

# INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y REDES SOCIALES PARA ANALIZAR EL IMPACTO DEL CORONAVIRUS EN NUESTRA SALUD MENTAL

Francisco Rangel<sup>1</sup>, Jiawen Wu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Symanto Research, Germany

**Abstract.** El Coronavirus representa la mayor amenaza para la salud física en tiempos modernos. A su vez, el miedo a lo desconocido y a las repercusiones reales del virus, está amenazando con impactar en la salud mental de las personas alrededor de todo el mundo. Para analizar dicho impacto, en Symanto estamos monitorizando millones de conversaciones en Twitter en tiempo real, y analizando esta gran cantidad de datos mediante modelos psicológicos entrenados con técnicas de inteligencia artificial y aprendizaje profundo. Gran parte de las conversaciones sobre el Coronavirus giran en torno a nuestra salud mental, mostrando así el impacto negativo de la pandemia sobre dicha salud mental. Para analizarlo, nos centramos en los siguientes tres aspectos: *i*) sociales, tales como la interacción social, o su carencia, debida a medidas como la distancia social; *ii*) actividades a las que recurrimos para lidiar con el confinamiento, tales como hacer ejercicio en casa, leer o rezar; y *iii*) comportamientos sociales que implican cambios en nuestro estilo de vida o la adquisición de nuevos hábitos. Además, mediante la detección de las emociones expresadas, calculamos un Índice de Estado de Ánimo (*Mood Index*) que nos permite monitorizar la evolución de la positividad (o negatividad) de las personas alrededor de todo mundo. En Symanto, hemos centrado el estudio en inglés y alemán, y en colaboración con Atribus abarcamos todos los países de habla hispana.

## 1 INTRODUCCIÓN

Las redes sociales permiten una comunicación instantánea y más allá de las fronteras geográficas de sus autores, dando acceso inmediato a conocimiento sobre lo que sucede en la vida diaria de las personas, conocimiento que de otra manera estaría limitado (y sesgado) a discreción de unos pocos. Esto es incluso más importante cuando se trata de difundir información sobre determinadas amenazas. Y en estos momentos estamos viviendo una de las mayores amenazas a la salud física en tiempos modernos: el Coronavirus. Esta amenaza está comportando grandes cambios en nuestro estilo de vida, lo que nos está afectando desde el punto de vista emocional. Nuestro objetivo es analizar el impacto del virus en la salud mental de las personas alrededor de todo el mundo mediante nuestros modelos psicológicos entrenados con inteligencia artificial.

En Symanto<sup>1</sup> hemos creado dos *live trackers* basados en tuits escritos en inglés y en alemán<sup>2</sup> y que mencionan términos relacionados con el Coronavirus. Además, junto con nuestro socio Atribus<sup>3</sup>, hemos creado otro *tracker* para monitorizar la salud mental de las personas en países de habla hispana<sup>4</sup>.

En este artículo resumimos algunas de los resultados claves encontrados en las discusiones sobre salud mental en los diferentes países, así como los factores desencadenantes, el auge de la psicoterapia digital y su percepción, y mucho más.

## 2 METODOLOGÍA

En este artículo presentamos un estudio descriptivo a partir del análisis realizado en redes sociales de las conversaciones en torno al Coronavirus. Para llevarlo a cabo, hemos seguido la metodología que presentamos en este apartado, donde partimos de la fuente de datos utilizada para el mismo, y describimos cómo se han analizado los datos y con qué objetivos (ámbito de interés).

### 2.1 Recuperación de datos

Hemos recuperado (y seguimos recuperando) conversaciones sobre el Coronavirus en Twitter<sup>5</sup>. Para ello, buscamos términos como Covid-19, Coronavirus o SARS-Cov-2, excluyendo retweets y tuits duplicados (*spam*), que varían únicamente en la mención a diferentes usuarios. En este trabajo nos hemos centrado en analizar un rango temporal determinado, del 10 de marzo al 22 de abril. En la Tabla 1 se presenta el número total de tuits sobre el Coronavirus, así como el número total de tuits referidos a la salud mental<sup>6</sup>.

### 2.2 Análisis de los datos

Hemos analizado esta gran cantidad de datos (*big data*) mediante modelos psicológicos entrenados con técnicas de inteligencia artificial y redes neuronales profundas. Para realizar el análisis hemos utilizado la herramienta Symanto Insights Platform<sup>7</sup>. Entre otras muchas capacidades, la herramienta de Symanto

<sup>1</sup> <https://www.symanto.net/>

<sup>2</sup> <https://www.symanto.net/live-insights/mental-health-coronavirus/>

<sup>3</sup> <https://www.atribus.com/>

<sup>4</sup> <https://www.atribus.com/covid19-esplatam/>

<sup>5</sup> Debemos remarcar que estamos al tanto de las implicaciones legales y éticas relacionadas con la recopilación, análisis y perfilado de datos de redes sociales [11] y que estamos comprometidos con el cumplimiento legal y ético en nuestra investigación científica y sus resultados.

<sup>6</sup> En este artículo mostramos los resultados del estudio en inglés.

<sup>7</sup> La plataforma Symanto Insights puede ser accedida en: <https://www.symanto.com/insights-platform/> Así mismo, existen planes específicos para investigadores académicos que pueden acceder a todo el conjunto de capacidades de análisis de textos de Symanto a través de su plugin de Excel o sus SDKs en Python y R. Más información en: <https://developers.symanto.net/>

Idioma	# Tuits	# Salud Mental
Alemán	1.6M	75K
Español	11.2M	1.1M
Inglés	14M	811K

Table 1: Número de tuits recopilados y analizados entre el 10 de marzo y el 22 de abril.

permite analizar respuestas abiertas escritas en lenguaje natural (como son los textos obtenidos de las redes sociales) y extraer los temas de los que se habla [1], identificar el idioma en el que está escrito un texto, su variedad dialectal y el idioma nativo de su autor [13,3,2,12,14], el sentimiento y la emotividad expresada por el autor del texto [7,16,4], el sexo y la edad de su autor [8,9,10], su personalidad o su estilo comunicativo [15], entre otras.

### 2.3 Objeto de estudio

En este estudio, estamos interesados en analizar el impacto del Coronavirus en nuestra salud mental desde tres ángulos:

- Problemas de Salud Mental, así como su prevalencia, factores desencadenantes y formas de lidiar con ellos.
- Soporte a la Salud Mental, tales como la accesibilidad a terapias en época de confinamiento o las terapias alternativas.
- Resiliencia Social, o cómo desde el punto de vista de las dinámicas sociales, estamos lidiando con la pandemia: estado de ánimo de la población, su emotividad o su actitud colectivista vs. individualista.

## 3 PROBLEMAS DE SALUD MENTAL

En esta sección nos centramos en el primer objeto de estudio, los Problemas de Salud Mental.

### 3.1 Problemas de salud mental más discutidos

De toda la conversación sobre el Coronavirus, un volumen nada desdeñable se centra en problemas de salud mental (alrededor del 6%), lo que muestra el impacto negativo de la pandemia en nuestra salud mental. En este sentido y como se puede observar en la Figura 1, la *ansiedad* es de largo el problema mental más mencionado, seguido de la *depresión*, el *trastorno obsesivo-compulsivo*, y el *suicidio*. Aunque menos frecuente, también hay menciones a *desórdenes alimenticios*, *desórdenes de personalidad*, y *auto lesiones*.

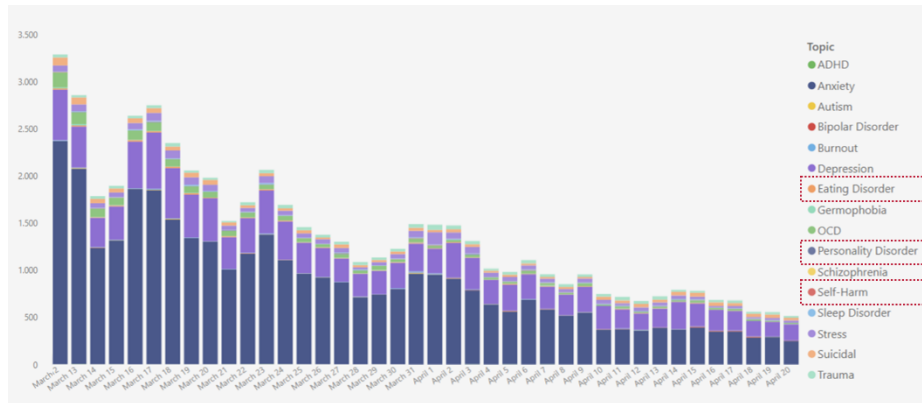


Fig. 1: Problemas de salud mental más mencionados en la conversación.

### 3.2 Cómo el Coronavirus está afectando a la salud mental de los jóvenes

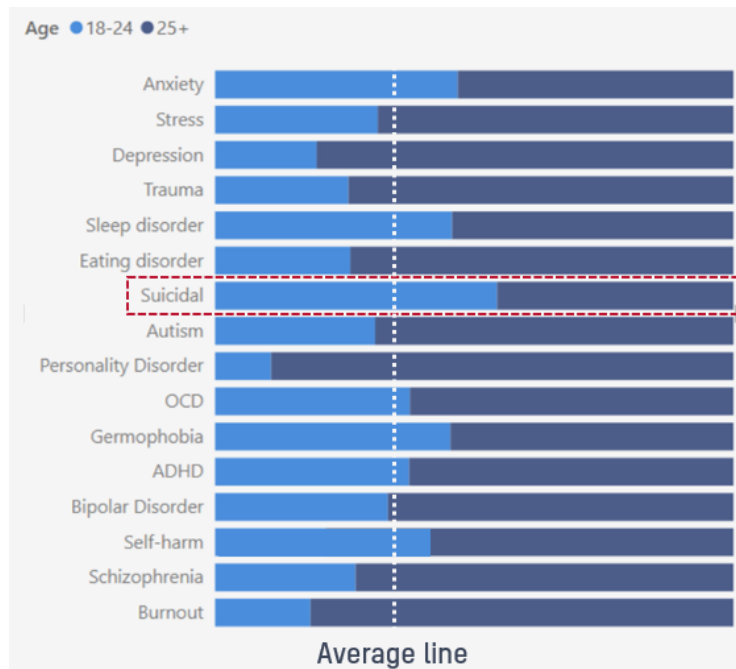


Fig. 2: Problemas de salud mental de jóvenes entre 18 y 24 años comparados con mayores de 25 años.

Sobre el 35% de los tuits sobre salud mental han sido escritos por jóvenes adultos (entre 18 y 24 años). De manera alarmante, el *suicidio* es más mencionado por estos jóvenes que por el resto de la población adulta. La gente joven habla sobre *ansiedad* en similar proporción al resto de adultos, mientras que lo hace en menor medida respecto al *estrés* y la *depresión*. Una comparación entre el resto de temas de salud mental se puede ver en la Figura 2.

### 3.3 Cómo el Coronavirus está afectando a los dos sexos

El análisis del impacto del Coronavirus en la salud mental desde una perspectiva de género es de gran interés para la sociedad por el posible impacto en problemas sociales como la violencia machista. Sin embargo, en este estudio hemos limitado su ámbito al estudio del impacto en función del sexo biológico identificado en los textos<sup>8</sup>.

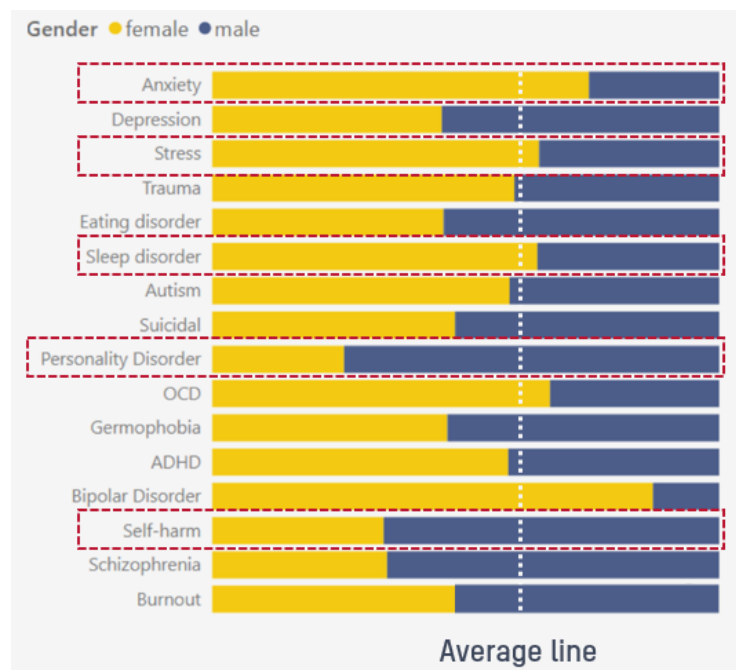


Fig. 3: Problemas de salud mental de mujeres vs. hombres.

En la Figura 3 se muestran los diferentes problemas mencionados por ambos sexos, de los que cabe destacar que alrededor del 60% de los tuits sobre Coro-

<sup>8</sup> Para más información acerca de las teorías psicolingüísticas que ligan sexo y estilo de escritura, se sugiere la lectura de James W. Pennabekwe, "The Secret Life of Pronouns" [6]

navirus que se refieren a la salud mental vienen de mujeres, donde la *ansiedad*, el *estrés* y los *desórdenes del sueño* tienen mayor prevalencia. En el caso de los hombres, son los *trastornos de personalidad* y las *auto lesiones* los dos problemas mencionados con mayor frecuencia.

### 3.4 Factores desencadenantes de los problemas mentales

La *preocupación por la salud física* está desencadenando a su vez problemas de salud mental, junto con los *problemas financieros* y el *aislamiento*. Como se observa en la Figura 4, el *aislamiento* es uno de los principales desencadenantes de todos los problemas mentales identificados. Los *problemas financieros* y la *inseguridad laboral* son desencadenantes más drásticos de *pensamientos suicidas* que cualquier otro. El *síndrome de "burnout"*, aunque desencadenado por varios factores, está principalmente ligado a la discusión alrededor de la carga de trabajo, derivada por el nuevo entorno laboral online.

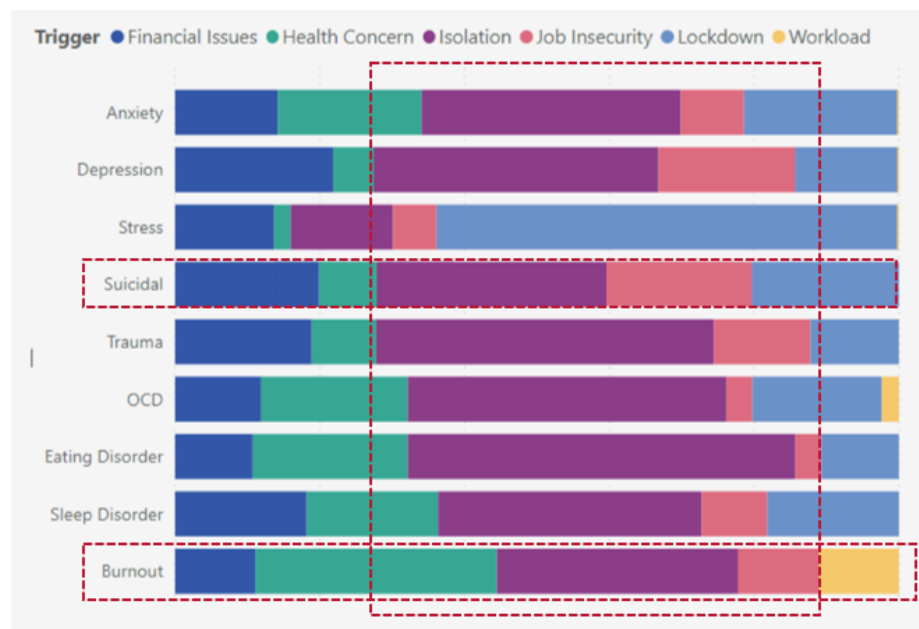


Fig. 4: Factores desencadenantes de los problemas de salud mental.

### 3.5 Una perspectiva diferente de la depresión

La *depresión* presenta una mayor amenaza para nuestra salud mental de lo que pueda parecer. De toda la conversación alrededor del Coronavirus, menos del 1% menciona explícitamente la depresión o términos relacionados. Sin embargo, aplicando nuestros modelos entrenados en conversaciones de gente diagnosticada

con depresión [5], encontramos que hasta un 10% de la conversación muestra signos lingüísticos de depresión en sus autores<sup>9</sup>.

### 3.6 Cómo está lidiando la gente con la pandemia

Como se muestra en la Figura 5, la forma de lidiar con la depresión depende en gran medida de la idiosincrasia cultural de los países en los que se encuentran las personas. Por ejemplo, en Estados Unidos y Canadá, una de las principales actividades en el día a día de las personas es mediante la *socialización*. En países como Gran Bretaña o Alemania, el *ejercicio* ha ganado terreno en la conversación, mientras que el *trabajo* es mencionado significativamente más en Alemania que en el resto de países. Aunque actividades como *jugar* o ver la *televisión* se mencionan más o menos en la misma proporción en todos los países.

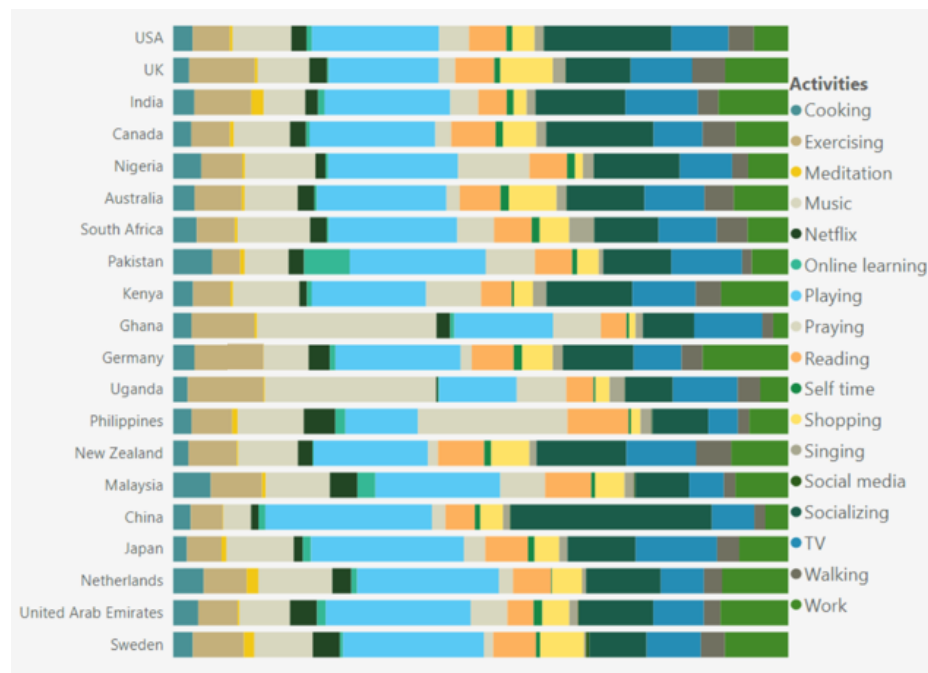


Fig. 5: Formas de lidiar con la pandemia.

## 4 SOPORTE A LA SALUD MENTAL

Tal y como se aprecia en la Figura 6, la mayoría de la conversación en torno a la salud mental se produce fuera del horario de trabajo, donde las personas, entre

<sup>9</sup> Importante remarcar que la predicción refleja una tendencia y en ningún caso un diagnóstico.

otras cosas, comentan la dificultad que tienen de acceder a sus terapias en estos tiempos de confinamiento, y se plantean alternativas como las terapias digitales. En esta sección analizamos este segundo objeto de estudio: el soporte a la salud mental durante los tiempos de pandemia.

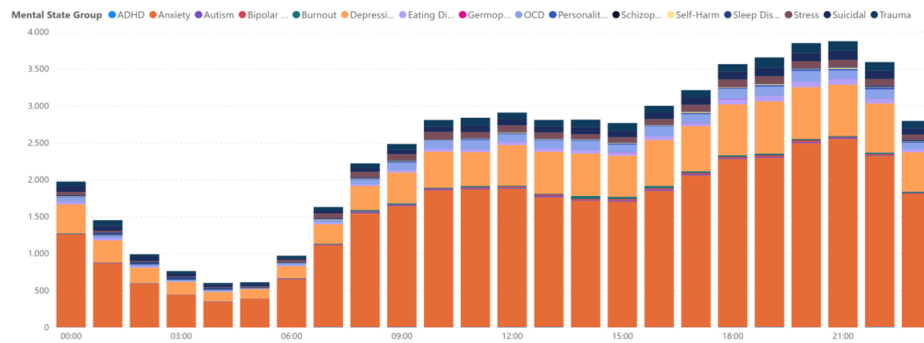


Fig. 6: Temas de salud mental de los que se habla fuera del horario de trabajo.

#### 4.1 Accesibilidad de las terapias

La cancelación de citas médicas debidas al Coronavirus se ha convertido en todo un reto respecto a la salud mental de las personas. Como se aprecia en la Figura 7, la cancelación de citas provoca principalmente *ansiedad* (65%), aunque también *depresión* (21%), *desorden bipolar* (5%), *trastorno obsesivo-compulsivo* (3%) y *trauma* (2%).

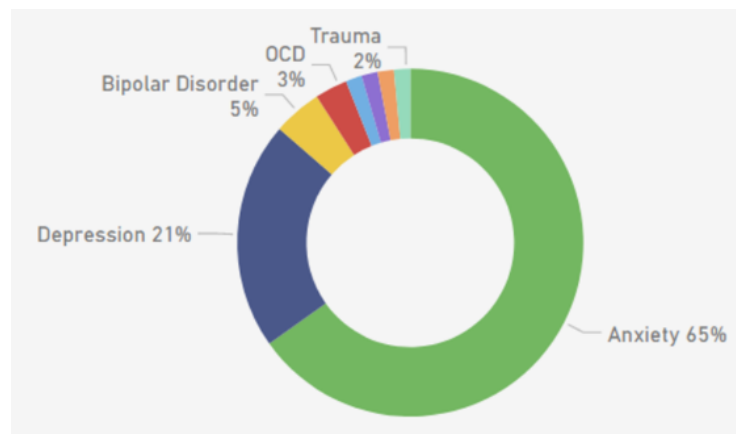


Fig. 7: Problemas de salud mental que está causando la cancelación de citas médicas.



Los siguientes mensajes son un ejemplo de los problemas mentales derivados o acentuados por esta falta de atención sanitaria durante la pandemia:

- *can't get support due to cancelled psych appts , how many have been locked up due to preventable breakdowns ? #AskDrH*
- *So , not gonna be on bipolar meds for much longer because my appointment got cancelled , so this is gonna be a fun week until the rescheduled appointment*

En el primer mensaje, el paciente se queja de que su cita psiquiátrica ha sido cancelada y no puede tener el soporte habitual. En el segundo, el paciente se queja de que se queda sin medicamentos para su trastorno bipolar porque su cita se ha cancelado, aventurando una semana "divertida" hasta que le den cita de nuevo.

#### 4.2 Terapia digital como alternativa

Ante las dificultades para obtener citas médicas, los pacientes empiezan a hablar de la posibilidad de acceso a terapias digitales alternativas, como la *telemedicina*, las *terapias telefónicas*, sesiones por *Zoom*, sesiones de *video*, o cualquier otro asesoramiento en línea.



Sin embargo, esto provoca sentimientos encontrados en los pacientes, como se puede ver en algunos de los comentarios extraídos de las redes. Expresando un sentimiento positivo respecto a dichas terapias digitales nos encontraríamos comentarios como los siguientes:

- *Ok , telemedicine is great and we should be using it more all the time , especially for chronically ill folks . I just spent 10 min on a chat to get anxiety meds instead of at least an hour going to the dr , and didn't have to put myself at risk .*
- *I am SO thankful telemedicine is a thing . Being able to continue my weekly sessions with my therapist during the stay at home order has helped me keep my anxiety mostly under control over the past few weeks*

- *Follow up to the Zoom doc appt, one of the most productive appts I've ever had...*

Por otro lado, los siguientes comentarios expresarían sentimientos negativos con respecto a estas terapias alternativas:

- *My therapist wants to do the telehealth thing , but it actually gives me more anxiety to talk over video chat*
- *I'm finally starting therapy regularly again and got my meds refilled too after a month of pandemic chaos throwing everything out of wack phone therapy is awkward especially with my ptsd with phone calls, but it's a million times better than nothing atm.*
- *Is it wrong of me to not want to show up my therapy session on zoom because I do not feel comfortable using a webcam or mic, will she understand me? Should I tell her beforehand? Should I suggest just texting? My anxiety is not ok with this.*

A su vez, la discusión sobre las terapias alternativas tiene mayor peso en los países desarrollados (Figura 8). Por ejemplo, aunque países como la India o Sudáfrica tienen un alto volumen de conversación en torno a la salud mental, todavía van por detrás en la conversación sobre psicoterapia digital. En otros países en vías de desarrollo, como Filipinas, Nigeria y Malasia, no hay demasiada discusión sobre teleterapia.

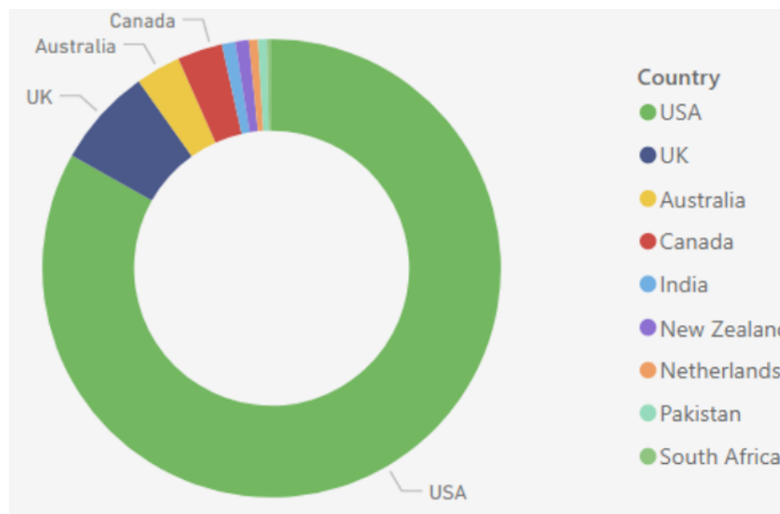


Fig. 8: Menciones a terapias alternativas (digitales) en los diferentes países.

## 5 RESILIENCIA SOCIAL

En este último apartado nuestro interés se centra en analizar las dinámicas sociales para discernir cómo estamos lidiando con la pandemia como sociedad. Esto incluye conocer el estado de ánimo general de la población, el nivel de emotividad expresada en sus comentarios, y si la forma de enfrentarse a la pandemia por los ciudadanos se hace desde una posición colectivista o individualista.

### 5.1 Estado de ánimo y emotividad

Detectamos los sentimientos y emociones expresados en los tuits y calculamos el índice de estado de ánimo (*Mood Index*) siguiendo la Ecuación 1: ratio del número de tuits expresando emociones positivas y el número de tuits que expresan algún tipo de emoción.

$$MoodIndex = 100 \cdot \frac{\#positive}{\#positive + \#negative} \quad (1)$$

Usamos el índice de estado de ánimo para medir la positividad y negatividad de la gente. Cuanto más positivo sea el estado de ánimo, mayor será el índice obtenido y viceversa, así como lo contrario cuando el estado de ánimo es más pesimista. En la Figura 9, mostramos un ejemplo de evolución del índice de estado de ánimo durante una semana.

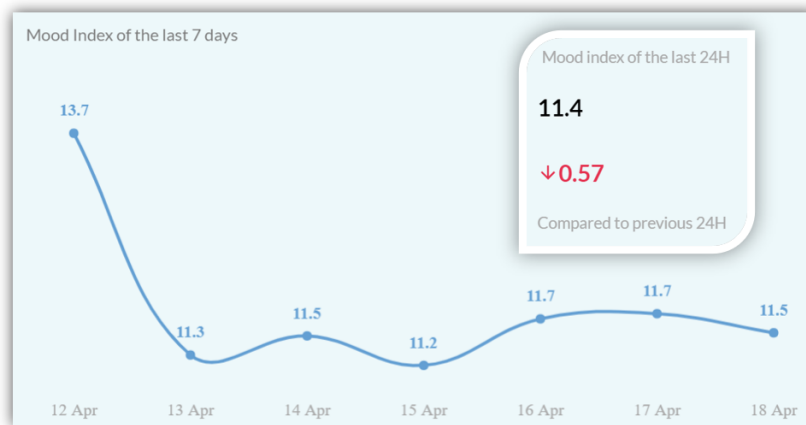


Fig. 9: Índice de estado de ánimo entre el 12 de abril y el 18 de abril en España.

El estado de ánimo varía significativamente entre países. Como se puede apreciar en la Figura 10, los países Africanos muestran un índice de estado de ánimo superior a los europeos o asiáticos.

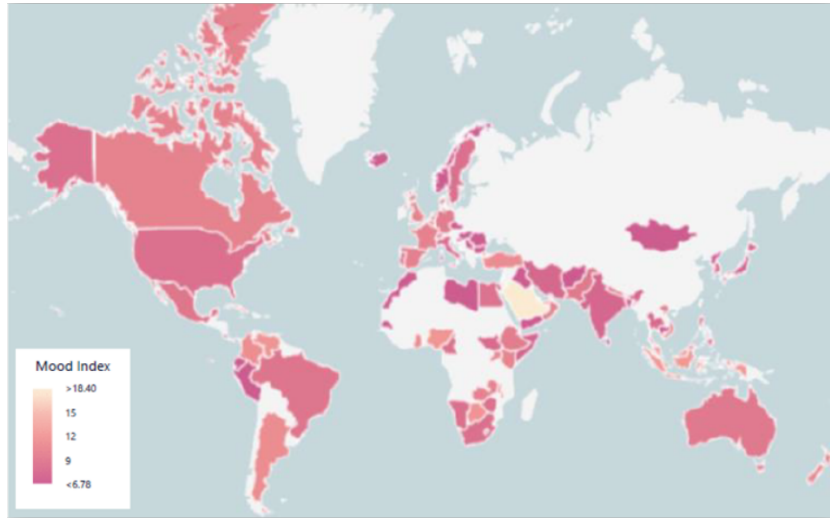


Fig. 10: Índice de estado de ánimo alrededor del mundo.

La Figura 11 muestra el índice de estado de ánimo en algunos países. Se puede apreciar que la negatividad prevalece alrededor de todo el mundo; en todos estos ejemplos, el índice varía en el rango de algo menos de 10 y 20 (sólo uno entre diez y uno entre cinco comentarios es positivo).

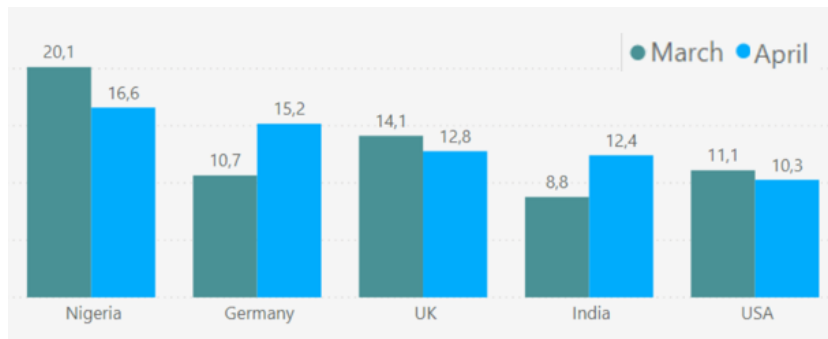


Fig. 11: Índice de estado de ánimo en algunos países de diferentes continentes.

## 5.2 Individualismo vs. Colectivismo

Una actitud colectivista puede ser crucial en una pandemia, especialmente porque la conformidad y el autosacrificio son claves para el éxito de la regulación y la contención del virus. También puede tener un gran impacto en nuestro estado de bienestar mental, especialmente cuando el aislamiento y la soledad son uno de

los mayores desafíos para nuestra salud mental. En este sentido, en la Figura 12 se aprecia que los países africanos, India, Pakistan y algunas islas de Indonesia presentan un colectivismo superior a países como Estados Unidos o Alemania.

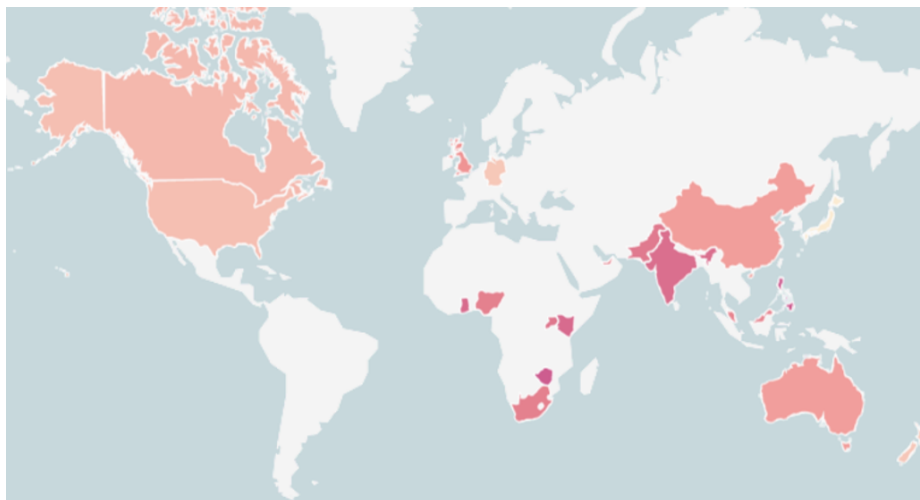


Fig. 12: Individualismo vs. Colectivismo a la hora de lidiar con la pandemia en sociedad.

Nuestros resultados preliminares, aunque no concluyentes, señalan que las culturas individualistas son más emocionales, mientras que los colectivistas están más orientados hacia la información, tratando de aprovecharla de una manera racional por el bien del "nosotros".

## 6 CONCLUSIONES Y FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

La gran cantidad de conversaciones que se producen en las redes sociales (*social big data*) ha abierto una oportunidad única para comprender el impacto del Coronavirus en nuestra salud mental a escala global. Nuestros rastreadores de salud mental (*live trackers*) han creado conciencia sobre este tema y han ofrecido una primera visión basada en datos del estado de ánimo alrededor del mundo, las emociones y los problemas con los que tiene que lidiar la gente en este momento de crisis. A continuación resumimos algunos de los hallazgos clave de este estudio:

- Cerca del 6% de los problemas de salud mental discutidos en línea están relacionados con el Coronavirus.
- El suicidio es mencionado más frecuentemente por los jóvenes adultos (entre 18 y 24 años) que por el resto de la población adulta.

- No hay grandes diferencias entre sexos en lo que se refiere a preocupaciones o problemas de salud mental, aunque las mujeres hablan ligeramente más de ello (alrededor del 60%).
- El aislamiento es uno de los principales desencadenantes de problemas mentales, mientras que la depresión es el problema de salud mental más mencionado, seguido por la depresión, el trastorno obsesivo-compulsivo y el suicidio.
- Alrededor del 10% de la conversación muestra signos lingüísticos similares a pacientes diagnosticados con depresión crónica.
- Las terapias alternativas como la medicina digital provocan sentimientos encontrados.
- La psicoterapia digital está fuera del alcance de muchos en países en vías de desarrollo.
- La cancelación de citas médicas está provocando o acentuando los problemas de salud mental, como la ansiedad o la depresión.
- Los países africanos muestran un índice de estado de ánimo superior (más positividad) que los países europeos o asiáticos, mientras que los países asiáticos muestran un nivel de emotividad inferior.
- Los países africanos y algunas islas de Indonesia muestran un nivel de colectivismo superior a países occidentales como Estados Unidos o Alemania.
- Resultados preliminares, aunque no concluyentes, señalan que las culturas más colectivistas son menos emocionales y están más orientadas a considerar la información de una forma racional por el bien del "nosotros".

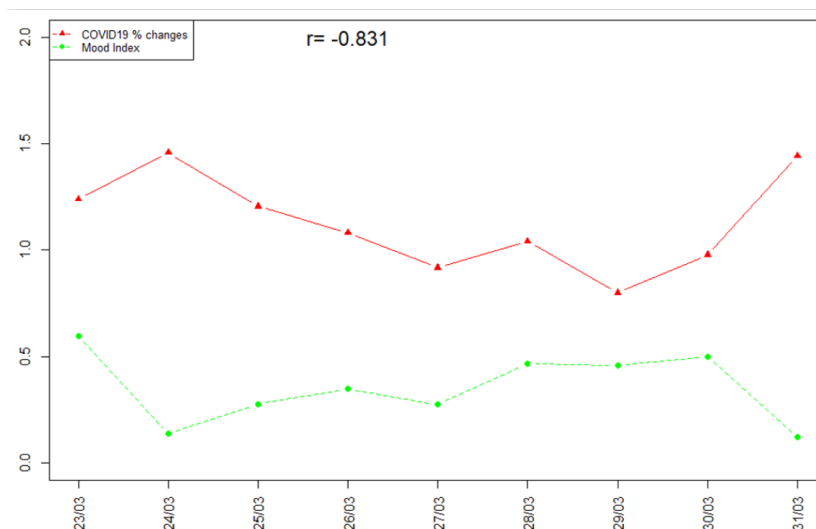


Fig. 13: Correlación de Pearson entre el ratio de cambio en nuevos casos de Coronavirus en España y el índice de estado de ánimo en ese mismo país, en un rango de 9 días.

Como hemos observado a lo largo del estudio, la salud mental de los individuos, así como el sentimiento colectivo, está afectado por amenazas físicas como el Coronavirus, de igual manera que lo estaría por la amenaza de un terremoto o un ataque terrorista. Como ejemplo, podemos ver en la Figura 13 cómo el índice de estado de ánimo correlaciona de manera negativa ( $r=-0.831$ ) con el ratio de cambio en los nuevos casos de Coronavirus en España en un rango de nueve días.

La salud mental puede también afectar a nuestra vida diaria, y viceversa. El miedo a lo desconocido, como perder nuestro trabajo, puede afectar a la economía. Si los políticos capitalizan el miedo, en lugar de trabajar por el bien común; si ellos aprovechan la afiliación política de la población mediante la difusión de noticias falsas y desinformación, propiciando el discurso de odio; si usan la tecnología para monitorizar y censurar nuestras opiniones; lo único que conseguirán será polarizar aún más la sociedad. Y esto puede provocar conflictos sociales, o algo peor.

Por ello, planeamos seguir investigando el estado de ánimo de la población durante y después de la pandemia desde un punto de vista antropológico, social y psicológico, con el objetivo de proporcionar un indicador de la dinámica social en su conjunto. Un enfoque holístico debería brindarnos los instrumentos adecuados para luchar contra estas amenazas y trabajar juntos por el bien social.

## 7 RECONOCIMIENTOS

Queremos agradecer a todo el equipo de Symanto y Atribus por su trabajo duro y por hacer posible este proyecto.

## References

1. Chinea-Rios, M., Franco-Salvador, M., Benajiba, Y.: Aspect on: an interactive solution for post-editing the aspect extraction based on online learning. In: Proceedings of The 12th Language Resources and Evaluation Conference. pp. 4974–4981 (2020)
2. Franco-Salvador, M., Rangel, F., Rosso, P., Taulé, M., Martí, M.A.: Language variety identification using distributed representations of words and documents. In: International conference of the cross-language evaluation forum for European languages. pp. 28–40. Springer (2015)
3. Franco-Salvador, M., Rosso, P., Rangel, F.: Distributed representations of words and documents for discriminating similar languages. In: Proceedings of the Joint Workshop on Language Technology for Closely Related Languages, Varieties and Dialects. pp. 11–16 (2015)
4. Giachanou, A., Rangel, F., Crestani, F., Rosso, P.: Emerging sentiment language model for emotion detection. CLiC-it 2017 11-12 December 2017, Rome p. 171 (2017)
5. Losada, D.E., Crestani, F., Parapar, J.: erisk 2020: Self-harm and depression challenges. In: European Conference on Information Retrieval. pp. 557–563. Springer (2020)
6. Pennebaker, J.W.: The secret life of pronouns. *New Scientist* **211**(2828), 42–45 (2011)

7. Rangel, F., Rosso, P.: On the identification of emotions and authors' gender in facebook comments on the basis of their writing style. In: CEUR Workshop Proceedings. vol. 1096, pp. 34–46. CEUR Workshop Proceedings (2013)
8. Rangel, F., Rosso, P.: Use of language and author profiling: Identification of gender and age. *Natural Language Processing and Cognitive Science* **177** (2013)
9. Rangel, F., Rosso, P.: On the multilingual and genre robustness of emographs for author profiling in social media. In: International Conference of the Cross-Language Evaluation Forum for European Languages. pp. 274–280. Springer (2015)
10. Rangel, F., Rosso, P.: On the impact of emotions on author profiling. *Information processing & management* **52**(1), 73–92 (2016)
11. Rangel, F., Rosso, P.: On the implications of the general data protection regulation on the organisation of evaluation tasks. *Language and Law= Linguagem e Direito* **5**(2), 95–117 (2019)
12. Rangel, F., Rosso, P., Brooke, J., Uitdenbogerd, A.L.: Cross-corpus native language identification via statistical embedding. In: Proceedings of the Second Workshop on Stylistic Variation. pp. 39–43 (2018)
13. Rangel, F., Rosso, P., Franco-Salvador, M.: A Low Dimensionality Representation for Language Variety Identification. In: In 17th International Conference on Intelligent Text Processing and Computational Linguistics, CICLing'16. Springer-Verlag, LNCS(9624). pp. 156–169 (2018)
14. Rangel, F., Rosso, P., Zaghouni, W., Charfi, A.: Fine-grained analysis of language varieties and demographics. *Natural Language Engineering* pp. 1–21 (2020)
15. Stajner, S., Yenikent, S., Franco-Salvador, M.: Benchmarking automatic detection of psycholinguistic characteristics for better human-computer interaction. Under review (2019)
16. Volgmann, S., Rangel, F., Niggemann, O., Rosso, P.: Emotional trends in social media-a state space approach. In: ECAI. pp. 1123–1124 (2014)