

# Aplicaciones móviles de uso masivo como medio para desacelerar la propagación de COVID-19: Escenario actual y propuestas del laboratorio

Germán M. Concilio, Augusto Arturi, Jorge S. Ierache

Laboratorio de Sistemas de Información Avanzados,  
Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires,  
Buenos Aires, Argentina  
{gconcilio,aarturi,jierache}@lsia.fi.uba.ar

**Resumen** A partir del análisis de distintas experiencias en otros países del mundo se proponen distintas alternativas para controlar brotes de enfermedades virales. El aislamiento de casos y el rastreo de contactos a través de aplicaciones móviles de uso masivo son medidas que se han demostrado efectivas para desacelerar el avance del coronavirus 2019 (COVID-19). En consecuencia se propone desarrollar un sistema de vigilancia virtual que utilice los códigos QR de los comercios argentinos, y por otro lado, una aplicación que integre la detección instantánea de personas en contacto directo con casos conocidos a partir de redes de proximidad por Bluetooth o datos GPS, manteniendo la transparencia y privacidad personal.

**Keywords:** COVID-19, rastreo de contactos, aislamiento social, crowd-sourcing, contact tracing

## 1. Introducción

COVID-19 es un brote infeccioso causado por el virus SARS-CoV-2, emergente de China a finales del 2019, el cual con el correr de los sucesivos meses se transformó en una pandemia global. Esta enfermedad causa problemas respiratorios y tiene una tasa de mortalidad que va del 4 al 11 % dependiendo las condiciones y características de la comunidad [18].

Desde de su aparición en diciembre de 2019 en Wuhan, el virus se ha extendido a más de 100 países [23]. Al día 31 de Marzo de 2020 se registran 823,479 casos confirmados y 40,636 muertes en todo el mundo [8]. El aumento rápido de casos de COVID-19 es muy alarmante. Muchos países han tomado medidas para reducir el contagio de la enfermedad y evitar que colapsen los sistemas de salud.

Tanto en Argentina, como en otros países del mundo se implementó la cuarentena obligatoria para asegurar el aislamiento social. Retrasar el pico de las infecciones todavía tiene muchos beneficios. En todo el planeta, las agencias de salud están aumentando la producción de kits de pruebas y otros elementos esenciales: cada día extra que les podemos dar para preparar se traduce en vidas salvadas.

En [9] y [11] se proponen modelos matemáticos que explican la propagación del virus. Se tienen en cuenta los distintos medios de contagio: personas asintomáticas, pre-sintomáticas, sintomáticas y a través del medio ambiente. Además, se explica que la velocidad de propagación de la pandemia depende de las características de la comunidad afectada.

En este artículo se evaluará cómo se puede utilizar la tecnología y dispositivos móviles para frenar el avance de la pandemia. Cada de las alternativas aquí evaluadas tienen con mayor o menor impacto y buscan mitigar distintas formas de contagio. El objetivo es que estas soluciones utilizadas en conjunto con el aislamiento social u otras medidas ayuden desacelerar el avance de la pandemia.

## 2. Experiencias de otros países

Dado que hoy día gran parte de la población tiene acceso a un smartphone, el uso de aplicaciones que hagan uso de los recursos disponibles como la ubicación puede resultar efectivo para frenar la epidemia. En países del sudeste asiático se aplicaron soluciones que involucran el rastreo de los movimientos de los ciudadanos por medio de GPS, bluetooth y códigos QR (para espacios físicos).

Corea del Sur y China han demostrado dos sistemas exitosos para contener COVID-19 que hacen un uso extensivo de la tecnología. Los resultados que han visto coinciden con las predicciones de los modelos en [9] y [11]: con una tasa de diagnóstico suficiente y un rastreo de contactos directos con personas contagiadas, el COVID-19 puede ser contenido [4].

**China** fue el primero en crear una aplicación móvil como medida de prevención. Su aplicación utiliza el historial de GPS y otros datos para asignar una puntuación de riesgo. Este puntaje se usa para controlar qué individuos pueden moverse libremente. La intervención de China parece haber sido exitosa, pero requirió una vigilancia estatal de gran alcance que, según los estándares de la mayoría de las democracias liberales, se consideraría altamente invasiva, probablemente ilegal y políticamente desagradable [13].

**Corea del Sur** Se publica una gran cantidad de información recopilada de los teléfonos celulares de pacientes infectados para que otros puedan determinar si habían estado en contacto. El éxito de Corea del Sur se atribuyó principalmente a (1) pruebas generalizadas (2) rastreo de contactos y (3) aislamiento de casos. La solución de alerta móvil no anonimiza efectivamente los datos del paciente. Recopilan datos de ubicación de entrevistas, historial de GPS del teléfono móvil, cámaras de vigilancia y registros de tarjetas de crédito, y luego envían alertas de texto con el historial de ubicación de los pacientes. Al igual que la intervención en China, esto parece ser efectivo, pero prácticamente imposible de aplicar en un régimen democrático [16].

**Israel** se aprobó una legislación para permitir que el gobierno rastree los datos del teléfono móvil de personas con sospecha de infección [20].

**Taiwan** Las instituciones médicas tuvieron acceso a los historiales de viaje de los pacientes [22], y las autoridades rastrearon los datos de ubicación del teléfono de cualquier persona en cuarentena [12].

**Singapur** La población adoptó una aplicación llamada *TraceTogether* de fácil usabilidad financiada por el gobierno. Cada vez que un individuo da positivo de COVID-19, se contacta instantáneamente a cada persona que posiblemente haya estado en contacto directo con el infectado durante el período y ésta debe cumplir una cuarentena obligatoria de dos semanas. En [9], [10] y [11] se estudia la efectividad de este tipo de aplicaciones con modelos matemáticos de propagación del virus y concluyen que es una forma efectiva de frenar la propagación del virus.

En su solución desarrollaron un nuevo protocolo llamado *BlueTrace* [21]. La aplicación almacena información de dispositivos cercanos en una red P2P, descentralizada para preservar la privacidad de los datos, al mismo tiempo el análisis de datos y control de epidemia es centralizado por el Ministro de Salud del gobierno de Singapur. En [7] se hace una muy buena investigación sobre los problemas de privacidad y peligros de infiltración de *TraceTogether*. En particular se discuten problemas legales en Estados Unidos para la adopción de la aplicación y se proponen mejoras.

La idea de Singapur ha levantado tales expectativas que varios países ya se plantean hacer algo similar. El más avanzado es República Checa, donde un consorcio de empresas está creando una aplicación similar para liberar pronto el código. Singapur aún no ha liberado el suyo, pero el Gobierno asegura que lo hará muy pronto. Cuando eso ocurra, cualquier país podría lanzar la misma aplicación.

Los proyectos CoEpi [3] y Covid-Watch [4] han abierto el código para detectar dispositivos android y iOS a través de Bluetooth de bajo consumo. Ninguno de ellos tiene en cuenta la distancia entre los dispositivos para definir qué es un contacto cercano ni la ventana de tiempo para descartar falsos positivos. Sin embargo, permiten a otros investigadores partir de una misma base. En Github la comunidad científica lleva actualizada una lista de aplicaciones que implementan ideas similares a *TraceTogether* [19]. En [5] se realiza una recopilación muy interesante acerca de los avances de este tipo de aplicaciones.

**España** el Gobierno ha comenzado a coordinar esfuerzos para recolectar datos anónimos y agregados de los dispositivos móviles de la población (no hay datos personales involucrados), estudiar los movimientos que realizan para poder determinar si las medidas de confinamiento social desde la declaración del estado de alarma se están cumpliendo. El proyecto lleva en marcha en Valencia desde hace al menos dos semanas y ahora es oficialmente el primer piloto con el respaldo del Gobierno. El equipo usará los datos anónimos y agregados facilitados por las operadoras de telefonía (Telefónica, Vodafone y Orange) para extraer patrones de movilidad de la población. A través de las diferentes aplicaciones que cada operador desarrolla, tienen información adicional sobre tu ubicación por GPS y hábitos de navegación. Ambos frentes combinados y unidos a los datos

de evolución de la epidemia, resultan en mapas de calor que muestran flujos de movimiento de personas y pueden revelar aglomeraciones desconocidas de gente en puntos de la ciudad y mayor movilidad laboral de la esperada [15].

**Estados Unidos** En el MIT, se está trabajando actualmente en una aplicación *Private-Kit: Safe Paths* [17]. La aplicación funciona como un logger para los usuarios que brinden consentimiento la información brindada por el GPS. Esta información se almacena en el propio dispositivo, con el propósito de que si el individuo es diagnosticado como positivo en el futuro, se pueda brindar a un oficial de la salud los caminos por donde circuló. Se está trabajando en proveer a los usuarios una herramienta para redactar los caminos por los cuales el paciente ha andado para difundir esta información de manera privada y protegida. En esta aplicación se hace gran énfasis en la privacidad de los datos y protección de los usuarios, tanto positivos como negativos [14].

### 3. Estrategias preliminares en estudio

El LSIA del Departamento Computación [1] se suma a la convocatoria COVID-19 dispuesta por la Universidad de Buenos Aires. Se están estudiando las aplicaciones empleadas por otros países frente a la pandemia, a fin de colaborar con propuestas en el contexto argentino.

Se adoptan dos posibles estrategias: en primer lugar, dado el gran desarrollo realizado en aplicaciones de rastreo de contactos por proximidad, y su notoria efectividad en Singapur, se propone una aplicación de este tipo adaptando desarrollos de código abierto como [3] y [4], y realizando las adaptaciones pertinentes para que la misma sea de utilizable masivamente.

Por otro lado se propone realizar una aplicación que actúe como pasaporte digital o permiso obligatorio para quienes necesiten con motivos justificados romper la cuarentena y movilizarse por el país. En principio, la aplicación está destinada a usuarios que no realizan servicios de primera necesidad y en un contexto de política de confinamiento social obligatorio.

#### 3.1. Rastreo instantáneo de contactos directos con infectados

Los métodos centrados en el distanciamiento social reducen la propagación del virus. Estos métodos se basan en reducir el contacto entre personas infectadas y susceptibles, incluso sin saber quién está infectado. En la forma más simple, esto se logra reduciendo todos los eventos sociales y aumentando las precauciones como el lavado de manos. Esta es una medida efectiva porque la cantidad de nuevas infecciones es aproximadamente proporcional a la cantidad de eventos de contacto con personas infecciosas.

Un enfoque más específico empleado por muchas agencias de salud es el rastreo de personas que hayan estado en contacto directo con las personas infectadas. Este sistema funciona mediante la búsqueda y el seguimiento de contactos de

pacientes que han sido diagnosticados con COVID-19. Estas personas se ponen en aislamiento preventivo para evitar la transmisión.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el seguimiento de contactos como la identificación y el seguimiento de las personas que pueden haber entrado en contacto con una persona infectada con una enfermedad contagiosa, para ayudar a los contactos a obtener atención y tratamiento relevantes.

En [11] se analizó la efectividad de utilizar una aplicación móvil simple de rastreo de contactos directos, como en Singapur, para contener COVID-19 al comienzo de un brote. Los hallazgos son prometedores: con un 80 % de precisión en el rastreo de contactos directos y un tiempo medio de detección de 3.8 días después del inicio de los síntomas, es posible la contención del virus.

En Argentina, más de un 80 % de la población lleva consigo un teléfono móvil inteligente. El Bluetooth es un protocolo de radio que se puede usar para comunicar de forma inalámbrica dispositivos móviles cercanos y la intensidad de la señal se puede usar para estimar la distancia —midiendo el Indicador de Fuerza de la Señal Recibida (RSSI)—. Se pueden grabar los eventos de contacto con otros dispositivos cercanos mediante el envío de señales Bluetooth. Al medir la intensidad de la señal y el número discreto de eventos de contacto, se puede estimar la duración y la distancia de contacto entre dos teléfonos.

Al registrar todos los eventos de contacto, se puede generar automáticamente una lista de alta precisión de personas en riesgo cuando se diagnostica a una nueva persona. Estas personas pueden ser notificadas inmediatamente para que se aislen socialmente antes de infectar a más personas.

**Ventajas del Bluetooth sobre el GPS** La proximidad de Bluetooth es ser método más preciso para aproximar el contacto cercano. Además, tiene la ventaja de ser transparente. Existen ventajas significativas del Bluetooth sobre el GPS en términos de precisión para el rastreo de contactos. Con Bluetooth, la proximidad se puede aproximar mediante la intensidad de la señal que se reduce por obstrucciones como paredes; por lo tanto, refleja con mayor precisión la proximidad funcional en entornos de alto riesgo para contacto cercano: dentro de edificios, en vehículos y aviones, y en tránsito subterráneo.

**Definición de contacto** La aplicación definió que un contacto fue *cercano* o *directo* cuando los dispositivos están a menos de 5 metros de distancia y durante 30 minutos de exposición [21]. Estos umbrales pueden ajustarse, de acuerdo con el criterio del equipo de salud.

Las librerías Proximity Beacon API de Google [6] o Android Beacon Library de código libre [2] son opciones para estimar la distancia entre los dispositivos Bluetooth a partir de la intensidad de la señal RSSI.

Es deseable almacenar la información del GPS cuando se detecta un contacto *directo*. Esto ayudará a saber dónde y cuándo se produjo el contacto, y también cuando se confirman los casos, dónde están zonas geográficas más afectadas.

**Impacto** El impacto de esta tecnología dependerá en gran medida del uso masivo de la aplicación. Los modelos numéricos y las campañas en curso sugieren que con pruebas exhaustivas, rastreo de contactos directos preciso y aislamiento de casos sospechosos, se pueden contener brotes del virus.

Para las pruebas iniciales un sistema como este probablemente deba usarse en combinación con medidas de distanciamiento social y rastreo de contactos directo manual. Sin embargo, la herramienta podría necesitarse acompañada un número alto de diagnósticos realizados a la población.

### 3.2. Empleo de QR

La estrategia consistirá en una aplicación móvil que actuará como un pasaporte digital de las personas que se movilizan en el país. Siendo esencial su portación y de carácter obligatorio a la hora de realizar una necesidad logística, inclusive en etapas asintomáticas del virus. En principio, la aplicación estará destinada a usuarios que no realizan servicios, sino que los consumen y por ende deben justificar su salida ante una política de cuarentena. El sistema se basará en la lectura y generación de códigos QR, con la finalidad de ubicar al usuario en ventanas de correlación georeferenciadas temporalmente y a su vez para evitar el contacto directo entre las partes (usuario y autoridad de control) a la hora de presentar documentación.

## 4. Conclusiones

Las tecnologías móviles pueden ayudar a contener la epidemia a bajo costo social y económico. En lugar de requerir que miles de trabajadores de la salud realicen tareas manuales (como es el enfoque actual en China), el proceso será esencialmente gratuito. Los sistemas aquí propuestos pueden ayudar a controlar el aislamiento social en períodos de confinamiento obligatorio o mitigar el avance de la epidemia en a través de los contactos sociales.

No se descartan otras aplicaciones como estudio de grafos sociales y uso de la blockchain para mejorar las estrategias aquí propuestas.

## Referencias

1. <http://lsia.fi.uba.ar/>
2. <https://altbeacon.github.io/android-beacon-library/distance-calculations.html>
3. Community epidemiology in action, <https://www.coepi.org/vision.html>
4. Covid watch, <https://www.covid-watch.org/article>
5. Ecosystem survey - covid19 - contact tracing, [https://docs.google.com/document/d/1n5dMHVZ9fRfQZTD1IJ\\_hGJkaFvM5N5IZeY5dLgCqXq8/edit#](https://docs.google.com/document/d/1n5dMHVZ9fRfQZTD1IJ_hGJkaFvM5N5IZeY5dLgCqXq8/edit#)
6. Overview — proximity beacon api — google developers, <https://developers.google.com/beacons/proximity/guides?hl=en>
7. Cho, H., Ippolito, D., Yu, Y.W.: Contact tracing mobile apps for covid-19: Privacy considerations and related trade-offs. arXiv preprint arXiv:2003.11511 (2020)
8. Dong, E., Du, H., Gardner, L.: An interactive web-based dashboard to track covid-19 in real time. The Lancet Infectious Diseases (2020)
9. Ferretti, L., Wymant, C., Kendall, M., Zhao, L., Nurtay, A., Bonsall, D.G., Fraser, C.: Quantifying dynamics of sars-cov-2 transmission suggests that epidemic control and avoidance is feasible through instantaneous digital contact tracing. medRxiv (2020)
10. Hébert-Dufresne, L., Althouse, B.M., Scarpino, S.V., Allard, A.: Beyond  $r_0$ : the importance of contact tracing when predicting epidemics. arXiv preprint arXiv:2002.04004 (2020)
11. Hellewell, J., Abbott, S., Gimma, A., Bosse, N.I., Jarvis, C.I., Russell, T.W., Munday, J.D., Kucharski, A.J., Edmunds, W.J., Sun, F., et al.: Feasibility of controlling covid-19 outbreaks by isolation of cases and contacts. The Lancet Global Health (2020)
12. Lee, Y.: Taiwan's new 'electronic fence' for quarantines leads wave of virus monitoring (Mar 2020), <https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-taiwan-surveillanc-idUSKBN2170SK>
13. Mcneil, D.G.: Inside china's all-out war on the coronavirus (Mar 2020), <https://www.nytimes.com/2020/03/04/health/coronavirus-china-aylward.html>
14. MIT: Restarting the economy and avoiding big brother (Mar 2020), <https://bostonglobalforum.org/publications/restarting-the-economy-and-avoiding-big-brother/>
15. Méndez, M., Villarino, , McLoughlin, M., Pascual, A., Aldama, Z., Shanghai: El gobierno iniciará el rastreo de móviles con ccaa y operadoras para combatir el virus (Mar 2020), [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-03-23/coronavirus-moviles-telecomunicaciones-antenas-covid19\\_2508268/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-03-23/coronavirus-moviles-telecomunicaciones-antenas-covid19_2508268/)
16. NormileMar, D., VoosenMar, P., CohenMar, J., Ortega, R.P., Ortega, R.P.: Coronavirus cases have dropped sharply in south korea. what's the secret to its success? (Mar 2020), <https://www.sciencemag.org/news/2020/03/coronavirus-cases-have-dropped-sharply-south-korea-whats-secret-its-success>
17. Raskar, R., Schunemann, I., Barbar, R., Vilcans, K., Gray, J., Vepakomma, P., Kapa, S., Nuzzo, A., Gupta, R., Berke, A., et al.: Apps gone rogue: Maintaining personal privacy in an epidemic. arXiv preprint arXiv:2003.08567 (2020)
18. Rodriguez-Morales, A., Tiwari, R., Sah, R., Dhama, K.: Covid-19, an emerging coronavirus infection: Current scenario and recent developments-an overview. Journal of Pure and Applied Microbiology 14, 6150 (2020)
19. Shankari: shankari/covid-19-tracing-projects (Mar 2020), <https://github.com/shankari/covid-19-tracing-projects>

20. Tidy, J.: Coronavirus: Israel enables emergency spy powers (Mar 2020), <https://www.bbc.com/news/technology-51930681>
21. Updated, .M...: Bluetrace manifesto, <https://tracetogether.zendesk.com/hc/en-sg/articles/360044883814-BlueTrace-Manifesto>
22. Wang, C.J., Ng, C.Y., Brook, R.H.: Response to covid-19 in taiwan: big data analytics, new technology, and proactive testing. JAMA (2020)
23. Wood, C.: Infections without borders: a new coronavirus in wuhan, china. British Journal of Nursing 29(3), 166–167 (2020)