COMITÉ DE EDUCACIÓN CONTINUA Y CONTINUADA
COORDINADORA: DRA CELINA MONTEMAYOR

PROGRAMA CONSULTA AL EXPERTO
COORDINADORA: DRA GRACIELA LEÓN DE GONZÁLEZ

"USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA REVOLUCIÓN 4.0 PARA LA GESTIÓN DE DONANTES VOLUNTARIOS Y SU FIDELIZACIÓN"

PROFESOR INVITADO: DR JOSÉ ARNULFO PÉREZ-CARRILLO. Candidato a PhD-BA. MHA.
Especialista en Patología y Epidemiología. Master en Medicina Transfusional.
Director Médico. Banco de Sangre, Clínica Colsanitas, Grupo Keralty.
Bogotá, Colombia. https://orcid.org/0000-0003-0636-4959

Resumen
La gestión de donantes en medio de las restricciones de movilidad de la población general ha sido unas de las medidas de salud pública más utilizadas para disminuir la propagación de agentes infecciosos. Esta situación ha sido un reto en la sostenibilidad de los sistemas de sangre a nivel latinoamericano o en países de bajo a medianos ingresos. Por consiguiente, una de las medidas para optimizar la eficiencia en la captación de donantes es el uso de las herramientas de la Revolución 4.0 como los macrodatos (en inglés, Big Data), algoritmos de inteligencia artificial (IA) y la nube (en inglés, cloud computing) para la gestión de donantes potenciales, cuando no se cuenta con estrategias, tales como las jornadas en empresas o en espacios públicos debido al reto del cumplimiento en las medidas de bioseguridad como la reducción de aforos. El objetivo de esta revisión es describir las ventajas de las anteriores herramientas mencionadas para la gestión de los donantes voluntarios, altruistas y habituales, dirigidos a buscar fidelización a un banco de sangre y en la optimización de los recursos para mejorar indicadores de proceso como la incineración de componentes por seroreactividad, entre otros.

Palabras Claves: Macrodatos, Seguridad de la Sangre, Revolución Industrial 4.0, Inteligencia Artificial, Nube Computacional

Key Words: Big Data, Blood Safety, 4.0 industrial revolution, Artificial Intelligence, Cloud Computing

Introducción: ¿cómo llegamos?

La Revolución 4.0 y sus herramientas han sido un marco de innovación que ha generado cambios en los procesos de manufacturación, producción científica y desarrollo social en este siglo XXI, específicamente en el último decenio, tomando como punto de partida el año 2011.(1,2) Por tanto, su alcance incluye la transformación de los procesos a través de la automatización de áreas como la medicina, la ecología, la biología, la industria, entre otras; para lo cual se ha venido utilizando un conjunto de desarrollo de aplicaciones especialmente digitales y orientadas a incrementar la conectividad de la instrumentación o del hardware, así como la producción de réplicas cibernéticas tanto de espacios como de los elementos utilizados en la cotidianidad.(2)

Sin embargo, es importante recordar cual ha sido la evolución tecnológica y del conocimiento para llegar a este punto y ubicarnos en la segunda década del siglo XXI. Adicionalmente, la numeración de estos saltos en el conocimiento y de nuestro modo de vida, está relacionada en parte con las tecnologías introducidas en la industria, la ciencia y en la sociedad durante los últimos trescientos años. La revolución o industria 1.0 fue la mecanización de la fabricación; el auge de las

industrias textil y del hierro; la liberación de las actividades agrícolas y manufacturación dependiente de la fuerza animal; basado en la tecnología mecánica impulsada por la máquina a vapor del ingeniero mecánico escocés James Watt, cuyo principio mecánico de impulsar los objetos a través de la energía liberada por el vapor de agua, a finales del siglo XVIII y principio del XIX, permitió a Europa en cabeza del Reino Unido (RU, en inglés UK), tomar el liderazgo tecnológico y realizar un cambio de vida en toda la civilización a nivel mundial, transformando las sociedades agrícolas y rurales a urbanas.(1) El siguiente salto industrial que constituyó la revolución o industria 2.0, fue el auge de la energía eléctrica a finales del XIX y principios de XX, en donde los Estados Unidos, RU, Alemania y Francia fueron sus principales protagonistas, a través de los inventores como el italiano Guillermo Marconi, el norteamericano Thomas Alva Edison, el serbio Nikola Tesla, entre otros; y con la participación importantes empresarios como George Westinghouse, Henry Ford, John Pierpont Morgan, Andrew Carnegie y John D. Rockefeller; impulsaron la producción a escala, la intercomunicación transcontinental con el telégrafo y el teléfono, así como el surgimiento de las industrias del acero y petróleo.(1,3) Posteriormente, con la postguerra de la II Guerra Mundial (en inglés, WWII), surge en la segunda mitad del siglo XX, la automatización de la fabricación con la robótica e informática, el surgimiento de globalización de la información a través de la Internet y el auge de las computadoras.(1,4,5)

Por consiguiente, en las primeras décadas del siglo XXI, han surgido las siguientes revoluciones: la industria 4.0 y el nacimiento de la industria 5.0;(3) sin embargo, para objetivo de este manuscrito nos centraremos en la Revolución 4.0. Esta revolución tecnológica 4.0 incluyen herramientas como el internet de las cosas (en inglés, Internet of Things, IoT), la inteligencia artificial (IA) y la “nube” (en inglés, Cloud Computing), siendo estos elementos capaces de capturar información que es susceptible de análisis; consolidando así las bases para el procesamiento de grandes volúmenes de datos también conocidas como macrodatos (en inglés, Big Data).(6)

Ventajas de la conectividad de las Herramientas de la Revolución 4.0 con la cotidianidad.

Un factor que ha permitido una mejor eficiencia de las herramientas de la Revolución 4.0 en la mayoría de países latinoamericanos posterior a marzo de 2020, ha sido el incremento en la conectividad dada por la disponibilidad casi ilimitada de internet inalámbrico o satelital.(1,7) Así mismo la presencia de una mayor disponibilidad de dispositivos con incorporación de IA en sus softwares

basados principalmente en sistemas operativos Androide® o iOS® (en inglés, iPhone OS) entre otros; en conjunto con la presencia de sensores capaces de rastrear las búsquedas de un determinado usuario en internet, tales como computadores personales, dispositivos móviles celulares o tabletas, integrados a desarrollos informáticos como navegadores web de código cerrado o abiertos integrados a algoritmos de IA. Esto permite el análisis en tiempo real de millones de datos generando conocimiento a partir de la ingeniería de datos, así como tendencias o patrones en estos mismos, dando paso al aprendizaje automático o aprendizaje de las máquinas o computadoras, por medio del “Machine Learning”.(8) Por lo tanto, esta capacidad integrativa brinda la posibilidad de rastrear perfiles y preferencias en las redes para la identificación de usuarios susceptibles de recibir una determinada información de acuerdo a cada interés particular, generando la capacidad a los bancos de sangre (BS) para caracterizar a sus donantes potenciales voluntarios, no solamente los cercanos a su ubicación, sino que tengan características antropológicas afines al altruismo o la marca del BS; así como transformarlos en potenciales promotores de la cultura de la donación en su comunidad.(2,8)

Por lo consiguiente, la aplicación de las tecnologías que nos brinda la Revolución 4.0, ya ha sido probada e implementada en diferentes sectores económicos, entre los cuales se incluye el sector de atención sanitaria.(9) Este impacto favorable en la optimización de los flujos de trabajo, del recurso humano, aumento de la satisfacción de los clientes y pacientes, así como el fortalecimiento en la trazabilidad de las prestaciones de servicios y productos, se han descrito en la industria farmacéutica y otras áreas de servicios médicos como en el agendamiento de consultas ambulatorias, administración de insumos, entre otras actividades que hacen parte a un modelo de atención en salud, generando valor agregado en salud y ventaja competitiva a aquellas organizaciones del sector que la implementen dentro de su plataforma estratégica.(9–11) Finalmente, las ventajas que brindan estas herramientas tecnológicas y su aplicación en el sector sanitario ha generado interés en la promoción de la salud, en la prevención de la enfermedad, así como en la correcta identificación y captación exitosa de potenciales donantes de sangre altruistas dentro del marco de la transformación digital de los hospitales y centros sanitarios a nivel mundial.(12–14)

Importancia del marketing en la gestión de donantes dirigido a la habitualidad y fidelización.

En los párrafos anteriores, se ha descrito una aproximación en el camino recorrido hasta el momento actual relacionado con la evolución tecnológica. Teniendo en cuenta este contexto, se continuará con la descripción de algunos aspectos

importantes en la gestión de donantes buscando dos objetivos claves, sostenibilidad integral perdurable de los sistemas nacionales de sangre y de otro lado, garantizar componentes sanguíneos seguros para brindar a los receptores de forma oportuna y pertinente.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente mencionados, en las últimas cuatro década se han realizados varias investigaciones buscando un sustituto eficiente que reemplace los hemocomponentes que se manejan de forma rutinaria en la atención en salud, sin embargo, el resultado ha sido infructuoso.(15) Por lo tanto, la donación voluntaria, no renumerada y habitual, continua siendo la pieza angular en la sostenibilidad de los sistemas de sangre nacionales buscando garantizar inventarios razonables, una base de donantes potenciales a pesar del recambio generacional y manteniendo la oportunidad en el suministro de componentes a transfundir cuando es pertinente clínicamente.(16–18)

Estas razones y otras han motivado que en las últimas dos décadas se construyan estrategias nacionales, supranacionales o continentales, en las cuales se incorpora el marketing desde las etapas de la planeación y ejecución, para lograr los objetivos de una captación sostenible y la fidelización de los donantes al BS, así como el fortalecimiento de la cultura en la donación de sangre habitual, basado en el autocuidado y en los estilos de vida saludable.(16)

Una de estas estrategias ha sido DOMAINE (en inglés, Donor Management In Europe), direccionada en proporcionar la orientación necesaria para la adecuada gestión de donantes, al consolidar la experiencia de 48 centros de transfusión de 34 países europeos.(16) Además, el objetivo de esta iniciativa radicó en identificar las condiciones necesarias para garantizar un suministro de sangre seguro y suficiente, siendo la buena gestión de donantes uno de los pilares más importantes. Por consiguiente, la gestión de donantes comprende el conjunto de medidas que da lugar a la creación y mantenimiento de una base de donantes donde el manejo de los datos cobra cada vez mayor relevancia.(16,19)

Por lo tanto, los esfuerzos de las estrategias en gestión de donantes de sangre voluntarios no remunerados no solamente van encaminados en la sostenibilidad, sino que tienen alcance en buscar el establecimiento de una relación perdurable entre el donante, el BS y el servicio transfusional (ST), generando incluso una transformación de estos en promotores para la comunidad.(20,21) Además, estas estrategias buscan mantener el crecimiento de la captación de BS a la par con el uso de componentes intrahospitalarios y la seguridad transfusional de los componentes.(22)

Por lo tanto, el primer paso que debería realizar el BS y su grupo de promoción en la planeación de la captación de donantes, cuando no se cuenta con estrategias de captación masiva como jornadas extramurales en empresas o espacios públicos, consiste en el depuramiento de la base de donantes potenciales o del club de donantes, orientado a inactivar aquellos diferidos por falsa reactividad repetitiva, donantes con rastreo de anticuerpos irregulares positivo, con prueba de Coombs directo positivo, acceso venoso difícil o fallido, reacciones adversas asociadas a la donación (RAD) severas o aquellos cuando el ST haya reportado incidentes al transfundir sus componentes por rasgo de hemoglobina falciforme o fragilidad capilar, entre otras situaciones.(23)

Posteriormente, al contar con una base de datos robusta de donantes potenciales, se recomienda realizar una determinación de sus características demográficas así como comportamental frente a la donación; por ejemplo, su habitualidad, buscando identificar aquellos donantes que son inactivos, es decir, que su última donación fue hace más de dos años en el BS;(16,22) aquellos fidelizados, los cuales hayan donado en el mismo BS; y de acuerdo a los grupos sanguíneos, teniendo en cuenta el perfil de uso hospitalario, así como con las existencias mínimas de los ST a los cuales el BS abastece. (16) Estas actividades buscan optimizar la captación, con el objeto de disminuir las unidades incineradas por vencimiento y disminuir el riesgo de Reacción Adversa a la Transfusión (RAT) por inoportunidad en el suministro o despacho del componente requerido por el receptor.(16)

Contando con una base de datos potenciales robusta y depurada, se recomienda realizar un análisis situacional para priorizar las principales barreras que potencialmente puedan impactar negativamente la captación de donantes, tales como la ubicación geográfica distante de los puntos de captación extramural, horarios de atención que no facilitan la captación, repetitividad en los puntos de captación con una población flotante limitada, recursos limitados para la promoción de donantes y los criterios de diferimiento temporal como los periodos postvacunales o de recuperación de una patología específica (ej. Infección por SARS-CoV-2), entre otros. (14,16,24).

Por consiguiente, basado en el panorama de donantes potenciales, recursos y el uso de componentes teniendo en cuenta las estadísticas de los ST, se puede continuar con el diseño de un modelo de gestión de donantes incorporando algunos principios del marketing, por ejemplo, basado en un modelo AIDA (atención, interés, deseo, acción) o estableciendo uno basado en cuatro etapas buscando la retención de los donantes.(25–27)

Así mismo, el modelo de gestión de donantes que seleccione el BS o el centro de transfusión sanguínea pueden incluir un plan de marketing y definir las actividades operacionales relacionadas en diferentes etapas que forman parte de un ciclo de marketing. Esta aplicación cuenta con experiencias exitosas con más 15 años de despliegue y que han sido adaptadas a otros contextos.(16,22,28) Un ejemplo de implementación ha sido el Grupo de Fidelización de Donantes de Héma-Québec en Canadá.(28) Esta estrategia ha descrito cuatro etapas en el ciclo de marketing para la gestión de donantes de sangre como se observa en la figura 1.

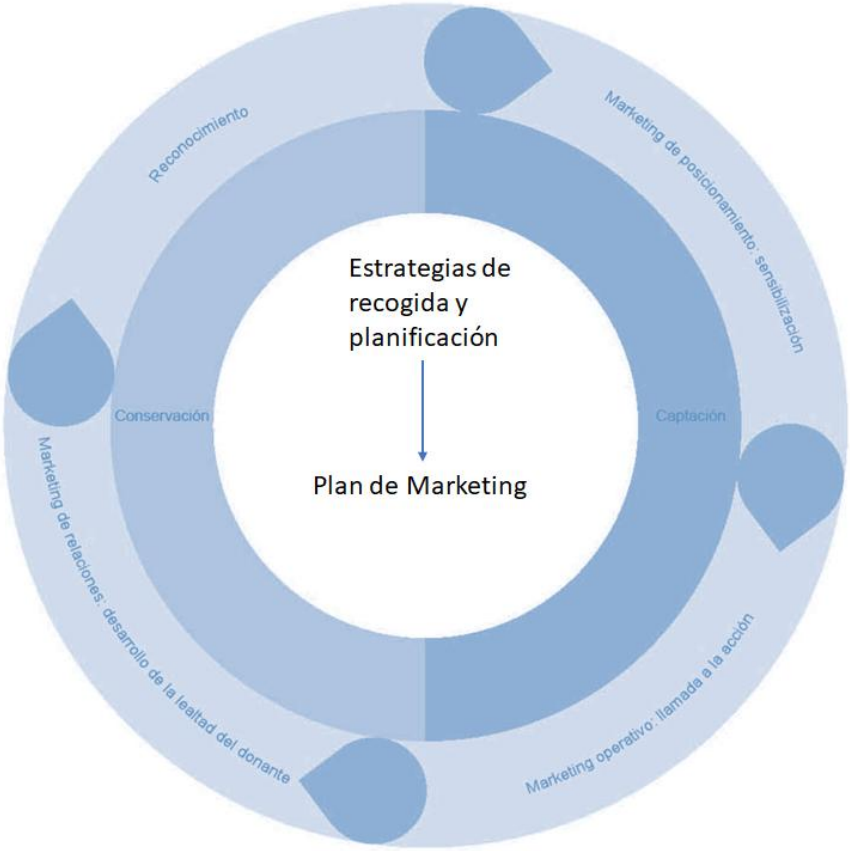

Figura 1. Cuatro Etapas del Marketing en la Gestión de Donantes(16)

Por lo tanto, estas etapas están dirigidas a la captación de donantes voluntarios no remunerados buscando habitualidad (marketing de posicionamiento y operativo) y de fidelización (marketing de relaciones y reconocimiento).(22) A continuación, se describen estas etapas.

En la etapa 1, el marketing de posicionamiento está dirigido hacia la sensibilización pública de la comunidad, a través de la creación de la conciencia individual como colectiva de la necesidad de sangre y del acto de donarla entre el público en general. Además, busca formar en la comunidad una imagen positiva de la donación que fortalezca el sentido de pertenencia y la plenitud del significado

social de ser donante. Con relación a los donantes por primera vez busca generar la motivación inicial y en los donantes que lo han hecho alguna vez en su vida, tiene como objeto preservar la motivación e influenciar positivamente en la transformación de los donantes en habituales, que donen al menos dos veces al año.(16,29,30) Por lo tanto, ésta no solo tiene alcance para la captación de donantes sino que busca fidelizarlo a través de experiencias exitosas y el incremento de la satisfacción en la medida que el donante regrese en varios momentos.(22,31)

La etapa 2 corresponde al marketing operativo, que hace alusión a la llamada de atención. En esta etapa, busca aumentar la transformación en el número de donantes potenciales a donantes aceptados cercanos al BS o centro de captación. Por lo tanto, el principal problema que debe solucionar el grupo de promoción en conjunto con la gerencia operativa es *"¿cómo se puede aumentar el número de personas que se presentan para donar?".* Por consiguiente, las acciones de esta etapa deben establecerse bajo un cronograma de repetición y tener como objeto animar a donar; sin embargo, el contenido de estas actividades deben contrastar diferentes formas de transmitir el mismo mensaje a diversos grupos de interés o "stakeholders", cuyo éxito esta en el crecimiento sostenido de la captación como la fidelización de los donantes.(8,22,31) En esta etapa juega un papel importante otro factor, la identificación de Organizaciones No Gubernamentales (ONG) o grupos de ciudadanos interesados en construir redes que fortalezcan la cultura de la donación habitual y no remunerada, tenemos algunos casos en Colombia en donde un grupo de jóvenes difunden en redes sociales como Instagram® y Facebook, la convocatoria de los diferentes BS en el territorio nacional.(32)

La etapa 3 es el marketing de relaciones y su objetivo es desarrollar la lealtad del donante.(16,22,28) Por lo tanto, para lograr esta meta es importante el compromiso del recurso humano en todos los momentos de verdad durante el proceso de atención de la donación.(21,28) Para ello es importante el entrenamiento del recurso humano en dar la mejor impresión, orientada a establecer una relación personalizada con el donante potencial de forma directa, interactiva y duradera que permita construir un lazo perdurable entre los donantes activos, el BS y si es posible con los servicios transfusionales.(22,31) En esta etapa el BS, debe garantizar un valor agregado a su atención con el objeto de aumentar la satisfacción entre los diferentes eventos de donación. Adicionalmente, esta etapa incluye medidas de mantenimiento o conservación durante el proceso de donación propiamente dicho. Por lo tanto, para alcanzar la meta establecida en esta etapa es importante la planeación, tanto a largo como a corto plazo, dado que el BS debe reaccionar frente a los cambios que se puedan presentar en los inventarios a los que abastece. Además, es importante evitar las experiencias que

no generen valor agregado al donante o desincentiven la cultura de la donación habitual, afecten los lazos entre la persona y el BS; por ejemplo, la convocación desproporcionada y no planificada de los donantes potenciales frente a la necesidad de un grupo específico, cuya mala experiencia es un potencial peligro para que las personas no atiendan a una próxima convocatoria.(22,33)

Finalmente, la etapa 4 corresponde al reconocimiento, esta fase es fundamental para la fidelización porque busca generar posicionamiento y recordación de la marca del BS, así como estimular al donante habitual en transformarse en promotor tanto del establecimiento como de la misma cultura.(22,31) Por lo tanto, las actividades están orientadas en agradecer a los donantes su gesto extraordinario y a mantenerlos motivados para que repitan la donación.(16,28) El reconocimiento permite a los servicios de transfusión establecer relaciones estrechas con los donantes y es esencial para generar su sentimiento de orgullo que dignifique el altruismo, que finalmente se reflejará en una disminución de la autoexclusión postdonación, entre otros indicadores de promoción y captación de donantes. Otro valor agregado, es el incremento de la percepción positiva de seguridad y disminución del temor hacia el proceso de donación de sangre, reflejado en un aumento en la importancia de donar sangre a los ojos del público.(16)

Teniendo como base estas orientaciones operacionales para la gestión de donantes vinculados a un ciclo de marketing, cuyo objeto busca: el crecimiento de la habitualidad, la fidelización a una marca y a la cultura de la donación, así como mejorar la eficiencia de captación garantizando la sostenibilidad de los sistemas de sangre nacionales tanto a nivel local como a todo un territorio, se describirán como las herramientas de la Revolución 4.0 poder liberar al recurso humano frente actividades repetitivas, en la monitorización del proceso en tiempo real a un costo razonable y articulado con los inventarios de componentes de los servicios transfusionales, garantizando seguridad en todo el ciclo de la sangre.

La IA, el Big Data y la nube; ¿Cómo me pueden ayudar en la gestión de donantes?

Las herramientas como la IA, el aprendizaje automático o de las computadoras, el Big Data, la nube y el IoT, buscan liberar a los colaboradores de una organización, de actividades repetitivas que no aportan valor agregado o no son relevantes en los momentos de verdad en la atención en salud; para este caso corresponden los puntos de interacción entre el donante con los colaboradores de un BS; para que este tiempo sea destinado en la sensibilización, fomento de la cultura y en una experiencia exitosa al momento de donar y sea un momento inolvidable. (1,3,12,34).

Por lo tanto, la búsqueda de donantes potenciales es ardua debido a que el éxito para que sean donantes efectivos o aceptados está entre el 5% y 10% de total global de una población, como se ha descrito en diferentes periodos tiempo así como en diferentes latitudes a nivel mundial.(35–39)

Teniendo en cuenta este panorama, la principal fortaleza de cada BS es su sistema de información (en inglés, BIS: Blood Information System) porque a partir del tratamiento de este mismo, se puede construir georreferenciación, caracterizaciones demográficas como la distribución del género y edades de los donantes potenciales, así como de los aceptados e ir construyendo el historial de cada donante. Pero esto representa un conjunto de millones de datos y secuencias de caracteres, lo cual nos conecta con una herramienta: los Macrodatos o en inglés, Big Data. Este concepto va más allá del tratamiento o enfoque tradicional del procesamiento de la información alfanumérica de una base de datos.(39–41) Por lo tanto, el Big Data permite analizar información estructurada como no estructurada o semiestructurada, este incluye por ejemplo, procesar información de un código postal y transformarlo en coordenadas de longitud y latitud, para que con algoritmos de inteligencia artificial, construir mapas de calor (en inglés, heatmap) y reconocer visualmente en que puntos de una ciudad o localidad se encuentran localizados el mayor número de donantes potenciales aceptados.(3,39) Además, el Big Data puede procesar cadenas alfanuméricas o imágenes que corresponden a datos no estructurados o aquella información que puede tener parcialmente una estructura, también conocidos como semiestructurados.(39,40)

Otra de las características que definen el Big Data son los atributos de volumen, velocidad y variedad. El volumen hace alusión a la capacidad extremadamente grande, mientras que la velocidad, está relacionada con el tiempo de procesamiento de la información almacenada y finalmente la variedad, se refiere a los tipos de datos que puede contener la información relacionada con el donante.(39,41)

Sin embargo, el almacenamiento y uso de la información de los donantes deben estar enmarcados bajo una normatividad que debe realizar cada país para establecer su gobernanza, almacenamiento y gestión, dado que en el historial del donante está contenida la información clínica sensible como los resultados de las pruebas de tamizaje, pruebas complementarias o confirmatorias, ubicación, antecedentes de enfermedades transmitidas por vía sexual, orientación sexual, entre otros datos clínicos, porque finalmente el donante deposita su confianza en el BS, suministrando esta información para garantizar la trazabilidad del ciclo de la sangre.(32,42,43) Para ello es importante elaborar un consentimiento informado en el momento de realizar la donación, explicando la importancia de la veracidad de la información, la responsabilidad social que tiene el donante frente al futuro receptor, los alcances de su información frente a los eventos de interés en salud pública y la autoexclusión en cualquier momento durante el proceso de la

donación.(43) Por consiguiente, la dirección del BS, el grupo de promotores y el entrevistador del proceso de selección de donantes deben garantizar una comunicación efectiva en el momento del consentimiento informado de la donación, para que el donante al terminar el proceso de entrevista esté completamente informado, haya entendido y esté completamente de acuerdo con lo que indica este proceso. Además, para la gestión de esta información se debe contar con *"Habeas Data"* o su equivalente normativo como lo cuentan algunos países, por ejemplo, Colombia;(44) o un marco normativo para la gestión digital de la información clínica como las leyes federales para estos fines vigentes en Estados Unidos(45); buscando proteger tanto al donante como al BS de futuros litigios legales, así como generar confianza de la comunidad en general.

Por consiguiente, teniendo en cuenta las características de la información gestionada dentro del marco informático del Big Data y sus implicaciones bioéticas en cuando a su manipulación, es importante describir cuales son las actividades relacionadas con ingeniería de datos. Para ello con el desarrollo del Big Data, se han implementado diferentes estructuras de software de código abierto para almacenar datos y ejecutarlos, estamos haciendo alusión a "Hadoop".(39,46) Así mismo, el marco de la aplicación Hadoop emplea dos conceptos de procesamiento de datos, llamados Map-Reduce y HDFS (39). El Map-Reduce es un marco que ayuda a procesar una gran cantidad de datos en operaciones paralelas de manera confiable y en donde son tolerantes las fallas en el análisis y procesamiento de estos. Además, el Map-Reduce incluye las tareas de mapeo de la información y las tareas de reducción de estas mismas.(23,39,40,47) Por lo tanto, la tarea de mapeo toma la entrada de los datos y los convierte en conjuntos llamados "pares de valores clave" en forma de duplas. Posteriormente, durante el proceso de análisis y salida se realizan las tareas de reducción, los cuales hacen parte de la solución, producto de los algoritmos desarrollados en el código de la aplicación en donde requiere dicho resultado.(39) Adicionalmente, Hadoop cuenta con una herramienta como "Sqoop" que ayuda a conectarlo con la base de datos relacional,(23,48) estos últimos corresponden a la mayoría de los datos que cuentan los BIS en Latinoamérica.

Por ejemplo, en la India así como en la mayoría de países, las donaciones de sangre son realizadas en puntos de captación extramural en espacios públicos o en puntos de captación intramural en centros sanitarios, los cuales facilitan la planificación y organización de la captación de donantes.(39,49) Contando con estos datos fijos de ubicación geográfica, se han desarrollado aplicaciones informáticas como E-Blood Bank® de donde se han integrado la IA y el Big Data con el Sistema de Posicionamiento Global (en inglés, Global Positioning System, GPS), permitiendo realizar geoposicionamiento de los donantes potenciales registrados en la base datos del BIS teniendo en cuenta el grupo sanguíneo específico, lo cual optimiza la convocatoria de los donantes ajustados a los requerimientos del ST, a través de un servicio de mensajes simples (en inglés,

Short Message Service, SMS) garantizando una mayor afluencia de los puntos de captación.(39,50)

Pero estas aplicaciones se logran a partir de la interoperabilidad de las bases de datos relacionadas, así como las no relacionadas. Sin embargo, es importante definir interoperabilidad como la capacidad de dos o más sistemas para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.(47) Estas fuentes son los recursos vitales que requiere el Big Data, así como la accesibilidad de estos a través de la nube, esta última corresponde a otra herramienta clave de la Revolución 4.0 que en conjunto a la conectividad de los dispositivos inteligentes, permiten que día a día se cuente con una mayor facilidad en la accesibilidad a los donantes potenciales.(51,52) Por lo tanto, contando con la interoperabilidad entre el BIS con otras fuentes de información, se puede construir una aplicación, a partir de una arquitectura informática, en donde un administrador recopila datos de diferentes fuentes y se almacena en la base de datos unificada.(39,50) Los datos recopilados se importan al entorno hadoop a través de la herramienta sqoop.(39) Por lo tanto, los datos importados se normalizan, se reprocesan y agrupan según el grupo sanguíneo y la ubicación del donante. Posteriormente, el grupo de promoción puede realizar la gestión de donantes realizando una búsqueda basada en el grupo sanguíneo, a los donantes potenciales con ubicación más accesible al BS y se informa al potencial candidato mediante un SMS, el punto de captación más cercano, así como su cronograma o de su agendamiento para donar.(39) Esta arquitectura se describe en la figura 2.

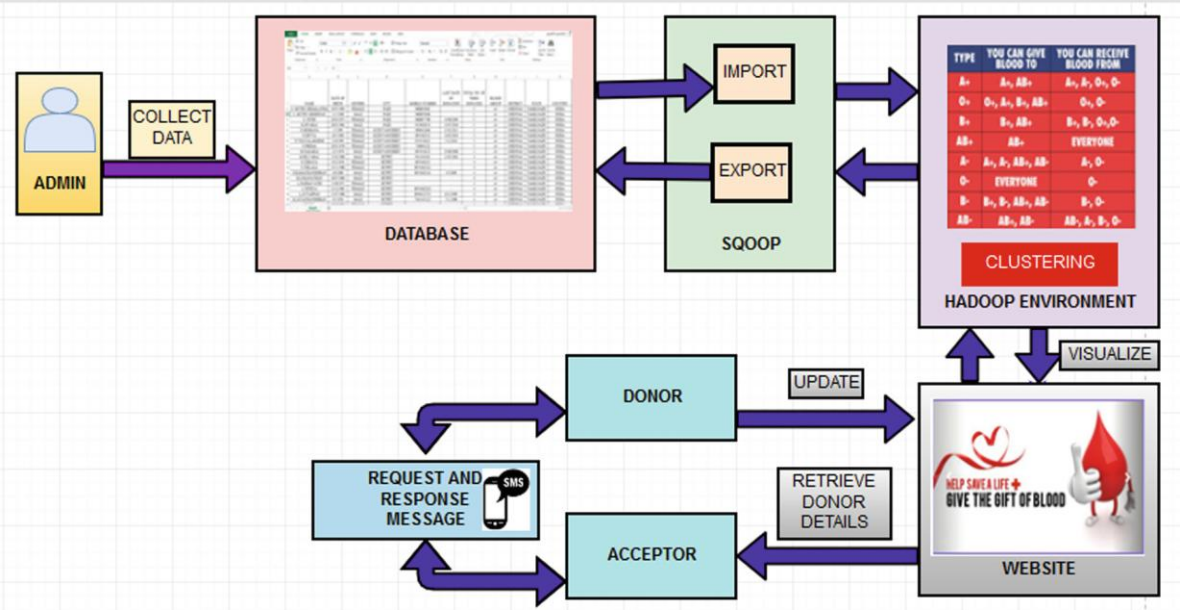

Figura 2. Arquitectura Informática para construir una aplicación basada en Big Data(39)**.**

Reconociendo estas ventajas que facilitan la convocatoria de donantes potenciales, claramente esta herramienta ayuda en una gestión más ágil del marketing operativo y de relación, optimizando los tiempos de los colaboradores y de los donantes, los cuales son un factor contributivo hacia una experiencia memorable cuando realiza la donación. Por lo tanto, abordado el concepto básico del Big Data, los siguientes párrafos se centran en la IA y el aprendizaje automático como herramientas integradoras para el crecimiento continuo de la habitualidad, así como la fidelización de los donantes potenciales.

La IA es la combinación de algoritmos planteados con el propósito de crear dispositivos o hardware que presenten las mismas capacidades que el ser humano.(1,3) Para ello se han diseñado varias herramientas para que los dispositivos se transformen en inteligentes, aprendiendo de forma automática como el “Machine Learning” (en inglés, ML).(1,8) El ML es una rama de la IA que permite a las máquinas o hardware aprender sin ser expresamente programadas para ello. Es una habilidad indispensable para hacer sistemas capaces de identificar patrones entre los datos y hacer predicciones.

El aprendizaje automático o ML en la gestión de donantes ya ha sido aplicado con resultados y aprendizajes satisfactorios, tanto en el marketing operativo como en el relacional. Para ello contamos con algunos ejemplos, uno de estos corresponde a Héma-Québec en Canadá, en donde la oficina de innovación planteó la necesidad de identificar los factores que conducen a tasas de retorno altas o bajas entre los donantes de sangre para garantizar el abastecimiento y la satisfacción a los servicios transfusionales.(8) Además, se enfocaron particularmente en donantes potenciales entre 18 a 25 años para reconocer aspectos que les permitieran construir con posterioridad estrategias de retención, es decir, enfocadas en el marketing de relación y orientadas en la fidelización.(8) Es importante aclarar que el estudio fue realizado previo a la pandemia por la infección producida por el virus SARS-CoV-2. Para ello construyeron un modelo de “Random Forest”, para predecir el patrón de frecuencia en la donación de los jóvenes para mejorar potencialmente la retención y aumentar la frecuencia de donaciones.(8) Por consiguiente, a través del desarrollo del aprendizaje automático se pudo construir una gran cantidad de árboles de decisión independientes que operaron como un conjunto y que clasificaron los datos en grupos de manera secuencial, utilizando cortes específicos de tiempo para diferenciar los grupos en ramas.(8) Posteriormente, los resultados obtenidos fueron empleados por el grupo de promoción y mercadotecnia del BS para ajustar las estrategias de retención en este grupo. Adicionalmente, se han realizado otras iniciativas a nivel de investigación se han aplicado modelos similares con árboles de decisión binaria combinados con regresión logística, entrenando a la máquina con aprendizaje automático, empleado algoritmos para información agrupada y no agrupada, generando una simulación en la predicción de la donación en aquellos que tienen un patrón de comportamiento predispuesto a la donación habitual.(38)

Del mismo modo el “cloud computing” o la “nube”, es otra herramienta vital para la conectividad de la información. La nube pretende que la información se consolide y esté disponible no solo para la realización de análisis en tiempo real, sino para el establecimiento de redes de colaboración entre los donantes potenciales interesados.(53) Así mismo, la creación y actualización de una base de datos con los donantes potenciales y los donantes de primera vez requiere una estructura dinámica, por lo que la creación de una “nube” apoyaría la gestión de manejo de los donantes de forma unificada y adicionalmente al establecimiento de redes de colaboración entre BS, centros de transfusión u otros servicios sanitarios, especialmente en aquellos con programas de atención al paciente sano, los cuáles podrían ser útiles para incrementar la captación de nuevos donantes potenciales a través de la conectividad de estas fuentes de información.

Finalmente, con un menor impacto por ahora en el momento en la gestión de donantes es el IoT. El IoT ha empleado como premisa la conectividad entre diferentes dispositivos y su respectivo acceso a internet.(54) Esta herramienta tiene como objeto simplificar los procesos, mejorar la eficiencia y finalmente optimizar la calidad de vida de los usuarios; todo esto, a través de la consolidación de una base de datos susceptibles de análisis.(54) Para cumplir sus objetivos esta tecnología captura, transfiere, analiza y almacena los datos disponibles en dispositivos conectados a internet para finalmente crear un repositorio central en la nube.(54) Sus aplicaciones en gestión de donantes radican en la correcta identificación de un grupo poblacional idóneo para convertirse en donante, es decir, al poder consolidar patrones de conducta en la nube como lugares visitados, actividad física, viajes a zonas de riesgo, tipo de comidas preferidas, actividades de ocio practicadas, entre otros, con lo que se podría perfilar un grupo de personas con características adecuadas para ser invitados a convertirse en donantes de sangre.

Aplicación en el contexto latinoamericano del Big Data, la IA y la nube en la gestión de donantes.

Algunos países de Latinoamérica como oportunidad de mejora buscando fortalecer la hemovigilancia en el ciclo de sangre, han desarrollado sistemas de información robustos basados en la conectividad de la nube, la interoperabilidad de los BIS o de los actores que alimentan el sistema de información de forma regular, el procesamiento de la información de datos con estructura relacionada y semirelacionada, en conjunto con algoritmos de IA, para identificar conductas de donantes potenciales inusuales que pondrían en riesgo al receptor, por ejemplo, que corresponda a una ventana inmunológica para una infección transmitida por la transfusión (ITT).

Para el caso puntual, se hace alusión al Sistema de Información en Hemovigilancia (SIHEVI®) desarrollado por la Coordinación Nacional de Bancos de Sangre y Servicios Transfusionales que mediante acuerdos de confidencialidad con los actores para el manejo de la información, bajo una normativa colombiana de Habeas Data,(44) y bajo reglas de gobernabilidad encabezados por el Instituto Nacional de Salud (INS®), como órgano rector de este sistema de información; integraron la IA, el Big Data y la nube, asociado a una metodología de proyectos tipo Scrum, se ha venido implementando un sistema de información muy robusto que cuenta con histórico de donaciones, con un módulo regulador de hemocomponentes, así como con la trazabilidad para realizar investigaciones de las reacciones adversas asociadas a la transfusión (RAT)(55–57). Por consiguiente, la integración de estos elementos ha permitido construir informes más agiles con respecto al comportamiento de la donación y la transfusión de componentes, así como conocer la satisfacción de las necesidades de los servicios transfusionales, como se observa en la figura 3.(58)

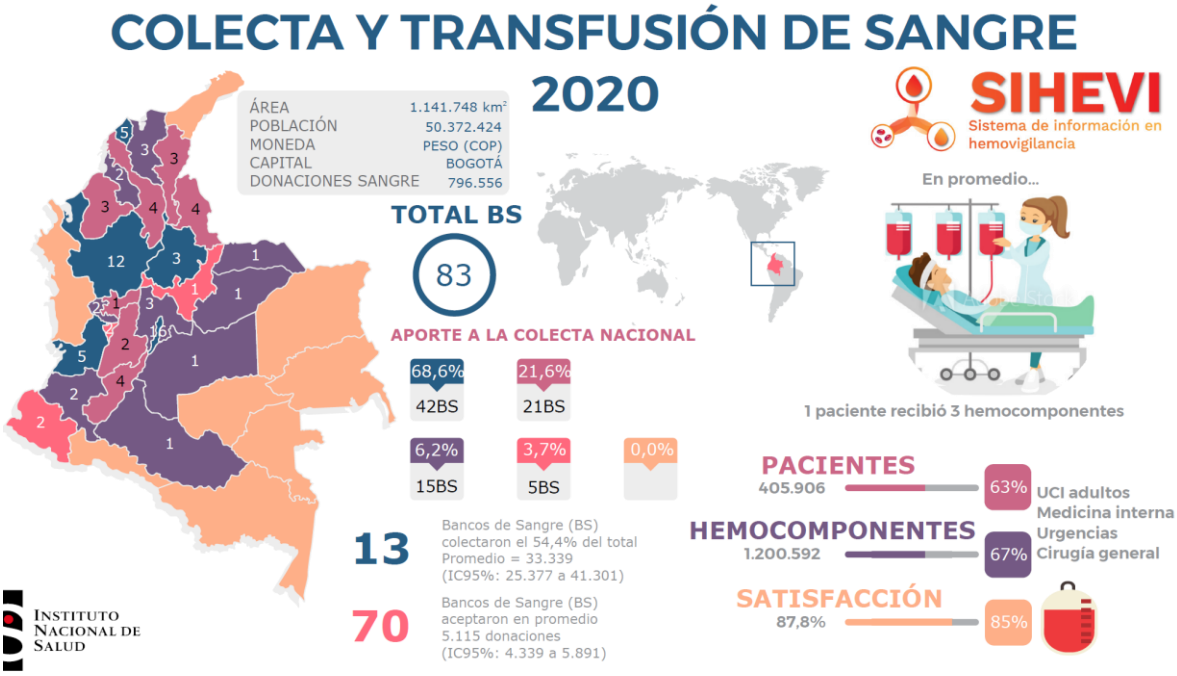

Figura 3. Infografía de Colecta y Transfusión de Componentes Sanguíneos en Colombia para el 2020. Tomado originalmente del Instituto Nacional de Salud(58)

Adicionalmente, SIHEVI®-INS cuenta con tableros de mando y georreferenciación de la disponibilidad de componentes sanguíneos, los cuales fortalecen el uso restrictivo de la sangre por parte de los médicos tratantes y evita la sobrecaptación especifica de grupos sanguíneos de bajo uso, permitiendo obtener mejores

indicadores de incineración, entre otros relacionados con la gestión de componentes sanguíneos. En la figura 4, se muestra una captura de pantalla relacionada con esta descripción. Sin embargo, es importante recalcar que ha sido producto de años de cultura y educación a todos los actores sistema de hemovigilancia en la importancia de la calidad y oportunidad en el reporte.

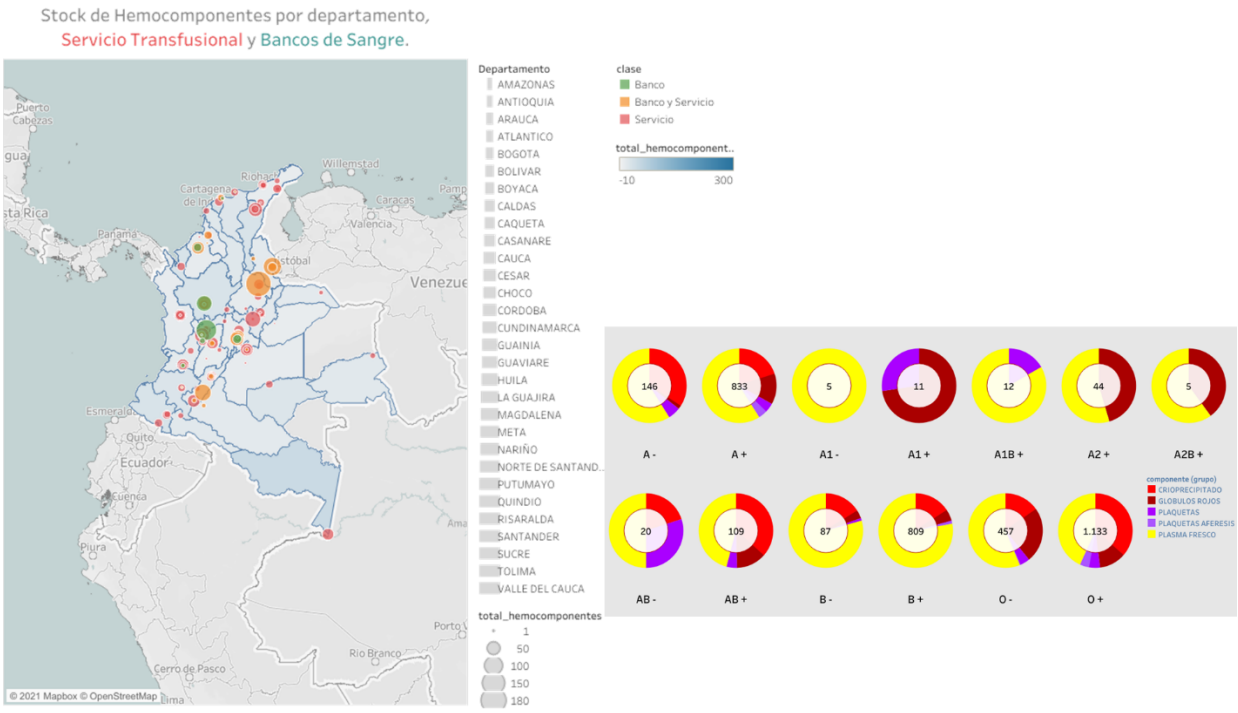

Figura 4. Fragmentos del Tablero de Información del Centro Regulador de Hemocomponentes.
Disponible en https://apps.ins.gov.co/sihevi/frm/seguridad/postLogin, revisado el 7/19/2021 11:53:45 PM (- 5 GMT, COT)

Por consiguiente, la pandemia de la infección producida por el virus SARS-CoV-2 conllevó a realizar reingeniería en los procesos de captación de donantes dado que los BS se vieron abocados a individualizar la atención a través del agendamiento intramural o extramural, la captación en conjuntos residenciales con aforos controlados o en espacios públicos abiertos que hacen difícil operativamente la sensibilización de donantes de forma masiva.

Esta oportunidad de mejora fue adoptada de forma positiva por varios países a nivel de Latinoamérica, priorizando en sus planes estratégicos la transformación digital, incorporando y adaptando a las condiciones diarias de los grupos de promoción, aplicaciones orientadas en el agendamiento de donantes, las cuales sirven para cubrir las necesidades de gestión de donantes de una forma muy coordinada con los requerimientos diarios de uso de componentes de los diferentes ST.

Una de estas estrategias fue desarrollada por una iniciativa mexicana para gestión de donantes a través de una aplicación de agendamiento de citas para donar, las cuales cuenta con otras funciones tales como la generación de certificados de donación y SMS de agradecimiento, impactando positivamente en el marketing de relación y en fidelización a través del reconocimiento altruista del donante. En la figura 5, se muestra una captura de pantalla de esta aplicación.

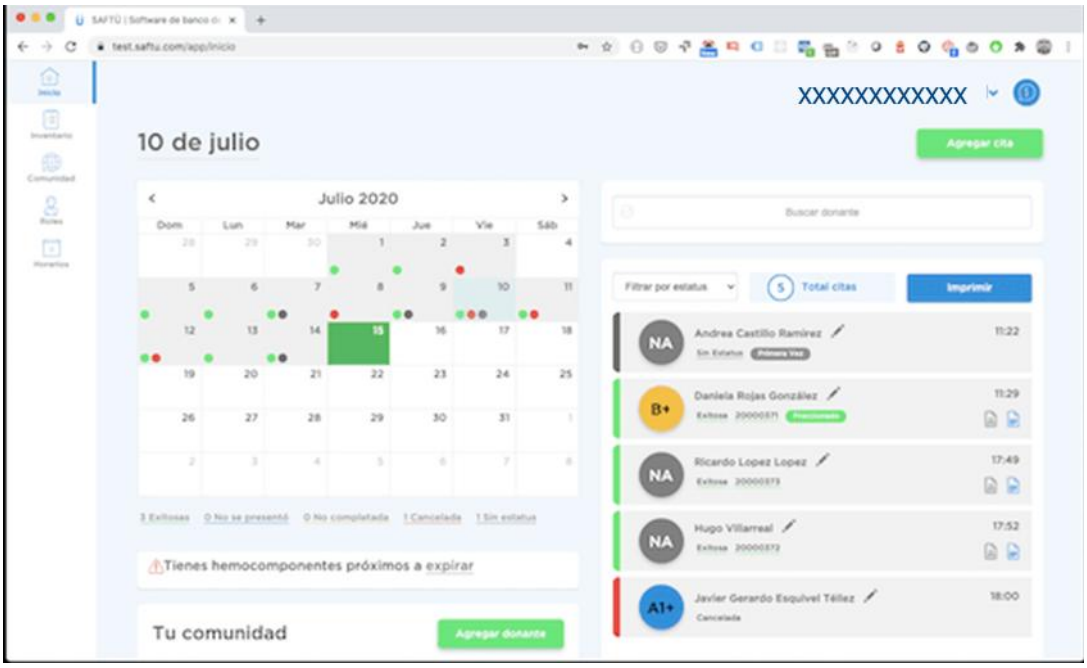

Figura 5. Captura de Pantalla modificado de una aplicación para la gestión de donantes implementada en México.
Disponible en https://blooders.org/bancosdesangre?fbclid=IwAR3Xkbjv4EKKIeJFCkF1Hgrib00uOdjj5-QgBqQj078bABZPyKB7e7M8-_E. Revisado el 1/07/2021.

COMENTARIOS FINALES.

La pandemia de la infección por el virus SARS-CoV-2 que ha afectado a nuestros países desde marzo de 2020, ha sido un evento disruptor en las prácticas para la promoción y gestión de donantes debido a las medidas sanitarias de bioseguridad, así como de salud pública para frenar la propagación, tales como los aforos limitados, el distanciamiento social, restricción en la libre circulación de los donantes potenciales, las cuales han finalmente impactado de forma negativa la captación de donantes voluntarios y no remunerados.

Sin embargo, ha sido una oportunidad de mejora para acelerar la transformación digital de los BS y los grupos de promoción. Adicionalmente, ha conducido a revisar y adoptar estrategias de captación de sangre, basadas en la gestión de donantes empleando herramientas del marketing buscando mantener los

inventarios de componentes sanguíneos y por consiguiente garantizar la oportunidad en la entrega de estos a los receptores quienes finalmente lo necesitan.

Algunos países, sistemas nacionales de sangre y BS, están más preparados que otros, o simplemente ya habían iniciado la senda de la transformación digital siguiendo los lineamientos propios de cada organización según su planeación estratégica.

Por lo tanto, la integración del recurso humano de los BS y las Tecnologías de la Información-Comunicaciones (TIC´s), así como la adaptación del Big Data, la nube y el IA, se han posicionado estratégicamente y de manera privilegiada, para lograr una adecuada gestión de donantes tanto a nivel local en cada BS como a nivel nacional por medio del fortalecimiento de los Sistemas de Información en Hemovigilancia.

Adicionalmente, la propagación global rápida y abrupta de la infección por el virus SARS-CoV-2, ha puesto de manifiesto una necesidad inusitada de conectividad entre los actores, siendo las comunicaciones a distancia, la transmisión de datos y los análisis en tiempo real de los datos así como de sus tendencias(59), elementos valiosos para la sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento de sangre y de uso a nivel sanitario, que ha permitido responder satisfactoriamente a las necesidades de componentes sanguíneos en los diferentes centros sanitarios.

Por otra parte, la experiencia observada en la integración de la inteligencia artificial a estos sistemas de información, se consolida como una herramienta útil en la creación de modelos algorítmicos capaces de estimar tendencias y realizar predicciones con altos porcentajes de éxito, convirtiéndose en una excelente aliada en la gestión de donantes, no solo por la estimación de patrones de conducta sino por la capacidad de predecir candidatos susceptibles a ingresar a programas de fidelización como donantes habituales o al ingreso a programas institucionales de obtención de componentes por aféresis.

En síntesis, las aplicaciones del Big Data, la IA y la nube son innumerables en el campo de la gestión de donantes, y en los próximos años permitirán la creación de nuevas estrategias enfocadas a la captación y fidelización de nuevos donantes, con lo que se garantizará un suministro de sangre segura.

REFERENCIAS

1. Özdemir V. The Dark Side of the Moon: The Internet of Things, Industry 4.0, and The Quantified Planet. Omi A J Integr Biol [Internet]. 2018 Oct;22(10):637–41. Available from:

https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/omi.2018.0143

2. Pfeiffer S. The Vision of “Industrie 4.0” in the Making—a Case of Future Told, Tamed, and Traded. Nanoethics [Internet]. 2017 Apr 25;11(1):107–21. Available from: http://link.springer.com/10.1007/s11569-016-0280-3

3. Özdemir V, Hekim N. Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, “The Internet of Things” and Next-Generation Technology Policy. Omi A J Integr Biol [Internet]. 2018 Jan;22(1):65–76. Available from: http://www.liebertpub.com/doi/10.1089/omi.2017.0194

4. Berce P. The fourth industrial revolution. Acad J Manuf Eng. 2016;14(1):5.

5. Duque-Escobar G. Desarrollo y revoluciones tecnológicas. Diario La Patria. 2017 Dec 17;1.

6. Kagermann H, Wahlster W, Helbig J. Securing the future of German manufacturing industry. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. [Internet]. Frankfurt, Alemania.; 2013. (Final report of the Industrie 4.0 Working Group). Available from: https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf

7. Çağlıyangil M, Erdem S, Özdağoğlu G. A Blockchain Based Framework for Blood Distribution [Internet]. Contributi. Basaksehir, Istanbul. Turkey: Springer Nature Switzerland; 2020. 63–82 p. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-29739-8_4

8. Cloutier M, Grégoire Y, Choucha K, Amja A, Lewin A. Prediction of donation return rate in young donors using machine-learning models. ISBT Sci Ser [Internet]. 2021 Feb;16(1):119–26. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/voxs.12618

9. Lai H, Shi H, Zhou Y. Regional technology gap and innovation efficiency trap in Chinese pharmaceutical manufacturing industry. PLoS One. 2020;15(5):1–17.

10. Thongprayoon C, Kaewput W, Kovvuru K, Hansrivijit P, Kanduri SR, Bathini T, et al. Clinical Medicine Promises of Big Data and Artificial Intelligence in Nephrology and Transplantation. Available from: http://www.hkupp.org

11. Bianco C. A fresh perspective on haemovigilance and patient blood management. ISBT Sci Ser. 2016;11(S2):105–7.

12. Tabrizi B, Lam E, Girard K, Irvin V. Digital Transformation Is Not About Technology. Harv Bus Rev [Internet]. 2019;(march):1–3. Available from: https://hbr.org/2019/03/digital-transformation-is-not-about-technology

13. Javaid M, Haleem A, Vaishya R, Bahl S, Suman R, Vaish A. Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev [Internet]. 2020 Jul;14(4):419–22. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871402120300941

14. Ngo A, Masel D, Sbb A, Cahill C. Blood Banking and Transfusion Medicine Challenges During the COVID-19 Pandemic. Clin Lab Med. 2020 Dec; 40(4): 587–601.

15. Bednall TC, Bove LL. Donating Blood: A Meta-Analytic Review of Self-Reported Motivators and Deterrents. Transfus Med Rev [Internet]. 2011;25(4):317–34. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.tmrv.2011.04.005

16. España. Ministerio de Sanidad PS e I. Manual de Gestión de Donantes. Proyecto DOMAINE. Informes, estudios e investigación-2011 [Internet]. Primera Ed. DOMAINE P, Vesga-Carasa MA, editors. Madrid. España.: Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Centro de Publicaciones. Gobierno de España; 2011. 386 p. Available from: https://www.sanquin.org/binaries/content/assets/en/research/donor-studies/sp-manual-de-gestin-de-donantes.pdf

17. Urcelay S. Mantenimiento/ Fidelización de Donantes. In: Arrieta Gallastegui R, Clará Peiró C, Flores Pérez J, García Villaescusa R, González Bachs A, Otermín Ayesa M, et al., editors. Promoción de la Donación de Sangre Tomo I. 1a Edición. Madrid, España: Ministerio de Sanidad y Consumo. Reino de España.; 2007. p. 53–78.

18. OPS. Hagamos la diferencia [Internet]. Washington, D.C. United States; 2005. (Publicaciones Generales). Available from: https://iris.paho.org/handle/10665.2/31336

19. Cortes Buelvas AD, Roig Oltra R, Cabezas Belalcázar AL, García-Castro M. Promoción de la Donación Voluntaria de Sangre en Iberoamérica. 1a Edición. Santiago Cali, Colombia: Talleres Gráficos del Grupo Estelar Impresores; 2017. 392 p.

20. Masser BM, White KM, Hyde MK, Terry DJ. The Psychology of Blood Donation: Current Research and Future Directions. Transfus Med Rev [Internet]. 2008 Jul;22(3):215–33. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0887796308000151

21. Chamla JH, Leland LS, Walsh K. Eliciting repeat blood donations: tell early career donors why their blood type is special and more will give again. Vox Sang [Internet]. 2006 May;90(4):302–7. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1423-0410.2006.00756.x

22. Daigneault S. Le marketing dans l'univers du don de sang. Transfus Clin Biol [Internet]. 2007 May;14(1):147–51. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1246782007000717

23. Pabreja K, Bhasin A. A Predictive Analytics Framework for Blood Donor Classification. Int J Big Data Anal Healthc. 2021 Jul;6(2).

24. Cortes Buelvas AD. Capitulo 4. Barrerras para la donación de sangre voluntaria, altruista y segura. In: Cortes Buelvas AD, Roig Oltra R, Cabezas

Belalcázar AL, García-Castro M, editors. Promoción de la Donación Voluntaria de Sangre en Iberoamérica. 1a Edición. Santiago Cali, Colombia: Santiago Cali, Colombia: Talleres Gráficos del Grupo Estelar Impresores, GCIMAT; 2017. p. 31–9.

25. Godin G, Conner M, Sheeran P, Bélanger-Gravel A, Germain M. Determinants of repeated blood donation among new and experienced blood donors. Transfusion. 2007;47(9):1607–15.

26. Masser BM, White KM, Hyde MK, Terry DJ, Robinson NG. Predicting blood donation intentions and behavior among Australian blood donors: Testing an extended theory of planned behavior model. Transfusion. 2009;49(2):320–9.

27. Ringwald J, Zimmermann R, Eckstein R. Keys to open the door for blood donors to return. Transfus Med Rev [Internet]. 2010;24(4):295–304. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.tmrv.2010.05.004

28. Guiddi P, Alfieri S, Marta E, Saturni V. New donors, loyal donors, and regular donors: Which motivations sustain blood donation? Transfus Apher Sci [Internet]. 2015 Jun;52(3):339–44. Available from: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1473050215000439

29. INS. Lineamiento técnico para la selección de donantes de sangre en Colombia. Bogotá D.C., Colombia; 2018. (Documento técnico).

30. Rodríguez Rodríguez MJ, Berrio Pérez M, Bermúdez Forero MI. Anexo 1. Lineamiento técnico Respuesta de la Red Nacional de Bancos de Sangre y Servicios de Transfusión, relacionados con el coronavirus SARS-CoV-2, responsable de ocasionar la enfermedad por coronavirus (COVID-19). Bogota D.C., Colombia; 2020. (Lineamientos de la Coordinacional Nacional de Red de Bancos de Sangre y Servicios Transfusionales).

31. ADEN. Diplomado de Habilidades Gerenciales. In: ADEN International Business School, editor. Programa Habilidades Gerenciales. Ciudad de Panamá, Panamá: ADEN International Business School; 2020. p. 1–20.

32. Bermúdez Forero MI. Reunión virtual técnica Bancos de Sangre. 19 mayo 2021. Colombia: Coordinación Nacional de la Red de Bancos de Sangre. Instituto Nacional de Salud.; 2021. p. 1–3.

33. Gray JAM. Redefining Health Care: Creating Value-Based Competition on Results. Bmj. 2006;333(7571):760.

34. Shander A, Goobie SM, Warner MA, Aapro M, Bisbe E, Perez-Calatayud AA, et al. Essential Role of Patient Blood Management in a Pandemic: A Call for Action. Anesth Analg. 2020; (april):74–85.

35. Wevers A, Wigboldus DHJ, de Kort WLAM, van Baaren R, Veldhuizen IJT. Characteristics of donors who do or do not return to give blood and barriers to their return. Blood Transfus. 2013;12(Supplement 1):s37–43.

36. Riley W, Schwei M, McCullough J. The United States' potential blood donor

pool: estimating the prevalence of donor-exclusion factors on the pool of potential donors. Transfusion [Internet]. 2007 Jul;47(7):1180–8. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1537-2995.2007.01252.x

37. Linden J V., Gregorio DI, Kalish RI. An Estimate of Blood Donor Eligibility in the General Population. Vox Sang [Internet]. 1988 Mar;54(2):96–100. Available from: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1423-0410.1988.tb01624.x

38. Bahel D, Ghosh P, Sarkar A, Lanham MA. Predicting blood donations using machine learning techniques [Internet]. Purdue University. Krannert School of Management. 2021 [cited 2021 Jun 13]. p. 1–3. Available from: https://www.krannert.purdue.edu/masters/business-analytics-and-information-management/student-experiences/experiential-learning/2017/predicting-blood-donations-using-machine-learning-techniques.php?

39. Aarthinivasini RB. Assessment of Blood Donors Using Big Data Analytics. In: Hemanth DJ, Kumar VDA, Malathi S, Castillo O, Patrut B, editors. Emerging Trends in Computing and Expert Technology [Internet]. Cham, Switzerland: Springer Nature Switzerland AG; 2020. p. 626–40. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-32150-5_61

40. Velez C. Introducción a Big Data y Aprendizaje Automático [Internet]. Estados Unidos: Google Cloud; 2020. p. 1–2. Available from: https://www.youtube.com/watch?time_continue=10&v=QveRKVi7yCk&feature=emb_logo

41. Heubl B. Big Data algorithms in healthcare [Internet]. Innovatemedtec; 2015 p. 1–2. Available from: https://innovatemedtec.com/content/how-to-find-blood-donors-with-big-data

42. Jackson BR, Ye Y, Crawford JM, Becich MJ, Roy S, Botkin JR, et al. The Ethics of Artificial Intelligence in Pathology and Laboratory Medicine: Principles and Practice. Available from: https://us.sagepub.com/en-us/nam/open-access-at-sage

43. Rodríguez Rodríguez MJ. Donante de Sangre - Sujeto de Derechos [Internet]. Colombia: Instituto Nacional de Salud (INS); 2021. p. 1–3. Available from: https://www.youtube.com/watch?v=FjjCRwXDyM4&t=10s

44. Congreso de la República de Colombia. Ley 1266 de 2008. Por la cual se dictan las disposiciones generales del habeas data y se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales, en especial la financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros. Colombia: Congreso de la República de Colombia; 2008 p. 1–12.

45. The Office of Health National Coordinator for Technology Information. Guide to Privacy and Security of Electronic Health Information. Washington D.C., USA; 2015. Report No.: Version 2.0.

46. Doan M, Sebastian JA, Caicedo JC, Siegert S, Roch A, Turner TR, et al. Objective assessment of stored blood quality by deep learning. Proc Natl Acad Sci [Internet]. 2020 Sep 1;117(35):21381–90. Available from: http://www.pnas.org/lookup/doi/10.1073/pnas.2001227117

47. Senbekov M, Saliev T, Bukeyeva Z, Almabayeva A, Zhanaliyeva M, Aitenova N, et al. The Recent Progress and Applications of Digital Technologies in Healthcare: A Review. Fayn J, editor. Int J Telemed Appl [Internet]. 2020 Dec 3;2020:1–18. Available from: https://www.hindawi.com/journals/ijta/2020/8830200/

48. Heubl B. How to Find Blood Donors With Big Data [Internet]. Innovatemedtec WebSite. 2015. p. 1–2. Available from: https://innovatemedtec.com/content/how-to-find-blood-donors-with-big-data

49. Ahmed Saad AS, Christensen LR. Improving and Supporting Blood Donation Practices in Khartoum, Sudan Blood Banks through Android Mobile App and Web Application System. Int J Comput Sci Trends Technol. 2019;7(2):83–92.

50. Mandal M, Jagtap P, Mhaske P, Vidhate S, Patil S. Implementation of Blood Donation Application using Android Smartphone. Int J Adv Res Ideas Innov Technol. 2017;3(6):876–9.

51. Özdemir V, Hekim N. Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, “the Internet of Things” and Next-Generation Technology Policy. Omi A J Integr Biol. 2018;22(1):65–76.

52. Guan L, Tian X, Gombar S, Zemek AJ, Krishnan G, Scott R, et al. Big data modeling to predict platelet usage and minimize wastage in a tertiary care system. Proc Natl Acad Sci U S A. 2017 Oct 24;114(43):11368–73.

53. Sobeslav V, Maresova P, Krejcar O, Franca T, Kuca K. Use of cloud computing in biomedicine. J Biomol Struct Dyn. 2016 Dec;34(12):2688–97.

54. Nizetic S, Solic P, Gonzalez-de-Artaza DL-I, Patrono L. Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. Journal of Cleaner Production. 2020; 274(07): 877

55. Bermúdez Forero MI, García Otálora MA. Informe de reacciones adversas a la donación (RAD) notificadas a SIHEVI- INS© durante 2018. Bogotá D.C., Colombia; 2020. (Coordinación Red Nacional Bancos de Sangre y Servicios de Transfusión).

56. Soto V J, Anzola S D, Herrera H AM. SIHEVI – Servicio Web. Módulo Inmunohematología [Internet]. Dirección Redes en Salud Pública. Instituto Nacional de Salud; 2019 p. 1–18. Available from: https://www.ins.gov.co/Direcciones/RedesSaludPublica/DonacionSangre/Publicaciones/Servicio Web SIHEVI.pdf

57. Bermúdez Forero MI, García Otálora MA. Informe ejecutivo del Comportamiento de la Donación de Sangre en Colombia 2020. Bogotá D.C.,

Colombia; 2020. (Reportes del Sistema de Información en Hemovigilancia (SIHEVI-INS)). Report No.: Documento N°1.

58. Bermúdez Forero MI. Infografia de colecta y transfusion de sangre en el 2020. Bogota D.C., Colombia; 2021. (Reportes del Sistema de Información en Hemovigilancia (SIHEVI-INS)). Report No.: Documento N°3.

59. Ienca M, Vayena E. On the responsible use of digital data to tackle the COVID-19 pandemic. Nat Med. 2020 Apr;26(4):1.