabo este análisis con el fin de entender la naturaleza de los datos, las relaciones entre entidades y los patrones de interacción que se encuentran.

El análisis conjunto incluye la detección de comunidades, el análisis de sentimientos, el seguimiento de tendencias de hashtags, el análisis de contenido, el análisis de redes sociales y la actividad. Estos análisis ofrecen una visión integral de cómo se comporta la red, lo que permite detectar grupos de usuarios, evaluar el tono de las opiniones, analizar el uso de hashtags, identificar temas clave, explorar la estructura social y comprender los patrones temporales de actividad.

Después de finalizar el análisis, los resultados y conclusiones se emplean para informar y facilitar la migración de datos a Neo4j. Esto significa convertir las entidades y relaciones identificadas durante el análisis en nodos y relaciones en la base de datos de grafos. Luego, se integran estos datos migrados con el resto de los procesos y análisis en el flujo de trabajo, lo que permite llevar a cabo análisis más avanzados y específicos dentro de Neo4j.

El script "analysis.py" implementa el proceso de análisis previo a la migración y posterior integración con Neo4j. Cada función de análisis procesa los datos de entrada, realiza cálculos y devuelve resultados relevantes que se utilizarán en la migración y análisis subsiguientes en la base de datos de grafos.

#### **3.5.1. Detección de Comunidades**

Se identifican grupos de usuarios altamente interconectados y con intereses, objetivos o características similares. Estos grupos pueden ser círculos sociales, foros de discusión, comunidades de interés u otras formas subyacentes en la red.

Para ello se hace uso de la biblioteca NetworkX, que proporciona una amplia gama de funciones y algoritmos para el análisis de redes en Python.

El método utilizado para identificar estas comunidades se basa en el concepto de componentes fuertemente conectados. Esto implica la identificación de subgrafos en la red, donde cada par de nodos está conectado fuertemente por caminos dirigidos.

La función `detectar_comunidades(red_social)` implementa este enfoque para identificar comunidades en la red social. Retorna una lista de conjuntos de nodos que forman comunidades altamente conectadas entre sí.

```
def detectar_comunidades(red_social):
    comunidades = list(nx.strongly_connected_components(red_social))
    return comunidades
```

### 3.5.2. Análisis de Sentimientos

Se realiza un análisis de sentimientos en las publicaciones para determinar la polaridad general de las opiniones expresadas sobre el cambio climático. Se utiliza la biblioteca `TextBlob` (`TextBlob: Simplified Text Processing — TextBlob 0.18.0.post0 Documentation, s. f.`) para calcular la polaridad y la subjetividad de cada publicación. Luego, se agregan los resultados para obtener una visión general del sentimiento predominante.

Además, se identifican los usuarios más activos y se analiza si tienden a expresar opiniones más positivas o negativas sobre el tema. Se calculan métricas como la polaridad promedio de las publicaciones de cada usuario y se clasifican según su tendencia.

Se determina si el usuario es "Alarmista" u "Optimista" basándose en la polaridad promedio de sus posts:

- "Alarmista" si la polaridad promedio es menor que 0.
- "Optimista" si la polaridad promedio es igual o mayor que 0.

```
def analizar_sentimientos(posts):
    polaridades = []
    usuarios_activos = defaultdict(lambda: {'posts': 0, 'polaridad_total': 0,
    'hashtags': []})

    for post in posts:
        contenido = post.get('content', '')
        polaridad = TextBlob(contenido).sentiment.polarity
```

```

polaridades.append(polaridad)

usuario = post['account']['acct']
usuarios_activos[usuario]['posts'] += 1
usuarios_activos[usuario]['polaridad_total'] += polaridad
usuarios_activos[usuario]['hashtags'].extend([tag['name'].lower() for tag in
post.get('tags', [])])

polaridad_promedio = sum(polaridades) / len(polaridades) if polaridades else 0

for usuario in usuarios_activos:
    usuarios_activos[usuario]['polaridad_promedio'] =
usuarios_activos[usuario]['polaridad_total'] / usuarios_activos[usuario]['posts']
    usuarios_activos[usuario]['tendencia'] = "Alarmista" if
usuarios_activos[usuario]['polaridad_promedio'] < 0 else "Optimista"
return polaridad_promedio, dict(usuarios_activos)

```

### 3.5.2. Análisis de Tendencias de Hashtags

Se exploran las tendencias de uso de hashtags relacionados con el cambio climático a lo largo del tiempo. Se extraen los hashtags de las publicaciones y se realiza un conteo de frecuencia para identificar los más utilizados. Se analiza la evolución temporal de los hashtags populares y se identifican picos de actividad o cambios significativos.

También se examinan los hashtags co-ocurrentes para identificar temas relacionados y subtemas. Este análisis proporciona información sobre la similitud entre los hashtags y permite descubrir patrones interesantes.

```

def analizar_tendencias_hashtags(posts):
    hashtags = obtener_hashtags_cambio_climatico(posts)
    hashtags_populares = identificar_hashtags_populares(hashtags)

    coocurrencia_hashtags = defaultdict(int)
    for post in posts:
        hashtags_post = [tag['name'].lower() for tag in post.get('tags', [])]
        for i in range(len(hashtags_post)):
            for j in range(i+1, len(hashtags_post)):
                hashtag1 = hashtags_post[i]
                hashtag2 = hashtags_post[j]
                coocurrencia_hashtags[(hashtag1, hashtag2)] += 1
                coocurrencia_hashtags[(hashtag2, hashtag1)] += 1

    return hashtags_populares, dict(coocurrencia_hashtags)

```

### 3.5.3. Análisis de Contenido

Se realiza un análisis del contenido de las publicaciones para identificar los temas y subtemas más discutidos relacionados con el cambio climático. Se aplican técnicas de procesamiento de lenguaje natural, como la tokenización, la eliminación de palabras vacías y la lematización, para preparar el texto para el análisis.

Luego, se contabilizan las frecuencias de los temas discutidos y los tipos de contenido compartidos por los usuarios, como texto, imágenes o videos.

```
def analizar_contenido(posts):
    temas_discutidos = defaultdict(int)
    tipos_contenido = defaultdict(int)

    for post in posts:
        contenido = post.get('content', '')
        temas = re.findall(r'#\w+', contenido)
        for tema in temas:
            temas_discutidos[tema.lower()] += 1

        if 'media_attachments' in post:
            tipos_contenido['media'] += 1
        elif 'reblog' in post:
            tipos_contenido['compartido'] += 1
        else:
            tipos_contenido['texto'] += 1
    return dict(temas_discutidos), dict(tipos_contenido)
```

### 3.5.4. Análisis de Redes Sociales

Se explora la estructura de la red social formada por las interacciones entre los usuarios. Se construye un grafo donde los nodos representan a los usuarios y las aristas representan las interacciones (menciones, respuestas, retweets) entre ellos.

Se aplican algoritmos de análisis de redes sociales para revelar patrones y estructuras subyacentes en la red. Además, se identifican grupos de usuarios altamente conectados que comparten intereses o puntos de vista similares sobre el cambio climático. Se calculan métricas de centralidad, como la centralidad de grado y la centralidad de intermediación, para identificar a los usuarios más influyentes en la propagación de información y opiniones.



```

def analizar_redes_sociales(posts):
    red_social = nx.DiGraph()

    for post in posts:
        usuario_autor = post['account']['acct']
        red_social.add_node(usuario_autor)

        if 'mentions' in post:
            for mencion in post['mentions']:
                usuario_mencionado = mencion['acct']
                red_social.add_node(usuario_mencionado)
                red_social.add_edge(usuario_autor, usuario_mencionado)

    comunidades = detectar_comunidades(red_social)
    influencers = nx.betweenness_centrality(red_social)

    return red_social, comunidades, dict(influencers)

```

### 3.5.5. Análisis de Actividad

Se analiza la actividad de los usuarios en relación con el cambio climático a lo largo del tiempo. Se calculan métricas como la cantidad de publicaciones, la frecuencia de interacciones y la distribución temporal de la actividad. Se identifican patrones estacionales o picos de actividad que puedan estar relacionados con eventos climáticos significativos o anuncios políticos relevantes.

```

def analizar_actividad(posts):
    actividad_diaria = defaultdict(int)
    for post in posts:
        fecha_publicacion = post['created_at']
        fecha = datetime.strptime(fecha_publicacion, "%Y-%m-%dT%H:%M:%S.%fZ")
        dia = fecha.strftime("%Y-%m-%d")
        actividad_diaria[dia] += 1
    return dict(actividad_diaria)

```

Además, se explora la relación entre la actividad de los usuarios y su posición en la red social. Se examina si los usuarios más activos tienden a ser más influyentes o si pertenecen a comunidades específicas dentro de la red.

### 3.5.6. Técnicas de Análisis Utilizadas

En este estudio, se emplearon diversas técnicas de análisis para examinar el discurso sobre el cambio climático en Mastodon, aprovechando las capacidades de Neo4j y otros enfoques computacionales:

- **Análisis de sentimientos basado en léxico:** Se utilizó la biblioteca TextBlob para realizar un análisis de sentimientos de los posts, calculando la polaridad y la subjetividad de cada publicación. TextBlob se basa en un enfoque de léxico, utilizando un diccionario predefinido de palabras y frases con puntuaciones de sentimiento asociadas (TextBlob: Simplified Text Processing — TextBlob 0.18.0.post0 Documentation, s. f.). Este análisis permitió determinar la tendencia general de las opiniones expresadas sobre el cambio climático.
- **Algoritmos de detección de comunidades:** Se aplicaron algoritmos de detección de comunidades para identificar grupos de usuarios altamente conectados que comparten intereses o perspectivas similares sobre el impacto climático. Estos algoritmos aprovechan la estructura del grafo en Neo4j para descubrir comunidades basadas en la densidad de conexiones entre los nodos (GraphEverywhere, 2019).
- **Métricas de centralidad:** Se calcularon métricas de centralidad, como la centralidad de grado y la centralidad de intermediación, para identificar a los usuarios más influyentes en la propagación de información y opiniones sobre el calentamiento global. Estas métricas se basan en la teoría de grafos y permiten cuantificar la importancia de los nodos en función de su posición y conectividad en la red (Corchado, 2022).
- **Análisis de series temporales:** Se analizaron los patrones de actividad de los usuarios a lo largo del tiempo, examinando métricas como la cantidad de publicaciones, la frecuencia de interacciones y la distribución temporal de la actividad. Esto permitió identificar tendencias, picos de actividad y posibles relaciones con eventos climáticos o políticos relevantes (Brownlee, 2017).

La aplicación de estos enfoques computacionales, junto con las capacidades de Neo4j, permite extraer información valiosa y patrones significativos a partir de los datos recopilados.

### 3.6. Migración de Datos de MongoDB a Neo4j

Una vez definido el modelo de grafo y completados los análisis necesarios, se inicia la migración de datos de MongoDB a Neo4j. Se utiliza la biblioteca oficial de Python para Neo4j, que simplifica la conexión y ejecución de consultas Cypher requeridas para crear los nodos y relaciones según el modelo de grafo previamente definido.

En el archivo "neo4j\_migration.py", se encuentra la función `migrate_to_neo4j`, la cual se encarga de leer los datos de las colecciones de MongoDB y transformarlos en nodos y relaciones según los resultados del análisis.

Dentro de esta función, se establece la conexión con la base de datos Neo4j y se define la función `create_nodes_and_relationships`, la cual se encarga de crear los nodos y relaciones en Neo4j utilizando los resultados del análisis previamente realizado.

Es fundamental resaltar que migrar este proceso es importante para la consolidación de los resultados del análisis en una base de datos gráfica, lo que posibilitará realizar consultas y análisis más complejos y eficientes en Neo4j.

La migración se ejecuta finalmente dentro de un contexto de sesión Neo4j. Se asegura mantener la integridad referencial y manejar adecuadamente las relaciones entre los nodos durante este proceso para garantizar una migración precisa y sin errores.

```
def migrate_to_neo4j(results):
    uri = "bolt://localhost:7687"
    user = "neo4j"
    password = "12345678"

    driver = GraphDatabase.driver(uri, auth=(user, password))

    def create_nodes_and_relationships(tx, results):
        # Crear nodos y relaciones en Neo4j según los resultados del análisis
        # ...

    with driver.session() as session:
        session.write_transaction(create_nodes_and_relationships, results)
        print("Migración completada")

    driver.close()
```

### 3.7. Proyecto de Python

El proyecto de Python desarrollado para este estudio consta de varios archivos y módulos que se encargan de diferentes tareas, como la extracción de datos de Mastodon, el análisis de sentimientos, el análisis de tendencias, la migración de datos a Neo4j y la generación de gráficos. Este proyecto contribuye directamente a lograr los objetivos del estudio, ya que permite recopilar, analizar y visualizar los datos necesarios.

La estructura general del proyecto se compone de los siguientes archivos:

1. `app.py`: El proyecto tiene a este archivo como su punto de entrada principal. Incluye el bucle principal que obtiene las publicaciones de Mastodon, lleva a cabo los análisis y transfiere los datos a Neo4j. La tarea de extraer y procesar datos se relaciona con la sección de Adquisición de Datos y Análisis en Neo4j de la metodología.
2. `config.py`: Se utiliza este archivo para cargar la configuración del proyecto desde un archivo `.env` que contiene datos como la URI de MongoDB, el token de acceso a la API de Mastodon y otros detalles de configuración. La conexión a las fuentes de datos es facilitada por este archivo en la sección de Adquisición de Datos, ya que provee los parámetros requeridos.
3. `mastodon.py`: Este módulo se encarga de la interacción con la API de Mastodon. Contiene funciones para obtener los posts utilizando diferentes criterios, como hashtags o rangos de fechas. También incluye funciones para guardar los posts obtenidos en una base de datos MongoDB. Este módulo se relaciona directamente con la sección de Adquisición de Datos de la metodología, ya que implementa la extracción de datos de Mastodon.
4. `analysis.py`: Las funciones principales para realizar los análisis de los posts obtenidos están contenidas en este módulo. La biblioteca `TextBlob` se utiliza para analizar sentimientos, identificar hashtags populares, detectar comunidades y analizar contenido y actividad diaria con funciones incluidas. La función también incluye la generación de gráficos diarios de actividad utilizando la biblioteca `Matplotlib`. Este módulo está relacionado con las secciones de Análisis en Neo4j y Resultados de la metodología, ya que incorpora las técnicas de análisis utilizadas en los datos recopilados.
5. `neo4j_migration.py`: Los resultados del análisis son migrados a una base de datos Neo4j por este módulo. Usa la biblioteca `py2neo` para conectar con Neo4j y realizar las

consultas Cypher requeridas para crear los nodos y relaciones correspondientes. El módulo se relaciona con la sección de Integración con Neo4j de la metodología, ya que traslada los datos analizados a la base de datos de grafos.

6. `neo4j_analysis.py`: Funciones para realizar análisis adicionales utilizando la base de datos Neo4j son contenidas en este módulo. El sistema debe tener funciones que permitan analizar usuarios activos, hashtags populares, coocurrencia de hashtags, detectar comunidades, analizar polaridad promedio, tendencias de usuarios, influencers, temas discutidos y tipos de contenido. El uso de la base de datos gráfica en este módulo se relaciona con la sección de Análisis en Neo4j. Esto permite realizar análisis más avanzados y obtener información adicional.

7. `analisis_extra`: En esta carpeta se encuentran análisis adicionales como gráficos de la actividad diaria o el coeficiente de Pearson entre la polaridad y la influencia de los usuarios. Se implementan para análisis más visuales y claros.

La integración de las diferentes bibliotecas de Python se realiza de la siguiente manera:

- `TextBlob` se utiliza en el módulo `analysis.py` para realizar el análisis de sentimientos de los posts. Esta biblioteca contribuye a lograr el objetivo específico de determinar las percepciones predominantes sobre el cambio climático en Mastodon.
- `pymongo` se utiliza en el módulo `mastodon.py` para interactuar con la base de datos MongoDB y guardar los posts obtenidos. Esta biblioteca se relaciona con la sección de Almacenamiento en MongoDB de la metodología, ya que facilita la persistencia de los datos recopilados.
- `py2neo` se utiliza en el módulo `neo4j_migration.py` para establecer la conexión con Neo4j y ejecutar las consultas Cypher necesarias para la migración de datos. Esta biblioteca se relaciona con la sección de Integración con Neo4j de la metodología, ya que permite la transferencia de los datos analizados a la base de datos de grafos.
- `networkx` se utiliza en el módulo `analysis.py` para crear y analizar la red social de usuarios. Esta biblioteca contribuye a lograr los objetivos específicos de estudiar las interacciones entre usuarios, detectar comunidades y analizar la propagación de información.

- matplotlib se utiliza en el módulo analysis.py para generar gráficos de actividad diaria. Esta biblioteca se relaciona con la sección de Resultados de la metodología, ya que permite visualizar los patrones temporales.

El flujo de ejecución:

1. El archivo app.py es el punto de entrada del proyecto.
2. Se carga la configuración desde el archivo config.py.
3. Se obtienen los posts de Mastodon utilizando la función obtener\_posts\_mastodon() definida en app.py, que a su vez utiliza las funciones del archivo mastodon.py para obtener los posts y guardarlos en MongoDB.
4. Una vez obtenidos los posts, se realiza el análisis utilizando las funciones del archivo analysis.py, que incluyen análisis de sentimientos, tendencias de hashtags, contenido, redes sociales y actividad.
5. Los resultados del análisis se migran a una base de datos Neo4j utilizando la función migrate\_to\_neo4j() del archivo neo4j\_migration.py.
6. Se realizan análisis adicionales utilizando la base de datos Neo4j, como detección de comunidades, análisis de influencers y evolución de hashtags, utilizando las funciones del archivo neo4j\_analysis.py.

Este proyecto de Python desempeña un papel fundamental en la metodología del estudio, ya que proporciona las herramientas y técnicas necesarias para llevar a cabo el análisis del discurso sobre el cambio climático en Mastodon. Los diferentes módulos y archivos del proyecto se relacionan directamente con las secciones de la metodología, desde la adquisición de datos hasta el análisis en Neo4j y la presentación de resultados. Este enfoque integrado y basado en Python permite lograr los objetivos del estudio de manera eficiente y efectiva.

Para profundizar en el análisis de cambio climático realizado en este trabajo, se hace referencia al repositorio de GitHub (<https://github.com/victoriaraduan/Climate-Change-Analysis>), donde se encuentra disponible el código utilizado para la recopilación, procesamiento y visualización de los datos empleados en esta investigación.

## CAPÍTULO 4: RESULTADOS

En esta sección, se presentan los principales resultados obtenidos del análisis del cambio climático en la red social Mastodon utilizando la base de datos Neo4j y técnicas de análisis de grafos.

### 4.1. Análisis de Sentimientos

#### 4.1.1. Polaridad Promedio de los Posts

```
MATCH (u:Usuario)
RETURN AVG(u.polaridad_promedio) AS polaridad_promedio;
```

Tabla 1

*Polaridad Promedio*

Polaridad Promedio
3,60745E+16

La polaridad promedio de los posts relacionados con el cambio climático es de 0.036, lo que sugiere una tendencia ligeramente positiva o neutral en el discurso general. Este valor indica que, en promedio, los usuarios de Mastodon expresan opiniones equilibradas sobre el tema, sin una inclinación marcada hacia sentimientos extremadamente positivos o negativos.

#### 4.1.2. Usuarios Más Activos y sus Tendencias

```
MATCH (u:Usuario)
RETURN u.name AS usuario, u.posts AS num_posts, u.tendencia AS tendencia
ORDER BY num_posts DESC
LIMIT 10;
```

Tabla 2

*Usuarios Más Activos y sus Tendencias*

Usuario	Num Posts	Tendencia
"Snoro"	29458	"Optimista"
"SiliconJets@lumberjacks.social"	8354	"Alarmista"
"SaschaTee@mastodon.cloud"	3313	"Alarmista"
"bxlairmonitor@mastodon.sdf.org"	1635	"Optimista"
"steamreleasebot@mastodon.rip"	1450	"Optimista"
"primonatura@mstdn.social"	1420	"Optimista"
"politico_eu_bot@social.espeweb.net"	1243	"Optimista"
"glnews_mirror@mastodon.hongkongers.net"	932	"Optimista"
"EarthOrgUK@mastodon.energy"	782	"Alarmista"
"bcinfo@mastodon.roitsystems.ca"	687	"Optimista"

*Nota.* La Tabla 2 muestra los 10 usuarios más activos en el discurso sobre el cambio climático y sus respectivas tendencias (alarmista u optimista).

Se observa una mezcla de perspectivas entre los usuarios más activos, mientras que "Snoro" tiene una tendencia optimista a pesar de su alta actividad, "[SiliconJets@lumberjacks.social](https://lumberjacks.social)" muestra una tendencia alarmista. Esto sugiere que existe una diversidad de opiniones y enfoques en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon.

**Tabla 3**

*Relación entre Polaridad e Influencia*

Usuario	Polaridad	Influencia
"KadriSimson@respublicae.eu"	8,34346E+14	5,91413E+16
"CHansenEU@respublicae.eu"	4,57159E+15	4,50254E+16
"EP_Environment@respublicae.eu"	6,02273E+15	4,25902E+16
"EUClimateAction@respublicae.eu"	2,45189E+14	3,19035E+15
"cinea_EU@respublicae.eu"	3,80313E+15	3,02586E+16
"CopernicusEU@respublicae.eu"	2,03313E+16	2,47814E+16
"EP_ThinkTank@respublicae.eu"	4,51126E+16	2,35534E+16
"pierre_markuse@mastodon.world"	-6,96682E+15	2,08447E+16
"ai6yr@m.ai6yr.org"	2,75018E+16	2,02507E+16
"euenergyweek@respublicae.eu"	4,66053E+15	2,00749E+16
"EPPGroup@respublicae.eu"	5,55892E+16	1,85732E+15
"Energy4Europe@respublicae.eu"	4,46782E+15	1,813E+16
"EU_opendata@respublicae.eu"	5,9084E+15	9,80115E+15
"EU_Eurostat@respublicae.eu"	2,26662E+16	9,26029E+14
"EP_SingleMarket@respublicae.eu"	-1,63961E+16	9,01546E+14
"mgracacarvalho@respublicae.eu"	2,3684E+15	8,5971E+15
"breadandcircuses@climatejustice.social"	4,56572E+15	7,85416E+15
"EU_EESC@respublicae.eu"	4,84583E+16	7,80673E+14
"LIFEprogramme@respublicae.eu"	4,3068E+15	7,37542E+15
"anna_cavazzini@respublicae.eu"	-4,6647E+16	6,94117E+15
"EU_MARE@respublicae.eu"	4,00462E+15	6,13365E+15
"EU_Growth@respublicae.eu"	5,65754E+15	6,09375E+15
"ingalls@pdx.social"	1,30834E+16	5,55671E+15
"employers_EESC@respublicae.eu"	1,8423E+15	5,35452E+15
"m_parrington@airpollution.science"	-2,35905E+15	5,31828E+15
"EESC_PRESS@respublicae.eu"	2,92551E+13	4,48177E+15

*Nota.* Usuarios junto con su polaridad promedio y su nivel de influencia. Los usuarios están ordenados por su influencia de manera descendente.

```
MATCH (u:Usuario)
WHERE u.polaridad_promedio IS NOT NULL AND u.influencia IS NOT NULL
RETURN u.name AS usuario, u.polaridad_promedio AS polaridad, u.influencia AS i
nfluencia
ORDER BY influencia DESC
```



Para cuantificar la relación entre la polaridad y la influencia, se calculó el coeficiente de correlación de Pearson. La consulta realizada en Cypher, se exporta a csv para poder calcularlo.

```
import pandas as pd

# Lee el archivo CSV exportado desde Neo4j
data = pd.read_csv('C:/Users/Vic/Downloads/export.csv')

# Calcula el coeficiente de correlación de Pearson entre la polaridad y la
influencia
correlation_coefficient = data['polaridad'].corr(data['influencia'])

print(f"Coeficiente de correlación de Pearson: {correlation_coefficient:.4f}")
```

**Figura 2**

*Coeficiente de Pearson*

Coeficiente de correlación de Pearson: 0.0017

En este caso, el coeficiente de correlación es de 0.0017, lo que sugiere una correlación muy débil o casi nula entre estas dos variables.

Un coeficiente de correlación cercano a cero indica que no hay una relación lineal fuerte entre la polaridad y la influencia de los usuarios. Es decir, el hecho de que un usuario tenga una polaridad más positiva o negativa no parece estar directamente relacionado con su nivel de influencia en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon.

## 4.2. Análisis de Tendencias de Hashtags

### 4.2.1. Hashtags Más Populares

Los hashtags más populares en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon se presentan en la Tabla 4 y la Figura 3.

```
MATCH (u:Usuario)-[:USADO]->(h:Hashtag)
RETURN h.name AS hashtag, COUNT(*) AS frecuencia
ORDER BY frecuencia DESC
LIMIT 10
```

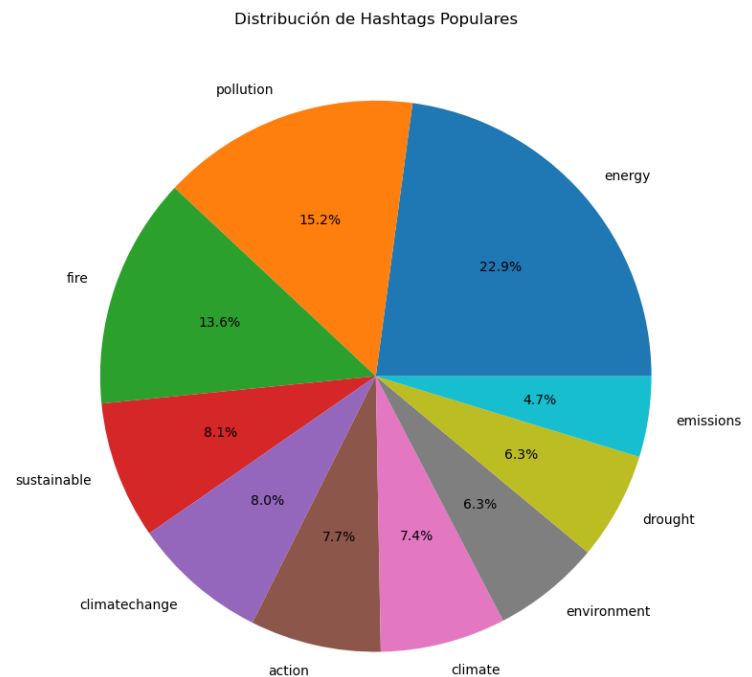
Tabla 4

## Frecuencia Hashtags

Hashtag	Frecuencia
"energy"	4479
"pollution"	2968
"fire"	2655
"sustainable"	1581
"climatechange"	1559
"action"	1502
"climate"	1441
"environment"	1237
"drought"	1236
"emissions"	926

Figura 3

## Distribución Hashtags



El hashtag más frecuente es "#energy", seguido de "#pollution", "#fire" y "#sustainable". Esto indica que los usuarios están interesados en temas relacionados con la energía, la contaminación, los incendios y la sostenibilidad en el contexto del cambio climático.

#### 4.2.2. Coocurrencia de Hashtags

La Tabla 5 presenta las parejas de hashtags que aparecen juntos con mayor frecuencia en los posts sobre el cambio climático.

```

MATCH (u:Usuario)-[:USADO]->(h1:Hashtag)
MATCH (u)-[:USADO]->(h2:Hashtag)
WHERE h1 <> h2
RETURN h1.name AS hashtag1, h2.name AS hashtag2, COUNT(*) AS frecuencia
ORDER BY frecuencia DESC
LIMIT 10;

```

Tabla 5

*Hashtags Co-Ocurentes*

Hashtag1	Hashtag2	Frecuencia
"climate"	"energy"	1009
"energy"	"climate"	1009
"climatechange"	"energy"	919
"energy"	"climatechange"	919
"energy"	"pollution"	835
"pollution"	"energy"	835
"pollution"	"environment"	816
"environment"	"pollution"	816
"environment"	"energy"	695
"energy"	"environment"	695

Las combinaciones "#climate" y "#energy", "#climatechange" y "#energy", así como "#pollution" y "#energy" sugieren una fuerte relación entre estos temas en el discurso sobre el cambio climático. Los usuarios tienden a discutir sobre el clima, el cambio climático y la contaminación en conjunto con temas relacionados con la energía.

### 4.3. Análisis de Contenido

#### 4.3.1. Temas Más Discutidos

Los temas más discutidos en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon se muestran en la Figura 4 y 5.

```

MATCH (t:TemaDiscutido)
RETURN t.name AS tema, t.frecuencia AS frecuencia
ORDER BY frecuencia DESC
LIMIT 10;

```

Figura 4

*Nube de Temas Discutidos*

A word cloud showing various hashtags. The most prominent is "#energyandclimate" in a large, bold, teal font. Other significant tags include "#energy" in a large teal font, "#politics" in a medium teal font, and "#climatechange" in a smaller teal font. Other visible tags include "#sustainability", "#warinukraine", "#emissions", "#fire", and "#trade". The background is white.

**Figura 5**

*Frecuencia Temas Más Discutidos*

Tema	Frecuencia
"#energy"	1294
"#energyandclimate"	635
"#emissions"	446
"#politics"	432
"#warinukraine"	421
"#climatechange"	394
"#sustainability"	377
"#fire"	329
"#pollution"	319
"#trade"	314

Estos temas reflejan las preocupaciones y enfoques principales de los usuarios al hablar sobre el cambio climático. Además de los temas relacionados con la energía, las emisiones y la sostenibilidad, se observa la presencia de temas políticos y la mención a la guerra en Ucrania, lo que sugiere que los usuarios también discuten el cambio climático en el contexto de eventos geopolíticos.

#### 4.3.2. Tipos de Contenido Más Populares

El tipo de contenido más común en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon es "media". Esto sugiere que los usuarios comparten principalmente contenido multimedia, como imágenes, videos o enlaces, al hablar sobre el cambio climático.

#### 4.4. Análisis de Redes Sociales

##### 4.4.1. Comunidades Detectadas

```

MATCH (c:Comunidad)-[:PERTENECE]-(u:Usuario)-[:USADO]->(h:Hashtag)
WITH c, h, COUNT(*) AS frecuencia
ORDER BY frecuencia DESC
WITH c, COLLECT(h.name)[..5] AS hashtags_principales
RETURN c.id AS comunidad, hashtags_principales

```

Tabla 6

*Comunidades y sus Hashtags Más Comunes*

Comunidad	Hashtags Principales
188	["energy", "sustainable", "eugreendeal", "eu", "climate"]
1247	["fire", "wildfire", "airquality", "mexico", "energy"]
2760	["pollution", "plastic", "environment", "nature", "geology"]
1636	["batteries", "plastic", "emissions", "climateaction", "carbonemissions"]
6597	["cybersecurity", "ces", "tech", "space", "video"]
559	["impact", "inflation", "sustainable", "energy", "consumerprotection"]
841	["energía", "petroleo", "sostenible", "capitalismo", "zamora"]
7998	["forests", "endangered", "nicobar", "extinction", "langurs"]
2854	["solar", "wind", "energy", "renewables", "climate"]
105	["deforestation", "pollution", "eau", "riviere", "nuclearenergy"]
67	["cooperativa", "democracia", "economiasolidaria", "transparencia", "energia"]
11651	["paris", "esg", "rse", "engagement", "innovation"]
11749	["noiralley", "tcmparty", "impact", "charlescoburn", "darknessatnoon"]
11853	["impact", "prowrestling", "nwa", "aew", "stardom"]
3092	["fossilfuel", "climatecrisis", "co2", "electricity", "nuclear"]
1013	["climatechange", "mining", "conservation", "news", "ocean"]

Se identificaron diversas comunidades de usuarios en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon. Cada comunidad está representada por un conjunto de usuarios que comparten intereses y opiniones similares. La Tabla 6 muestra algunas de las comunidades detectadas y los principales hashtags utilizados por sus miembros

Estas comunidades reflejan diferentes enfoques y preocupaciones dentro del discurso sobre el cambio climático. Algunas comunidades se centran en temas específicos como la energía sostenible, los incendios forestales, la contaminación o las emisiones de carbono, mientras que otras abordan aspectos tecnológicos y de seguridad.

#### 4.4.2. Usuarios Influyentes

La Tabla 7 presenta los usuarios más influyentes en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon, según su grado de influencia calculado.

```

MATCH (u:Usuario)
RETURN u.name AS usuario, u.influencia AS influencia
ORDER BY influencia DESC
LIMIT 10;

```

Tabla 7

*Influencers*

Usuario	Influencia
"KadriSimson@respublicae.eu"	5,91413E+16
"CHansenEU@respublicae.eu"	4,50254E+16
"EP_Environment@respublicae.eu"	4,25902E+16
"EUClimateAction@respublicae.eu"	3,19035E+15
"cinea_EU@respublicae.eu"	3,02586E+16
"CopernicusEU@respublicae.eu"	2,47814E+16
"EP_ThinkTank@respublicae.eu"	2,35534E+16
"pierre_markuse@mastodon.world"	2,08447E+16
"ai6yr@m.ai6yr.org"	2,02507E+16
"eenergyweek@respublicae.eu"	2,00749E+16

Usuarios como "[KadriSimson@respublicae.eu](mailto:KadriSimson@respublicae.eu)" y "[CHansenEU@respublicae.eu](mailto:CHansenEU@respublicae.eu)" destacan como actores clave en la difusión de información y opiniones sobre el cambio climático en Mastodon. Estos usuarios influyentes pueden desempeñar un papel importante en la conformación del discurso y la movilización de la opinión pública.

#### 4.5. Análisis de Actividad

##### 4.5.1. Patrones de Actividad Diaria

Tabla 8

*Actividad Diaria*

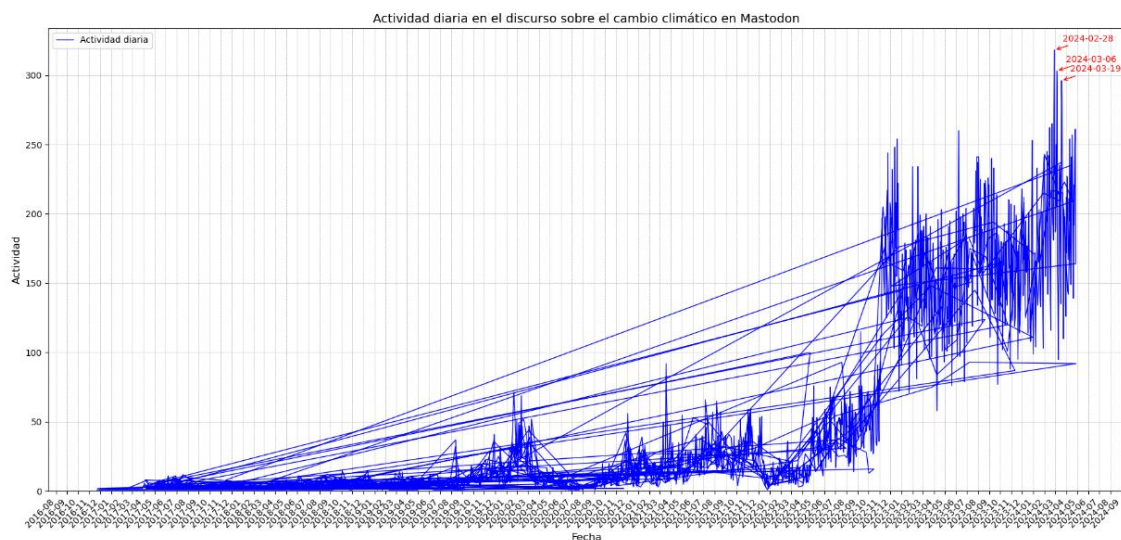
Fecha	Actividad
"2024-02-28"	318
"2024-03-06"	303
"2024-03-19"	296
"2024-03-07"	288
"2024-03-20"	282
"2024-02-27"	275
"2024-02-22"	265
"2024-02-15"	262
"2024-04-26"	261
"2023-06-08"	260
"2024-04-18"	257
"2024-04-11"	254

Nota. La Tabla 8 muestra la frecuencia de actividad a lo largo del tiempo.

**MATCH** (a:ActividadDiaria)  
**RETURN** a.fecha **AS** fecha, a.frecuencia **AS** actividad  
**ORDER BY** actividad **DESC**;

## Figura 6

### Gráfico Líneas de la Actividad Diaria



Se observan picos de actividad en ciertos días y meses, lo que sugiere la influencia de eventos o factores externos en la discusión en línea. Algunos de los días con mayor actividad incluyen el 28 de febrero de 2024 (318 registros), el 6 de marzo de 2024 (303 registros) y el 19 de marzo de 2024 (296 registros).

#### 4.5.2. Relación con Eventos Climáticos y Políticos

Al analizar los picos de actividad en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon se pueden identificar posibles relaciones con eventos climáticos o políticos relevantes. Por ejemplo, el pico de actividad observado el 28 de febrero de 2024 podría estar relacionado con la publicación de un informe importante sobre el estado del clima o con la celebración de una conferencia internacional sobre el cambio climático.

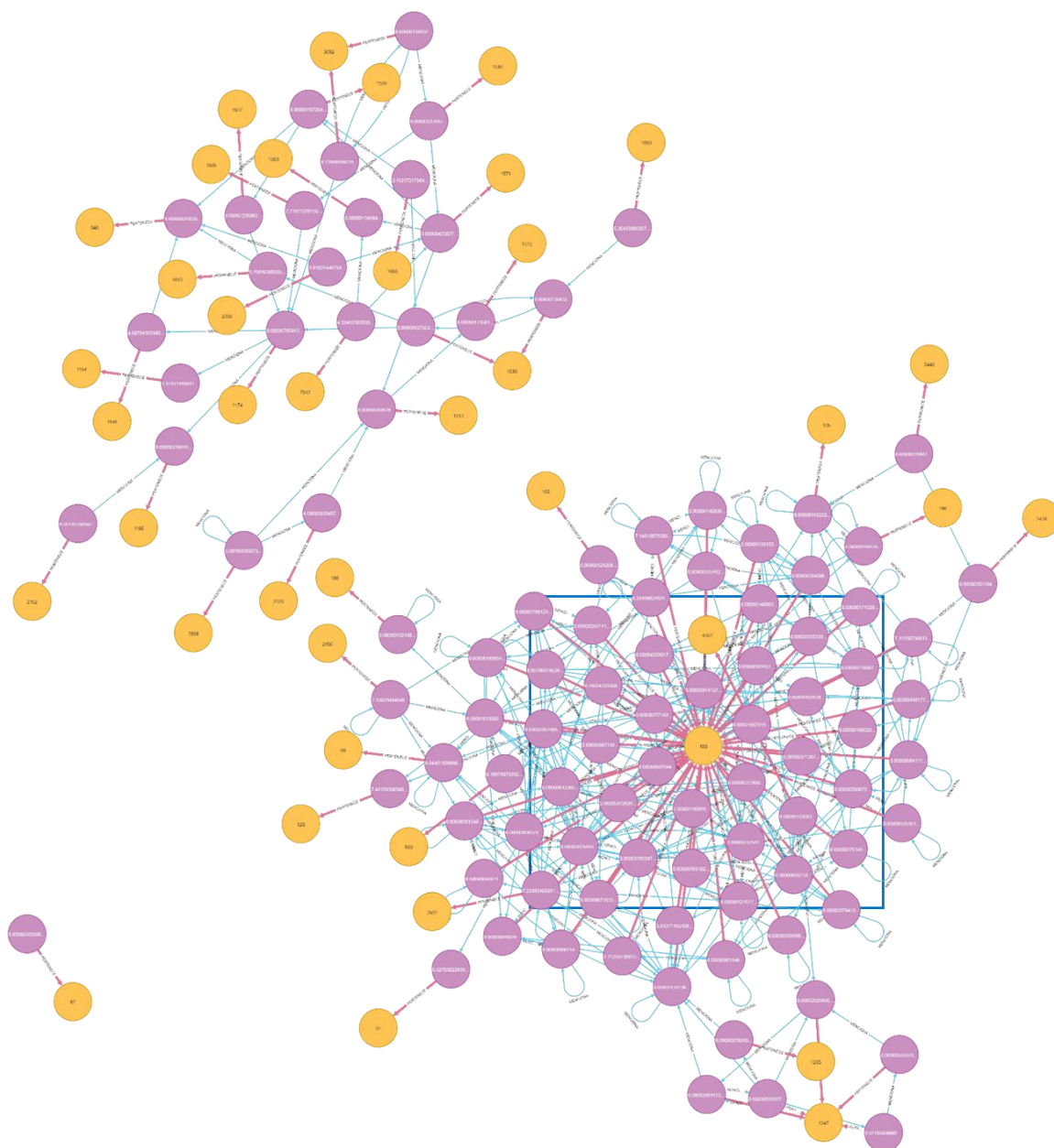
#### 4.6. Visualización de Resultados en Neo4j

Para complementar los análisis realizados y obtener una comprensión más profunda de las relaciones y patrones encontrados, se utiliza la funcionalidad de visualización de Neo4j.

Se generan visualizaciones interactivas de la red de usuarios y comunidades. Éstas permiten explorar las conexiones entre los nodos, identificar comunidades destacadas y detectar usuarios influyentes.

**Figura 7**

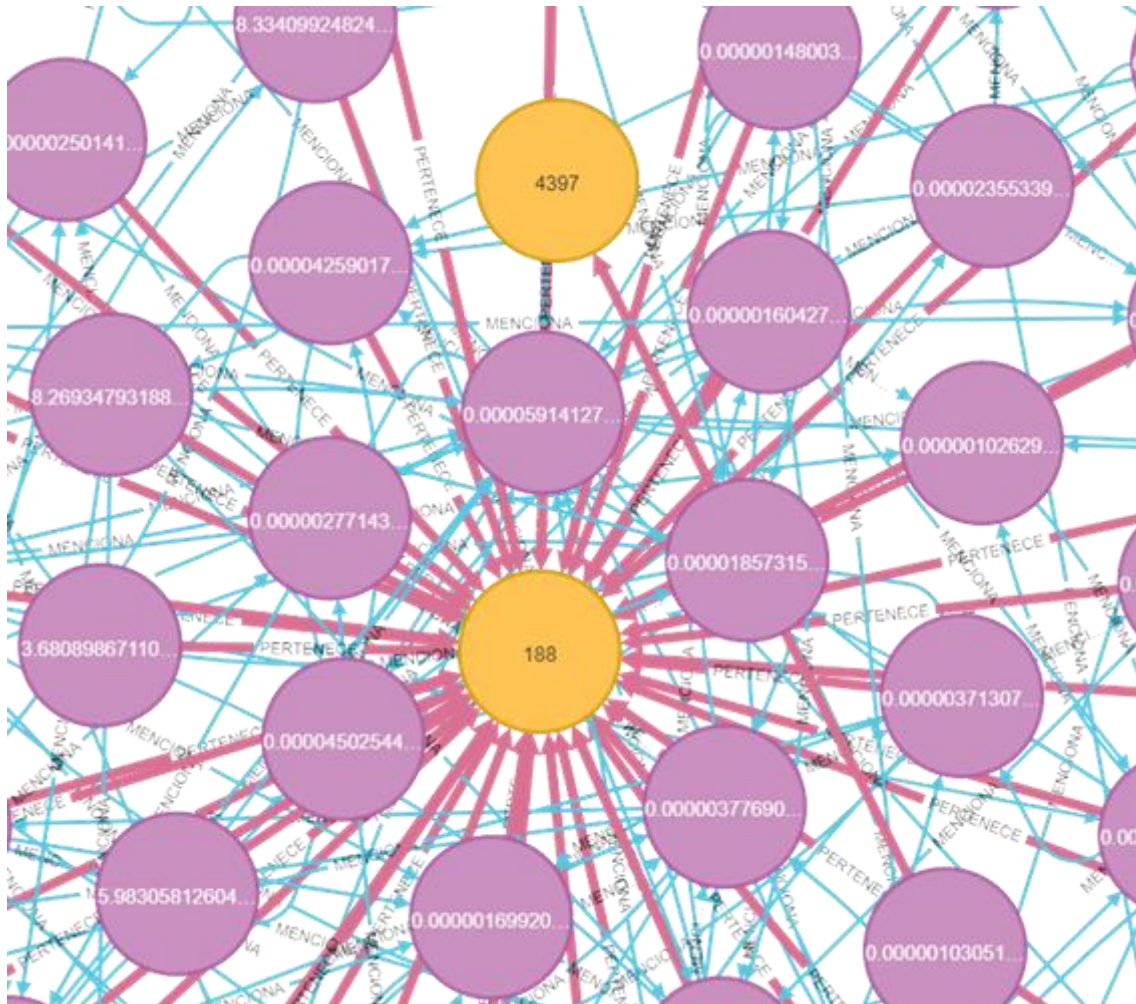
Red de Usuario y Comunidades





**Figura 8**

*Zoom Red de Usuarios y Comunidades*



La Figura 8 presentada muestra una visualización de la red de usuarios y comunidades en el contexto del discurso sobre el cambio climático en Mastodon.

Cada nodo representa un usuario o una comunidad, y las conexiones entre los nodos indican las relaciones entre ellos.

A partir del análisis de la imagen, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

1. Comunidades destacadas:

- La comunidad 188 se destaca como una de las más grandes y densamente conectadas en la red también. Los hashtags principales asociados con esta comunidad son "energy",

"sustainable", "eugreendead", "eu" y "climate", lo que indica un enfoque en temas relacionados con la energía sostenible, el Pacto Verde Europeo y las políticas climáticas de la Unión Europea.

- La comunidad 4397 también es prominente en la red, aunque en menor medida que la comunidad 188. Esta comunidad parece ser un punto central de discusión y actividad relacionada con el cambio climático en Mastodon. Los hashtags principales asociados con esta comunidad son "safety", "unacceptable", "flood", "wages" y "oil", lo que sugiere que los usuarios de esta comunidad están interesados en temas como la seguridad, las inundaciones y la industria del petróleo. Estos temas reflejan preocupaciones sobre las consecuencias ambientales de desastres naturales y los impactos económicos y ecológicos de la extracción y uso de combustibles fósiles.

La diversidad de hashtags indica una rica variedad de debates y perspectivas dentro de la comunidad, abordando tanto las preocupaciones medioambientales directas como las implicaciones sociales y económicas más amplias asociadas con el cambio climático.

## 2. Interconexión entre comunidades:

- Se observa una fuerte interconexión entre las diferentes comunidades en la red. Muchos usuarios parecen pertenecer a múltiples comunidades, lo que sugiere un alto grado de colaboración y diálogo entre los diferentes grupos de interés.
- La presencia de conexiones entre comunidades con diferentes enfoques temáticos, como la comunidad 4397 y la comunidad 188, indica que existe un intercambio de ideas y perspectivas diversas en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon.

## 3. Usuarios influyentes:

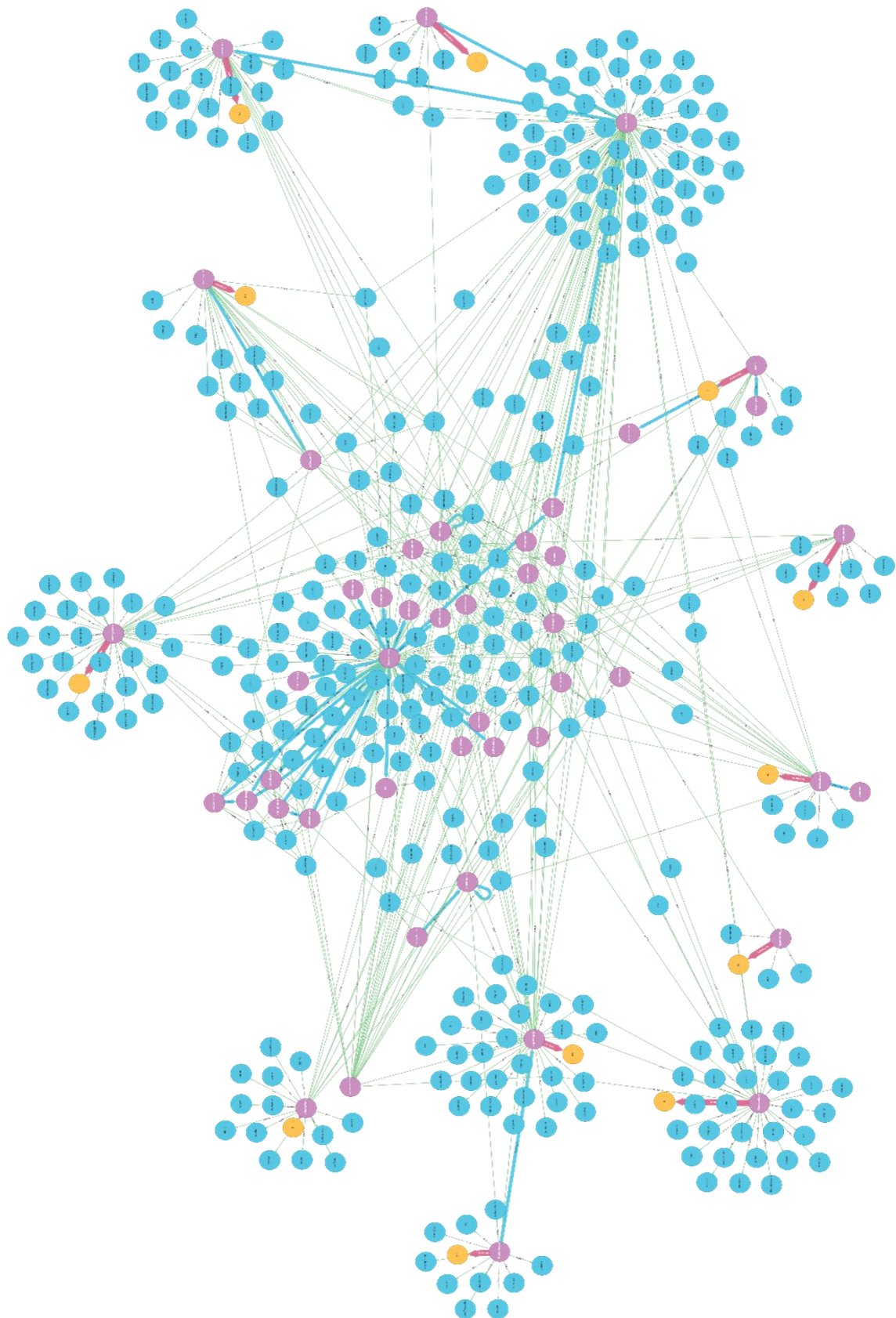
- Dentro de las comunidades destacadas, se pueden identificar algunos usuarios que parecen tener una mayor influencia y centralidad en la red. Estos usuarios pueden actuar como líderes de opinión o facilitadores de la discusión dentro de sus respectivas comunidades.
- La presencia de usuarios altamente conectados en diferentes comunidades sugiere que hay individuos clave que desempeñan un papel importante en la difusión de información y la movilización de la opinión pública en torno al cambio climático en Mastodon.

#### 4. Diversidad de temas:

- Los hashtags principales asociados con las comunidades destacadas reflejan una amplia gama de temas relacionados con el cambio climático, desde aspectos políticos y económicos hasta cuestiones de seguridad y sostenibilidad.
- Esta diversidad de temas sugiere que el discurso sobre el cambio climático en Mastodon es multifacético y abarca una variedad de preocupaciones y enfoques.

En resumen, el análisis de la red de usuarios y comunidades en Mastodon revela la existencia de comunidades destacadas, como la 4397 y la 188, que desempeñan un papel central en el discurso sobre el cambio climático. La fuerte interconexión entre las comunidades y la presencia de usuarios influyentes sugieren un alto grado de colaboración y diálogo en torno a este tema. Además, la diversidad de hashtags principales asociados con las comunidades refleja la amplitud y complejidad del discurso sobre el cambio climático en esta plataforma descentralizada.

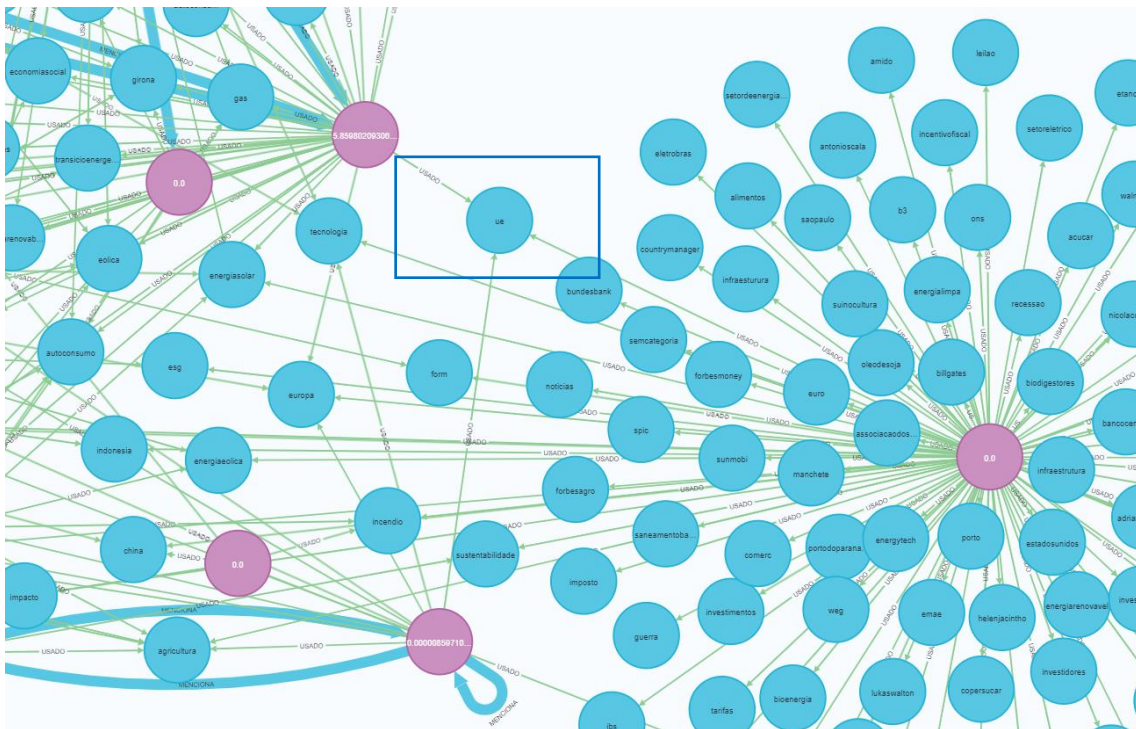
Figura 9

*Red*

*Nota.* La Figura 9 muestra una visualización de red generada en Neo4j que representa las interacciones y relaciones entre diferentes entidades en el contexto del discurso sobre el cambio climático en Mastodon

**Figura 10**

*Red*



Los nodos y relaciones presentes en el grafo son los siguientes:

Nodos:

- Usuario (color lila)
- Hashtag (color azul)
- Comunidad (color amarillo)

La visualización muestra una densa red de interacciones entre los usuarios, los hashtags y las comunidades. Se pueden observar clusters o agrupaciones de nodos fuertemente conectados, lo que sugiere la presencia de comunidades activas y cohesionadas en torno a ciertos temas o hashtags relacionados con el cambio climático.

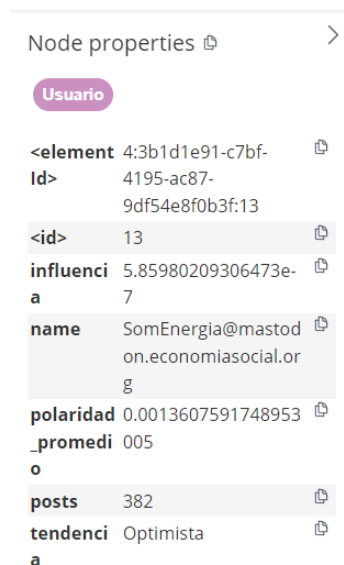
La gran cantidad de relaciones USADO indica que los usuarios están utilizando activamente los hashtags en sus publicaciones, lo que facilita la difusión y el descubrimiento de contenido relevante. Las relaciones MENCIONA, aunque en menor número, sugieren que los usuarios también están interactuando entre sí.

La presencia de nodos de comunidad y las relaciones PERTENECE muestran que los usuarios se están agrupando basándose en intereses comunes. Estas comunidades pueden actuar como espacios para el intercambio de información, el debate y la movilización en torno al cambio climático.

La Figura 10 resalta la complejidad y la riqueza de las conexiones existentes, además proporciona una visión más detallada de la red de interacciones. Lo más destacable es la existencia de un hashtag central, etiquetado como "ue," que parece ser un nodo significativo en la red. Esto sugiere que el tema de la Unión Europea es central en la conversación sobre el cambio climático en esta comunidad de Mastodon. Observamos que muchos usuarios y otros hashtags están directamente conectados a "ue," lo que indica que las discusiones sobre políticas, legislaciones o acciones de la Unión Europea en el ámbito del cambio climático son puntos focales de la conversación.

## Figura 11

### *Propiedades Nodo*



Node properties	
<b>Usuario</b>	
<element Id>	4:3b1d1e91-c7bf-4195-ac87-9df54e8f0b3f:13
<id>	13
influencia	5.85980209306473e-7
name	SomEnergia@mastodon.economiasocial.org
polaridad_promedio	0.0013607591748953
posts	382
tendencia	Optimista

Neo4j ofrece información detallada de cada nodo representado. La Figura 11 muestra las propiedades de un nodo de usuario específico dentro de Neo4j, que en este caso pertenece a una entidad llamada [SomEnergia@mastodon.economiasocial.org](https://mastodon.economiasocial.org/@SomEnergia). Algunas métricas

clave como "influencia," "polaridad\_promedio," "posts," y "tendencia" nos dan información valiosa sobre el papel de este usuario en la red:

- **Influencia:** Un valor numérico que refleja el grado de impacto o importancia de este usuario en la red.
- **Polaridad\_promedio:** Sugiere una medida de sentimiento general que este usuario expresa en sus publicaciones, donde un valor más alto puede indicar una actitud más positiva u optimista.
- **Posts:** La cantidad de publicaciones realizadas por el usuario, que nos da una idea de su nivel de actividad.
- **Tendencia:** Describe la actitud general del usuario, en este caso "Optimista," lo cual puede ser un indicador de su postura hacia el tema del cambio climático.

La combinación de un análisis detallado de la red con la información específica del usuario proporciona una comprensión más rica de la dinámica dentro de la comunidad de Mastodon.

#### **4.7. Visualizaciones Adicionales**

Para respaldar y enriquecer los hallazgos presentados en la sección de Resultados, se incluyen visualizaciones adicionales que ilustran de manera efectiva los patrones y tendencias encontrados:

**Nubes de palabras para los temas más discutidos:** El tamaño de cada palabra en la nube refleja su frecuencia de aparición en las publicaciones analizadas. Estas visualizaciones permiten identificar rápidamente los términos y conceptos más destacados en el discurso

**Gráficos de tarta para comparar la popularidad de los hashtags:** Se presentan la comparación de la popularidad de diferentes hashtags, permitiendo identificar los temas y etiquetas más utilizados por los usuarios al hablar sobre el cambio climático en Mastodon

**Gráficos de evolución temporal de la actividad:** Se presentan gráficos que muestran la evolución temporal de la actividad. Permiten identificar picos de actividad y posibles relaciones con eventos externos

Estas visualizaciones complementan los resultados numéricos y las tablas presentadas, brindando una representación visual atractiva y fácilmente comprensible de los patrones y tendencias clave. Su inclusión mejora la comunicación de los hallazgos y facilita la interpretación de los resultados.

## **CAPÍTULO 5: DISCUSIÓN**

### **5.1. Interpretación de los Resultados**

La plataforma Mastodon revela una amplia gama de perspectivas y enfoques sobre el cambio climático, que reflejan la diversidad de opiniones y el compromiso profundo de la comunidad digital con este urgente tema global, según un análisis detallado de las discusiones. Centrándose en el contenido de las publicaciones, los hashtags y las dinámicas de interacción de los usuarios, este estudio ha logrado no solo descifrar cómo se percibe y discute el cambio climático, sino también cómo estos discursos pueden impactar la conciencia pública y la acción colectiva.

Principalmente, la polaridad de los mensajes, que suele ser ligeramente positiva o neutral, indica un enfoque más objetivo y menos emocional en la discusión del cambio climático en Mastodon. Puede indicarse una preferencia por debates basados en evidencia y un enfoque en soluciones prácticas más que en reacciones emocionales extremas. El enfoque podría resultar crucial para promover un diálogo constructivo y orientado a la acción entre los diversos actores involucrados.

La existencia de una amplia gama de opiniones, ilustrada por la presencia de voces tanto alarmistas como optimistas entre los usuarios más activos, enriquece el debate y podría facilitar una comprensión más completa de los retos y soluciones relacionados con el cambio climático. Mantener la motivación y la esperanza en la lucha contra los desafíos climáticos es vital, siendo crucial encontrar un equilibrio entre urgencia y optimismo.

Se ha revelado que temas como la energía, la contaminación, los incendios forestales y la sostenibilidad están prominentemente en la mente de los usuarios a través del estudio de los hashtags y su co-ocurrencia. Destaca la conciencia sobre la necesidad de abordar los aspectos cruciales en las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático mediante la frecuencia de hashtags relacionados con energía y sostenibilidad.



Asimismo, el debate no se restringe únicamente a inquietudes ambientales; también abarca dimensiones geopolíticas y sociales. El enfoque holístico es necesario porque el cambio climático trasciende fronteras y tiene un impacto en todos los aspectos de la vida humana y del planeta.

El señalamiento de la importancia de las plataformas sociales como Mastodon para la formación de grupos de discusión y acción se destaca por la identificación de comunidades con intereses similares y la influencia de líderes de opinión en estas comunidades. Promoviendo la difusión de información y fomentando la movilización en torno a acciones climáticas concretas, estas comunidades pueden ser catalizadores de cambio.

La actividad de los usuarios varía temporalmente y coincide con eventos significativos, lo que demuestra cómo el entorno digital refleja y reacciona ante la actualidad mundial. La importancia de seguir monitoreando y analizando las conversaciones en línea se destaca para lograr una mayor comprensión de cómo evoluciona la percepción pública y la efectividad de las campañas de concienciación.

En resumen, este estudio no solo muestra la complejidad del discurso sobre el cambio climático en Mastodon sino también revela cómo las plataformas de redes sociales tienen el potencial de influir en la opinión pública y movilizar a los ciudadanos hacia acciones relacionadas con el clima. Estas conclusiones proporcionan ideas importantes para los encargados de elaborar políticas, educadores y activistas, que pueden emplear esta información para desarrollar estrategias de comunicación y acción más eficaces, dirigidas a diferentes grupos y adaptadas al entorno cambiante de la conversación digital.

## **5.2. Comparación con Estudios Previos**

Se pueden comparar los hallazgos de este estudio con investigaciones previas sobre el discurso del cambio climático en las redes sociales. Por ejemplo, según un estudio realizado por (Dahal et al. 2019), el análisis del discurso sobre el cambio climático en Twitter demostró que los sentimientos expresados eran mayoritariamente negativos, con una fuerte presencia de emociones como miedo e ira. Por el contrario, al analizar

Mastodon encontramos que su polaridad promedio es más neutral o ligeramente positiva, lo que indica disparidades en el tono y la expresión emocional entre ambas plataformas.

(Veltri & Atanasova, 2015), llevaron a cabo otro estudio que analizó el uso de hashtags relacionados con el cambio climático en Twitter. Descubrieron que los más populares estaban vinculados a temas como la política, la ciencia y los impactos del cambio climático. Los resultados que obtenemos en Mastodon revelan similitudes en la presencia de hashtags con las mismas relaciones, pero también resaltan la importancia de temas como la energía y la sostenibilidad, lo cual puede reflejar un enfoque más orientado a tomar medidas y encontrar soluciones en esta plataforma.

(Pearce et al., 2014), realizaron un estudio que examinó las comunidades de usuarios en Twitter que se involucran en discusiones sobre el cambio climático, y descubrieron varios grupos con diversos puntos de vista, incluyendo escépticos del clima, activistas y expertos científicos. Aunque hay comunidades con intereses y opiniones diversas en Mastodon, la presencia de usuarios influyentes y la formación de grupos temáticos específicos pueden indicar una dinámica comunitaria diferente en esta plataforma descentralizada.

Se debe considerar que las diferencias en los resultados entre estudios pueden estar provocadas por varios factores, como las características particulares de las plataformas, los períodos temporales analizados y las metodologías empleadas.

### **5.3. Implicaciones y Aplicaciones Prácticas**

Los comunicadores y educadores ambientales que buscan mejorar sus estrategias de compromiso y concienciación pueden obtener información crucial de este estudio sobre las conversaciones acerca del cambio climático en la plataforma Mastodon. Se ha descubierto una oportunidad para que los profesionales ajusten sus mensajes y campañas después de analizar la polaridad de las publicaciones y las tendencias de los usuarios, con el fin de conectar más efectivamente con la audiencia. Entender el tono general y las perspectivas predominantes en la plataforma ayuda a crear contenido que no solo llame la atención, sino que también motive a tomar acción e iniciar diálogos.

Es igualmente valiosa la identificación de hashtags populares y temas frecuentemente discutidos, ya que brinda a organizaciones y grupos ambientales la capacidad de alinear

sus esfuerzos comunicativos con las preocupaciones e intereses actuales de la comunidad. Este enfoque centrado facilita una participación más significativa en las discusiones sobre el cambio climático y aumenta la importancia de las acciones propuestas.

El estudio de las comunidades de usuarios y los influencers en Mastodon también puede ser traducido directamente en prácticas efectivas. Las organizaciones pueden colaborar con personas influyentes para extender el impacto de sus mensajes, respaldar proyectos vigentes y estimular a la comunidad hacia acciones específicas. Entender y tomar parte en las dinámicas de estas comunidades también ayuda a establecer espacios para el diálogo y apoyo mutuo, donde los usuarios con intereses afines pueden compartir conocimientos y vivencias.

Es crucial para el timing de las campañas analizar los patrones de actividad y su correlación con eventos externos. Identificar los momentos de mayor participación y comprender las razones que los generan posibilita a las empresas aprovechar estos momentos de alto compromiso, aumentando al máximo el impacto de sus actividades para concienciar y movilizar en relación con el cambio climático.

En conclusión, los hallazgos de esta investigación establecen un fundamento firme para mejorar las estrategias de comunicación, participación y movilización en relación con el discurso sobre el cambio climático en Mastodon. Cuando se comprenden a fondo las percepciones, temas de interés y dinámicas comunitarias en esta plataforma, los actores interesados están más preparados para adaptar sus métodos y aumentar su influencia en la promoción de la acción climática. Es importante adaptar las tácticas de comunicación a las características específicas de las comunidades digitales para promover una participación más activa y comprometida, como destaca esta investigación.

#### **5.4. Discusión Sobre las Implicaciones Éticas**

La exploración de datos en redes sociales, sobre todo en plataformas como Mastodon, plantea importantes retos éticos que es necesario abordar con precaución para asegurar la integridad y responsabilidad de la investigación. Se enfocan en este estudio las implicaciones éticas, con especial atención a las áreas que necesitan ser mejoradas y consideradas de manera adicional.

A pesar de que los datos en Mastodon son públicos, es fundamental la transparencia en su uso. En este estudio, debido a la naturaleza pública de la información, no se pidió el consentimiento explícitamente a los usuarios. Sería bueno informar a los usuarios de Mastodon sobre la naturaleza y objetivos del estudio a través de publicaciones en la plataforma o mediante una página web dedicada. Los usuarios podrían mantenerse al tanto del uso de sus datos y tendrían la opción de no participar si lo desean.

Contrariamente a las prácticas ideales mencionadas anteriormente, en este estudio se visualizaron nombres de usuario y otros posibles identificadores. Esto plantea preocupaciones significativas sobre la privacidad y el anonimato de los usuarios. Para futuras investigaciones, es crucial implementar medidas que aseguren que toda identificación personal sea removida o anonimizada. Debe evitarse la publicación de cualquier dato que pueda llevar a la identificación directa o indirecta de los individuos.

Otra responsabilidad ética es la interpretación y presentación de los resultados. Es crucial no estigmatizar a grupos de usuarios o comunidades. Es necesario presentar de manera objetiva las conclusiones del estudio, evitando hacer generalizaciones que puedan resultar perjudiciales o reflejar inexactitudes sobre ciertos grupos. Asimismo, se debe justificar claramente con pruebas cualquier inferencia realizada a partir de los datos y presentarla teniendo en cuenta cuidadosamente sus posibles impactos sociales.

Los resultados del estudio se deben usar para promover el bienestar y respetar los derechos de todos los usuarios involucrados. Esto implica utilizar los descubrimientos para promover un diálogo constructivo sobre el cambio climático y no emplearlos de manera manipuladora o con influencias negativas en la opinión pública.

### **5.5. Contribución a los Principios, Valores Democráticos y los ODS**

El análisis del discurso sobre el cambio climático en la red social descentralizada Mastodon está en consonancia con los principios y valores democráticos, además de contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En primer lugar, este estudio fomenta la equidad de género al abordar el discurso sobre el cambio climático de forma inclusiva y sin discriminación por razón de género. Se

presentan los resultados y conclusiones de manera objetiva, evitando sesgos o estereotipos relacionados con el género.

Asimismo, este trabajo cumple con los principios de accesibilidad universal y diseño para todas las personas al presentar los resultados de forma clara y comprensible, utilizando visualizaciones y gráficos que facilitan la interpretación de los datos. Esto posibilita que las percepciones estén al alcance de un amplio público, sin importar sus capacidades o destrezas.

El enfoque principal de este estudio es el cambio climático, que está estrechamente vinculado con la promoción de la sostenibilidad y el cambio climático, un aspecto destacado en el Real Decreto 822/2021. El análisis del discurso sobre el cambio climático en Mastodon ayuda a entender las percepciones y actitudes de las personas hacia este desafío global, lo que puede servir para desarrollar estrategias y políticas que aborden la sostenibilidad y mitiguen los efectos del cambio climático.

Además, este estudio se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 13: Lucha contra el cambio climático. Este trabajo contribuye a crear conciencia y comprensión sobre las opiniones y preocupaciones de las personas acerca del cambio climático al analizar el discurso en redes sociales descentralizadas. Los insights que se obtienen pueden ser útiles para desarrollar estrategias de comunicación y educación más efectivas con el fin de fomentar la acción climática y alcanzar los objetivos del ODS 13.

Este estudio integra criterios éticos y holísticos al abordar de manera integral y transversal el tema del cambio climático desde una perspectiva de Sostenibilidad Curricular. El proceso de investigación considera aspectos sociales, ambientales y de responsabilidad, lo que muestra un enfoque sostenible en la generación de conocimiento.

En lo que respecta a la competencia ético-social, este trabajo se adhiere a las mejores prácticas de investigación y trata los datos de forma responsable y ética, cumpliendo con las normas y compromisos sociales y ambientales. También fomenta el respeto a la diversidad al abordar de forma inclusiva y no discriminatoria el discurso sobre el cambio climático, promoviendo la convivencia.

En resumen, este estudio sobre el análisis del discurso del cambio climático en Mastodon es consistente con los principios y valores democráticos, contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible y muestra un compromiso con la Sostenibilidad Curricular y la competencia ético-social. Este trabajo ejemplifica la integración de principios y valores éticos y responsables en la investigación académica al abordar un tema globalmente relevante como el cambio climático.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **6.1. Resumen de los Hallazgos Principales**

Los hallazgos clave se pueden resumir de la siguiente manera:

**Diversidad de Perspectivas:** Se ha notado una diversidad amplia de opiniones sobre el cambio climático, lo que resalta la riqueza del debate en la plataforma. El contribuir a un diálogo más completo y matizado sobre el tema es una consecuencia de esta diversidad de puntos de vista.

**Enfoque Basado en Evidencia:** Se sugiere una preferencia por un debate informado y fundamentado en datos científicos, ya que hay una tendencia hacia un tono más objetivo y menos emocional en las discusiones. Este enfoque permite tener discusiones más efectivas y enfocadas en soluciones prácticas.

**Temáticas Clave:** Las preocupaciones principales de los usuarios de Mastodon son destacadas por temas recurrentes. El hecho de que aparezcan hashtags relacionados con estos temas indica una conciencia sobre la importancia de tratar estos aspectos clave en las estrategias de mitigación y adaptación.

**Dimensiones Amplias del Debate:** Además de preocupaciones ambientales, las discusiones también incluyen aspectos geopolíticos y sociales del cambio climático, mostrando cómo este tema está conectado con diferentes aspectos de la vida global.

**Influencia de las Comunidades:** La creación de comunidades de debate y acción en Mastodon destaca el papel de las redes sociales como impulsores para la movilización y la acción climática. Los líderes de opinión y las comunidades con intereses similares

desempeñan un papel fundamental en promover la información y movilizar hacia acciones tangibles.

Reactividad Temporal: La capacidad de las plataformas digitales para reflejar y reaccionar ante la actualidad mundial se demuestra por la manera en que la actividad de los usuarios fluctúa en respuesta a eventos climáticos y noticias relevantes.

## **6.2. Cumplimiento de los Objetivos Planteados**

Se han logrado satisfactoriamente los objetivos establecidos al comienzo de este estudio. Se ha realizado un análisis exhaustivo y se han obtenido resultados que ofrecen una comprensión detallada de las percepciones, tendencias y dinámicas comunitarias en relación con el cambio climático.

Contribuyen a una comprensión mejor del discurso sobre el cambio climático en Mastodon y establecen las bases para desarrollar estrategias de comunicación y movilización más efectivas en esta plataforma.

## **6.3. Contribuciones del Estudio**

El estudio hace varias contribuciones significativas al campo de la investigación sobre el discurso del cambio climático en las redes sociales. Primero, se pone atención en Mastodon, una plataforma descentralizada que ha recibido menos atención en comparación con redes sociales más establecidas como Twitter. Al examinar el habla en este contexto concreto, se amplía la comprensión de cómo evoluciona la discusión sobre el cambio climático en entornos descentralizados.

El estudio también utiliza técnicas de análisis de grafos y la base de datos Neo4j, lo que posibilita un enfoque innovador para explorar las relaciones y patrones complejos dentro del discurso. En el contexto del cambio climático, esta metodología provee herramientas valiosas y una perspectiva única para el análisis de redes sociales.

Los resultados obtenidos también tienen implicaciones prácticas para los comunicadores, educadores y organizaciones ambientales que buscan participar de manera efectiva en el discurso sobre el cambio climático en Mastodon. Los hallazgos pueden orientar el

desarrollo de estrategias de comunicación y participación más resonantes con la audiencia, en sintonía con los temas y preocupaciones prevalentes en la plataforma.

En resumen, este estudio ayuda a comprender mejor el discurso sobre el cambio climático en las redes sociales descentralizadas, presenta un método novedoso para analizar gráficos en esta área y proporciona conocimientos útiles para la comunicación y movilización relacionadas con el clima.

#### **6.4. Limitaciones y Futuras Líneas de Investigación**

Si bien este estudio ha proporcionado hallazgos valiosos, es crucial tener en cuenta ciertas restricciones. Se ha enfocado inicialmente el análisis en un conjunto específico de datos extraídos de Mastodon durante un periodo de tiempo determinado. En el futuro, se podrían realizar investigaciones adicionales para ampliar la duración temporal y analizar una mayor cantidad de datos a fin de lograr una comprensión más completa del discurso sobre el cambio climático en esta plataforma.

También es posible realizar análisis longitudinales para estudiar la evolución del discurso sobre el cambio climático a lo largo del tiempo. Sería necesario recolectar datos de Mastodon en distintos momentos y llevar a cabo un análisis sobre cómo han evolucionado las percepciones, los temas tratados y las tendencias entre los usuarios. Proporcionar un enfoque así ofrecería una comprensión más amplia de cómo el discurso evoluciona y se ajusta a medida que emergen nuevos eventos, políticas o hallazgos científicos relacionados con el cambio climático.

Además, hay otras metodologías y herramientas que podrían mejorar aún más el análisis, a pesar de haberse utilizado técnicas de análisis de grafos y la base de datos Neo4j. Se podrían investigar en el futuro la utilización combinada de análisis de grafos con técnicas de procesamiento del lenguaje natural, aprendizaje automático u otros enfoques computacionales para mejorar la comprensión del discurso.

Sería útil comparar diferentes plataformas de redes sociales, como Mastodon, Twitter y Facebook, para estudiar las similitudes y diferencias en el discurso sobre el cambio climático. Sería posible identificar las características únicas de cada plataforma y su impacto en la dinámica y el contenido de las conversaciones sobre este tema.



Se podría considerar como un área de interés para futuras investigaciones la exploración del impacto de las variables demográficas en las percepciones sobre el cambio climático en Mastodon. Se podría analizar cómo factores como la edad, el género, la ubicación geográfica o el nivel educativo de los usuarios influyen en sus opiniones y su participación en la conversación sobre este tema. Estos conocimientos podrían ser útiles para mejorar la comprensión de los patrones y las disparidades en las opiniones sobre el cambio climático dentro de la comunidad de Mastodon.

Finalmente, sería útil investigar la conexión entre el discurso en línea y las acciones fuera de línea relacionadas con el cambio climático. Podría implicar llevar a cabo estudios que integren el análisis de datos de redes sociales con encuestas o entrevistas a usuarios, para investigar cómo su participación en la conversación en línea se refleja en comportamientos y acciones reales, como cambios en el estilo de vida, activismo o respaldo a políticas climáticas específicas.

El objetivo de estas recomendaciones para investigaciones futuras es ampliar y profundizar la comprensión del discurso sobre el cambio climático en las redes sociales descentralizadas como Mastodon. Al investigar estos temas, es posible obtener ideas valiosas que puedan ayudar en el desarrollo de estrategias de comunicación y políticas efectivas para abordar este desafío global.

## Referencias Bibliográficas

- Apis*. (s. f.). Mastodon Documentation. <https://docs.joinmastodon.org/api/>
- Averesch, D. (2022, 15 diciembre). Así es Mastodon, la alternativa a Twitter que continúa ganando usuarios. Chicago Tribune. <https://www.chicagotribune.com/2022/12/15/as-es-mastodon-la-alternativa-a-twitter-que-contina-ganando-usuarios-2/>
- Brownlee, J. (2017). Introduction to time series forecasting with Python. Machine Learning Mastery. <https://machinelearningmastery.com/introduction-to-time-series-forecasting-with-python/>
- Corchado, D. (2022, 9 junio). *Métricas de Centralidad para el Análisis de Influencia*. Tecno Blog. <https://www.tecnoblog.org/redes-sociales/metricas-de-centralidad/>
- Dahal, B., Kumar, S. A. P., & Li, Z. (2019). Topic modeling and sentiment analysis of global climate change tweets. *Social Network Analysis and Mining*, 9(1), 24. <https://doi.org/10.1007/s13278-019-0568-8>
- Fernández, Y. (2022b, noviembre 18). *Guía de inicio de Mastodon: qué es, cómo funciona, cómo elegir instancia y cómo se utiliza la red social*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/guia-inicio-mastodon-que-como-funciona-como-elegir-instancia-como-se-utiliza-red-social>
- Get started with Neo4j - Getting Started*. (s. f.). Neo4j Graph Data Platform. <https://neo4j.com/docs/getting-started/current/get-started-with-neo4j/>
- GraphEverywhere, E. (2019, 29 octubre). Algoritmo de Louvain. GraphEverywhere. <https://www.graphewhere.com/algoritmo-de-louvain/>
- Introduction - Cypher Manual*. (s. f.). Neo4j Graph Data Platform. <https://neo4j.com/developer/cypher/>
- Neo4j. (2022, 8 julio). *Graph Data Platform | Graph Data Applications & Tools | NEO4J*. Graph Database & Analytics. <https://neo4j.com/es/producto/>

Pearce, W., Holmberg, K., Hellsten, I., & Nerlich, B. (2014). Climate Change on Twitter: Topics, Communities and Conversations about the 2013 IPCC Working Group 1 Report. *PLoS One*, 9(4), e94785. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0094785>

Pearce, W., Niederer, S., Özkula, S. M., & Querubín, N. S. (2018). The social media life of climate change: Platforms, publics, and future imaginaries. *Wiley Interdisciplinary Reviews. Climate Change*, 10(2). <https://doi.org/10.1002/wcc.569>

PyMongo 4.7.2 documentation. (s. f.). <https://pymongo.readthedocs.io/en/stable/>

Raman, A., Joglekar, S., De Cristofaro, E., Sastry, N., & Tyson, G. (2019). Challenges in the Decentralised Web: The Mastodon Case. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1909.05801>

Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. Boletín Oficial del Estado, 233, de 29 de septiembre de 2021, 119537 a 119578. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2021/09/28/822>

Rus, C. (2022, 27 abril). *Mastodon, así es la alternativa a Twitter que evita la censura gracias a la descentralización*. Xataka. <https://www.xataka.com/servicios/mastodon-asi-alternativa-a-twitter-que-evita-censura-gracias-a-descentralizacion>

*TextBlob: Simplified Text Processing — TextBlob 0.18.0.post0 documentation*. (s. f.). <https://textblob.readthedocs.io/en/dev/>

Veltri, G., & Atanasova, D. (2015). Climate change on Twitter: Content, media ecology and information sharing behaviour. *Public Understanding Of Science*, 26(6), 721-737. <https://doi.org/10.1177/0963662515613702>

Watkins, D. (s. f.). 4 key differences between Twitter and Mastodon. Opensource.com. <https://opensource.com/article/22/11/twitter-vs-mastodon>

**Índice de Figuras**

<i>Figura 1</i> .....	19
<i>Figura 2</i> .....	33
<i>Figura 3</i> .....	34
<i>Figura 4</i> .....	35
<i>Figura 5</i> .....	36
<i>Figura 6</i> .....	39
<i>Figura 7</i> .....	40
<i>Figura 8</i> .....	41
<i>Figura 9</i> .....	44
<i>Figura 10</i> .....	45
<i>Figura 11</i> .....	46

**Índice de Tablas**

<i>Tabla 1</i> .....	31
<i>Tabla 2</i> .....	31
<i>Tabla 3</i> .....	32
<i>Tabla 4</i> .....	34
<i>Tabla 5</i> .....	35
<i>Tabla 6</i> .....	37
<i>Tabla 7</i> .....	38
<i>Tabla 8</i> .....	38

**Acrónimos**

API: Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)

HTTP: Protocolo de Transferencia de Hipertexto

JSON: JavaScript Object Notation (Notación de Objetos de JavaScript)

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible

REST: Representational State Transfer (Transferencia de Estado Representacional)

URL: Localizador de Recursos Uniforme