

CAPÍTULO II

Análisis de la evolución del sentimiento hacia el cambio climático en España

Maria Alló*
Maria Loureiro

El cambio climático representa un desafío crucial para la sociedad actual, y es imperativo implementar políticas efectivas para combatirlo. Sin embargo, hay una carencia de datos actualizados sobre la percepción pública al respecto. Este estudio subraya la importancia de analizar la información de las redes sociales para entender la percepción social en tiempo real (*nowcasting*) sobre el cambio climático, empleando técnicas de procesamiento de lenguaje natural. De acuerdo al análisis de tuits recogidos entre 2019-2022 en España, nuestros resultados muestran un pico de preocupación climática en España en los meses posteriores al levantamiento del primer confinamiento en 2020, seguido de una leve mejoría, aunque aún por debajo de los niveles pre-COVID-19. Sin embargo, durante el período más extremo de la crisis del COVID-19, los datos demuestran que la preocupación por el cambio climático se relaja, mostrando evidencia en favor de la “hipótesis de la existencia de una reserva de preocupaciones finita” (Weber, 2006). En resumen, estos resultados ponen de manifiesto el aumento de la preocupación por la cuestión climática en España en el período evaluado, a pesar de la gran incidencia de la crisis sanitaria del COVID-19.

Palabras clave: cambio climático, sentimiento, redes sociales, PLN, España.

* Las autoras agradecen la financiación recibida por el proyecto *Economía del Cambio Climático: Vulnerabilidad y Políticas de Adaptación y Mitigación en España*, convocatoria RETOS 2019, referencia PID2019-111255RB-I00, que ha permitido articular la recogida de datos.

1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es uno de los grandes retos a los que se enfrenta la sociedad actual y sus consecuencias son cada día más evidentes. Según el Servicio de Cambio Climático Copernicus (C3S, 2023), el año 2023 se caracterizó por ser un año récord en cuanto a temperaturas registradas, siendo la media global de 14,98 °C, lo que lo convierte en el año más caluroso registrado desde que hay datos. Esta cifra es 0,17 °C superior al anterior récord, establecido en 2016. Además, la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera alcanzó un nuevo máximo histórico. Según la Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2023), la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera alcanzó los 421,3 partes por millón (ppm), lo que supone un aumento del 1,8 % respecto a 2022. Dichos datos confirman que el cambio climático es una realidad que está afectando al planeta de forma cada vez más severa.

Los eventos climáticos extremos, tales como las olas de calor, las sequías, las inundaciones y los incendios forestales también están aumentando en intensidad y frecuencia en países vulnerables, como por ejemplo, en España. En concreto, la ola de calor que afectó a Europa en el verano de 2023 fue especialmente grave en este país. Las temperaturas alcanzaron los 45 °C en algunas zonas, lo que provocó la muerte de cientos de personas. La sequía también fue un problema importante en España en 2023, en especial en la zona sur y mediterránea. Y los incendios forestales también fueron más frecuentes e intensos en este último año. En Galicia, por ejemplo, se produjeron más de 200 incendios forestales, que arrasaron miles de hectáreas de terreno. Estos eventos causan anualmente grandes pérdidas humanas y económicas, y evidencian la vulnerabilidad de las sociedades humanas al cambio climático.

La comunidad científica ha advertido sobre la necesidad de tomar medidas urgentes para frenar el cambio climático. A este respecto, la reciente cumbre del clima COP28 ha propuesto como objetivo inminente el reducir el consumo de combustibles fósiles, especialmente el carbón, que se eliminará de la generación eléctrica en 2030. Además, se destaca también la necesidad de reducir las emisiones en un 43 % hasta 2030, y un 50 % hasta 2035. Entre otras medidas, se promocionan también las energías renovables, que ya representan el 46,4 % de la generación eléctrica en España; además de mejorar la eficiencia energética, que reducirá el consumo de energía en un 30 % para 2030.

Ante la urgencia y rapidez necesaria para la exitosa adaptación y mitigación del cambio climático, las distintas administraciones e instituciones están elaborando medidas urgentes de mitigación y adaptación al mismo. Sin embargo, debido a su contexto y problemática de bien global, la adaptación climática solo será exitosa si involucra, cuando menos, a una gran parte de la sociedad. Por ello, se hace relevante entender las percepciones sociales hacia la cuestión climática.

En este sentido, los datos más recientes publicados por el Pew Research Center (2022) destacan cómo el cambio climático es considerado la principal amenaza a la que se enfrentan los territorios en un estudio realizado en 19 países. Por tanto, estas estadísticas muestran una preocupación pública hacia el cambio climático en Europa y en todo el mundo. Los datos

de estas estadísticas internacionales para España, reflejan tendencias similares. Por ejemplo, según datos del Eurobarómetro (2023) un 86 % de la población considera el cambio climático un problema muy serio (frente a un 81 % en 2021). Además, esta encuesta también muestra un amplio apoyo a medidas de acción climática, como la promoción de energías renovables, la reducción de emisiones y la adopción de políticas para combatirlo. Por otra parte, los datos del Pew Research Center (2022) muestran cómo alrededor del 78 % de los españoles consideran el cambio climático como una de las principales amenazas. Los resultados de la *European Social Survey* (ESS, 2020) también reflejan que el 55,2 % de la población estaba muy o extremadamente preocupada por el cambio climático en el año 2020. En resumen, tanto el Eurobarómetro, como los datos de la *European Social Survey*, así como, las encuestas del Pew Research Center sugieren que la preocupación hacia el cambio climático ha ido en aumento en España y en todo el mundo, con una creciente conciencia sobre la importancia de tomar medidas para enfrentar este desafío ambiental.

Las encuestas y estudios realizados en España también ofrecen resultados que están en línea con los obtenidos por las encuestas internacionales. Un estudio del Observatorio de la Sostenibilidad en España encontró que, aproximadamente, el 80 % de los encuestados consideraba que el cambio climático era un problema muy serio. En esta misma dirección apuntan los resultados de las encuestas llevadas a cabo por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS, 2023) y el Real Instituto Elcano (2019), que han reflejado niveles significativos de preocupación sobre este tema entre la población española. En particular, el Real Instituto Elcano (2019) ha indicado que los españoles perciben el cambio climático como la mayor amenaza a nivel mundial que sufre la población. Además, la última encuesta del CIS de diciembre 2023, pone de relieve que para el 7 % de la población española, el cambio climático es el mayor problema actualmente.

Estos estudios también han señalado un aumento en la sensibilización y la voluntad de apoyar medidas concretas para abordar el cambio climático, como la transición hacia energías renovables y la adopción de políticas ambientales más sólidas. Además, en España se han observado movimientos sociales y protestas que reflejan la preocupación y el deseo de acción con respecto al cambio climático, con una participación activa en marchas y campañas dirigidas a la concienciación y la exigencia de políticas más ambiciosas para combatir este problema.

Dada la magnitud y relevancia del proceso del cambio climático, es sorprendente que a día de hoy solo contemos con información esporádica recopilada por distintas instituciones, algunas ya comentadas, y que las encuestas nacionales no recojan de forma sistemática la importancia del clima en las preocupaciones ciudadanas y cómo estas están condicionando sus elecciones.

A este respecto, este trabajo presenta una fuente de datos alternativa, que consideramos, que tratada con el cuidado requerido y entendiendo sus limitaciones, puede ser muy útil, en tanto en cuanto nos facilita una comparativa de la evolución de la percepción ciudadana hacia la problemática climática. Esta información obtenida en redes sociales es analizada con

herramientas de procesamiento de lenguaje natural (PLN) basadas en *machine learning*, que de forma automática pueden tratar cantidades ingentes de texto y generar indicadores, tanto de polaridad de opiniones como de gradualidad de las mismas. Para tal fin, recogemos datos de la plataforma social Twitter (ahora conocida como X) entre 2019-2022, y vemos cómo han evolucionado las percepciones hacia el cambio climático en España durante este período. Los resultados más destacados hacen referencia a que la preocupación está aumentando y, por tanto, están en línea con las estadísticas anteriormente comentadas. Por otro lado, la crisis sanitaria del COVID-19 y, en concreto, el primer confinamiento que tuvo lugar en España supuso una caída en el nivel de preocupación. Sin embargo, desde el fin de ese primer confinamiento se recuperaron los niveles de preocupación e incluso el año 2020 fue, en media, el año con un mayor nivel de preocupación en el período 2019- 2022. Finalmente, este análisis del sentir de la población hacia el cambio climático empleando conjuntamente variables climáticas como son las temperaturas (en concreto, las temperaturas máximas) o la ocurrencia de eventos extremos parecen ser también importantes impulsores de este incremento de la preocupación de la población.

La estructura de este trabajo es la siguiente: a continuación, en la sección segunda, se ofrece una revisión bibliográfica, que aunque somera, centra el tema de los métodos aplicados; en la sección tercera, se comenta el aspecto de análisis de datos que describe las técnicas fundamentales basadas en PLN. A continuación, en la sección cuarta, se describe la base de datos recogida y objeto de análisis; mientras que los resultados obtenidos se presentan en la sección quinta. Finalmente, concluye resumiendo los hitos alcanzados además de indicar futuras nuevas áreas a tratar para superar las limitaciones encontradas (sección 6).

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La importancia del sentimiento se ha estudiado en la economía neoclásica y neokeynesiana de forma extensa, en variedad de aplicaciones. Algunos ejemplos relevantes son los trabajos del laureado Shiller (2017), que ha examinado cómo el relato y los sentimientos pueden influir en los mercados financieros, generando burbujas o situaciones de pánico, y cómo la irracionalidad puede apoderarse de los mercados (Baker y Wurgler, 2007). Algunos de sus trabajos muestran cómo los precios de los activos pueden divergir de los que resultarían tomando como base los fundamentos económicos de cada empresa, destacando, por lo tanto, el papel que juegan las emociones y las expectativas irracionales de los inversores. Hirshleifer *et al.* (2020) han investigado la influencia del sentimiento en la toma de decisiones financieras, contribuyendo al área de las finanzas conductuales, mostrando cómo las expectativas y el sentimiento condicionan la rentabilidad de distintos activos financieros. Desde la perspectiva del análisis macroeconómico, la literatura que relaciona el índice del sentimiento del consumidor y el gasto en consumo es muy extensa. Carroll *et al.* (1994) concluyen que dicha relación es muy significativa, encontrando que valores pasados del índice de confianza del consumidor por sí solos, pueden explicar aproximadamente el 14 % de la variación del crecimiento de los gastos personales de consumo en el período posterior a 1954 en EE. UU.

El campo del análisis de sentimiento ha experimentado recientemente un gran auge, debido fundamentalmente a la posibilidad de analizar grandes bases de datos de forma rápida y automática, gracias a distintas herramientas computacionales basadas en *machine learning*. A este respecto, la mayoría de los análisis de sentimiento se basan en el estudio del discurso o contenido vertido en memorándums, informes o dictámenes, en el caso del sentimiento experto (Born *et al.*, 2014) o en el estudio de periódicos y redes sociales, si consideramos el análisis del sentimiento más popular (Rosenberg *et al.*, 2023). En el ámbito de la economía ambiental, el análisis del sentimiento es un campo con un gran potencial, pues permite el análisis de gran cantidad de texto de forma masiva que puede ser usado como indicador del pulso u opinión y ser comparado entre países de forma simultánea (Hase *et al.*, 2021), o incluso un indicador del impacto de determinados eventos extremos recientes, tales como la crisis del COVID-19 (Evensen *et al.*, 2021), de los cuales no necesariamente existen datos previos u otras transacciones de mercado. Es por ello, que el análisis del sentimiento de las conversaciones sobre el cambio climático en las redes sociales de España nos parece especialmente relevante.

La literatura previa más reciente en lo que análisis de sentimiento se refiere aplicado a la problemática del cambio climático todavía no es muy extensa. Loureiro y Alló (2020) llevaron a cabo una evaluación sobre cómo se expresaron sentimientos y emociones hacia el cambio climático en redes sociales en el Reino Unido y España, encontrando que los mensajes en el Reino Unido relacionados con el cambio climático son menos negativos que en España. Baylis (2020) aplicó el análisis de sentimiento en el contexto de las conversaciones sobre el cambio climático en EE. UU. Los resultados mostraron un efecto negativo entre las temperaturas más altas y el sentimiento general expresado. De manera similar, Loureiro *et al.* (2022) utilizaron el análisis de sentimiento para analizar el impacto de los incendios forestales en la ciudadanía, encontrando una relación negativa entre distancias próximas, la calidad del aire y el humo en el sentimiento expresado.

En general, estos estudios sugieren que las preocupaciones hacia el cambio climático y las preferencias públicas por instrumentos políticos están conformadas por una amplia gama de factores, incluyendo percepciones sobre efectividad, equidad y costes relacionados. Al comprender estas preferencias, se pueden diseñar políticas climáticas que sean más propensas a ser aceptadas y apoyadas, y que puedan conducir a acciones relevantes para abordar este problema apremiante.

3. LAS TÉCNICAS DE PROCESADO DE LENGUAJE NATURAL (PLN)

El análisis de sentimiento es una técnica de procesamiento del lenguaje natural (PLN) que se utiliza para identificar y extraer información de textos. En términos generales, el análisis de sentimiento intenta determinar la actitud abiertamente declarada o subyacente con respecto a algún tema concreto. En este sentido, puede ofrecer una clasificación sobre la polaridad de un texto concreto, oración, o párrafo, donde se expresa un mensaje negativo, positivo o neutral. Este análisis de sentimiento se puede utilizar para una variedad de propósitos,

como por ejemplo, analizar las opiniones o percepciones sociales sobre temas candentes de interés, monitorear las tendencias sociales y de opinión, o ayudar a sintetizar opiniones y esto como ya se ha mencionado anteriormente, puede ayudar a las organizaciones a comprender el clima social y a identificar oportunidades o riesgos potenciales.

Existen dos enfoques principales para el análisis de sentimiento:

- Basado en reglas: este enfoque utiliza un conjunto de reglas predefinidas para identificar palabras y frases que se asocian con emociones positivas, negativas o neutras.
- Aprendizaje automático: este enfoque utiliza un algoritmo de aprendizaje automático para aprender a identificar las emociones en el texto.

El enfoque basado en reglas es más simple y eficiente, pero puede ser menos preciso que el aprendizaje automático. El aprendizaje automático es más complejo y requiere más datos de entrenamiento, pero puede ser más preciso en la identificación de emociones complejas.

En este capítulo, realizamos análisis de sentimiento utilizando las librerías de VADER (*Valence Aware Dictionary and Sentiment Reasoner*) (Hutto y Gilbert, 2014) y LabMT (*Language Assessment by Mechanical Turk*) (Dodds *et al.*, 2011). En ambos casos estamos usando diccionarios de análisis de sentimiento basados en reglas. Estos son una buena opción para el análisis de sentimiento de texto corto o conciso, como el de las redes sociales. Sin embargo, pueden ser menos precisos que los métodos basados en aprendizaje automático para el análisis de sentimiento de texto largo o complejo.

VADER es un modelo que analiza sentimientos basándose en reglas y léxico (tiene un conjunto de palabras con puntuaciones de sentimiento asignadas) y es sensible tanto a la polaridad como a la intensidad de la emoción. Es decir, nos permite identificar la polaridad de un texto, esto es, si el texto es positivo, negativo o neutral; pero también permite identificar la intensidad de la emoción expresada en el texto. Es especialmente útil para el análisis de datos que provienen de redes sociales dado que es capaz de entender el lenguaje coloquial, los emoticonos, y otras expresiones informales. Es decir, combina el uso de un diccionario de palabras junto con cinco heurísticas que tienen en cuenta la puntuación, el uso de mayúsculas, los modificadores de grado, el “pero”, la doble negación. La puntuación del sentimiento que nos proporciona oscila entre -1 y 1, siendo -1 una puntuación muy negativa, y 1 una puntuación muy positiva.

En el caso de LabMT, el análisis se basa en un diccionario que contiene 10.000 palabras con puntuaciones que indican el nivel de felicidad expresada y, que previamente han sido evaluadas por individuos a través de la plataforma Amazon Mechanical Turk. Por tanto, el procedimiento consiste en asignar a cada palabra una puntuación y, posteriormente, calcular un promedio para indicar el nivel de felicidad del texto. La puntuación que proporciona LabMT para cada texto oscila entre 1 y 9, siendo 1 un sentimiento muy negativo o triste, y 9 un sentimiento muy positivo o feliz.

En ambos casos, el interés es obtener un indicador de sentimiento general de cada uno de los mensajes (o valencia general). Este se obtiene agregando individualmente las puntuaciones individuales de cada palabra contenida en cada mensaje. A mayores, en el caso de VADER también se consideran las reglas heurísticas pertinentes, que enfatizan tanto el sentimiento positivo como negativo de las palabras individuales.

En este capítulo, utilizamos análisis de sentimiento para entender la evolución de las percepciones hacia el cambio climático en la sociedad española durante 2019-2022. Por tanto, recopilamos conversaciones de las redes sociales (en concreto Twitter) y, posteriormente, les aplicamos análisis de sentimiento. Consideramos que este tipo de análisis es interesante, dado que no existen estudios previos que analicen las percepciones hacia el cambio climático durante un período anterior y posterior a la crisis sanitaria del COVID-19 que, por un lado, se focalicen en el efecto del confinamiento y, por otro lado, utilicen los datos de las redes sociales para tal fin.

4. DATOS

Con el fin de llevar a cabo el análisis de sentimiento aplicado al estudio de la percepción del cambio climático, se recopilan las conversaciones geoetiquetadas de la red social Twitter (ahora conocida como X) en España durante el período 2019-2022. En concreto, se analizan los mensajes geoetiquetados recuperados a partir de una cadena de búsqueda booleana que contiene las siguientes palabras clave “cambio climático”, “incendios”, “inundaciones”, “sequía”, “calentamiento global”, “clima”, “huracán”, “tsunami”, “tornado”. La [figura 1](#) muestra la geolocalización de los tuits en el territorio y, como se puede observar se dispone de infor-

Figura 1.

Geolocalización de los tuits analizados



Fuente: Elaboración propia.

mación para todo el país. Los indicadores de sentimiento pueden generarse a nivel usuario, o bien a un nivel de agregación superior, considerando para ello las coordenadas de las distintas conversaciones.

Una vez recopilados los tuits, se procede a limpiar y procesar los datos para poder analizar las conversaciones. El primer paso requiere limpiar el texto, y eliminar la información no relacionada con el cambio climático. Por ejemplo, se eliminan los tuits relacionados con canciones, refranes, que aunque incluyen palabras como “temperatura”, “clima”, “calor”, es información que no está relacionada con el objeto de estudio. Tampoco se tienen en cuenta los “retuits” dado que son una repetición de otro tuit, es más, en el caso de que un tuit fuese una respuesta a otro tuit, se incluyeron ambos. Así, tras una primera limpieza, se procede a poner todo el texto en minúsculas, limpiar los acentos, eliminar las palabras vacías, obteniendo una base de datos final que contiene 2.932.421 tuits escritos durante el período 2019-2022.

Este conjunto de datos final contiene información sobre la fecha y hora en la que se escribe cada tuit, la ubicación desde la que se ha escrito (a través de las coordenadas geográficas), además del texto escrito. Posteriormente y, con objeto de analizar el sentimiento hacia el cambio climático, se procede con el cálculo de la puntuación de sentimiento para cada uno de los tuits. Es importante mencionar que los tuits se recogieron y analizaron en español, su idioma original, dado que los dos diccionarios empleados (VADER y LabMT) ya cuentan con versiones que permiten analizar directamente texto escrito en habla hispana. Así, a la base de datos inicial se le añade el sentimiento como una medida numérica.

Finalmente, y con el fin de explorar la posible relación entre el sentimiento expresado con referencia al cambio climático y variables climáticas importantes, se recogen datos de la temperatura máxima que estaba experimentando el usuario en el día y a la hora que estaba escribiendo el tuit (WeatherAPI, 2022). También se añade un indicador que refleja la intensidad de los eventos extremos relacionados con el cambio climático que tuvieron lugar en la zona desde la que se escribe el tuit. Estos eventos hacen referencia a los incendios, las olas de calor, las inundaciones o las sequías recopilados de la base de datos International Disaster Database (Guha-Sapir *et al.*, 2023). Sin embargo, y con el fin de incluir un número más amplio de eventos relacionados con el cambio en el clima, se recogieron otros fenómenos tales como borrascas (Celia, Armand, entre otras) o la intrusión de polvo sahariano en el mes de marzo de 2022 (estos son solo algunos ejemplos) a través de la herramienta de búsqueda de Google. Por consiguiente, hemos establecido un indicador que nos ayuda a discernir las áreas en España más impactadas por desastres derivados del cambio climático. Este indicador se relaciona potencialmente con las emociones y opiniones expresadas en las redes sociales sobre el mismo.

5. RESULTADOS

5.1. La temática de las conversaciones

Inicialmente, es fundamental plantearnos: ¿a qué nos referimos exactamente al hablar de cuestiones relacionadas con el cambio climático? ¿Cómo ha evolucionado este discurso

a lo largo del tiempo? El análisis de datos de las redes sociales nos permite identificar qué dinámicas hay detrás de estas conversaciones públicas. La **figura 2** nos muestra las nubes de palabras obtenidas para cada uno de los años de estudio. Como se puede observar, los tópicos más importantes tras estas conversaciones están relacionados con los desastres naturales: incendios, huracanes, tsunamis, sequías, inundaciones, y otros eventos extremos. Por tanto, de forma general, en redes sociales la población expresa fundamentalmente su preocupación por desastres/eventos extremos que afectan gravemente a las personas y a los territorios (Cody *et al.*, 2015). Además, tal y como se observa en la figura, este contenido no ha variado de forma significativa a lo largo de los años, puesto que las palabras más repetidas permanecen invariables.

Figura 2.

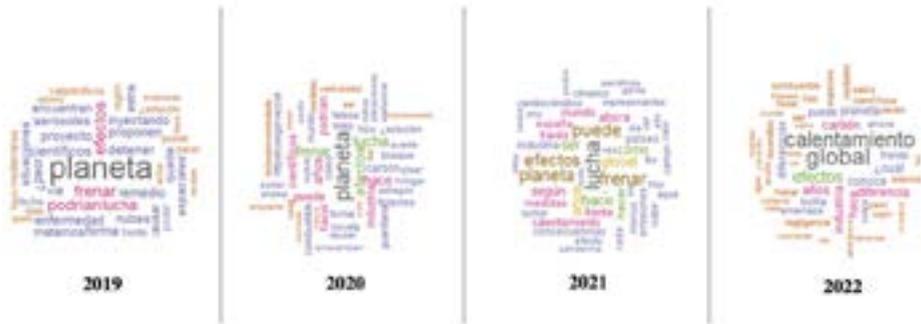
Nube de palabras 2019-2022



Fuente: Elaboración propia.

Si realizamos un análisis más detallado y nos centramos únicamente en las conversaciones que incluyen las palabras “cambio climático”, entonces sí se observa un cambio en el discurso de la población española a lo largo de estos cuatro años (**figura 3**). Mientras que en el año 2019 se hablaba de “planeta”, “efectos”, “frenar”, “lucha”; en el año 2020 aparecen palabras como “científicos” o “industria”, es decir, las nubes de palabras sugieren que la población empieza a considerar en sus conversaciones parte de las causas, así como también soluciones potenciales. El rasgo común es que en ambos años la palabra más frecuente es “planeta”. A partir del año 2021 domina la palabra “lucha”, por tanto, la sociedad parece estar más activa y concienciada acerca de la necesidad y la importancia de luchar contra el cambio climático. Esto sugiere que quizás la pandemia de la COVID-19 pudo ser un impulsor, marcando un punto de inflexión, en la preocupación acerca de este problema. Finalmente, analizando las conversaciones del año 2022, la palabra más frecuente es “calentamiento global”, por tanto, una vez más los datos sugieren un mayor nivel de concienciación de la sociedad y una mayor proactividad para, quizás adoptar medidas de lucha más contundentes. Drews *et al.* (2002) llevaron a cabo una encuesta en España antes y después de la pandemia del COVID-19, encontrando que el nivel de concienciación decrecía, pero el nivel de aceptabilidad de políticas aumentaba (los resultados después de la COVID-19 se referían a respuestas obtenidas en el mes de junio de 2020).

Figura 3.

Nube de palabras 2019-2022: cambio climático

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Evolución del sentimiento hacia el cambio climático: el efecto de la crisis sanitaria COVID-19

Las estadísticas disponibles actualmente sugieren un creciente nivel de concienciación y preocupación en la población respecto al cambio climático. No obstante, ¿qué revela el análisis del sentimiento expresado en las redes sociales sobre esta temática? Este enfoque nos permite explorar más allá de las cifras generales, adentrándonos en la comprensión profunda de las actitudes y emociones que la sociedad manifiesta digitalmente acerca del cambio climático.

El **cuadro 1** nos muestra la evolución del sentimiento en España, medido a través de dos diccionarios VADER y LabMT, hacia el cambio climático en los cuatro años de estudio. En ambos casos, cuanto mayor es la puntuación, mayor es el sentimiento, y nos indica que más "feliz" está el individuo que está escribiendo el texto. En primer lugar, cabe comentar que los datos se concentran en el centro de la escala para ambas medidas (un valor de 5 en LabMT representaría un sentimiento neutral, y niveles superiores a 5 indican un sentimiento más positivo), estos resultan así para España, pero para el resto de los países para los cuales tenemos datos se obtienen cifras similares. En el caso de LabMT disponemos de más fuentes para comparar los datos, por ejemplo, Dodds *et al.* (2015) publican datos del sentimiento de las conversaciones en general (sin centrarse en el tema del cambio climático) en diferentes idiomas (inglés, español, francés, entre otros) y las puntuaciones oscilan, en general, entre un 5.6 y un 6.3. En segundo lugar y a la vista de los datos, el año 2020 es el año con menor sentimiento, por tanto, mayor preocupación hacia el cambio climático y todos sus efectos. Los años 2021 y 2022 muestran un nivel de sentimiento mayor al del año 2020, sin embargo, en ningún caso superior al nivel del año 2019. Los resultados están en línea con las estadísticas anteriormente mencionadas y confirman que el nivel de preocupación habría aumentado con el paso de los años. También en cierta medida, los resultados obtenidos producen evidencia acerca de la existencia del *finite pool of worry hypothesis*, esto es, la reserva limitada del número de preocupaciones, por las que el ser humano tiende a priorizarlas para sobrevivir y ganar calidad de vida (Weber, 2006; Evensen *et al.*, 2021), igual que ha sucedido en otros países europeos.

Cuadro 1.

Evolución del estimador de sentimiento hacia el cambio climático empleando LabMT y VADER

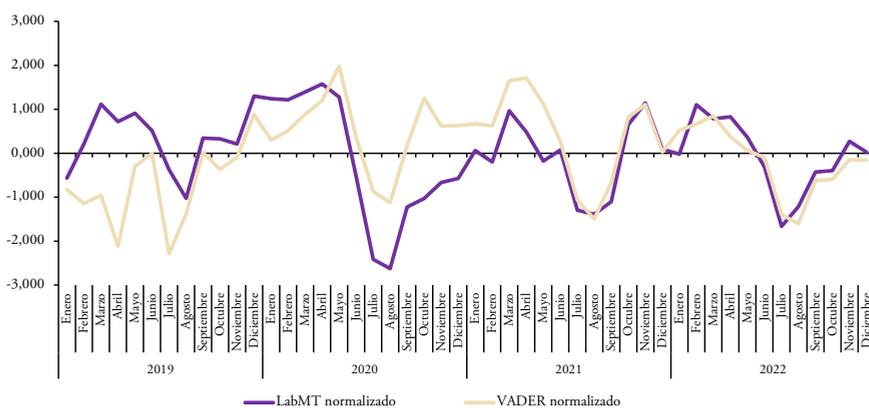
Año	LabMT	VADER
2019	5.768	-0.035
2020	5.731	-0.004
2021	5.741	-0.006
2022	5.742	-0.021

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de analizar el efecto de la pandemia, estudiamos más en detalle la evolución mensual del sentimiento. La **figura 4** nos muestra los resultados detallados y nos permite concluir que durante el confinamiento que comenzó el 14 de marzo de 2020 y terminó el 21 de junio de 2020 en España, el nivel de sentimiento de la sociedad española en conversaciones sobre cambio climático aumentó, es decir, las conversaciones sobre cambio climático eran “más felices”. Sin embargo, ya en el mes de junio de ese año el sentimiento cae indicando un incremento en el nivel de preocupación, una vez se termina el confinamiento (esto se confirma para las dos medidas analizadas). Estos resultados se alinean razonablemente con el contexto social durante el período de confinamiento. Durante esta fase, las discusiones sobre el cambio climático en la sociedad eran menos preocupantes, probablemente debido a la priorización de asuntos más inmediatos como la salud pública y las preocupaciones económicas. Sin embargo, es importante destacar que, paralelamente, la sociedad tomó conciencia de los

Figura 4.

Evolución del estimador de sentimiento



Fuente: Elaboración propia.

efectos positivos en el medio ambiente derivados de la reducción de la actividad económica, dado que al finalizar el período de cierre la preocupación se incrementó. Esta observación sugiere que, una vez levantadas las restricciones, pudo haber un creciente reconocimiento y sensibilización respecto a la importancia del cambio climático y la necesidad de adoptar medidas pertinentes.

Con el fin de profundizar en estas diferencias antes, durante y después del confinamiento, vamos a analizar más en detalle si existen diferencias estadísticamente significativas entre los índices de sentimiento estimados. El **cuadro 2** nos muestra las medias para las dos medidas consideradas (VADER y LabMT), observando cómo durante el confinamiento la puntuación de sentimiento es mayor, es decir, en media, la preocupación durante el período de principal restricción fue menor que durante el período anterior y posterior. Esto se ha puesto de manifiesto en varios estudios internacionales, mostrando evidencia a favor de la reserva limitada de preocupaciones.

Cuadro 2.

El sentimiento hacia el cambio climático antes, durante y después del COVID-19

Durante: período de confinamiento 14/03-21/06/20

	LabMT	VADER
Antes	5.778	-0.019
Durante	5.831	0.013
Después	5.712	-0.016

Fuente: Elaboración propia.

Con el fin de testar si hay diferencias significativas entre los tres grupos considerados, realizamos la prueba de Kruskal-Wallis (1952)¹. Empleamos esta estadística no paramétrica dado que no se cumplen los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, además de que estamos analizando dos variables de sentimiento ordinales. La hipótesis nula es que no existen diferencias significativas entre las medianas de los tres grupos y la hipótesis alternativa es que al menos en un grupo difiere significativamente de los demás. Por tanto:

$$H_0: \mu_{\text{antes}} = \mu_{\text{durante}} = \mu_{\text{después}} \quad [1]$$

$$H_1: \text{No todas las medianas } \mu_i \text{ son iguales} \quad [2]$$

donde μ_{antes} , μ_{durante} y $\mu_{\text{después}}$ representan las medianas del sentimiento antes, durante y después del confinamiento, respectivamente.

A la vista de los resultados del **cuadro 3**, sí existen diferencias estadísticamente significativas entre al menos uno de los grupos.

¹ Se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para analizar las diferencias entre grupos dadas las características de los datos, a pesar de que en el capítulo se comentan las medias, debido a la presencia de valores extremadamente bajos que resultaron en una mediana igual a cero en algunos grupos.

Cuadro 3.**Resultados de las pruebas de Kruskal-Wallis para LabMT y VADER**

<i>Variable</i>	<i>Estadístico Chi-Cuadrado</i>	<i>Valor p</i>
<i>LabMT</i>	2533.6	< 0.001
<i>VADER</i>	666.22	< 0.001

Fuente: Elaboración propia.

Seguidamente y con el fin de identificar en cuáles de los grupos existen dichas diferencias, realizamos las pruebas post-hoc. En concreto, se utiliza la prueba Dunn-Bonferroni (Dunn, 1961). Los resultados muestran que las diferencias son estadísticamente significativas entre los tres grupos analizados. Por tanto, confirmamos que el nivel de preocupación por el cambio climático disminuyó durante el período de confinamiento; sin embargo, una vez finalizada la restricción, el nivel de preocupación aumenta y sigue en el año 2022 en niveles superiores a los del año 2019.

Cuadro 4.**Resultados de las pruebas post-hoc para LabMT y VADER**

	<i>LabMT</i>	<i>VADER</i>
Antes vs. después	< 0,001	< 0,001
Durante vs. después	0,000	< 0.001

Fuente: Elaboración propia.

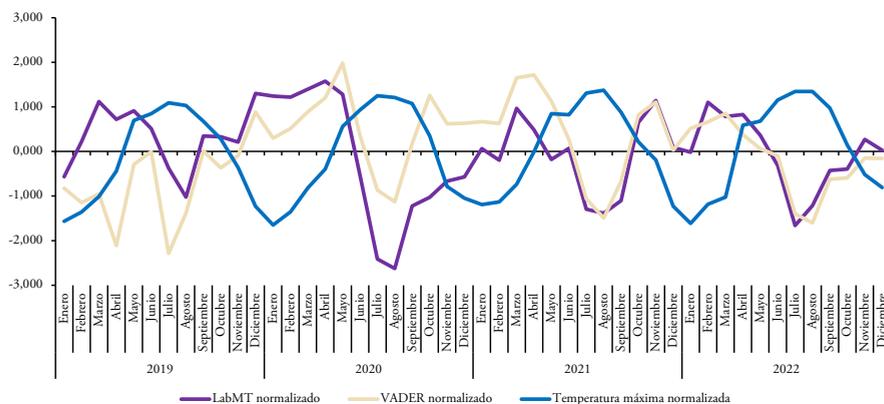
5.3. La evolución del sentimiento: las temperaturas máximas y los eventos extremos

Para profundizar en el estudio sobre la percepción del cambio climático, ahora nos enfocamos hacia el impacto potencial de las temperaturas máximas y los eventos climáticos extremos. Esta línea nos permitirá evaluar cómo estos factores ambientales específicos pueden influir en la opinión pública y en la sensibilización hacia el cambio climático. En la [figura 5](#) se presenta la evolución del sentimiento empleando los dos diccionarios ya comentados, así como también la evolución de las temperatura máximas (medias mensuales) (las variables están normalizadas para que la media sea 0 y la desviación estándar 1, favoreciendo así la comparación). Dado que tenemos datos desagregados del sentimiento por individuo, lo que aquí se presenta es el sentimiento agregado a nivel de país y lo mismo sucede con las medias de la temperatura. Tres cuestiones son destacables: 1) las dos medidas empleadas siguen una tendencia similar; 2) en general, se detecta un incremento del nivel de preocupación (caída del sentimiento), es decir, las puntuaciones o los indicadores de sentimiento de LabMT y VADER parecen seguir una tendencia decreciente; 3) durante los meses de verano el nivel de preocupación aumenta de forma considerable. En concreto, los meses de julio y agosto marcan los mínimos de sentimiento, es decir, serían los niveles más altos de preocupación. Este último resultado coincide justamente con los picos de más calor, es decir, los

máximos de las temperaturas se producen en los meses de verano. Por tanto, es probable que la percepción de la sociedad sobre el aumento de las temperaturas esté contribuyendo a una mayor conciencia del peligro que representa el cambio climático. Este resultado está en línea con el obtenido por Baylis (2020) para EE. UU. En el caso de VADER se observa un máximo del indicador de sentimiento muy claro en los meses de inicio del COVID-19 y confinamiento, lo cual, esta medida parece haber detectado, en mayor medida, que las conversaciones sobre cambio climático en este período eran mucho menos preocupantes; sin embargo, a partir del mes de mayo el sentimiento comienza a caer, lo que implica que la preocupación vuelve a aumentar.

Figura 5.

Evolución del sentimiento y de la temperatura máxima promedio

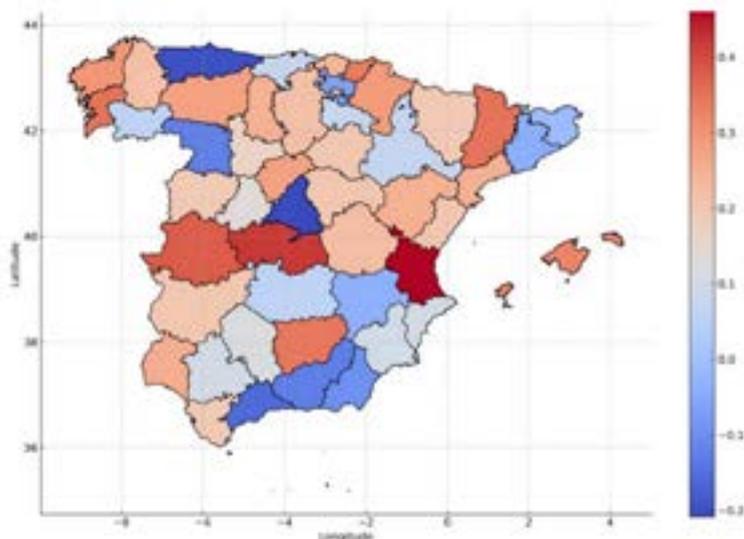


Fuente: Elaboración propia.

Para ahondar en la relación entre las temperaturas máximas y el nivel de sentimiento, la figura 6 muestra la correlación entre ambas variables a nivel de provincia y una media agregada para los cuatro años de estudio (se representa únicamente la medida obtenida con VADER por razones de simplicidad). Los colores más oscuros indican un mayor nivel de correlación, siendo los colores azulados los que indican una correlación negativa y los colores más rojizos una correlación positiva. A la vista de la figura, se evidencia cómo Madrid o las provincias situadas más al sur, incluso zonas más al norte como Asturias (con gran número de incendios forestales), Ourense (zona que sufre altas temperaturas) muestran una mayor correlación negativa, es decir, a temperaturas más altas, mayor nivel de preocupación, por tanto, menor sentimiento.

La figura 7 ilustra la evolución de la percepción pública sobre el cambio climático en distintas regiones climáticas, definidas estas desde una perspectiva tradicional. Esto es, el clima oceánico comprende las CC. AA. de Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco. En el caso del clima mediterráneo estamos teniendo en cuenta a Extremadura, Andalucía,

Figura 6.

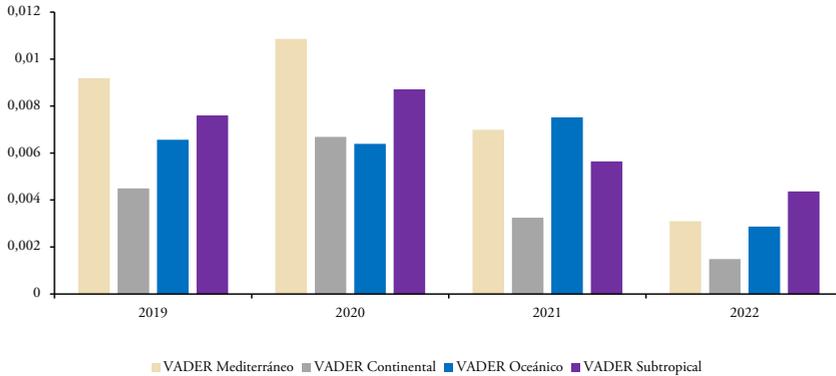
Correlación entre el sentimiento medido con VADER y la temperatura máxima promedio

Fuente: Elaboración propia.

Comunidad Valenciana, Cataluña e Islas Baleares. Las zonas de Castilla-La Mancha, Castilla y León, Aragón, La Rioja y Navarra se encuadrarían en el clima continental, mientras que las Islas Canarias conformarían las áreas de un clima subtropical. En los últimos años y a consecuencia de los cambios en los patrones climáticos, las zonas climáticas tradicionales son cada más difusas. Por ejemplo, Del Río *et al.* (2005) señalaron cómo en el caso de Castilla y León, los cambios detectados permitían establecer un clima más oceánico que continental en esta zona. En este sentido y a la vista de la [figura 7](#), se detecta que las zonas con un clima continental son las que representan un menor nivel de sentimiento con respecto al resto de áreas (es decir, muestran un mayor nivel de preocupación). Y una vez más, se observa cómo, si comparamos el nivel de sentimiento a lo largo de estos cuatro años de estudio, en general, ha decrecido, lo que nos indica que la población española está cada vez más preocupada por el cambio climático. En concreto, se observa cómo la zona con un clima mediterráneo es la zona donde el nivel de preocupación se ha incrementado de forma más considerable (mayor caída del nivel de sentimiento).

El segundo factor que nos parece interesante estudiar es el papel que juegan los eventos extremos como consecuencia del cambio climático en la opinión pública. A este respecto, la [figura 8](#) muestra la correlación existente entre los eventos extremos y el nivel de preocupación (el sentimiento) a nivel provincial durante los años analizados en este trabajo. Es importante destacar que, en el caso de los desastres puede haber retardos, dado que

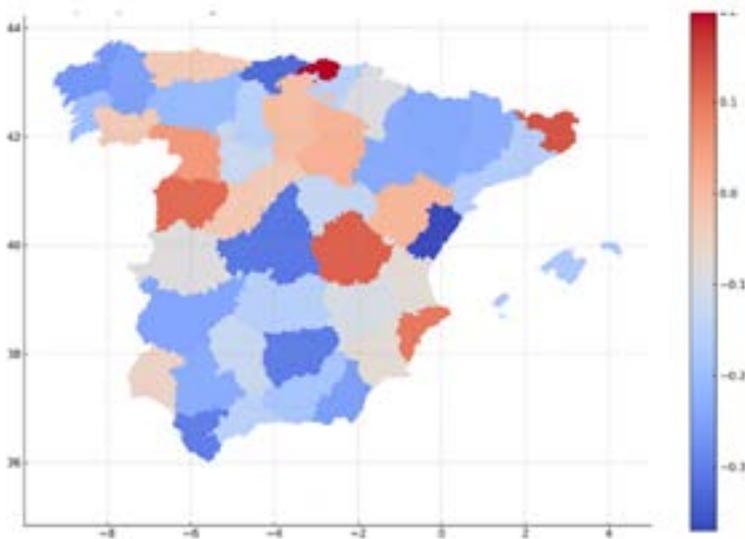
Figura 7.

Evolución del sentimiento según las regiones climáticas tradicionales (VADER)

Fuentes Elaboración propia.

la sociedad puede estar escribiendo acerca de un episodio días o incluso meses posteriores al acontecimiento del mismo. En este caso, con el fin de reflejar los eventos extremos se recopila información de las zonas que sufrieron desastres relacionados con el clima (olas

Figura 8.

Correlación entre el sentimiento medido con VADER y los desastres climáticos

Fuente: Elaboración propia.

de calor, incendios, borrascas, etc.) en los años de estudio, tal y como ya se comentado previamente. Por tanto, lo que se tiene en cuenta es un indicador que nos identifica el grado de afectación de las provincias españolas por desastres climáticos junto con el sentimiento medio agregado para cada provincia. Analizando esta figura, hay que tener en cuenta que los colores azulados, representan una relación negativa entre ambos indicadores, siendo esta relación más fuerte cuanto más oscuro es el color. Los colores más rojizos nos mostrarían una relación positiva (que en ningún caso es estadísticamente significativa) y los colores grisáceos nos mostrarían ausencia de correlación. Así, en general, encontramos una relación negativa entre ambas variables, destacando una mayor correlación negativa en provincias como Madrid (zona que en los últimos años ha sufrido un incremento considerable de las temperaturas, temporales como Filomena, etc.), Asturias o Galicia (zonas que en los últimos años han sufrido un incremento en el número de incendios, así como de la severidad de los mismos, u olas de calor, entre otros).

Para finalizar, hay que destacar cómo este tipo de análisis nos proporciona información valiosa acerca de cómo las experiencias personales y colectivas relacionadas con el clima pueden influir en la percepción y actitudes ambientales.

6. CONCLUSIONES

Es evidente que el cambio climático se ha convertido en un tema de interés público y que las redes sociales desempeñan un papel crucial en la difusión de información y en la formación de opiniones. Considerando el análisis de la percepción de la ciudadanía española sobre el cambio climático a través de las redes sociales, se pueden extraer conclusiones significativas. En especial, la falta de datos actualizados requiere que busquemos fuentes alternativas, especialmente para entender circunstancias actuales (*nowcasting*). Esto hace que el estudio de sentimiento basado en las interacciones en plataformas digitales emerja como una herramienta valiosa y ágil para comprender las dinámicas de preocupación y evolución de actitudes hacia distintas problemáticas, incluyendo el cambio climático. Además, el análisis de tópicos nos permite entender la evolución de las distintas temáticas que motivan la percepción global.

En línea con otras fuentes de datos estadísticas más tradicionales, los resultados de este trabajo muestran una creciente conciencia acerca de los desafíos ambientales, y las redes sociales se revelan como un reflejo directo de dicha conciencia. La capacidad de obtener información prácticamente en tiempo real (*nowcasting*) nos permite comprender no solo el nivel de preocupación de la población española, sino también cómo este sentimiento ha variado a lo largo del tiempo. En esta aplicación concreta observamos cambios notorios en el período anterior y posterior a la emergencia sanitaria del COVID-19, mostrando evidencia a favor de la conocida “hipótesis de reserva finita de preocupaciones” (Weber, 2006).

En esta aplicación utilizamos dos diccionarios muy comunes en el análisis de sentimiento (VADER y LabMT). Sin embargo, la robustez de los resultados presentes también

puede ser evaluada con nuevos diccionarios que están ganando popularidad. A su vez, el desarrollo de nuevos métodos basados en inteligencia artificial y *machine learning* aplicados al análisis de sentimiento permitirán la mejora de las herramientas y técnicas actuales, de forma que el procesado de datos y su comprensión pueda ser aún más rápido y más útil para la investigación. En resumen, esperamos que estudios futuros complementen estos resultados aquí presentados.

Referencias

- BAKER, M. y WURGLER, J. (2007). Investor sentiment in the stock market. *The Journal of Economic Perspectives*, 21(2), pp. 129–151.
- BAYLIS, P. (2020). Temperature and temperament: evidence from twitter. *Journal of Public Economics*, 184, 104161.
- BORN, B., EHRMANN, M. y FRATZSCHER, M. (2014). Central bank communication on financial stability. *Economic Journal*, 124, pp. 701–734.
- CARROLL, C. D., FUHRER, J. C. y WILCOX, D. W. (1994). Does consumer sentiment forecast household Spending? If So, Why? *The American Economic Review*, 84(5), pp. 1397–1408.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOLOGICAS (CIS). (2023). Barómetro de diciembre 2023. Estudio nº 3431.
- CODY, R., REAGAN, A. J., MITCHELL, L., DODDS, P. S. y DANFORTH, C. M. (2015). Climate change sentiment on Twitter: An unsolicited public opinion poll. *PLOS ONE*, 10(8), pp. e0136092- e0136092.
- COMISIÓN EUROPEA. (2023). Eurobarómetro Especial 538: Cambio Climático. Bruselas: Comisión Europea.
- DODDS, P. S., CLARK, E. M. y DESU, S. (2015). Human language reveals a universal positivity bias. *PNAS*, 112(8) pp. 2389-2394.
- DODDS, P. S., HARRIS, K. D., KLOUMANN, I. M., BLISS, C. A. y DANFORTH, C. M. (2011). Temporal Patterns of Happiness and Information in a Global-Scale Social Network: Hedonometrics and Twitter. *PLoS ONE*, 6(12), pp. e26752.
- DREWS, S., SAVIN, I., VAN DEN BERGH, C. J. M. y VILLAMAYOR-TOMÁS, S. (2022). Climate concern and policy acceptance before and after COVID-19. *Ecological Economics*, 199, pp. 107507.
- DUNN, O. J. (1961). Multiple comparisons among means. *Journal of the American Statistical Association*, 56, pp. 52–64.
- EUROPEAN SOCIAL SURVEY. (ESS). (2020). ESS round 10 - 2020. Democracy, Digital Social Contacts.
- EVENSEN, D., WHITMARSH, L., BARTIE, P., DEVINE-WRIGHT, P., DICKIE, J., VARLEY, A., ... y MAYER, A. (2021). Effect of “finite pool of worry” and COVID-19 on UK climate change perceptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(3), e2018936118.
- GUHA-SAPIR, D., HOYOIS, P., WALLEMACQ, P. y BELOW, R. (2023). EM-DAT: International Disaster Database. Université Catholique de Louvain (UCL)-CRED, D. Guha-Sapir, Brussels, Belgium. www.emdat.be
- HASE *et al.* (2021). Climate change in news media across the globe: An automated analysis of issue attention and themes in climate change coverage in 10 countries (2006–2018). *Global Environmental Change*, 70, 102353.
- HIRSHLEIFER, D., JIANG, D. y DIGIOVANNI, Y. M. (2020). Mood beta and seasonalities in stock returns. *Journal of Financial Economics*, 137(1), pp.272-295.
- HUTTO, C. J. y GILBERT, E. E. (2014). VADER: A Parsimonious Rule-based Model for Sentiment Analysis of Social Media Text. *Eighth International Conference on Weblogs and Social Media (ICWSM-14)*. Ann Arbor, MI, June 2014.

- KRUSKAL, W. H. y WALLIS, A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), pp. 583–621.
- LOUREIRO, M. L. y ALLÓ, M. (2020). Sensing climate change and energy issues: Sentiment and emotion analysis with social media in the U.K. and Spain. *Energy Policy*, 143, pp. 111490.
- LOUREIRO, M. L., ALLÓ, M. y COELLO, P. (2022). Hot in Twitter: assessing the emotional impacts of wildfires with sentiment analysis. *Ecological Economics*, 200, pp. 107502.
- ORGANIZACIÓN METEOROLÓGICA MUNDIAL (OMM). (2023). <https://wmo.int/es>
- PEW RESEARCH CENTER. (2022). Spring 2022 Global Attitudes Survey. Q10a-e. <https://www.pewresearch.org/global/2022/08/31/climate-change-remains-top-global-threat-across-19-country-survey/>
- REAL INSTITUTO ELCANO. (2019). *Los españoles ante el cambio climático. Apoyo ciudadano a los elementos, instrumentos y procesos de una Ley de Cambio Climático y Transición Energética*.
- RIO, S. DEL, PENAS, Á. y FRAILE, R. (2005). Analysis of recent climatic variations in Castile and Leon (Spain). *Atmospheric Research*, 73(1-2), pp. 69-85.
- ROSENBERG *et al.* (2023). Sentiment analysis on Twitter data towards climate action. *Results in Engineering*, 19, 101287.
- SERVICIO DE CAMBIO CLIMÁTICO COPERNICUS (C3S). (2023). *European State of the Climate 2022 Report*. <https://climate.copernicus.eu/esotc/2022>
- SHILLER, R. (2017) Narrative Economics. *American Economic Review*, 107(4), pp. 967-1004.
- WEATHER API. (2022). <https://www.meteomatics.com/en/api/overview/>
- WEBER, E. (2006). Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: Why global warming does not scare us (yet). *Climatic Change*, 77, pp. 103–120.