

COVID-19: un análisis comparativo de Apps

Juan Fernández Sosa ¹, Verónica Aguirre ¹, Lisandro Delia ¹, Pablo Thomas ¹, Leonardo Corbalán ¹, Patricia Pesado ¹

¹ Instituto de Investigación en Informática LIDI (III-LIDI). Facultad de Informática – Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.
Centro Asociado a la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC)
{jfernandez, vaguirre, ldelia, pthomas, corbalan, ppesado}@lidi.info.unlp.edu.ar

Resumen. El virus que produce la enfermedad de COVID-19 aún continúa extendiéndose por el planeta. Hasta el momento, no se cuenta con una vacuna o cura efectiva, por lo que contener al virus en las primeras fases es un trabajo crucial que deben realizar aquellos países afectados. Se han propuesto múltiples soluciones tecnológicas para detener y contener el avance del virus y no saturar los sistemas de salud. Las aplicaciones móviles resultan oportunas porque son ejecutadas en dispositivos que están extendidos en la sociedad. En este trabajo se realiza un análisis comparativo de diferentes aplicaciones de software para dispositivos móviles promovidas por los gobiernos como herramientas tecnológicas para combatir la pandemia de COVID-19.

Keywords: Dispositivos móviles, aplicaciones móviles, apps, COVID-19, coronavirus.

1. Introducción

El 31 de diciembre de 2019 la Oficina de la OMS (Organización Mundial de la Salud) en China fue informada de varios casos de neumonía de causas desconocidas que posteriormente se identificaría como una nueva enfermedad, denominada COVID-19. El 11 de marzo de 2020 el director general de la OMS informó que por los niveles de propagación y gravedad, el COVID-19 puede caracterizarse como una pandemia [1]. Esto significa que el virus que provoca dicha enfermedad logró extenderse hacia una gran cantidad de países y continentes, afectando a un estremecedor número de personas.

El primer caso registrado fuera de China fue en Tailandia el 13 de enero de 2020 y 7 días más tarde se confirmaba el primero del continente americano, en Estados Unidos. Brasil notificó el primer caso en América Latina y del Caribe el 26 de febrero del 2020. Al 18 de Julio del 2020 se han registrado más de 14 millones de casos alrededor del mundo, sumando más de 600 mil muertes.

Las diferentes formas de contagio del virus hacen que su velocidad de transmisión sea muy alta [2]. Por el momento no se ha encontrado una vacuna, por lo que los esfuerzos por parte de los países afectados están puestos en contener y desacelerar el número de contagios para no saturar sus sistemas de salud. Esto incluye el cierre de fronteras, cuarentenas, distanciamiento social e identificación de los casos positivos. Estudios basados en modelos matemáticos han demostrado que las personas

asintomáticas han causado alrededor del 80% de las infecciones [3]. La detección y respuesta temprana son la clave para contener el brote inicial.

Las nuevas tecnologías han permitido cambiar la forma en que las enfermedades son identificadas, rastreadas, atendidas, tratadas y percibidas, logrando mejores resultados que en experiencias pasadas [4]. En este contexto y con el fin de frenar los contagios, se recurrió a los dispositivos móviles. Dichos dispositivos que están extensamente difundidos en la sociedad poseen una gran capacidad de procesamiento, además de otras características de hardware que permiten pensar múltiples soluciones en pos de contener el avance de la pandemia.

En este sentido, se han realizado diferentes desarrollos atacando múltiples aristas. Por ejemplo, aplicaciones de rastreo de contactos que permiten aprovechar las capacidades de los dispositivos móviles para detectar si existió cercanía con alguna persona portadora del virus [3][5]; aplicaciones destinadas a informar y asistir a la sociedad, proveyendo de información fidedigna de la situación en su región; servicios; información de la pandemia y métodos de prevención.

El presente trabajo, tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de diferentes aplicaciones de software para dispositivos móviles promovidas por los gobiernos como herramientas tecnológicas para combatir la pandemia de COVID-19.

En la sección 2 se detallan los criterios de selección de las aplicaciones y países de estudio. La sección 3 presenta información general y técnica de cada una de las aplicaciones seleccionadas. En la sección 4 se realiza una comparación en función de los permisos requeridos por dichas aplicaciones y en la sección 5 se analizan aspectos funcionales de cada aplicativo. Finalmente se presenta un análisis de resultados, conclusiones y trabajos futuros.

2. Selección de Apps

En la actualidad, el mundo se encuentra batallando contra un virus para el cual no se ha desarrollado aún una vacuna efectiva. El objetivo por parte de los gobiernos de diferentes países, regiones y territorios es el de detener la velocidad de contagios para no saturar los sistemas de salud.

Desde el sector público se han desarrollado múltiples soluciones tecnológicas, con el fin de detener el avance del virus en sus territorios, focalizándose en cuatro puntos [6][7]:

- Generar conciencia, educar y comunicar activamente sobre la pandemia.
- Encontrar casos activos, y determinar cadenas de contagio para de este modo aislar a personas sospechadas de haber contraído el virus.
- Monitorear el comportamiento y crecimiento de la pandemia.
- Testear a todas las personas que presenten síntomas compatibles con la enfermedad.

Un ejemplo del uso de la tecnología en este contexto son las aplicaciones de móviles, que permiten a los gobiernos ofrecer multiplicidad de servicios a las personas a través de sus dispositivos móviles.

Este trabajo analiza 22 aplicaciones móviles promovidas por los gobiernos de 22 países pertenecientes a todos los continentes alcanzados por la pandemia. Estas se encuentran mencionadas en la tabla 1.

12 de las 22 aplicaciones analizadas en este artículo provienen de países americanos, justificando su elección en que, al momento de su escritura, América es la región del planeta más afectada por la pandemia. Se han analizado 10 aplicativos de la región latinoamericana incluyendo los siguientes países: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y Uruguay. Por otra parte, se ha estudiado el caso de Estados Unidos y Canadá correspondiente a América del Norte

En lo que respecta a la región asiática se han seleccionado diferentes países utilizando diversos criterios. Se incluyó a la India, por ser el país de la región con más casos en la actualidad. Por otra parte, se eligió Corea del Sur por ser uno de los primeros países donde el virus ingresó inmediatamente después de China y por su estrategia basada en el rastreo de casos, testeo y tratamiento [8]. Finalmente se consideró a Singapur por ser pionero en la adopción del uso de dispositivos móviles para el rastreo de contactos mediante tecnología bluetooth [9].

En el caso de China, país donde se originó la pandemia, no se ha podido encontrar una aplicación móvil destinada exclusivamente al contexto de la pandemia a nivel nacional. En dicho país se han empleado aplicaciones preexistentes con mucha adopción en la sociedad como lo son Alipay y WeChat [10]. En ambas aplicaciones se agregó una nueva funcionalidad para que cada usuario pueda escanear un código QR y conocer si estuvo en contacto con algún caso positivo de COVID-19. En este país, el rastreo de contactos se realiza utilizando Big Data sobre datos proporcionados por las autoridades de transporte y salud. Al escanear los códigos QR, se controla y gestiona el acceso a diferentes zonas o lugares del país. Dicho código cambia de color entre verde, amarillo y rojo dependiendo del riesgo que representen los usuarios por haber estado en contacto con algún caso positivo de COVID-19.

El continente europeo fue el siguiente en enfrentarse a la pandemia, y uno de los más afectados por ésta. Se seleccionaron aplicaciones promovidas por los gobiernos de España, Francia, Italia y Alemania, países gravemente afectados. Si bien el Reino Unido está posicionado como uno de los países con más contagios a nivel mundial, no está contemplado en este trabajo debido a que no existe, hasta el momento, una aplicación oficial. Sin embargo, ha habido intentos de implementación de una aplicación móvil para el rastreo de contactos utilizando la misma tecnología que Singapur. Dicha aplicación fue probada en la Isla de Wight, pero a partir de los resultados obtenidos se optó por revisar y estudiar una solución aplicable a nivel nacional, implementando la tecnología anunciada por Apple y Google [11][12].

Se han seleccionado de Oceanía los dos países con más casos registrados: Australia y Nueva Zelanda.

Por último, y siguiendo la misma regla, los dos países del continente africano con más casos de COVID-19 son Sudáfrica y Egipto. Este trabajo analiza la aplicación móvil adoptada en Egipto, impulsada por el sector público. Sudáfrica tuvo un intento de aplicativo para el rastreo de contactos, llamado Covid-ID [13] desarrollado por un equipo multidisciplinario incluyendo científicos voluntarios, banqueros, empresarios

y estudiantes. Sin embargo, no resultó de interés en este país por lo que no pudo convertirse en un proyecto nacional [14].

Tabla 1. Listado de aplicaciones móviles analizadas en este trabajo.

Aspectos Generales			
Región	País	Nombre aplicativo	Desarrollador
Latinoamérica	Argentina	<i>CuidAr COVID-19 Argentina</i>	Presidencia de la Nación Argentina
	Bolivia	<i>Bolivia Segura</i>	Agetic Bolivia
	Brasil	<i>Coronavirus - SUS</i>	Gobierno de brasil
	Chile	<i>CoronaApp</i>	Gobierno de Chile - Gobierno Digital
	Colombia	<i>CoronaApp-Colombia</i>	Instituto nacional de salud y gobierno de colombia
	Costa Rica	<i>EDUS</i>	Caja Costarricense de Seguro Social
	Ecuador	<i>SaludEC</i>	Prichsouth Tecnologías de Sur
	México	<i>COVID-19MX</i>	Secretaría de Salud MX
	Perú	<i>Peru en tus manos</i>	Presidencia del Consejo de Ministros
Uruguay	<i>Coronavirus UY</i>	AGESIC	
América del Norte	Estados Unidos	<i>Apple COVID-19</i>	Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC), la Casa Blanca y la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias (FEMA).
	Canadá	<i>Canada COVID-19</i>	Salud de Canadá
Asia	India	<i>Aarogya Setu</i>	Gobierno de India
	Corea de Sur	<i>self-quarantine safety protection</i>	Ministerio de Administración Pública y Seguridad
	Singapur	<i>TraceTogether</i>	Agencia de tecnología del

			gobierno
Europa	España (gral)	<i>Asistencia COVID-19</i>	Gobierno de España. Ministerio de Asuntos Económicos y Transf. Digital
	Alemania	<i>Corona-Warn-App</i>	Instituto Robert Koch
	Francia	<i>StopCovid France</i>	Gobierno de Francia
	Italia	<i>Immuni</i>	Presidencia del Consejo de Ministros
Oceanía	Australia	<i>COVIDSafe app</i>	Departamento de Salud de Australia
	Nueva Zelanda	<i>NZ COVID Tracer</i>	Ministerio de Salud de NZ
África	Egipto	<i>Salud de Egipto</i>	Ministerio de Salud de Egipto

3. Análisis de información técnica

El análisis aquí presentado comienza con el relevamiento de información técnica de cada una de las 22 aplicaciones móviles seleccionadas. La mayoría de esta información se encuentra accesible desde las diferentes tiendas de distribución de dichos aplicativos. A continuación se desarrollará cada una de las características analizadas, cuyos resultados pueden apreciarse en la tabla 2.

- **Plataformas:** Se busca conocer si las aplicaciones están disponibles para Android y para iOS, plataformas líderes actualmente en el mercado.
- **Enfoque y Tecnología de desarrollo:** en el desarrollo de aplicaciones de software para dispositivos móviles, pueden emplearse diferentes estrategias [15] [16]. La estrategia denominada “nativa” consiste en el desarrollo de una aplicación específica para cada una de las plataformas en las que se desea distribuir el aplicativo. Por otro lado, la estrategia “multiplataforma” consiste en desarrollar un solo proyecto, reutilizando el mismo código fuente para ser ejecutado en las diferentes plataformas. Las aplicaciones multiplataforma pueden ser desarrolladas empleando una gran diversidad de tecnologías.
- **Fecha de lanzamiento:** indica la fecha en que se publicó la aplicación en las tiendas de distribución para cada una de las plataformas en las que el aplicativo está disponible.
- **Repositorio público:** en el caso de aquellas aplicaciones que esté disponible, se muestran los repositorios públicos en donde reside el código fuente de cada una de ellas.
- **Tamaño:** especifica el tamaño en MB que requiere la aplicación para ser instalada en los dispositivos, este dato está discriminado por plataforma.

3.1 Recolección de datos

Para recolectar la información de las 22 aplicaciones analizadas se procedió de diferentes formas: con el objetivo de comprobar la disponibilidad de las aplicaciones en las plataformas Android e iOS, se buscó en las tiendas respectivas por el nombre del aplicativo.

Para determinar el enfoque y la tecnología de cada una de las aplicaciones, se analizaron los diferentes archivos apk de la versión de la aplicación para Android. Estos son archivos comprimidos de los cuales se puede obtener información sobre las librerías empleadas en el desarrollo. Para lograr esto último se utilizó la herramienta “dex2jar” [17] la cual permite convertir un archivo .apk en uno con extensión .jar de Java que contiene dichas librerías. Para finalizar el proceso, se utilizó la herramienta Java Decompiler [18] con el objetivo de examinar ese archivo resultante y determinar la tecnología de desarrollo empleada.

La fecha de lanzamiento y el tamaño de cada aplicativo se obtuvo de las fichas de descripción de las aplicaciones en las respectivas tiendas de distribución (App Store para iOS y Google Play Store para Android). Algunas aplicaciones presentan versiones con fecha anterior a la pandemia, es decir que algunos países se han inclinado por adaptar aplicaciones que ya se encontraban funcionando. En ese caso, se ha tomado como fecha de lanzamiento la fecha en que dicha aplicación ha sido modificada con funcionalidades para afrontar la pandemia.

Por último, los repositorios públicos fueron localizados a partir de la mención explícita en los sitios webs oficiales que promueven las aplicaciones, o como resultado de la búsqueda del código de la aplicación en GitHub, una de las plataformas de gestión de proyectos más conocida.

Tabla 2. Aspectos técnicos analizados.

* Países que utilizaron aplicaciones preexistentes

Aspectos Técnicos								
País	Plataformas		Enfoque y Tecnología de desarrollo	Fecha de lanzamiento		Repositorio público	Tamaño del aplicativo [MB]	
	Android	iOS		Android	iOS		Android	iOS
Argentina	Si	Si	Nativo	23/3/2020	28/3/2020	Si	11	17,3
Bolivia	Si	Si	Multiplataforma (NativeScript)	12/3/2020	13/3/2020	No	15	67
Brasil	Si	Si	Multiplataforma (Ionic)	14/3/2020 *	28/2/2020 *	Si	22	60
Chile	Si	Si	Multiplataforma (Flutter)	16/4/2020	15/4/2020	No	26	104,3
Colombia	Si	Si	Nativo	8/3/2020 *	15/3/2020	No	9,5	70
Costa Rica	Si	Si	Nativo	26/3/2020 *	28/3/2020 *	No	7,4	37,6

Ecuador	Si	Si	Multiplatafor ma (Xamarin)	19/3/2020	4/4/2020	No	42	100
México	Si	Si	Multiplatafor ma (Appcelerator)	28/3/2020	6/4/2020	No	3,36	18,5
Perú	Si	Si	Nativo	3/4/2020	6/4/2020	No	6,6	39
Uruguay	Si	Si	Nativo	20/3/2020	20/3/2020	No	23	94
Estados Unidos	No	Si	Nativo	-	27/3/2020	No	-	17,1
Canadá	Si	Si	Multiplatafor ma (Capacitor)	30/3/2020	30/3/2020	No	8,2	26
India	Si	Si	Nativo	2/4/2020	2/4/2020	Si	4	35,9
Corea de Sur	Si	Si	Nativo	7/3/2020	13/3/2020	No	14	26,1
Singapur	Si	Si	Nativo	19/3/2020	18/3/2020	Si	23	62,1
España (gral)	Si	Si	Multiplatafor ma (ReactNative)	5/4/2020	6/4/2020	No	22	26,5
Alemania	Si	Si	Nativo	12/06/2020	15/06/2020	Si	31	18,9
Francia	Si	Si	Nativo	30/05/2020	02/06/2020	No	22	26,5
Italia	Si	Si	Nativo	29/05/2020	01/06/2020	Si	27	40,5
Australia	Si	Si	Nativo	25/4/2020	26/4/2020	Si	11	39,9
Nueva Zelanda	Si	Si	Nativo	15/5/2020	19/5/2020	No	16	54,9
Egipto	Si	No	Nativo	7/4/2020	-	No	12	-

4. Análisis de permisos

El propósito de un permiso es proteger la privacidad del usuario [26]. Las aplicaciones solicitan de manera explícita diferentes permisos a los usuarios para acceder a datos privados (como por ejemplo contactos) así como también a funciones del sistema (como por ejemplo la cámara y GPS) con el fin de que una aplicación no impacte negativamente a otras aplicaciones, el sistema operativo o el usuario.

A continuación, se listan y explican los permisos analizados en este trabajo que conllevan a exponer datos de la privacidad de los usuarios. Para determinar los

permisos requeridos por las aplicaciones estudiadas se utilizó la ficha de la aplicación en su versión para Android. Los resultados se presentan en la tabla 3.

- **Ubicación:** este permiso detalla información confidencial del usuario, ya que permite identificar lugar de trabajo, vivienda, entre otros. La ubicación puede ser determinada empleando diferentes técnicas como por ejemplo las redes de telefonía móvil, Wi-Fi, redes de sistema de posicionamiento global (GPS) y Bluetooth para determinar la ubicación aproximada.
- **Cámara:** específica el acceso a la cámara o a la captura de imágenes/videos desde el dispositivo.
- **Micrófono:** otorga permiso para el acceso al audio del micrófono desde el dispositivo.
- **Bluetooth:** permite a los dispositivos intercambiar datos de manera inalámbrica con otros dispositivos Bluetooth. Para esto, un dispositivo se habilita para recibir solicitudes de conexión entrantes. Después otro dispositivo (luego de un proceso de detección) acepta la solicitud de sincronización, y se completa un proceso de conexión en el que se intercambian claves de seguridad.
- **Almacenamiento de datos:** permite leer y escribir información desde el almacenamiento USB y almacenamiento externo del dispositivo.
- **Teléfono:** se utiliza para funciones de telefonía como por ejemplo la realización y desvío de llamadas, detección de una llamada entrante, etc.
- **ID del dispositivo:** el ID es un identificador único de un dispositivo. Se crea en el primer inicio del dispositivo y se mantiene a menos que se haga un restablecimiento de fábrica. Permite compartir esta identificación con aplicaciones o dispositivos.

Tabla 3. Permisos solicitados por las aplicaciones.

* Para el caso de Estados Unidos, no se pudo determinar los permisos solicitados, al no poder tener acceso a la aplicación por limitaciones geográficas.

País	Ubicación	Cámara	Micrófono	Bluetooth	Almacenamiento de datos	Teléfono	ID del dispositivo
Argentina	X	X	-	-	-	-	-
Bolivia	X	-	-	-	X	X	-
Brasil	X	-	-	-	-	X	-
Chile	X	-	-	-	X	-	-
Colombia	X	-	-	X	-	X	X
Costa Rica	-	X	-	-	X	X	X
Ecuador	X	-	-	-	X	-	-
México	X	-	-	X	-	-	-
Perú	X	-	-	X	-	-	-

Uruguay	-	X	X	X	-	-	-
Estados Unidos *	-	-	-	-	-	-	-
Canadá	X	-	-	-	X	-	-
India	X	X	-	X	-	-	-
Corea de Sur	X	X	-	X	X	X	X
Singapur	X	X	-	X	X	-	-
España (gral)	X	-	-	-	-	-	-
Alemania	-	X	-	X	-	-	-
Francia	X	X	-	X	-	-	-
Italia	-	-	-	X	-	-	-
Australia	X	-	-	X	-	-	-
Nueva Zelanda	-	X	-	-	-	-	-
Egipto	X	-	-	-	X	-	-

5. Análisis de funcionalidades

Como se explicó anteriormente, en este contexto de pandemia se desarrollan soluciones tecnológicas con diferentes propósitos. A continuación, se listan una categorización de funcionalidades que las aplicaciones estudiadas pueden implementar. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 4.

- **Autodiagnóstico:** permiten al usuario responder una serie de preguntas acerca de su estado de salud. A partir de sus respuestas, la aplicación determina si el usuario presenta síntomas compatibles con COVID-19 y brinda recomendaciones. Algunas aplicaciones para ampliar esta funcionalidad pueden acudir a la geolocalización del usuario que realizó el autodiagnóstico para mostrarle centros de salud cercanos, o alertar a las autoridades pertinentes. El objetivo es reconocer zonas de riesgo.
- **Informativa:** brindan información centralizada y oficial relativa a la situación actual de la pandemia en el país, así como también información sobre la pandemia, síntomas de la enfermedad, prevenciones y cuidados. Junto con el autodiagnóstico, es común encontrar también este tipo de funcionalidad en sitios web de gobierno.
- **Gestión interna para la pandemia:** funcionalidades directamente relacionadas con medidas que han adoptado los gobiernos en función de controlar y gestionar el paso de la pandemia en sus territorios, como por ejemplo el control de la movilidad a partir de códigos QR, disposición de vías de comunicación a nivel regional, mención de centros de salud cercanos al usuario, soluciones que implementan técnicas de geofencing de modo de alertar a las personas si se encuentran próximas a una zona de riesgo, vías de denuncia ciudadana, entre otras.
- **Rastreo de contactos:** consiste en utilizar alguna técnica para identificar a las personas contagiadas y quienes estuvieron cerca de un caso positivo, con el fin de aislarla y de esa manera cortar la cadena de contagios. Esta

funcionalidad se puede llevar a cabo mediante uso de tecnología bluetooth, códigos QR, entre otras.

- **Control de ubicación de cuarentena:** utilizan la ubicación de dispositivo para rastrear en qué lugar pasa la cuarentena un usuario permitiendo conocer si la persona en cuarentena está saliendo de ese lugar.
- **Registro de usuarios mediante su identificación nacional:** requieren que el usuario ingrese datos personales para su funcionamiento.

Tabla 4. Funcionalidades de las aplicaciones estudiadas.

* Solicita permiso Bluetooth pero no especifica que la aplicación realice rastreo de contactos.

País	Autodiagnóstico	Informativa	Gestión interna para la pandemia	Contacto Tracing	Control de ubicación de cuarentena	Registro de usuarios mediante su identificación nacional
Argentina	X	X	X	-	-	X
Bolivia	X	X	X	-	-	X
Brasil	X	X	-	-	-	X
Chile	X	X	X	-	X	X
Colombia	X	X	X	X	X	X
Costa Rica	X	X	-	-	-	X
Ecuador	X	X	X	-	-	X
Mexico	X	X	-	*	-	X
Perú	X	X	X	X	-	X
Uruguay	X	X	X	X	-	X
Estados Unidos	X	X	-	-	-	-
Canada	X	X	X	-	-	-
India	X	X	X	X	-	-
Corea de Sur	X	-	X	X	X	X
Singapur	-	-	-	X	-	X
España (gral)	X	X	X	-	X	X
Alemania	-	-	X	X	-	-
Francia	-	-	-	X	-	-
Italia	-	-	-	X	-	-
Australia	-	-	-	X	-	-
Nueva Zelanda	-	-	-	X	-	-
Egipto	X	X	X	-	-	-

6. Análisis de resultados obtenidos

6.1 Análisis de información básica

En base a lo analizado en la tabla 2, se desprenden los siguientes resultados

- De las 22 aplicaciones analizadas 20 están disponibles para las plataformas Android y iOS. La aplicación de Egipto está sólo disponible en Android mientras que la aplicación utilizada en Estados Unidos sólo está disponible para iOS.
- Del total de las aplicaciones, 7 han sido desarrolladas empleando un enfoque multiplataforma, mientras que las restantes 15 han sido desarrolladas de manera nativa. De las tecnologías de desarrollo multiplataforma empleadas se ha encontrado un conjunto variado de las que se pueden mencionar Ionic, Capacitor, Xamarin, ReactNative, Flutter, Appcelerator y NativeScript.
- De las 7 aplicaciones multiplataforma, 6 pertenecen a países americanos. 5 de ellos son de la región latinoamericana.
- El promedio de tamaño de las aplicaciones en Android es de 20 MB mientras que para las aplicaciones en iOS es 65 MB.
- De las 22 aplicaciones sólo 7 cuentan con un repositorio público donde se encuentra disponible el código fuente de las mismas. Para el caso de Argentina, si bien se conoce dónde estará alojado el código, al momento de escribir este trabajo no se ha publicado. Por otra parte, India sólo publicó el código correspondiente a la aplicación en Android, que representa el 98% de sus usuarios.
- Brasil y Costa Rica han modificado aplicaciones preexistentes en ambas plataformas analizadas, agregándole contenido o funcionalidad referente a la pandemia. Lo mismo sucede con la versión para dispositivos Android de Colombia, no obstante, la versión para iOS fue creada íntegramente.

6.2 Análisis de los permisos

El siguiente análisis se realiza sobre 21 de las 22 aplicaciones estudiadas debido a que no se ha podido tener acceso a la aplicación de Estados Unidos.

- El 76% de las aplicaciones analizadas, requieren permiso de ubicación.
- El permiso de Bluetooth es utilizado por más del 50% de las aplicaciones, evidenciando la cantidad de ellas que lo utilizan para rastreo de contactos.
- La cámara es requerida por 9 aplicaciones del total.
- La única aplicación que requiere el acceso al micrófono es la de Uruguay.
- El almacenamiento de datos es solo requerido por 8 aplicaciones.
- El uso del permiso del teléfono es requerido por 5 aplicaciones, principalmente para permitir el contacto con los centros de salud.
- En cuanto al id del dispositivo solo es requerido por las aplicaciones de Colombia, Costa Rica y Corea del Sur

6.3 Análisis de funcionalidades

Por último, a partir del análisis de la tabla 4 se puede indicar:

- 16 de las 22 aplicaciones analizadas permiten a los usuarios realizar un autodiagnóstico a través de la carga de síntomas como fiebre, tos seca, dolor de cabeza, dificultad para respirar, falta de aire, etc. La mayoría de las

aplicaciones que presentan esta funcionalidad, se combinan con la georreferenciación del usuario.

- 16 de estas aplicaciones proveen funcionalidad informativa.
- En referencia a la gestión interna para la pandemia, Brasil, Costa Rica, México, Singapur, Francia, Italia, EEUU, Australia y Nueva Zelanda no utilizan las aplicaciones para realizarla. El resto si lo hace. Como por ejemplo la de Chile, que permite hacer denuncias sobre la violación de la cuarentena; en el caso de la de Corea del Sur permite saber dónde realiza la cuarentena un usuario y se los alerta si están saliendo de su zona de aislamiento.
- Se ha podido establecer que el 50% de las aplicaciones analizadas hacen rastreo de contactos a través del uso de bluetooth, detectando la cercanía entre dos dispositivos. Estas son las aplicaciones de Colombia, Corea del Sur, Singapur, Alemania, Francia, Italia y Australia. En el caso de Perú y Uruguay, utilizan la ubicación del dispositivo para informar los posibles contagios. La aplicación de la India además de bluetooth utiliza el GPS, determinando si por su ubicación, el usuario se encuentra en una de las áreas infectadas. En el caso de Nueva Zelanda, el usuario registra su paso por los diferentes lugares a través del escaneo de códigos QR y si coincide con algún lugar de un usuario infectado, se envía una alerta.
- Con respecto a la localización de usuario para realizar control de la cuarentena, solo la implementan Chile, Colombia, Corea del Sur y España.
- Todas las aplicaciones estudiadas de Latinoamérica requieren que el usuario ingrese información personal, para acceder a otras funcionalidades.

7. Conclusiones y Trabajo Futuro

Al momento de escritura de este informe, el mundo se encuentra combatiendo la pandemia de COVID-19. Debido a la alta velocidad de transmisión del virus los gobiernos se han visto obligados a tomar drásticas medidas para contenerlo y no saturar sus sistemas de salud.

La tecnología tiene un rol fundamental que permite obtener mejores resultados que en crisis sanitarias pasadas. Un ejemplo del uso de la tecnología en este contexto de pandemia son las aplicaciones móviles, las cuales permiten a los gobiernos ofrecer servicios a la sociedad tales como información sobre la pandemia; cuidados y prevenciones; posibilidad de autodiagnóstico; rastrear casos de contacto estrecho de aquellas personas que han resultado contagiadas con el virus y monitorear aquellas personas que deben cumplir una cuarentena.

En este trabajo se han analizado 22 aplicaciones móviles promovidas por gobiernos de 22 países como herramientas tecnológicas para hacer frente al COVID-19. Del total de países alcanzados por este estudio, 12 pertenecen al continente americano, región más golpeada por la pandemia. El criterio de selección de países se basó en el impacto de la pandemia en cada país y además se han considerado países pioneros en la adopción de la tecnología para combatir al virus. El análisis realizado abarcó aspectos técnicos, permisos requeridos por las aplicaciones y funcionalidades que éstas proveen.

Las aplicaciones de software presentadas en este trabajo corresponden a aquellas propuestas por los gobiernos a nivel nacional, algunos de los países alcanzados por este análisis presentan otros aplicativos en otros niveles de gobierno (municipales, provinciales, entre otros). Por otra parte, el estudio tuvo en cuenta el estado de los aplicativos al 1 de Julio de 2020. Debido a las características propias del

software, dichas aplicaciones pueden continuar evolucionando en el tiempo, incorporando más funcionalidades que podrán ser analizadas en un trabajo futuro.

La mayoría de las aplicaciones estudiadas tienen su versión para ser ejecutada en las plataformas con más presencia en el mercado: Android y iOS. En cuanto al enfoque de desarrollo utilizado, de 22 aplicaciones 7 optaron por un desarrollo multiplataforma, mientras que el resto optó por un desarrollo nativo. Es interesante notar que, de las 7 aplicaciones desarrolladas con enfoque multiplataforma, 5 pertenecen a países latinoamericanos.

Las funcionalidades comunes a la mayoría de las aplicaciones son la de autodiagnóstico e informativa. La primera permite a los usuarios evaluar su estado de salud y detectar síntomas compatibles con la enfermedad. La segunda funcionalidad provee a la sociedad de información fidedigna acerca de la pandemia, métodos de prevención y cuidados, informes sobre el estado actual del virus en dicho país, etc.

La mitad de las aplicaciones estudiadas presentan la funcionalidad de rastreo de contactos, la cual aprovechando tecnologías presentes en los dispositivos móviles permiten conocer cadenas de contagios. Para este propósito, la mayoría utiliza bluetooth.

En función de los permisos requeridos para su funcionamiento, de las 22 aplicaciones estudiadas 16 solicitan al usuario el permiso para acceder a su ubicación, lo que puede generar cierto rechazo, presentando resistencia en confiar esos datos a los diferentes gobiernos.

Como trabajo futuro se plantea analizar la efectividad de este tipo de soluciones tecnológicas para contener el avance de la pandemia. Las aplicaciones aquí analizadas surgen en respuesta a las primeras fases epidemiológicas, donde el esfuerzo debe enfocarse en brindar información de prevención y contener la velocidad de contagios del virus para no saturar los sistemas de salud. Cuando el mundo llegue a una etapa post pandémica, se debe aprovechar el uso de la tecnología para encontrar soluciones a problemas que surgen como consecuencia del paso del virus en cada territorio.

Referencias

1. World Health Organization. 11 de Marzo 2020. *WHO Director-General's opening remarks at the media briefing on COVID-19 - 11 March 2020*. Disponible en <https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
2. World Health Organization. 29 de Marzo 2020. *Modes of transmission of virus causing COVID-19: implications for IPC precaution recommendations*. Disponible en <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations>
3. Hernández-Orallo, E., Manzoni, P., Calafate, C. T., & Cano, J. C. (2020). Evaluating how smartphone contact tracing technology can reduce the spread of infectious diseases: the case of COVID-19. IEEE Access.
4. Wilson, C., & Jumbert, M. G. (2018). *The new informatics of pandemic response: humanitarian technology, efficiency, and the subtle retreat of national agency*. Journal of International Humanitarian Action, 3(1), 1-13.
5. Morley, J., Cowls, J., Taddeo, M., & Floridi, L. (2020). *Ethical guidelines for COVID-19 tracing apps*.
6. Elavarasan, R. M., & Pugazhendhi, R. (2020). *Restructured society and environment: A review on potential technological strategies to control the COVID-19 pandemic*. Science of The Total Environment, 138858.

7. Bedford, J., Enria, D., Giesecke, J., Heymann, D. L., Ihekweazu, C., Kobinger, G., ... & Ungchusak, K. (2020). *COVID-19: towards controlling of a pandemic*. *The Lancet*, 395(10229), 1015-1018.
8. Park, S., Choi, G. J., & Ko, H. (2020). *Information technology-based tracing strategy in response to COVID-19 in South Korea—privacy controversies*. *Jama*.
9. Cho, H., Ippolito, D., & Yu, Y. W. (2020). *Contact tracing mobile apps for COVID-19: Privacy considerations and related trade-offs*. arXiv preprint arXiv:2003.11511.
10. Paul Mozur, Raymond Zhong and Aaron Krolik. 1 de Mayo de 2020. *In Coronavirus Fight, China Gives Citizens a Color Code, With Red Flags*. Disponible en <https://www.nytimes.com/2020/03/01/business/china-coronavirus-surveillance.html>. Accedido Junio 2020.
11. Fred Sainz, Apple. 10 de Abril de 2020. *Apple and Google partner on COVID-19 contact tracing technology*. Disponible en <https://www.apple.com/newsroom/2020/04/apple-and-google-partner-on-covid-19-contact-tracing-technology/>
12. Department of Health and Social Care. 18 de Junio de 2020. *Next phase of NHS coronavirus (COVID-19) app announced*. Disponible en <https://www.gov.uk/government/news/next-phase-of-nhs-coronavirus-covid-19-app-announced>. Accedido Junio 2020.
13. <https://www.coviid.me/#Governments>
14. Adrian Kriesch, 15 de Mayo de 2020, *South African app aims to slow spread of COVID-19 in developing nations*. Disponible en <https://www.dw.com/en/south-african-app-aims-to-slow-spread-of-covid-19-in-developing-nations/a-53447346>. Accedido en Junio 2020.
15. Delia, L., Galdamez, N., Thomas, P., Corbalan, L., & Pesado, P. (2015, May). Multi-platform mobile application development analysis. In 2015 IEEE 9th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS) (pp. 181-186). IEEE.
16. Delia, L., Thomas, P., Corbalan, L., Sosa, J. F., Cuitiño, A., Cáseres, G., & Pesado, P. (2018, July). Development approaches for mobile applications: comparative analysis of features. In Science and Information Conference (pp. 470-484). Springer, Cham.
17. Dex2Jar. <https://github.com/pxb1988/dex2jar>
18. Java Decompiler. <http://java-decompiler.github.io/>
19. <https://github.com/argob/cuidar>
20. <https://github.com/lbarroeta/coronavirus-sus/>
21. https://github.com/nic-delhi/AarogyaSetu_Android
22. <https://github.com/opentrace-community>
23. <https://github.com/corona-warn-app>
24. <https://github.com/immuni-app>
25. <https://github.com/AU-COVIDSafe>
26. Permisos del sistema. Disponible en <https://developer.android.com/guide/topics/security/permissions>. Accedido Julio 2020.