

Tecnologías para luchar contra la pandemia Covid-19: geolocalización, rastreo, *big data*, SIG, inteligencia artificial y privacidad

Technologies to fight the Covid-19 pandemic: geolocation, tracking, *big data*, GIS, artificial intelligence, and privacy

Jesús-Daniel Cascón-Katchadourian

Cómo citar este artículo:

Cascón-Katchadourian, Jesús-Daniel (2020). "Tecnologías para luchar contra la pandemia Covid-19: geolocalización, rastreo, *big data*, SIG, inteligencia artificial y privacidad". *Profesional de la información*, v. 29, n. 4, e290429.

<https://doi.org/10.3145/epi.2020.jul.29>

Artículo recibido el 24-04-2020
Aceptación definitiva: 03-06-2020



Jesús-Daniel Cascón-Katchadourian

<https://orcid.org/0000-0002-3388-7862>

Universidad de Granada

Facultad de Comunicación y Documentación

Campus Universitario de Cartuja

Edificio Máximo. 18071 Granada, España

cascon@ugr.es

Resumen

La creación y desarrollo en los últimos meses de aplicaciones y webs para luchar contra la pandemia de la Covid-19, tanto de instituciones oficiales como iniciativas empresariales o particulares, ha sido importante. Han surgido un gran número de proyectos que usan tecnologías como geolocalización, geoposicionamiento, *geofencing*, rastreo y registro de contactos a través de *bluetooth*, para generar una ingente cantidad de datos. Mediante técnicas de análisis de datos masivos (*big data*), sistemas de información geográfica (SIG) e inteligencia artificial se ha producido información para las instituciones sanitarias y para la propia sociedad, ayudando así a afrontar de manera más eficiente la crisis sanitaria. El presente artículo describe, analiza y ofrece la revisión sistematizada de una muestra significativa de webs y aplicaciones implementadas recientemente con éxito o en desarrollo, por parte de instituciones públicas y privadas. Se ha buscado la bibliografía científica disponible, así como las noticias de los principales periódicos, webs y medios digitales especializados en tecnología. El artículo concluye con una descripción de las mejores y más eficientes prácticas encontradas, poniéndolas en relación con el derecho a la privacidad y la protección de los datos personales.

Palabras clave

Covid-19; Coronavirus; Pandemias; Inteligencia artificial; *Big data*; Geolocalización; Geoposicionamiento; Rastreo; SIG; Apps; Webs; Chatbots; Privacidad; Protección de datos.

Financiación

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto TIN2016-75850-R "Sistemas inteligentes de toma de decisiones y consenso en ambiente difuso: Aplicaciones en e-salud y e-comercio".

Agradecimiento

A Pedro Lázaro-Rodríguez por toda la ayuda prestada.

Abstract

Many applications and websites to fight the Covid-19 pandemic have been created and developed in recent months by both official institutions and commercial or private initiatives. A large number of projects that use technologies such as geolocation, geopositioning, geofencing, tracking, and registration of contacts through Bluetooth have arisen, generating a huge amount of data. By using big data techniques, geographic information systems (GIS), and artificial intelligence, information has been produced for health institutions and society itself, helping to address the health crisis more efficiently. This article describes, analyzes, and offers a systematized review of a significant sample of websites and applications recently implemented successfully or under development by public and private institutions. We searched the available scholarly literature, as well as news from the main newspapers, websites, and digital media specialized in technology. The article concludes with a description of the best and most efficient practices found, relating then to the right to privacy and personal data protection.

Keywords

Covid-19; Coronavirus; Pandemics; Artificial intelligence; Big data; Geolocation; Geopositioning; Tracking; Geographic information systems; GIS; Apps; Webs; Chatbots; Privacy; Data protection.

1. Introducción

Covid-19 es la enfermedad infecciosa causada por el coronavirus del síndrome respiratorio agudo grave (SARS-Cov-2). Tanto el virus como la enfermedad eran desconocidos hasta que en diciembre de 2019 estalló el brote en la ciudad de Wuhan (China). Esta enfermedad, que ha generado una pandemia mundial declarada por la *Organización Mundial de la Salud (OMS)*, es mundialmente conocida por haber afectado a numerosos países y provocar 123.000 muertos a 17 de abril de 2020 y casi dos millones de contagiados a nivel mundial (**Adhanom-Ghebreyesus**, 2020), así como por haber obligado a confinamientos de la población lo que ha ocasionado pérdidas económicas que todavía están por cuantificar.

Tal como múltiples informaciones oficiales y artículos científicos han descrito, la enfermedad se propaga de persona a persona a través de las gotículas que salen despedidas de persona enferma (*Organización Mundial de la Salud*, 2020a; *Organización Mundial de la Salud*, 2020b; **Chan et al.**, 2020; **Huang et al.**, 2020; **Li et al.**, 2020a; **Ong et al.**, 2020). Las medidas adoptadas en la gran mayoría de los países pasan por el distanciamiento social y por confinamientos más o menos severos.

Ante esta situación de bloqueo y de parálisis económica de graves consecuencias, se están desarrollando importantes esfuerzos por parte de investigadores, farmacéuticas, sistemas sanitarios y un largo etc. para encontrar, o bien una vacuna o un tratamiento eficaz para la enfermedad; al mismo tiempo, ha surgido un gran número de aplicaciones y webs que, haciendo uso de los datos masivos (*big data*), la inteligencia artificial, la geolocalización de los datos, el posicionamiento de los móviles o el bluetooth, permiten gestionar más eficaz y adecuadamente esta epidemia. Uno de los objetivos ha sido ayudar a no colapsar los teléfonos de atención sanitaria, hospitales y sistemas sanitarios, tanto durante la fase de ascenso de la enfermedad, como la de desescalada, además de evitar nuevos brotes y permitir una vuelta paulatina a la normalidad.

La tecnología puede ser de gran ayuda para luchar contra la Covid-19, pero se ha llegado a un punto en el que es complicado distinguir entre todos los proyectos que, con nombres similares, han sido puestos en marcha por distintos organismos. Tienen el mismo objetivo pero lo afrontan de distinta manera (**Pérez**, 2020a). En este estudio se va a analizar una muestra seleccionada de proyectos, ordenados según la función que desarrollan, es decir, el fin para el que fueron creados. Algunas apps o webs realizan varias de las funciones aquí expuestas, por lo que aparecerán varias veces a lo largo del estudio. Además, de modo general, se analiza la posible colisión de las mismas con el derecho a la privacidad y la protección de datos.

2. Metodología

Se ha conjugado investigación básica y aplicada, descriptiva y de campo. Tras el vaciado de la bibliografía sobre Covid-19 y los sistemas de información geográfica (SIG), geolocalización, datos masivos (*big data*), inteligencia artificial, así como los aspectos sobre la privacidad, se ha procedido al trabajo de campo sobre experiencias institucionales recientes con estas tecnologías para combatir la pandemia.

En nuestra elección de casos hemos querido mostrar el variado catálogo de proyectos desarrollados, sistematizando y normalizando los resultados a partir del establecimiento de tres tipos generales de usos:

- Información y autodiagnóstico para descongestión de la atención primaria y de los teléfonos 112.
- (Geo)localización de contagiados y estudios de movilidad.
- Rastreo y registro de contactos.

1) En el primer tipo la selección de las aplicaciones y webs escogidas ha tenido en cuenta la fama e influencia obtenida por la de Corea del Sur, la app nacional del *Gobierno de España*, y los ejemplos más interesantes de las comunidades autónomas y la iniciativa privada.

En cuanto a los chatbots y canales de *Telegram*, el criterio ha sido escoger los chatbots oficiales tanto a nivel internacional (OMS), nacional como de la comunidad autónoma de Andalucía por estar integrada en una app que ya existía, y se han indicado los canales de *Telegram* oficiales con más éxito de las autoridades sanitarias de cada país.

2) En cuanto al segundo tipo el criterio ha sido escoger los ejemplos más interesantes de usos de diversas tecnologías. Así,

- la app de Corea del Sur es el referente democrático de geolocalización,
- España ha sido pionera en estudios de movilidad usando el posicionamiento de las antenas de móviles y los *big data*,
- el País Vasco usa la inteligencia artificial para tomar decisiones en cuanto a las UCIs, y
- Hong Kong usa una pulsera de geoposicionamiento y el *geofencing* para gestionar el control de los contagiados.

3) Por último, en cuanto al rastreo y registro de contactos, los ejemplos escogidos han sido:

- Singapur por haber sido el primer referente en hacer rastreo de una forma anónima y respetuosa con la privacidad de las personas,
- PPEP-PT por su envergadura y ser el proyecto europeo más destacado en cuanto a rastreo descentralizado y, por último,
- el caso de Israel como contrapunto a los dos anteriores, usando la geolocalización, los servicios secretos y las bases de datos secretas existentes sobre terrorismo.

3. Revisión de la bibliografía científica sobre coronavirus, privacidad, *big data* y geolocalización

Tal y como argumentan **Lyseen et al.** (2014), la aplicación de los sistemas de información geográfica (SIG) en las ciencias de la salud ha aumentado en la última década y han surgido áreas de aplicación innovadoras. Revisan la bibliografía y construyen un marco que proporciona una visión conceptual del dominio y ayuda a su planificación estratégica para la investigación de los SIG en la salud. Afirman que el desarrollo de futuras tecnologías y nuevas áreas de aplicación para los SIG y las tecnologías de recopilación de datos, como el sistema de posicionamiento global (GPS), los teléfonos inteligentes, la teledetección, etc., impulsarán la investigación en los SIG y la salud (**Lyseen et al.**, 2014).

Existen diversos estudios que plantean la utilidad de la cartografía geográfica para el control de los brotes mundiales como los síndromes respiratorios agudos severos (SARS) que han acontecido. Por ejemplo, en **Boulos** (2004) se examinaron varios servicios de cartografía en relación al SARS de 2003 cuyo fin era educar a la población (especialmente a los viajeros que se desplazan a zonas de riesgo) y ayudar a las autoridades de salud pública a analizar las tendencias y pautas espaciales y temporales del SARS, evaluando y revisando las medidas de control.

También en relación al SARS de 2003, en **Lai et al.** (2004) se aplican métodos cartográficos y geoestadísticos para analizar las pautas de propagación de enfermedades durante el brote en Hong Kong. Utilizando un SIG se pudieron identificar “puntos calientes” de la enfermedad. Los autores concluyeron que la integración de SIGs en la vigilancia epidemiológica de rutina sobre el terreno puede ofrecer un método cuantitativo en tiempo real para identificar y rastrear la propagación geoespacial de las enfermedades infecciosas.

En relación al SARS de 2009, en **Lai et al.** (2009) se muestra que los SIGs pueden aplicarse durante un brote de enfermedad infecciosa aguda para revelar nueva información geoespacial, además de los análisis epidemiológicos de campo estándar. Los autores muestran que, cuando se aplica en tiempo real durante el inicio y la evolución de una epidemia, el SIG puede vigilar y mejorar la comprensión de la dinámica de la transmisión de un agente infeccioso, facilitando así el diseño, la evaluación y la aplicación de estrategias de intervención.

Más recientemente, **Aleuy, Pitesky y Gallardo** (2018) utilizaron un sistema de información geográfica basado en la cartografía, junto con estadísticas espaciales y espacio-temporales, para identificar agrupaciones estadísticamente significativas de múltiples cepas de bronquitis infecciosa (VIB) entre 2008 y 2012 en California. Todo para comprender mejor cómo se comportan los diferentes genotipos en el espacio y en el tiempo. En un sentido similar, pero en relación al MERS-CoV, **Gikonyo et al.** (2018), utilizaron un SIG para comprender el papel de los camellos en la transmisión del MERS-CoV en Kenya.

En relación con la Covid-19, existen estudios que miden la distancia entre las viviendas de los asentamientos informales de Ciudad del Cabo para determinar el riesgo de transmisión de Covid-19. El objetivo era determinar si es posible aplicar medidas de distanciamiento social utilizando dos asentamientos como ejemplo (**Gibson; Rush**, 2020). También se han llevado a cabo estudios sobre sistemas y métodos de información geográfica, en concreto en base a cartografía online en tiempo real, o casi real, de los casos de enfermedad y de las reacciones de los medios de comunicación social a la propagación de la enfermedad, ofreciendo indicaciones y describiendo cuadros de mando y aplicaciones prácticas de SIG y cartografía online/móvil para el seguimiento de la epidemia de coronavirus de 2019/2020 (**Kamel-Boulos; Geraghty**, 2020).

La inteligencia artificial y los *big data* también se han utilizado como técnicas efectivas de detección temprana de brotes de enfermedades infecciosas y para identificar posibles direcciones futuras (**Dion; AbdelMalik; Mawudeku**, 2015). En relación con la Covid-19, existen estudios que utilizan la inteligencia artificial (**Alimadadi et al.**, 2020; **Allam; Jones**, 2020; **Li et al.**, 2020b; **Mashamba-Thompson; Crayton**, 2020; **Qiu et al.**, 2020; **Santosh**, 2020; **Wang; Ng; Brook**, 2020; **Yang et al.**, 2020; **Rao; Vázquez**, 2020), la minería de datos (**Ayyoubzadeh et al.**, 2020) y el aprendizaje automático para combatir el virus (**Tarnok**, 2020). En definitiva, y como se concluye en **Yassine y Shah** (2020), la inteligencia artificial es uno de los medios o vías para comprender el virus y desarrollar medidas preventivas y de control.

Tal y como plantean **Bengtsson et al.** (2015), la respuesta eficaz a las epidemias de enfermedades infecciosas requiere medidas de control específicas en las zonas que se prevé que tendrán un alto riesgo de nuevos brotes. En su trabajo se propusieron probar si los datos de los operadores de telefonía móvil podían predecir la evolución espacial temprana de la epidemia de cólera de Haití de 2010. Concluyen que los datos de los operadores de telefonía móvil son una fuente de datos muy prometedora para mejorar la preparación y la respuesta durante los brotes de cólera.

El tema de los datos de operadores telefónicos y la privacidad de los datos también ha surgido en relación con la Covid-19. En un preprint de **Cho, Ippolito y Yu** (2020) se parte de la base de que el rastreo de contactos es esencial para los funcionarios de salud pública y las comunidades locales para luchar contra la propagación de nuevas enfermedades, como en el caso de la pandemia Covid-19. En su trabajo, analizan el lanzamiento en Singapur de la aplicación para teléfonos móviles, *TraceTogether*, diseñada para ayudar a los funcionarios de salud a rastrear las exposiciones después de que se identifique a un individuo infectado. Lo hacen centrándose principalmente en el hecho de que la existencia de esas aplicaciones de rastreo tiene importantes implicaciones para la privacidad, analizando algunas de esas implicaciones y discutiendo formas de mejorar las preocupaciones sobre la privacidad sin disminuir la utilidad para la salud pública.

En otro preprint de **Oliver et al.**, (2020), se describe la forma en que los datos de la telefonía móvil pueden servir de guía al gobierno y a las autoridades de salud pública para determinar el mejor curso de acción para controlar la pandemia de Covid-19 y para evaluar la eficacia de medidas de control como el distanciamiento físico. Por su lado, **Ienca y Vayena** (2020) defienden que, pese a que la recopilación de datos puede ayudar a vencer la pandemia de la Covid-9, no se debería poner en riesgo la privacidad y la confianza pública, planteando la necesidad de identificar las mejores prácticas para garantizarlos. En ese sentido, **McKendry et al.**, (2020) instan a las empresas de tecnología a que trabajen con los investigadores y los gobiernos para encontrar formas de compartir sus datos rápidamente de una manera legal, proporcionada, ética y que preserve la privacidad.

Por último, cabe resaltar el trabajo de **Ohannessian, Duong y Odone** (2020) en el que hacen una llamada a la acción a los países que no han integrado la telemedicina en su sistema nacional de atención de la salud, advirtiendo de la necesidad regular los marcos normativos necesarios para apoyar la adopción generalizada de la telemedicina en la pandemia actual de Covid-19.

4. Proyectos

4.1. Información y autodiagnóstico para la descongestión atención primaria y teléfonos 112

La amplia gama de posibles síntomas de la enfermedad Covid-19 hace que, debido al estado de alarma social mundial donde prácticamente no se habla de otra cosa, lleve a que cualquier persona que tenga mínimamente cualquiera de los síntomas, o busque información sobre la Covid-19, llame a los teléfonos públicos de atención telefónica como el 061, a los de emergencia 112 para hacer consultas (**Ricou**, 2020), o a los específicos que se pusieron para el coronavirus y los colapso. En España incluso salieron ofertas de trabajo como telefonistas en plataformas de empleo temporal (**Sánchez-Becerril**, 2020).

En este escenario, tanto a nivel nacional como en comunidades autónomas, y en otros países y organizaciones supranacionales, se desarrollaron apps, webs, chatbots, canales de *Telegram* y un largo etc. para que la ciudadanía pueda conseguir información veraz y oficial o realizar autoevaluaciones de forma sencilla sin necesidad de hacer una llamada telefónica o acudir a urgencias. Por lo general, las aplicaciones de autoevaluación ofrecen recomendaciones sobre cómo actuar según los síntomas, llegando incluso a ponerse en contacto con los usuarios para realizarles tests sobre el coronavirus o realizarles un seguimiento de su evolución a lo largo del tiempo. Todos estos datos se usan igualmente para hacer una representación aproximada del nivel posible de inmunidad de la población.

4.1.1. Aplicaciones y webs

Self-quarantine safety protection (Corea del Sur)

Destacamos en primer lugar esta app del gobierno coreano, en concreto del ministerio de interior y seguridad, por la fama alcanzada, así como por la influencia que ha tenido en el desarrollo de posteriores apps que analizaremos (**Pérez-Colomé; Pascual**, 2020) y por lo rápido que se lanzó (el 6 de marzo) para *Android*. De hecho, Jung Chang-Hyun, funcionario supervisor de la app, señaló que el gobierno estaba preparado para compartir esta tecnología (**Ruiz**, 2020). Hay que resaltar que esta app no es de uso obligatorio ya que hay personas que no se manejan con las nuevas tecnologías (**Branco**, 2020), aunque sí lo sería para las personas que quieren acceder al país desde el extranjero, en concreto desde zonas donde haya habido casos (**Santirso**, 2020).

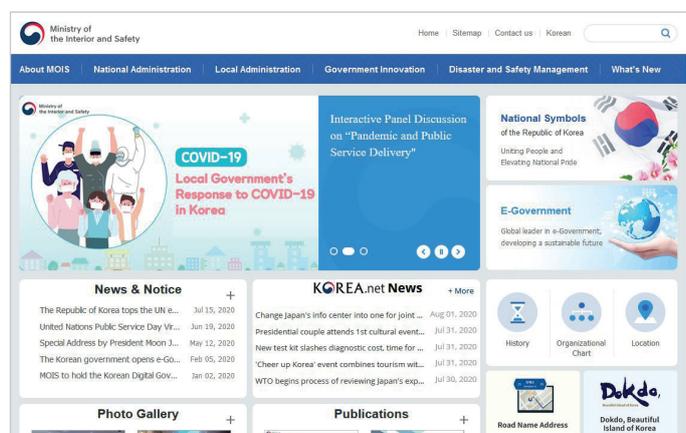


Figura 1. *Self-quarantine safety protection* (Corea del Sur)
<https://www.mois.go.kr/eng/a01/engMain.do>

Esta app, diseñada para evitar el descontrol de la enfermedad y el colapso de los hospitales, registra los datos de los usuarios y sus respuestas a preguntas sobre el estado de salud; con ellos los médicos ofrecen un diagnóstico en remoto,

lo cual ayuda a la descongestión de los teléfonos. De esta forma se consigue un diagnóstico masivo y con esos datos se decide a quién debe realizarse el test (Ruiz, 2020).

Esta app realiza más funciones que después reflejaremos en su apartado correspondiente. Con la misma se obtuvieron datos para realizar más de 200.000 tests del coronavirus y se consiguió bajar la tasa de afectados de manera significativa. Además, sirvió para gestionar la cuarentena de más de 30.000 personas (Santirso, 2020). Igualmente, sirve para atender a las personas en cuarentena, ya que se les tiene monitorizados sus síntomas y son atendidos con recomendaciones en la app según su estado para evitar que también estos pacientes colapsen los hospitales.

Asistencia Covid-19 (España)

Se trata de una web (Gobierno de España, 2020a) y aplicación para Android (Google Play, 2020a) e iOS (App Store, 2020a), realizada a iniciativa del Ministerio de Sanidad de España, en concreto de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial y de muchos profesionales (abogados, expertos en salud, etc.), empresas y grandes empresas que se han involucrado en su desarrollo o que han dado su apoyo y colaboración (Gobierno de España, 2020b). Esta app está inspirada en la de Corea del Sur, pero adaptada a nuestra idiosincrasia; se trata, a su vez, de una adaptación del proyecto desarrollado por Carto en un primer momento para la comunidad de Madrid como proyecto piloto (Pérez, 2020a). En este momento da servicio a Canarias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Extremadura y Principado de Asturias.

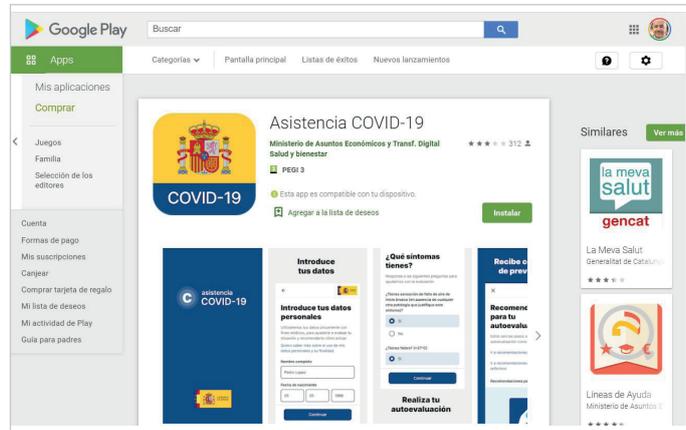


Figura 2. Asistencia Covid-19 (España)

https://play.google.com/store/apps/details?id=es.gob.asistenciaicovid19&hl=es_419

En la fecha de realización de este estudio (18/04/2020) el objetivo de esta app es aliviar las llamadas al 112. Están preparadas nuevas fases que se podrían poner en marcha en el futuro, como por ejemplo, en el caso de que los síntomas coincidan con la Covid 19, gestionar la cita para que se le haga el test en un lugar aislado determinado (Cadena SER, 2020).

Se basa en un sencillo cuestionario (figura 3) para determinar si el usuario tiene los síntomas más habituales de la enfermedad y, a partir de ahí, tiene un funcionamiento bidireccional en el sentido de que al usuario se le dan unas recomendaciones para su caso concreto, con lo que las autoridades competentes pueden analizar y gestionar esta valiosa información en forma de datos agregados para saber el estado actual de los ciudadanos (Gobierno de España, 2020c). Los datos sobre geolocalización se toman para conocer la comunidad autónoma en cuestión y derivar al paciente a los servicios apropiados (Gobierno de España, 2020b).

Actualmente se está trabajando para liberar el código fuente para que pueda ser utilizado por otras comunidades, tras haber recibido el interés de comunidades locales para implantar este modelo, a la vez que se trabaja en garantizar la seguridad de la app evitando clones no autorizados (Gobierno de España, 2020c).

Asistencia Covid (otras comunidades y no oficiales)

Existen también numerosas aplicaciones en otras comunidades autónomas y aplicaciones y webs no oficiales que han tenido cierto éxito. Las vamos a agrupar en varios apartados: A) País Vasco, por las novedades que presenta. B) Andalucía y Valencia, por introducir información sobre el coronavirus en apps existentes anteriormente. C) Semejantes al proyecto estatal. D) Las que presentan un formulario online para el autodiagnóstico.

A) En el País Vasco existe una web de información (Gobierno Vasco, 2020), pero en ella no se pueden introducir los datos, sólo es informativa y da acceso a las apps de Android (Google Play, 2020b) e iOS (App Store, 2020b), cuyo nombre es Covid-19.EUS para que cada usuario se registre. Se ha desarrollado en colaboración con la empresa vasca EricTel. Como novedad respecto al resto, hay que destacar que quiere funcionar también como una red social, donde se puede añadir a los amigos y familiares y observar las novedades en cuanto a su estado de salud y, de esta forma, maximizar las precauciones. Además, estas apps almacenan la geolocalización; de esta forma los equipos de epidemiología podrán ubicar zonas de alta transmisión, al igual que hace un seguimiento del estado de salud del paciente lanzando preguntas y registrando si hay empeoramiento de dicho estado para ofrecer nuevas recomendaciones (Gobierno Vasco, 2020). También dispone de un chat médico.

B) El caso de Andalucía es diferente a los demás en el sentido de que no han creado una app exclusiva para el coronavirus, sino que han incorporado un apartado en la app "Salud responde", tanto en Android (Google Play, 2020c) como en iOS (App Store, 2020c). El usuario se registraba anteriormente en esta app para una serie de servicios como la cita previa en los centros de salud con su número de tarjeta sanitaria. Ahora ofrece además un apartado denominado coronavirus que, para lo que en este apartado nos interesa, incluye tanto información como un test con preguntas que, tras enviarlo, responde con unas recomendaciones.

La Comunidad Valenciana se ha decidido por la misma estrategia y ha actualizado su aplicación de salud *GVA responde* (Google Play, 2020d) con respuestas a las dudas más frecuentes, como Andalucía.

C) En cuanto a las semejantes al proyecto estatal, destacaremos la de Madrid por ser el embrión de la estatal. En este caso, tiene una web (Comunidad de Madrid, 2020) y app para Android (Google Play, 2020e) e iOS (App Store, 2020d).

Cataluña también tiene su web (Generalitat de Catalunya, 2020a) y apps en Android (Google Play, 2020f) e iOS (App Store, 2020e), desarrolladas desde el área de *Ciudadanía, Innovació i Usuari del Servei Català de la Salut* y con la colaboración agencias públicas y empresas públicas y privadas (Generalitat de Catalunya, 2020b), la destacamos por ser la que más descargas posee de todas las autonómicas, aunque no lo publicita utiliza la geolocalización.

Navarra igualmente dispone de una web (Gobierno de Navarra, 2020) y aplicaciones tanto en Android (Google Play, 2020g) como iOS (App Store, 2020f).

Por último, en este apartado destaca una no oficial, *Open Covid-19 Test* creada por Celia Velasco; ofrece los mismos resultados que *Asistencia Covid19*, pero no almacena datos de los usuarios. Se puede consultar el código en el repositorio de *GitHub* (Velmar, 2020).

D) Castilla y León ofrece un test online de autodiagnóstico (Junta de Castilla y León, 2020) cuyo resultado es estrictamente personal, no se recoge ningún dato.

Galicia ha creado un formulario online de autotest (Xunta de Galicia, 2020) con recomendaciones.

Por último, *Yometesteoencasa* es igualmente un test de autodiagnóstico no oficial creado por Pablo Serna, Ibán Ríos y María Ortuño. Su código fuente está liberado en *GitHub* (Ríos, 2020).

4.1.2. Chatbots y canales de Telegram

Aparte de las webs y aplicaciones de información y autoevaluación, existe otra serie de iniciativas para dar información útil a la ciudadanía; se trata de los chatbots y los canales de aplicaciones de mensajería como *WhatsApp* y *Telegram*. Los chatbots son sistemas automáticos de conversación que interactúan y conversan con personas mediante lenguaje natural (Shawar; Atwell, 2005). Se les considera un tipo de conversación mediada por ordenador (CMC por sus siglas en inglés), e incorporan inteligencia artificial, por lo que van aprendiendo y mejoran su rendimiento con el paso del tiempo (Hill; Ford; Farreras, 2015). Aunque es frecuente que los chatbots estén incluidos en redes como *WhatsApp*, *Telegram* o *Facebook*, no tiene por qué ser así y pueden estar incluidos en aplicaciones móviles, webs, etc.

Lo interesante de los chatbots es que simulan ser una persona que está respondiendo a las preguntas que se le van haciendo, lo cual contribuye a descargar las líneas telefónicas de llamadas con las dudas más frecuentes.

En este estudio analizamos los chatbots oficiales de la OMS, del Gobierno de España y de la Junta de Andalucía.

Chatbot de la OMS

La OMS lanzó un chatbot en colaboración con *Praekelt.org*, haciendo uso de “Turn machine learning technology”, una rama de la inteligencia artificial; lo denominan *WHO's health alert*. Está disponible en varios idiomas. A fecha 18 de abril en árabe, español, francés, indio, inglés, italiano y portugués. Este chatbot para el usuario es un contacto de *WhatsApp*, asociado a un número de teléfono que cambia según el idioma. Se activa escribiendo a ese contacto una determinada palabra, normalmente el equivalente a “hola” en los diversos idiomas. Posee potencial para llegar a dos mil millones de personas y sirve las últimas noticias e información sobre los síntomas de la enfermedad; también estadísticas e informes sobre la situación (Organización Mundial de la Salud, 2020c).

Chatbot de España (Hispabot-Covid 19)

Fue encomendado por el Ministerio de Sanidad a la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, adscrita al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital (Gobierno de España, 2020d). Ha sido creado sobre *WhatsApp* a través de su *Business API*, lo cual permite que, cuando se mire en su perfil, nos diga que es una cuenta oficial, con el apoyo de la plataforma *Vonage API* y con *Red.es*, empresas como *Singular* y el *Barcelona Supercomputing Center* (La vanguardia, 2020), además de la colaboración de la *Fundación ONCE*, que ha evaluado el sistema y ha ofrecido recomendaciones sobre su accesibilidad. Bajo la dirección de David Pérez Fernández, han colaborado también investigadores de la *Universidad de Granada*, los cuales destacan:



Figura 3. Funcionamiento de Asistencia Covid-19: introducción de datos, preguntas y recomendaciones.

Fuente: <https://asistencia.covid19.gob.es/manifiesto>

“Estos sistemas pueden contestar las preguntas frecuentes de la ciudadanía, posibilitando así que las llamadas que se reciban en los números de atención al nuevo coronavirus sean las de personas que presentan síntomas” (Canal UGR, 2020).

Este chatbot tuvo un proyecto piloto que se inauguró el día 3 de abril en la comunidad autónoma de La Rioja (Gobierno de La Rioja, 2020a; 2020b); utiliza información oficial de la *Consejería de Salud de La Rioja*, así como fuentes del *Ministerio de Sanidad* y otros organismos oficiales sobre síntomas, medidas de prevención, información para la protección, estadísticas, teléfonos de contacto, etc. (Gobierno de España, 2020d).

Los datos brutos de la aplicación nos hablan de 200 preguntas que se pueden formular de 1.000 formas diferentes (Gobierno de España, 2020d), así como un gran impacto ya que, desde que se puso en marcha el 8 de abril hasta el día 13, ha tenido un total de 120.000 consultas (Canal UGR, 2020), lo cual habría sido muy difícil de afrontar con llamadas telefónicas.

Chatbot de la Junta de Andalucía

La *Junta de Andalucía* lanzó un asistente virtual basado en inteligencia artificial, aprendizaje de máquinas y redes neuronales de *IBM Watson*, desarrollado en colaboración entre la *Empresa Pública de Emergencias* y el *Servicio Andaluz de Salud*, ambos dependientes de la *Consejería de Salud y Familias* (Junta de Andalucía, 2020a). Aunque está disponible también vía web (Junta de Andalucía, 2020b), de nuevo esta funcionalidad está dentro de la app “Salud responde”.

Fue lanzado relativamente pronto, el 27 de marzo, debido a la saturación del servicio telefónico donde se habían triplicado las llamadas al servicio de emergencias sanitarias 061, con más de 3 millones de llamadas desde el sábado 15 al jueves 26 de marzo. Aunque está preparado para utilizarse en navegador web, app “Salud responde”, *Whatsapp*, *Telegram* y *Facebook*, sólo lo hemos visto implantado en los dos primeros canales. Es más limitado en cuanto a preguntas a las que responde: sobre temas sanitarios y no sobre las restricciones del estado de alarma, como sí hace el chatbot del *Gobierno de España*.

Canales de Telegram

Los canales de *Telegram* difunden mensajes a grandes audiencias. Un canal puede tener un número ilimitado de suscriptores. Cuando se publica en un canal, el mensaje se publica con el nombre del canal y su foto. Cada mensaje en un canal tiene un contador de vistas que se actualiza conforme el mensaje se visualiza, incluyendo las copias que son reenviadas.

Telegram ha dispuesto una lista de canales sobre Covid-19 verificados por los ministerios de salud de varios países (figura 4).

Una selección de canales y grupos se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Canales y grupos de *Telegram* verificados sobre Covid-19

País	Url	Miembros (10/04/2020)
Alemania	https://t.me/Corona_Infokanal_BMG	270.594
Arabia Saudí	https://t.me/LiveWellMOH	146.755
Cuba	https://t.me/MINSAPCuba	39.641
España	https://t.me/sanidadgob	295.335
Hong Kong	http://t.me/HKFIGHTECOVID19	11.899
India	https://t.me/MyGovCoronaNewsdesk	914.343
Israel	https://t.me/MOHreport	174.971
Italia	https://t.me/MinisteroSalute	488.102
Kazakhstan	https://t.me/coronavirus2020_kz	391.675
Malaysia	https://t.me/cprckm	630.990
Rusia	https://t.me/stopcoronavirusrussia	50.396
Singapur	https://t.me/govsg	258.538
Togo	https://t.me/GouvTG	7.881
Ucrania	https://t.me/COVID19_Ukraine	856.796
Uzbekistan	https://t.me/koronavirusinfouz	1.365.095

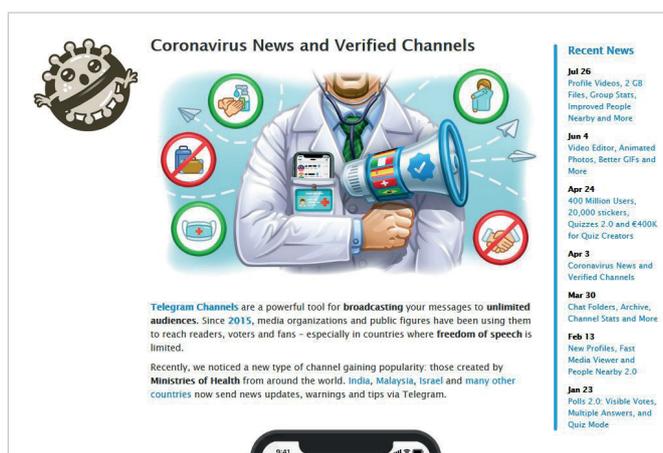


Figura 4. Canales Covid-19 de *Telegram*
<https://telegram.org/blog/coronavirus>

Tabla 2. Tabla resumen de proyectos destacados de información y autodiagnóstico sobre Covid-19

Proyecto	Fecha de lanzamiento (2020)	Institución	Tecnología en la que se apoya	Aspectos a destacar	Inconvenientes
<i>Self-quarantine safety protection</i> (Corea del Sur)	6 de marzo (<i>Android</i>)	<i>Gobierno Coreano, Ministerio del Interior y Seguridad</i>	Aplicación móvil. Recogida de datos. <i>Big data</i> para el tratamiento	Celeridad en su lanzamiento. Modelo de imitación	No respeto a la privacidad
<i>Asistencia Covid-19</i> (España)	6 de abril	<i>Gobierno de España, Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial.</i>	Aplicación móvil y web. Recogida de datos. <i>Big data</i> para el tratamiento.	Protección de la privacidad	Lanzamiento tardío. Por ello sólo 10.000 descargas
<i>Stop Covid19 CAT</i> (Cataluña)	20 de marzo	<i>Departament de Salut, Generalitat de Catalunya</i>	Aplicación móvil y web. Recogida de datos. <i>Big data</i> y geolocalización	Buen número de descargas (más de 500.000)	Mala puntuación de la app en <i>Google Play</i> . No tanto en la <i>App Store</i>
<i>Salud Responde</i> (Andalucía)	14 de marzo	<i>Servicio Andaluz de Salud, Junta de Andalucía</i>	Aplicación móvil. Recogida de datos. <i>Big data</i>	Gran número de descargas. Más de 1 millón	Estética poco amigable
<i>WHO's Health Alert</i>	20 de marzo (inglés)	<i>Organización Mundial de la Salud</i>	Aplicación móvil. <i>WhatsApp</i> . Inteligencia artificial	Principales idiomas. Puede llegar a 2 mil millones de personas	Debería estar en otros sistemas como <i>Telegram</i>

4.2. (Geo)localización de contagiados y estudios de movilidad

La Covid-19 es sobre todo un virus sumamente contagioso, tiene un índice reproductivo bastante más alto que el de la gripe (Llaneras, 2020), la cual ya ponía a prueba los sistemas sanitarios de todos los países; por tanto, el Covid-19 los desborda.

Debido a esto, han surgido iniciativas tecnológicas para frenar el virus o para conocer cómo funciona la movilidad de las personas dentro de un estado, región, municipio, etc., pensadas en su mayor parte, para hacer confinamientos inteligentes o selectivos que mermen al mínimo la economía.

Se trata de tener localizados o geolocalizados a los contagiados (e incluso a los sanos, para que no se salten el confinamiento), y tener preparados recursos sanitarios para asistirlos.

Aunque vamos a analizar más detenidamente los casos de Corea del Sur, España y País Vasco, se comentará brevemente también el de Hong Kong.

Self-quarantine safety protection (Corea del Sur)

Como se expresó anteriormente, la app de Corea del Sur, además de permitir la autoevaluación de los usuarios, está programada para que cuando un paciente refleja síntomas de Covid-19, le busca una cita para realizarse el test de coronavirus en modalidad *drive in* (sin salir del vehículo) (Ruiz, 2020). Por tanto, para poder aplicarla en otros países sería necesario que los mismos tuviesen la capacidad para poder realizar test masivos a la población; en Corea del Sur el criterio es hacerle la prueba a cualquier individuo con síntomas o que haya estado en contacto directo con casos confirmados.

Tanto si ha dado positivo como si tiene síntomas, a partir de ese momento es geolocalizado y monitorizado por el gobierno y se le mantiene confinado en su casa o en el hospital en caso necesario. De esta manera, si la persona sale de su área de confinamiento, tanto él como el policía que controla su zona reciben una alerta; obviamente, si se incumple la normativa, será multado o detenido en función de la gravedad del caso (Kim, 2020). Otra ventaja de la geolocalización es que los datos que ofrece permiten a las autoridades saber cuáles son las zonas más afectadas y a los usuarios saber el nivel de afectación de su lugar de residencia. De esta manera aumenta la concienciación y la prevención ciudadana (Ruiz, 2020).

En España, la investigadora Aurelia Bustos ha hecho una aplicación denominada *Open coronavirus* basada en la de Corea del Sur, que consta de varios niveles o módulos que se pueden ir activando con distintos grados de control de geolocalización. Según su autora está disponible para las autoridades sanitarias si lo ven necesario (Fernández, 2020a).

DataCovid (España)

Este proyecto de España es una adaptación de la geolocalización a la realidad europea y española, en el sentido de que la privacidad y la protección de datos es mucho más restrictiva en el mundo occidental. En este proyecto se busca no entrar en conflicto con el *Reglamento General de Protección de Datos (RGPD)*, la legislación y la *Agencia Española de Protección de Datos*. El impulso de este proyecto es de la *Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial*, adscrita a la *Vicepresidencia Tercera del Gobierno*, y del *Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital*, con-

tando además con la colaboración del *Instituto Nacional de Estadística (INE)* y las operadoras de móviles con red propia (*Gobierno de España, 2020e*). En el estudio también participa el *Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana* que cuenta con la experiencia previa en estudios recientes de movilidad (*Maqueda, 2019*), adaptando los algoritmos para este nuevo proyecto (*Diario Sur, 2020*). Se realizó la experiencia piloto en la Comunidad Valenciana (*IT User, 2020*).

Con técnicas *big data*, este proyecto analiza grandes cantidades de información para ayudar a la toma de decisiones basadas en los datos proporcionados por el posicionamiento de los dispositivos móviles, anónimos y agregados, los cuales son a su vez proporcionados por los operadores. El responsable del tratamiento de los mismos es el *INE*. La función de este estudio es poder conocer los efectos en la movilidad del confinamiento y el distanciamiento social, detectar áreas de aglomeración o mayor afluencia, o posibles zonas con menos recursos sanitarios en relación con la población existente (*Gobierno de España, 2020e*) (*García, 2020*). Para más datos sobre los resultados del análisis, así como la metodología del mismo, es útil la página del *Ministerio de Transportes (Gobierno de España, 2020f)*. Algo parecido se hizo en el estudio de *Bengtsson et al. (2015)*.

Sherpa.ia (País Vasco)

Como explicamos anteriormente, la app del País Vasco *COVID-19.EUS* almacena la geolocalización para conocer zonas de alta transmisión. Con estos datos la compañía vasca *Sherpa.ai* está ayudando de forma altruista al *Gobierno Vasco* a hacer frente al Covid-19; en este caso, se trata de una plataforma no abierta para el público, sino sólo para los responsables sanitarios con el fin de ayudarles a tomar decisiones; entre las más importantes y destacadas, las necesidades futuras de las unidades de cuidados intensivos (UCI) (*Jiménez, 2020*). En concreto, con ayuda de la inteligencia artificial, son capaces de descubrir el número de UCIs necesarias a siete días vistas, lo que da una ventaja para la preparación de los recursos necesarios.

La aplicación utiliza algoritmos de *machine learning* y es capaz de reconocer patrones y tendencias de infectados o futuros focos probables (*CIO, 2020*). Emplea datos públicos y anonimizados por lo que, en principio, no invade la privacidad de las personas, y está realizada ad hoc para el País Vasco, aunque se podría adaptar a otras comunidades (*Rodríguez, 2020*).

StayHomeSafe (Hong Kong)

En la excolonia británica, la empresa *Compathnion Technology* ha adoptado una app denominada *StayHomeSafe* y una pulsera de localización. El uso es obligatorio para los extranjeros. La novedad, aparte de la pulsera, es que adopta un modelo de geoperimetraje (*geofencing*), es decir, realiza un barrido en el lugar en que ha de mantenerse la cuarentena de las redes wifi, bluetooth y telefonía. Mediante esos datos, la app hace un mapa del entorno y, si una persona sale del mismo el sistema envía una alarma a las autoridades. Se preserva la privacidad ya que no necesita recoger la ubicación exacta del usuario (*Aldama, 2020; Hui, 2020*).

Tabla 3. Tabla resumen de proyectos destacados de (geo)localización de contagiados y estudios de movilidad

Proyecto	Fecha de lanzamiento (2020)	Institución	Tecnología en la que se apoya	Aspectos a destacar	Inconvenientes
<i>Self-quarantine safety protection</i> (Corea del Sur)	6 de marzo (<i>Android</i>)	Gobierno Coreano. Ministerio del Interior y Seguridad	Aplicación móvil. Geolocalización	Ha dado buenos resultados. Localiza zonas más afectadas	No respeto a la privacidad
<i>DataCovid</i> (España)	Primera semana de abril	Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, Gobierno de España	Geoposicionamiento antenas de móvil	Datos agregados y anónimos. Respeto privacidad. Análisis movilidad	No permite el rastreo. No es su objetivo
<i>Sherpa.ai / Gobierno Vasco</i>	Primera semana de abril	Gobierno Vasco	Inteligencia artificial. <i>Machine learning</i>	Consigue prevenir picos de enfermos	Datos geolocalizados escasos
<i>StayHomeSafe</i> (Hong Kong)	Mediados de marzo	Gobierno de Hong Kong	Aplicación móvil. Pulsera de localización. Geofencing	Más respetuoso con privacidad	Es obligatoria. No aplicable en otros lugares

4.3. Rastreo y registro de contactos

El virus Sars-Cov-2 tiene la particularidad de que es muy contagioso aunque los sujetos no muestran síntomas (*Day, 2020*). El Sars-Cov-1, por ejemplo, sólo se empezaba a transmitir cuando los enfermos tenían síntomas; eso hacía que fuera fácil acabar con el virus simplemente aislando a los contagiados con síntomas. Con el Sars-Cov-2 no ocurre lo mismo: de hecho, numerosas teorías y datos apuntan a que, para acabar con él, es imprescindible detectar a los asintomáticos y aislarlos (*Goitia, 2020*), todo ello, claro está, haciendo test masivos a la población. Incluso el virus puede tardar 14 días en dar algún síntoma en determinados enfermos; eso hace que cuando una persona da positivo, no recuerde bien con quién ha mantenido un contacto de menos de un metro y medio.

Para facilitar esa labor de rastreo y registro de los contactos recientes han surgido diversos proyectos e iniciativas que tienen al bluetooth como tecnología predominante, sobre todo porque pretenden respetar de esta manera la privacidad de las personas. Lo que le interesa a las autoridades no es tanto la localización exacta de la persona, puesto que ello puede ir en contra de dicha privacidad (el estado no tiene por qué saber dónde están los individuos), sino registrar las posibles personas con las que ha estado en contacto para que en el momento que alguien dé positivo se avise a todos los demás y de esta forma detectar a los asintomáticos. Hay que tener en cuenta que es imposible hacerle test al 100 % de la población, aún más a lo largo del tiempo; por ello, estas herramientas seleccionan de un modo científico a quién hay que hacérselas. Aunque Corea del Sur hace seguimientos o rastreos a través de reconocimiento facial, movimiento de las tarjetas de crédito/débito y geolocalización (Santirso, 2020), entendemos que esta labor sobrepasa este artículo y que no es genuinamente registro de los contactos entre la gente. Lo que se quiere destacar aquí es el registro y el rastreo a través de diversas tecnologías, como pueden ser la geolocalización o el bluetooth, además de un breve apunte sobre Israel.

TraceTogether (Singapur)

Desarrollada por el *Ministerio de Salud de Singapur* (2020) está disponible en *iOS* (App Store, 2020g) y *Android* (Google Play, 2020h). Al principio de la pandemia se hizo muy famosa y los medios la denominaron como “ingeniosa”, “más avanzada” o la que “España tendría que adoptar” (Fernández, 2020b; Méndez, 2020).

La novedad de esta app es el uso del bluetooth para hacer el registro de contactos de teléfonos cercanos con los que nos hemos cruzado o hemos estado cercanos (Méndez, 2020). La app va registrando y almacenando los contactos de menos de metro y medio entre las personas que llevan un móvil con la misma app; técnicamente, los móviles intercambian un identificador cifrado que registra el contacto (Fernández, 2020b). Si alguna de las personas con las que nos hemos cruzado manifiesta síntomas o da positivo posteriormente al encuentro, lo notifica en la app y les llega un mensaje al resto de personas con las que se ha cruzado. Desde ese momento la persona con esta información puede optar por hacer el test, confinarse, etc.

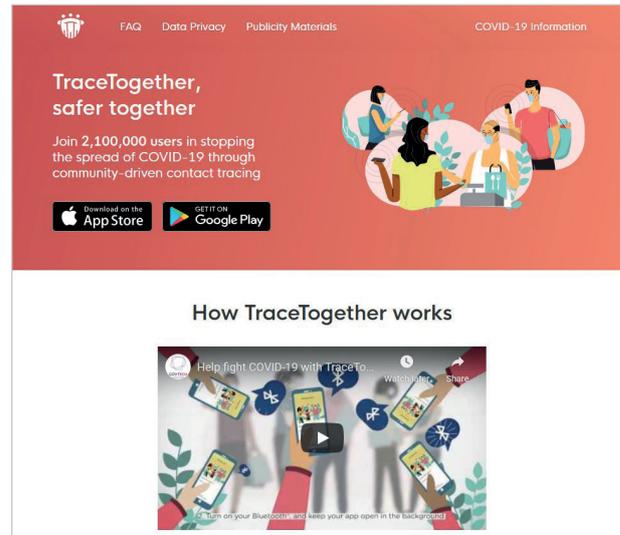


Figura 5. TraceTogether (Singapur) <https://www.tracetogogether.gov.sg>

Esta app realiza un seguimiento individualizado de quien se ha acercado a nosotros, por lo que ayuda a localizar la fuente y la cadena de contagio (Fernández, 2020b). Otra ventaja es que guarda mejor la privacidad en el sentido de que las conexiones con otros móviles se almacenan en local y posteriormente el usuario decide si las cede al gobierno o no. Para profundizar más sobre esta app y la privacidad es interesante el estudio de Cho, Ippolito y Yu (2020). Además es segura, ya que los identificadores se renuevan periódicamente para prevenir posibles ataques de hackers. Por último, el sistema es más preciso comparado con el GPS, que pierde precisión en interiores y no posee verticalidad; con un punto en un mapa, si la persona vive en un edificio, no se sabe cuántos vecinos están infectados; con el bluetooth, sí (Méndez, 2020). A pesar de todas esas ventajas, hay que señalar que Singapur volvió al confinamiento porque sólo un 20% de la población se descargó la app (Pérez-Colomé, 2020a).

PPEP-PT (Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing)

El *Rastreo Paneuropeo de Proximidad para Preservar la Privacidad* es un proyecto originado en Alemania en el que participa España a través de la *Secretaría de Estado de Inteligencia Artificial* (figura 5). Apuesta por una app única europea que logre la interoperabilidad entre países y que permita el intercambio de datos anónimos preservando completamente la privacidad (PEPP-PT, 2020) (figuras 6 y 7). Cuenta con un amplio equipo que provee standards, tecnología y servicios a países y desarrolladores. Integra un gran número de instituciones académicas, científicos y empresas de investigación de Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Italia y Suiza (Pérez, 2020b).



Figura 5. PPEP-PT (Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing) <https://www.pepp-pt.org>

El sistema funciona a través de bluetooth de una manera parecida a la app de Singapur. Las diferencias son:

- usa códigos para cada país, lo que le permite trabajar a través de las fronteras (Pérez, 2020b);
- el teléfono emite y recoge códigos de teléfonos cercanos cada 15 minutos, y
- cumple con el protocolo DP-3T (DP-3T, 2020).

El protocolo DP-3T se ha diseñado para proteger la privacidad siguiendo estos principios: minimizar el uso de datos, prevenir el uso abusivo y el rastreo de usuarios no infectados, y prevé un desmantelamiento programado cuando termine la epidemia. Es fruto de la colaboración de 25 investigadores de instituciones como EPFL, ETHZ, CISPA, ISI Foundation o la University of Oxford (Pérez, 2020b).

En el momento de elaborar este estudio (20 de abril de 2020) este proyecto está en pruebas y se está testando la capacidad del bluetooth para medir finamente las distancias, puesto que el bluetooth no fue diseñado para eso (Untersinger, 2020). En la figura 4 se puede observar a unos militares testando la aplicación de rastreo.

Este protocolo también será cumplido en gran parte por el acuerdo al que han llegado Apple y Google para hacer frente al Covid-19 (Google, 2020); las diferencias tienen que ver con las jerarquías (Vaudenay, 2020). En este importante acuerdo, de nuevo el uso de bluetooth será el que realizará el tracking y registro de los contactos, será voluntario y los datos se mantendrán guardados en local. Apple y Google introducirán APIs en iOS y Android para que las aplicaciones de las autoridades sanitarias de cada país las puedan implementar (Brandom, 2020).

Israel

En Israel se utiliza la geolocalización para avisar a las personas que han estado cerca de alguien que ha dado positivo. Lo realiza el servicio secreto Shin Bet a través de una base de datos secreta que era utilizada por motivos de terrorismo y que se ha descubierto a raíz del Covid-19 (Aguilar, 2020) (Halbfinger; Kershner; Bergman, 2020) (Sanz, 2020). La app se denomina Maguen.



Figura 6. Tweet oficial anunciando que España se suma al PEPP-PT



Figura 7. Tweet de Carmen Artigas sobre la apuesta por una app única europea interoperable



Figura 8. Militares testando la futura aplicación móvil PEPP-PT. Fuente: Le monde

Tabla 4. Tabla resumen de proyectos destacados sobre rastreo y registro de contactos

Proyecto	Fecha de lanzamiento (2020)	Institución	Tecnología en la que se apoya	Aspectos a destacar	Inconvenientes
TraceTogether (Singapur)	20 de marzo	Ministerio de Salud y GovTech	Aplicación móvil. Bluetooth	Respeto la privacidad. Mejor sistema de rastreo	Sólo un 20 % población la ha descargado
PEPP-PT	En proyecto	Consortio de instituciones	Aplicación móvil. Bluetooth	Respeto más aún la privacidad. Mejor sistema rastreo	Todavía no está disponible
Maguen (Israel)	20 de marzo	Ministerio de Salud, Israel	Aplicación móvil. Geolocalización	Ayuda a evitar lugares con infectados	Viola la privacidad

5. Conclusiones

La pandemia de la Covid-19 no ha sido la primera del siglo XXI: el SARS, la gripe aviar, la gripe A (H1N1) y varios brotes de Ébola han sucedido en este siglo. Como se ha podido ver en el estado de la cuestión, estas enfermedades han dado lugar a algunos estudios y avances para sofocarlas con ayuda de la tecnología. Sin embargo, por diversos factores como madurez de la tecnología, expansión agresiva de la pandemia, y confinamientos de la población, ha habido una auténtica revolución en el desarrollo de soluciones tecnológicas que han dado lugar a un gran número de proyectos.

Una vez revisados estos proyectos elaborados en distintas partes del mundo, ofrecemos a continuación dos apuntes de lo que este estudio consideraría una guía de buenas prácticas para la creación del proyecto ideal, teniendo en cuenta, por un lado, el criterio de privacidad en nuestro país y en la Unión Europea conjugado con la eficacia de la lucha contra la pandemia; y por otro, el de la libertad de las personas para descargarse una posible app de información, rastreo o geolocalización.

En primer lugar, creemos necesaria la centralización de los datos, mínimo por estados, aunque sería deseable que fuese por espacios más amplios: el proyecto *PEPP-PT* habla de interoperabilidad de las apps entre estados de la Unión Europea, lo que nos parece la solución más acertada. Como han dicho expertos epidemiólogos, filósofos, filántropos y empresarios como Bill Gates, el coronavirus no entiende de fronteras, etnias o razas, es un virus global que afecta a toda la población mundial (**Gates**, 2020). Desde ese punto de vista, no tiene sentido seguir contando los fallecidos e infectados a nivel estatal, así como que las apps sigan estando disponibles sólo en algunos países y conectados sólo a sus instituciones sanitarias. Igualmente, la cooperación entre bloques hegemónicos y países debería de ser absoluta en este caso. Según esas personalidades, para erradicar el virus hay que tomar decisiones a nivel global, algo parecido a lo que ocurrió con el virus de la viruela en 1979 (*EFE; UPI*, 1979), cuando una campaña de vacunación global logró su erradicación. Si se consigue parar la pandemia en unos territorios y otros no, más tarde o más temprano se infectarán de nuevo los territorios libres del SARS-CoV-2 y, posiblemente lo hagan con una nueva cepa para la que no tengan inmunidad.

“ La gestión de la lucha contra la enfermedad del coronavirus debería realizarse coordinadamente ”

Hasta la llegada de la ansiada vacuna, la gestión de la lucha contra la enfermedad del coronavirus debería realizarse coordinadamente; para ello, en lo que a este estudio se refiere, sería necesario elegir una forma común de tomar los datos y de gestionarlos a través de apps a nivel mundial. No es el caso de España, donde hay al menos siete apps activas sobre el coronavirus sólo contando las dedicadas a dar información y autoevaluación. Excepto la catalana, con medio millón de descargas que es sólo el 10% de la población de Cataluña, el resto ha tenido un escaso impacto. Eso refleja una escasa concentración de recursos en apps que hacen lo mismo (**Pérez-Colomé**, 2020b). Debido a estos datos y considerando que está lejana una gestión global de la crisis, la mejor opción a corto plazo sería incorporar todo lo relativo al coronavirus en las apps actuales que ya sirven para gestionar las citas de salud de las que disponen las comunidades autónomas, como el caso de la app de la *Junta de Andalucía “Salud responde”*, que cuenta con más de un millón de descargas según *Google Play* (2020c). En este caso, no sólo los usuarios ya la tienen instalada sino que además están habituados a ella.

En segundo lugar, creemos que el registro de los contactos por bluetooth es la técnica más avanzada y que mejor funciona para el rastreo de los infectados y los posibles contagios. Según se ha comprobado, posee mayor finura que la geolocalización por GPS, es más eficiente por el tema de la verticalidad y, sobre todo, por la privacidad, ya que es lo menos invasivo. En concreto, nos parece el modelo ideal el que se está desarrollando en el proyecto *PEPP-PT*, puesto que los pilares del mismo son los que mejor representan el *Reglamento general de protección de datos (RGPD)* y la legislación existente, más aún, al seguir el protocolo *DP-3T* descentralizado que asegura que todo sea opcional, está yendo al unísono con los expertos en la materia.

Queremos concluir este estudio con algunas reflexiones sobre la privacidad y la tecnología en tiempos de pandemia y confinamiento y apuntes sobre la situación legal y jurídica. Los proyectos descritos y analizados en este estudio son fieles reflejos de las sociedades a las que están dirigidos, sobre todo en la relación con la privacidad y la protección de datos. Aunque se saben algunas cosas sobre la app desarrollada en China: cuáles son las empresas que la han realizado; que usa la geolocalización y un sistema de códigos QR de distintos colores para poder salir o viajar o no (**Pérez**, 2020c); la falta de transparencia del gobierno Chino sobre otros aspectos impide un análisis serio sobre la misma, por lo que no la hemos incluido en nuestro análisis. Su uso para salir a la calle y viajar es obligatorio, lo que implica que terceros conozcan tu estado de salud. Además, ha optado por un confinamiento exhaustivo de la población.

Aunque en Corea del Sur el uso de la app no es obligatorio, sí que la administración ha utilizado diversos métodos para rastrear a los contagiados a través de la geolocalización GPS, uso de las tarjetas y reconocimiento facial mediante cámaras. Es curioso cómo, a pesar de no respetar la privacidad de las personas, sin embargo, optan por un confinamiento selectivo ya que respetan la libertad para salir del domicilio de los no contagiados. Las sociedades asiáticas se presentan por tanto como más propensas a este tipo de control estatal de la vida del ciudadano a través del mundo digital, ya que sus sociedades lo consideran aceptable por el bien común. Sin embargo, no se trata de una característica exclusiva de las mismas si nos atenemos, por ejemplo, al caso de Israel.

Las sociedades mediterráneas como Italia y España, aunque se decantan por un confinamiento relativamente férreo de la población, consideran inaceptable, hasta el momento, ciertas soluciones que vulneran a la privacidad como las ocurridas en China y Corea del Sur. Nos resulta muy interesante esa dicotomía que existe entre el derecho a salir de casa y hacer una vida relativamente normal y el derecho a la privacidad. Nos surgen preguntas del tipo ¿Qué prefiere el ciudadano, quedarse en casa y que su privacidad sea respetada, o por el contrario poder salir si no está contagiado, pero que el estado sepa su ubicación?

Por último, las sociedades anglosajonas y del Norte de Europa se han caracterizado por un sentimiento más de respeto al individuo y de priorizar la economía que la salud de la colectividad. Se han caracterizado por no querer tomar medidas duras de confinamiento, permitiendo dar paseos y hacer deporte en los casos más restrictivos y también han sido partidarios de respetar la privacidad de las personas. El proyecto *PEPP-PT*, no por casualidad, surge en Alemania para conjugar el rastreo necesario de la población para minimizar los contagiados y fallecidos con el respeto a la privacidad.

A día de hoy, con el Covid-19 todo son incertidumbres, no sólo sobre el tratamiento o la posible vacuna, sino también obviamente sobre la privacidad; surgen multitud de preguntas (**Pérez-Colomé, 2020a**) que no tienen una fácil respuesta. En nuestra opinión, todo gira en torno a otra dicotomía: libertad contra gestión efectiva de la crisis sanitaria. Libertad para llevar el móvil con nosotros o no, llevarlo encendido o apagado, llevar encendida la app con el bluetooth conectado, comunicar al resto de personas si eres positivo o no, etc. Y ello implica, de una manera u otra, confianza entre gobernantes y gobernados.

Respecto a este tema es necesario profundizar y concretar las implicaciones que determinadas aplicaciones pueden tener para la privacidad de las personas y el impacto que esto tiene en el entorno laboral y social. En el caso de China donde se estableció una app, que mediante el uso de códigos QR de colores, permitía o no usar el transporte público, salir de la ciudad, ir al supermercado o trabajar, se observa un claro impacto laboral y social. En el momento en que se hiciera un control y saliera el código QR rojo y el policía, dueño del supermercado o el jefe no te permitiese entrar, todo el mundo podría deducir que estas infectado (**Blasi-Casagran; Duan, 2020**).

En el caso de Corea del Sur no es tan doloso pero su sistema igualmente implica riesgos, su funcionamiento hace que los vecinos de una persona que ha dado positivo puedan ver el recorrido que hizo esa persona en los últimos días para saber si se cruzaron con ella. Los datos son anónimos, pero no es difícil desanonimizarlos viendo las rutinas y descubrir datos personales (**Pérez-Colomé, 2020c**).

En el otro extremo, las aplicaciones que usan bluetooth y en concreto las surgidas del proyecto *PEPP-PT*, son anónimas y descentralizadas, por lo que a los usuarios les indicaría que han estado en contacto con un positivo, pero no revela la identidad de la persona por lo tanto no tendría ninguna implicación social o laboral.

En el plano laboral, un reciente informe de la *AEPD*, expone que el trabajador en cumplimiento de la *Ley de Prevención de Riesgos Laborales*,

“deberá informar a su empleador en caso de sospecha de contacto con el virus, a fin de salvaguardar, además de su propia salud, la de los demás trabajadores del centro de trabajo” (*Agencia Española de Protección de Datos, 2020a*).

Sin embargo, el empleador no puede obligar al trabajador a hacer uso de apps para descubrir esta información. Existen ya aplicaciones sobre el denominado pasaporte inmunitario como *Inmunocard* en España: <https://www.inmunocard.com>

pero el empleador no puede obligar al trabajador a utilizarlas. El pasaporte inmunitario es un tema muy controvertido y polémico. **Fernández (2020c)** expone, a nuestro juicio, muy bien todas las derivadas de este concepto, entre ellas, que en una entrevista de trabajo no se puede preguntar si se ha pasado el Covid-19. En cualquier caso, es una realidad preocupante la detección tanto de ofertas de trabajo como de personas que se ofrecen para determinados servicios poniendo el acento en tener un certificado de haberse curado de la Covid-19 (**Montero, 2020**).

Y como colofón a las conclusiones que hemos expuesto, queremos añadir algunas puntualizaciones sobre la posición española en lo referente a los posibles incertidumbres o conflictos en el dominio de lo que acabamos de señalar. En efecto, en el caso español la *Agencia Española de Protección de Datos* ha emitido un informe y un comunicado (*Agencia Española de Protección de Datos, 2020b*) sobre esta cuestión que nos aporta algo de luz, haciendo referencia al considerando 46 del *RGPD* europeo (*Parlamento Europeo; Consejo de la Unión Europea, 2016*) donde se puede constatar que el legislador ya tuvo en cuenta la posibilidad de la confrontación entre el control sanitario y el tratamiento de los datos personales; dice así dicho considerando:

“El tratamiento de datos personales también debe considerarse lícito cuando sea necesario para proteger un interés esencial para la vida del interesado o la de otra persona física... Ciertos tipos de tratamiento pueden responder tanto a motivos importantes de interés público como a los intereses vitales del interesado, como por ejemplo cuando el tratamiento es necesario para fines humanitarios, incluido el control de epidemias y su propagación, o en situaciones de emergencia humanitaria...” (*Parlamento Europeo; Consejo de la Unión Europea, 2016*).

Al este respecto, el informe de la *AEPD* expone:

“...en una situación de emergencia sanitaria... la aplicación de la normativa de protección de datos personales permitiría adoptar al responsable del tratamiento aquellas decisiones que sean necesarias para salvaguardar los intereses vitales de las personas físicas...” (*Agencia Española de Protección de Datos, 2020b*).

Esta afirmación abre mucho el abanico de posibilidades a las autoridades sanitarias para realizar el rastreo y seguimiento. La AEPD en el comunicado ofrece todavía más detalles:

“Esta situación de emergencia no puede suponer una suspensión del derecho fundamental a la protección de datos personales. Pero, al mismo tiempo, la normativa de protección de datos no puede utilizarse para obstaculizar o limitar la efectividad de las medidas que adopten las autoridades competentes, especialmente las sanitarias... Para ello, la *Agencia* está colaborando con las autoridades competentes facilitándoles criterios que permitan compatibilizarlos” (*Agencia Española de Protección de Datos*, 2020b).

Esos criterios son el interés público, así como garantizar los intereses vitales de los propios afectados o de terceras personas, y las finalidades son las relacionadas con el control de la epidemia; en lo que ahora más nos interesa, expone:

“...ofrecer información sobre el uso de las aplicaciones de autoevaluación realizadas por las administraciones públicas o la obtención de estadísticas con datos de geolocalización agregados para ofrecer mapas que informen sobre áreas de mayor o menor riesgo” (*Agencia Española de Protección de Datos*, 2020b).

Y continúa con lo siguiente:

“En cuanto a la previsión de que todos aquellos ciudadanos que hayan dado positivo en la prueba del Covid-19 puedan ser geolocalizados a través del teléfono móvil que hayan facilitado previamente, de modo que se pueda llevar a cabo un seguimiento de su cuarentena, hay que partir de nuevo de las amplias competencias que en situaciones excepcionales, como sin duda lo es la presente epidemia, tienen las autoridades sanitarias, teniendo en cuenta, además, que una de las medidas excepcionales para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el Covid-19 es la de limitar la libertad de circulación de las personas” (*Agencia Española de Protección de Datos*, 2020b).

Termina el comunicado expresando que:

“el único dato a efectos de geolocalización que debería facilitarse a los operadores de telecomunicaciones, en su caso, sería el correspondiente al número de teléfono móvil que se tiene que geolocalizar...” (*Agencia Española de Protección de Datos*, 2020b).

De todo ello debemos deducir que las autoridades sanitarias tienen la puerta abierta para hacer el tratamiento de los datos personales, incluso llegando a la geolocalización de los afectados, según expone la legislación y la propia AEPD, que es la encargada de protegerlos. No está tan claro, en nuestra opinión y la de los expertos (**De-Vega; Morales**, 2020), que el usuario esté obligado a dar esos datos; por tanto, sería interesante ofrecerle las aplicaciones menos invasivas posibles.

7. Referencias

Adhanom-Ghebreyesus, Tedros (2020). *Alocución de apertura del Director General de la OMS en la sesión informativa para las misiones diplomáticas sobre la Covid-19, celebrada el 16 de abril de 2020.*

<https://www.who.int/es/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-mission-briefing-on-covid-19---16-april-2020>

Agencia Española de Protección de Datos (2020a). *Informe sobre los tratamientos de datos en relación con el Covid-19*, AEPD. <https://www.aepd.es/es/areas-de-actuacion/proteccion-datos-y-coronavirus>

Agencia Española de Protección de Datos (2020b). *Comunicado de la AEPD sobre apps y webs de autoevaluación del Coronavirus*, AEPD.

<https://www.aepd.es/es/prensa-y-comunicacion/notas-de-prensa/aepd-apps-webs-autoevaluacion-coronavirus-privacidad>

Aguilar, Ricardo (2020). “El plan de Israel para evitar contagios por coronavirus: rastrear los teléfonos”. *Xataka Móvil*.

<https://www.xatakamovil.com/movil-y-sociedad/plan-israel-para-evitar-contagios-coronavirus-rastrear-telefonos>

Aldama, Zigor (2020). “Pulseras y geoperimetraje para que nadie se salte la cuarentena por la Covid-19”. *El país*, 25 de marzo.

https://retina.elpais.com/retina/2020/03/25/tendencias/1585139888_930770.html

Aleuy, O. Alejandro; Pitesky, Maurice; Gallardo, Rodrigo (2018). “Using multinomial and space-time permutation models to understand the epidemiology of infectious bronchitis in California between 2008 and 2012”. *Avian diseases*, v. 62, n. 2, pp. 226-232.

<https://doi.org/10.1637/11788-122217-Reg.1>

Alimadadi, Ahmad; Aryal, Sachin; Manandhar, Ishan; Munroe, Patricia B.; Joe, Bina; Cheng, Xi (2020). “Artificial intelligence and machine learning to fight Covid-19”. *Physiological genomics*, v. 52, n. 4, pp. 200-202.

<https://doi.org/10.1152/physiolgenomics.00029.2020>

Allam, Zaheer; Jones, David S. (2020). “On the coronavirus (Covid-19) outbreak and the smart city network: Universal data sharing standards coupled with artificial intelligence (AI) to benefit urban health monitoring and management”. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, v. 8, n. 1.

<https://doi.org/10.3390/healthcare8010046>

App Store (2020a). *Asistencia Covid-19*.

<https://apps.apple.com/es/app/asistencia-Covid19/id1504750846>

App Store (2020b). *Covid-19.eus*.

<https://apps.apple.com/es/app/covid-19-eus/id1504249338>

App Store (2020c). *Salud responde*.

<https://apps.apple.com/es/app/salud-responde/id681103926>

App Store (2020d). *CoronaMadrid*.

<https://apps.apple.com/es/app/coronamadrid/id1502911576>

App Store (2020e). *STOP Covid19 CAT*.

<https://apps.apple.com/app/id1502992288>

App Store (2020f). *CoronaTest Navarra*.

<https://apps.apple.com/tt/app/coronatest-navarra/id1506220067>

App Store (2020g). *TraceTogether*. App Store.

<https://apps.apple.com/sg/app/tracetogether/id1498276074>

Ayyoubzadeh, Seyed-Mohammad; Ayyoubzadeh, Seyed-Mehdi; Zahedi, Hoda; Ahmadi, Mahnaz; Kalhori, Sharareh R. Niakan (2020). "Predicting Covid-19 incidence through analysis of Google trends data in Iran: Data mining and deep learning pilot study". *JMIR Public health and surveillance*, v. 6, n. 2, e18828.

<https://doi.org/10.2196/18828>

Bengtsson, Linus; Gaudart, Jean; Lu, Xin; Moore, Sandra; Wetter, Erik; Sallah, Kankoe; Rebaudet, Stanislas; Piarroux, Renaud (2015). "Using mobile phone data to predict the spatial spread of cholera". *Scientific reports*, v. 5, n. 1.

<https://doi.org/10.1038/srep08923>

Blasi-Casagran, Cristina; Duan, Yunxiao (2020). "El sistema de monitorización que ha erradicado el Covid-19 en China: ¿Se podría implantar en la UE?". *Cuadernos de seguridad*, 24 marzo.

<https://cuadernosdeseguridad.com/2020/03/monitorizacion-codigo-covid-europa>

Boulos, Maged N. Kamel (2004). "Descriptive review of geographic mapping of severe acute respiratory syndrome (SARS) on the Internet". *International journal of health geographics*, v. 3, n. 1, p. 2.

<https://doi.org/10.1186/1476-072X-3-2>

Branco, Alex (2020). "Así es la app que ha frenado el coronavirus en Corea del Sur". *El español*, 15 de marzo.

https://www.elespanol.com/omicrono/software/20200315/app-frenado-coronavirus-corea-sur/474454544_0.html

Brandom, Russell (2020). "Apple and Google are building a coronavirus tracking system into iOS and Android". *The Verge*.

<https://www.theverge.com/2020/4/10/21216484/google-apple-coronavirus-contract-tracing-bluetooth-location-tracking-data-app>

Cadena SER (2020). "¿Cómo puede la geolocalización ayudarnos a detener el coronavirus?". *Cadena SER*, 4 de abril.

https://cadenaser.com/programa/2020/04/04/a_vivir_que_son_dos_dias/1585996969_196741.html

Canal UGR (2020). "Investigadores de la UGR colaboran con el Gobierno en el desarrollo de un asistente conversacional para ofrecer información y desmentir bulos sobre Covid-19 a través de WhatsApp". *Canal UGR*, 13 de abril.

<https://canal.ugr.es/noticia/investigadores-ugr-colaboran-gobierno-asistente-conversacional-desmentir-bulos-sobre-covid-19-whatsapp>

CIO (2020). *El Gobierno Vasco se apoya en Sherpa.ai para luchar contra el coronavirus*.

<https://www.ciospain.es/industria-y-utilities/el-gobierno-vasco-se-apoya-en-sherpaai-para-luchar-contra-el-coronavirus>

Chan, Jasper-Fuk-Woo; Yuan, Shuofeng; Kok, Kin-Hang; To, Kelvin-Kai-Wang; Chu, Hin; Yang, Jin; Xing, Fanfan; Liu, Jieliang; Yip, Cyril Chik-Yan; Poon, Rosana-Wing-Shan; et al. (2020). "A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission: a study of a family cluster". *The Lancet*, v. 395, n. 10223, pp. 514-523.

[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30154-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30154-9)

Cho, Hyunghoon; Ippolito, Daphne; Yu, Yun-William (2020). "Contact tracing mobile apps for Covid-19: Privacy considerations and related trade-offs". *arXiv:2003.11511*.

<http://arxiv.org/abs/2003.11511>

Comunidad de Madrid (2020). *Haz tu autoevaluación del Covid-19*.

<https://www.coronamadrid.com>

Day, Michael (2020). "Covid-19: four fifths of cases are asymptomatic, China figures indicate". *BMJ*, v. 369, m1375.

<https://doi.org/10.1136/bmj.m1375>

- De-Vega, Carlos; Morales, José-Juan** (2020). "Crisis del coronavirus: Podcast. Ep. 28: Todos los problemas del pasaporte inmunológico". *El país*, 22 abril.
<https://elpais.com/sociedad/crisis-del-coronavirus/2020-04-22/podcast-ep-28-todos-los-problemas-del-pasaporte-inmunologico.html>
- Diario Sur* (2020). *Control telefónico: 31,5 millones de españoles no se movieron más de 500 metros el Viernes Santo*.
<https://www.diariosur.es/nacional/control-telefonico-millones-20200414201431-nt.html>
- Dion, Marie; AbdelMalik, Philip; Mawudeku, Abla** (2015). "Big data and the global public health intelligence network (Gphin)". *Canada communicable disease report = Relevé des maladies transmissibles au Canada*, v. 41, n. 9, pp. 209-214.
<https://europepmc.org/article/med/29769954>
- DP-3T* (2020). "DP-3T/documents". *GitHub*.
<https://github.com/DP-3T/documents>
- EFE; UPI* (1979). "Anuncio oficial de la desaparición de la viruela en el mundo". *El país*.
https://elpais.com/diario/1979/10/27/sociedad/309826801_850215.html
- Fernández, Samuel** (2020a). "Open Coronavirus, la app española que quiere importar el éxito de Corea: cuarentenas selectivas en lugar de masivas". *Xataka Móvil*, 1 abril.
<https://www.xatakamovil.com/aplicaciones/open-coronavirus-app-espanola-que-quiere-importar-exito-corea-cuarentenas-selectivas-lugar-masivas>
- Fernández, Samuel** (2020b). "Singapur ha creado la app más avanzada para prevenir contagios por coronavirus y así podría ser adaptada en España". *Xataka Móvil*.
<https://www.xatakamovil.com/aplicaciones/singapur-ha-creado-app-avanzada-para-prevenir-contagios-coronavirus-asi-podria-ser-adaptada-espana>
- Fernández, Tino** (2020c). "El pasaporte inmunológico, otra discriminación laboral cuando acabe la pandemia". *Expansión*, 17 abril.
<https://www.expansion.com/expansion-empleo/desarrollo-de-carrera/2020/04/17/5e99d2db468aebf47a8b457d.html>
- García, José** (2020). "El Gobierno usará los datos de las operadoras para analizar el movimiento de los ciudadanos durante la crisis del coronavirus". *Xataka*, 23 marzo.
<https://www.xataka.com/privacidad/gobierno-usara-datos-operadoras-para-analizar-movimiento-ciudadanos-durante-crisis-coronavirus>
- Gates, Bill** (2020). "Tribuna. Una estrategia mundial contra la Covid-19". *El país*, 11 abril.
https://elpais.com/elpais/2020/04/11/opinion/1586600730_628755.html
- Generalitat de Catalunya* (2020a). *STOP Covid19 CAT*.
<http://canalsalut.gencat.cat/ca/salut-a-z/c/coronavirus-2019-ncov/stop-covid19-cat/index.html>
- Generalitat de Catalunya* (2020b). *Salut posa en marxa una 'app' per detectar la Covid 19 a Catalunya*.
<https://govern.cat/salaprensa/notes-premsa/383476/salut-posa-marxa-app-detectar-covid-19-catalunya>
- Gibson, Lesley; Rush, David** (2020). "Novel coronavirus in Cape Town informal settlements: Feasibility of using informal dwelling outlines to identify high risk areas for Covid-19 transmission from a social distancing perspective". *JMIR Public health and surveillance*, v. 6, n. 2, e18844.
<https://doi.org/10.2196/18844>
- Gikonyo, Stephen; Kimani, Tabitha; Matere, Joseph; Kimutai, Joshua; Kiambi, Stella G.; Bitek, Austine O.; Juma Ngeiywa, K. J. Z.; Makonnen, Yilma J.; Tripodi, Astrid; Morzaria, Subhash et al.** (2018). "Mapping potential amplification and transmission hotspots for MERS-CoV, Kenya". *EcoHealth*, v. 15, n. 2, pp. 372-387.
<https://doi.org/10.1007/s10393-018-1317-6>
- Gobierno de España* (2020a). *Haz tu autoevaluación del Covid-19*.
<https://asistencia.covid19.gob.es>
- Gobierno de España* (2020b). *Preguntas frecuentes*.
<https://asistencia.covid19.gob.es/preguntas-frecuentes>
- Gobierno de España* (2020c). *Manifiesto*.
<https://asistencia.covid19.gob.es/manifiesto>
- Gobierno de España* (2020d). *El Gobierno pone en marcha Hispabot-Covid19, un canal de consulta sobre el Covid-19 a través de WhatsApp*.
<https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2020/080420-consulta.aspx>
- Gobierno de España* (2020e). *DataCovid, un estudio de movilidad de la población para contribuir a la toma de decisiones ante el coronavirus*.
<https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/asuntos-economicos/Paginas/2020/010420-datacovid.aspx>

- Gobierno de España (2020f). *Análisis de la movilidad en España durante el Estado de Alarma*. Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.
<https://www.mitma.gob.es/ministerio/covid-19/evolucion-movilidad-big-data>
- Gobierno de La Rioja (2020a). *Portada - Gobierno de La Rioja*.
<https://web.larioja.org>
- Gobierno de La Rioja (2020b). *La Rioja lanza un asistente virtual sobre coronavirus*.
<http://www.riojasalud.es/noticias/7049-la-rioja-lanza-un-asistente-virtual-sobre-coronavirus>
- Gobierno de Navarra (2020). *CoronaTest Navarra*.
<https://administracionelectronica.navarra.es/CoronaTest/index.html#/inicio>
- Gobierno Vasco (2020). *APP Covid-19.EUS*.
<https://www.euskadi.eus/coronavirus-app-covid-eus/web01-a2korona/es>
- Goitia, Fernando** (2020). "Coronavirus: el misterio de los pacientes asintomáticos". *XLSemanal*, 4 abril.
<https://www.xlsemanal.com/conocer/salud/20200404/pacientes-asintomaticos-coronavirus-contagio-pandemia-ninos.html>
- Google (2020). *Apple and Google partner on Covid-19 contact tracing technology*. Google.
<https://blog.google/inside-google/company-announcements/apple-and-google-partner-covid-19-contact-tracing-technology>
- Google Play (2020a). *Asistencia Covid-19*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.gob.asistenciacovid19>
- Google Play (2020b). *Covid-19.eus*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.erictelm2m.colabora>
- Google Play (2020c). *Salud responde*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=citamovil.saludresponde>
- Google Play (2020d). *GVA responde*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.gva.responde>
- Google Play (2020e). *CoronaMadrid*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.madrid.CoronaMadrid>
- Google Play (2020f). *STOP Covid19 CAT*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=cat.gencat.mobi.StopCovid19Cat>
- Google Play (2020g). *CoronaTest Navarra*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=es.navarra.coronatestnavarra>
- Google Play (2020h). *TraceTogether*.
<https://play.google.com/store/apps/details?id=sg.gov.tech.bluetrace&hl=es>
- Halbfinger, David M.; Kershner, Isabel; Bergman, Ronen** (2020). "To track coronavirus, Israel moves to tap secret trove of cellphone data". *The New York Times*, 16 March.
<https://www.nytimes.com/2020/03/16/world/middleeast/israel-coronavirus-cellphone-tracking.html>
- Hill, Jennifer; Ford, W. Randolph; Farreras, Ingrid G.** (2015). "Real conversations with artificial intelligence: A comparison between human - human online conversations and human -chatbot conversations". *Computers in human behavior*, v. 49, pp. 245-250.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.02.026>
- Huang, Chaolin; Wang, Yeming; Li, Xingwang; Ren, Lili; Zhao, Jianping; Hu, Yi; Zhang, Li; Fan, Guohui; Xu, Jiuyang; Gu, Xiaoying; et al.** (2020). "Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China". *The Lancet*, v. 395, n. 10223, pp. 497-506.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30183-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30183-5)
- Hui, Mary** (2020). "Hong Kong is using tracker wristbands to geofence people under coronavirus quarantine". *Quartz*, 20 March.
<https://qz.com/1822215/hong-kong-uses-tracking-wristbands-for-coronavirus-quarantine>
- Ienca, Marcello; Vayena, Effy** (2020). "On the responsible use of digital data to tackle the Covid-19 pandemic". *Nature medicine*, v. 26, n. 4, pp. 463-464.
<https://doi.org/10.1038/s41591-020-0832-5>
- IT User (2020). *El Gobierno emplea big data para estudiar la movilidad de la población: así es DataCovid | Big Data*.
<https://www.ituser.es/big-data/2020/04/el-gobierno-emplea-big-data-para-estudiar-la-movilidad-de-la-poblacion-asi-es-datacovid>

- Jiménez, Marimar** (2020). “Sherpa ayuda al Gobierno vasco a predecir las necesidades futuras de las UCI con inteligencia artificial”. *Cinco días*, 8 abril.
https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/04/07/companias/1586289347_785364.html
- Junta de Andalucía (2020a). *Andalucía crea un asistente virtual para informar sobre el coronavirus*.
<http://www.juntadeandalucia.es/presidencia/portavoz/151223>
- Junta de Andalucía (2020b). *Empresa Pública de Emergencias Sanitarias. EPES - 061 | Gestión de las emergencias y urgencias sanitarias en Andalucía*.
<http://www.epes.es>
- Junta de Castilla y León (2020). *Test Covid-19*.
<https://www.saludcastillayleon.es/sanidad/cm/gallery/COVID19/autotriaje.html>
- Kamel-Boulos, Maged N.; Geraghty, Estella M.** (2020). “Geographical tracking and mapping of coronavirus disease Covid-19 / severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) epidemic and associated events around the world: how 21st century GIS technologies are supporting the global fight against outbreaks and epidemics”. *International journal of health geographics*, v. 19, n. 1, p. 8.
<https://doi.org/10.1186/s12942-020-00202-8>
- Kim, Max S.** (2020). “South Korea is watching quarantined citizens with a smartphone app”. *MIT Technology review*, 6 March.
<https://www.technologyreview.com/2020/03/06/905459/coronavirus-south-korea-smartphone-app-quarantine>
- La vanguardia* (2020). “Un asistente conversacional ofrece información y desmiente bulos del Covid-19”. *La vanguardia*, 13 abril.
<https://www.lavanguardia.com/vida/20200413/48462038132/un-asistente-conversacional-ofrece-informacion-y-desmiente-bulos-del-covid-19.html>
- Lai, P. C.; Wong, C. M.; Hedley, A. J.; Leung, G. M.** (2009). “Spatial clustering of SARS in Hong Kong”. *Hong Kong medical journal = Xianggang Yi Xue Za Zhi*, v. 15, Suppl 9, pp. 17-19.
- Lai, P. C.; Wong, C. M.; Hedley, A. J.; Lo, S. V.; Leung, P. Y.; Kong, J.; Leung, G. M.** (2004). “Understanding the spatial clustering of severe acute respiratory syndrome (SARS) in Hong Kong”. *Environmental health perspectives*, v. 112, n. 15, pp. 1550-1556.
<https://doi.org/10.1289/ehp.7117>
- Li, Qun; Guan, Xuhua; Wu, Peng; Wang, Xiaoye; Zhou, Lei; Tong, Yeqing; Ren, Ruiqi; Leung, Kathy S. M.; Lau, Eric H. Y.; Wong, Jessica Y.; et al.** (2020a). “Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia”. *New England journal of Medicine*, v. 382, n. 13, pp. 1199-1207.
<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
- Li, Lin; Qin, Lixin; Xu, Zeguo; Yin, Youbing; Wang, Xin; Kong, Bin; Bai, Junjie; Lu, Yi; Fang, Zhenghan; Song, Qi ;et al.** (2020b). “Artificial intelligence distinguishes Covid-19 from community acquired pneumonia on chest CT”. *Radiology*, p. 200905.
<https://doi.org/10.1148/radiol.20200905>
- Llaneras, Kiko** (2020). “¿Cómo se compara el coronavirus con la gripe? Los números dicen que es peor”. *El país*, 3 marzo.
<https://elpais.com/ciencia/2020-03-02/como-se-compara-el-coronavirus-con-la-gripe-los-numeros-dicen-que-es-peor.html>
- Lyseen, Andes-Knørr; Nøhr, Christian; Sørensen, Esben-Munk; Gudes, Ori; Geraghty, E. M.; Shaw, Nicola T.; Bivona-Te-Illez, Christina** (2014). “A review and framework for categorizing current research and development in health related geographical information systems (GIS) studies”. *Yearbook of medical informatics*, v. 23, n. 01, pp. 110-124.
<https://doi.org/10.15265/IY-2014-0008>
- Maqueda, Antonio** (2019). “El INE seguirá la pista de los móviles de toda España durante ocho días”. *El país*, 29 octubre.
https://elpais.com/economia/2019/10/28/actualidad/1572295148_688318.html
- Mashamba-Thompson, Tivani P.; Crayton, Ellen-Debra** (2020). “Blockchain and artificial intelligence technology for novel coronavirus Disease-19 self-testing”. *Diagnostics (Basel, Switzerland)*, v. 10, n. 4.
<https://doi.org/10.3390/diagnostics10040198>
- McKendry, Rachel A.; Rees, Geraint; Cox, Ingemar J.; Johnson, Anne; Edelstein, Michael; Eland, Andrew; Stevens, Molly M.; Heymann, David** (2020). “Share mobile and social-media data to curb Covid-19”. *Nature*, v. 580, n. 7801, pp. 29-29.
<https://doi.org/10.1038/d41586-020-00908-6>
- Méndez, Manuel-Ángel** (2020). “La ingeniosa “app” de Singapur para frenar el coronavirus que España debería crear ya”. *El confidencial*, 26 marzo.
https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-03-26/singapur-app-coronavirus-covid19-smartphones_2516539
- Ministerio de Salud de Singapur (2020). *TraceTogether*.
<https://www.tracetgether.gov.sg>

- Montero, H.** (2020). "Se buscan trabajadores inmunes". *La razón*, 15 mayo.
<https://www.larazon.es/economia/20200515/wksozetnhjfmhcomeh7pqgjoey.html>
- Ohannessian, Robin; Duong, Tu-Anh; Odone, Anna** (2020). "Global telemedicine implementation and integration within health systems to fight the Covid-19 pandemic: A call to action". *JMIR Public health and surveillance*, v. 6, n. 2, e18810.
<https://doi.org/10.2196/18810>
- Oliver, Nuria; Letouzé, Emmanuel; Sterly, Harald; Delataille, Sébastien; De-Nadai, Marco; Lepri, Bruno; Lambiotte, Renaud; Benjamins, Richard; Cattuto, Ciro; Colizza, Vittoria et al.** (2020). "Mobile phone data and Covid-19: Missing an opportunity?". *arXiv:2003.12347*.
<http://arxiv.org/abs/2003.12347>
- Ong, Sean-Wei-Xiang; Tan, Yian-Kim; Chia, Po-Ying; Lee, Tau-Hong; Ng, Oon-Tek; Wong, Michelle-Su-Yen; Marimuthu, Kalisvar** (2020). "Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient". *JAMA*.
<https://doi.org/10.1001/jama.2020.3227>
- Organización Mundial de la Salud (2020a). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (Covid-19)*.
<https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>
- Organización Mundial de la Salud (2020b). *Vías de transmisión del virus de la Covid-19*.
<https://www.who.int/es/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
- Organización Mundial de la Salud (2020c). *WHO Health alert brings Covid-19 facts to billions via WhatsApp*.
<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/who-health-alert-brings-covid-19-facts-to-billions-via-whatsapp>
- Parlamento Europeo; Consejo de la Unión Europea (2016). "Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos)". *Diario Oficial de la Unión Europea*, n. L 119/1 de 4/5/2016.
<https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679&from=ES>
- PEPP-PT (2020). "HOME. Pepp-Pt". *Pepp Pt*.
<https://www.pepp-pt.org>
- Pérez-Colomé, Jordi** (2020a). "Apple y Google se alían para facilitar que las apps para rastrear el coronavirus estén en todos los móviles". *El país*, 10 abril.
<https://elpais.com/tecnologia/2020-04-10/apple-y-google-se-alian-para-crear-un-sistema-de-rastreo-del-coronavirus-que-no-necesite-descargar-una-app.html>
- Pérez-Colomé, Jordi** (2020b). "España se suma a un proyecto europeo de rastreo de móviles para después de la cuarentena". *El país*, 14 abril.
<https://elpais.com/tecnologia/2020-04-14/espana-se-suma-a-un-proyecto-europeo-de-rastreo-de-moviles-para-despues-de-la-cuarentena.html>
- Pérez-Colomé, Jordi** (2020c). "Por qué la solución tecnológica coreana es inviable ahora. Pero puede ser indispensable pronto". *El país*, 23 marzo.
<https://elpais.com/tecnologia/2020-03-23/por-que-la-solucion-tecnologica-coreana-es-inviable-ahora-pero-puede-ser-indispensable-pronto.html>
- Pérez-Colomé, Jordi; Pascual, Manuel G.** (2020). "El Gobierno impulsa una aplicación inspirada en el éxito de Corea del Sur para combatir el coronavirus". *El país*, 17 marzo.
<https://elpais.com/tecnologia/2020-03-16/el-gobierno-impulsa-una-aplicacion-inspirada-en-el-exito-de-corea-del-sur-para-combatir-el-coronavirus.html>
- Pérez, Enrique** (2020a). "El lío de las aplicaciones del Covid-19: estos son los proyectos españoles donde el móvil es la principal arma frente al coronavirus". *Xataka*, 6 abril.
<https://www.xataka.com/aplicaciones/lío-aplicaciones-covid-19-estos-diferentes-proyectos-donde-movil-principal-arma-frente-al-coronavirus>
- Pérez, Enrique** (2020b). "España se une al proyecto europeo Pepp-PT y abre la puerta a utilizar la geolocalización de los móviles para rastrear el Covid-19". *Xataka*.
<https://www.xataka.com/aplicaciones/espana-se-une-al-proyecto-europeo-pepppt-abre-puerta-a-utilizar-geolocalizacion-moviles-para-rastrear-covid-19>
- Pérez, Enrique** (2020c). "China crea una app para "detectar contactos cercanos": su gran sistema de vigilancia utilizado contra el coronavirus".
<https://www.xataka.com/aplicaciones/china-crea-app-para-detectar-contactos-cercanos-gran-sistema-vigilancia-coronavirus>

- Qiu, H. J.; Yuan, L. X.; Huang, X. K.; Zhou, Y. Q.; Wu, Q. W.; Zheng, R.; Yang, Q. T.** (2020). "Using the big data of internet to understand coronavirus disease 2019's symptom characteristics: a big data study". *Zhonghua er bi yan hou tou jing wai ke za zhi = Chinese journal of otorhinolaryngology head and neck surgery*, v. 55, n. 0, E004.
<https://doi.org/10.3760/cma.j.cn115330-20200225-00128>
- Rao, Arni S. R. Srinivasa; Vázquez, José A.** (2020). "Identification of Covid-19 can be quicker through artificial intelligence framework using a mobile phone-based survey in the populations when cities/towns are under quarantine". *Infection control and hospital epidemiology*, pp. 1-18.
<https://doi.org/10.1017/ice.2020.61>
- Ricou, Javier** (2020). "El colapso en el 061 por las consultas médicas satura el 112". *La vanguardia*, 13 marzo.
<https://www.lavanguardia.com/vida/20200313/474104967741/colapso-061-catalunya-coronavirus.html>
- Ríos, Ibán** (2020). *Coronavirus-Covid19-online-test*.
<https://github.com/IbanRios/Coronavirus-Covid19-Online-Test>
- Rodríguez, Ara** (2020). "El País Vasco se suma a la IA para anticiparse al Covid-19". *Hipertextual*, 8 abril.
<https://hipertextual.com/2020/04/pais-vasco-sistema-prediccion-coronavirus>
- Ruiz, Mario** (2020). "Así es la app que está frenando la curva del coronavirus en Corea del Sur". *Gaceta médica*, 16 marzo.
<https://gacetamedica.com/profesion/coronavirus-la-app-con-la-que-corea-del-sur-esta-consiguiendo-frenar-la-curva>
- Sánchez-Becerril, Fran** (2020). "Estos son los empleos que están creciendo a pesar del coronavirus".
https://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2020-04-03/empleos-estan-creciendo-a-pesar-del-coronavirus_2509447
- Santirso, Jaime** (2020). "Corea del Sur: contra el coronavirus, tecnología". *El país*, 14 marzo.
<https://elpais.com/tecnologia/2020-03-13/corea-del-sur-contra-el-coronavirus-tecnologia.html>
- Santosh, K. C.** (2020). "AI-driven tools for coronavirus outbreak: Need of active learning and cross-population train/test models on multitudinal/multimodal data". *Journal of medical systems*, v. 44, n. 5, p. 93.
<https://doi.org/10.1007/s10916-020-01562-1>
- Sanz, Juan-Carlos** (2020). "Israel recurre al espionaje para vigilar los movimientos de los infectados por coronavirus". *El país*, 17 marzo.
<https://elpais.com/sociedad/2020-03-17/israel-recurre-al-espionaje-para-vigilar-los-movimientos-de-los-infectados-por-coronavirus.html>
- Shawar, Bayan; Atwell, Eric** (2005). "Using corpora in machine-learning chatbot systems". *International journal of corpus linguistics*, v. 10, pp. 489-516.
<https://doi.org/10.1075/ijcl.10.4.06sha>
- Tarnok, Attila** (2020). "Machine learning, Covid-19 (2019-nCoV), and multi-Omics". *Cytometry. Part A : The journal of the International Society for Analytical Cytology*, v. 97, n. 3, pp. 215-216.
<https://doi.org/10.1002/cyto.a.23990>
- Untersinger, Martin** (2020). "Coronavirus: en Europe, la ruée en ordre dispersé sur les applications de 'traçage'". *Le monde.fr*.
https://www.lemonde.fr/pixels/article/2020/04/18/coronavirus-en-europe-la-ruée-en-ordre-disperse-sur-les-applications-de-tracage_6036990_4408996.html
- Vaudenay, Serge** (2020). "Difference with Apple/Google solution. Issue #128. DP-3T/documents". *GitHub*.
<https://github.com/DP-3T/documents/issues/128>
- Velmar, Celia** (2020). *Open Covid-19 test*.
<https://celiavelmar.github.io/open-covid19-test>
- Wang, C. Jason; Ng, Chun Y.; Brook, Robert H.** (2020). "Response to Covid-19 in Taiwan: Big data analytics, new technology, and proactive testing". *JAMA*, v. 323, n. 14, pp. 1341-1342.
<https://doi.org/10.1001/jama.2020.3151>
- Xunta de Galicia* (2020). *Inicio. Coronavirus*.
<https://coronavirus.sergas.gal>
- Yang, Zifeng; Zeng, Zhiqi; Wang, Ke; Wong, Sook-San; Liang, Wenhua; Zanin, Mark; Liu, Peng; Cao, Xudong; Gao, Zhongqiang; Mai, Zhitong et al.** (2020). "Modified SEIR and AI prediction of the epidemics trend of Covid-19 in China under public health interventions". *Journal of thoracic disease*, v. 12, n. 3, pp. 165-182.
<https://doi.org/10.21037/jtd.2020.02.64>
- Yassine, Hadi M.; Shah, Zubair** (2020). "How could artificial intelligence aid in the fight against coronavirus?". *Expert review of anti-infective therapy*, v. 10, n. 6, pp. 493-497.
<https://doi.org/10.1080/14787210.2020.1744275>