

# Lo que la sangre nos dice: características más allá de su color

What blood tells us: characteristics beyond its color

 <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v10.n1.2026.309-319>

**Recibido:** 10-09-2025   **Aceptado:** 11-12-2025   **Publicado:** 25-01-2026

Dulce María Delgadillo Álvarez<sup>1\*</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5057-7727>

Candelaria Merino Jiménez<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0009-0002-1307-2700>

1. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Ciudad de México, México.
2. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional; Ciudad de México, México.

**Volumen:** 10

**Número:** 1

**Año:** 2026

**Paginación:** 309-319

**URL:** <https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/view/916>

**\*Correspondencia autor:** cdelgadillo@cinvestav.mx

---

## RESUMEN

Con una tonalidad roja peculiar, la sangre es un tejido común de todos los vertebrados. Como parte de sus funciones, la sangre provee de oxígeno y nutrientes a todos los órganos del cuerpo además de retirar sus desechos tóxicos. Aunque en términos generales en los humanos la sangre es igual entre los individuos, existen diferencias importantes referidas a las bases genéticas propias de cada persona. Esas diferencias determinan la clasificación de los individuos de forma particular y en grupos poblacionales, además, establecen la propensión de las personas a sufrir ciertas enfermedades. La sangre ha sido considerada un potenciador de vida en diferentes culturas y, considerando sus particularidades, lo es. Aquí se revisan algunas características de la sangre y de las patologías a las cuales está expuesta; también se señala su importancia en los procesos de trasfusión.

**Palabras clave:** Grupos sanguíneos, Enfermedades hematológicas, Trasfusión.

## ABSTRACT

With a peculiar red hue, blood is a common tissue of all vertebrates. As part of its functions, blood provides oxygen and nutrients to all the body's organs in addition to removing toxic waste. Although in general terms in humans' blood is the same between individuals, there are important differences related to the genetic bases of each person. These differences determine the classification of individuals in a particular way and in population groups, and also establish the propensity of people to suffer certain diseases. Blood has been considered a life enhancer in different cultures and, considering its particularities, it is. Here, we review some characteristics of blood and the pathologies to which it is exposed. Its importance in transfusion processes is also noted.

**Palabras clave:** Blood groups, Hematological diseases, Transfusion.



Creative Commons Attribution 4.0  
International (CC BY 4.0)

## Introducción

Todos los vertebrados poseen sangre, un tejido que ha sido fuente de historias de fantasía y de terror dada su importancia en el mantenimiento de la vida. De manera científica, la sangre comenzó a ser estudiada en el siglo XVII cuando William Harvey realizó los primeros experimentos médicos cuantitativos e integró los resultados obtenidos con observaciones anatómicas precedentes; con esto Harvey demostró que el corazón era el órgano que enviaba la sangre hacia todo el cuerpo y que ésta regresaba en su totalidad a él en un circuito cerrado y que, además, este era un proceso que tenía lugar todo el tiempo (Buzzi A. , 2016).

La sangre (del latín: *sanguis*) es un tejido líquido y su volumen en una persona adulta varía entre 4.5 a 5.5 l. La sangre forma parte del aparato circulatorio o sistema cardiovascular y a través de venas, arterias, vasos y capilares, recorre los órganos y tejidos del cuerpo para llevarles oxígeno y nutrientes, a la vez que retira sus residuos tóxicos. La sangre también actúa en defensa del organismo a través de las células del sistema inmune y de la formación de coágulos para cerrar las heridas producidas en el cuerpo. Igualmente, por medio de los procesos de vasodilatación y vasoconstricción, regula la temperatura corporal en respuesta al aumento o disminución de la temperatura ambiental (Blann & Ahmed, 2022). La sangre de los seres humanos es roja y parece ser igual en todos ellos. Sin embargo, aunque en términos generales es cierto y medicamente muy útil para los procesos de trasfusión, entre los individuos existen diferencias importantes. Hay que aclarar que tales diferencias no se refieren a algún tipo de abolengo sino a las bases genéticas propias de cada persona que pueden predisponerla a padecer alguna enfermedad y que, en conjunto, caracterizan a un grupo poblacional.

Como todo tejido, la sangre está compuesta por células y, a nivel clínico, tanto el número de éstas como sus características reflejan los niveles de producción de los progenitores hematopoyéticos, de la síntesis de hemoglobina, de la maduración y de la liberación de las células de la médula ósea, así como de la eliminación por senescencia de las mismas células. Estudios en áreas como la biología celular, la inmunología y la biología molecular, entre otras, han develado el origen, el desarrollo y las funciones particulares de los componentes sanguíneos. Además, mediante análisis genéticos se ha demostrado que la sangre tiene un factor heredable elevado y, a nivel genómico, se ha encontrado que esa heredabilidad difiere entre etnias (Chen, et al., 2020). El objetivo de este artículo es revisar algunas de las particularidades de la sangre y de las patologías a las cuales está expuesta; también señalar cómo, mediante análisis genómicos, se le ha empleado en la identificación de la predisposición de algunos trastornos médicos, además de apuntar su importancia en los procesos de trasfusión.

## Composición de la sangre

La sangre es un tejido complejo formado de dos fases: una líquida y otra sólida que ocupan el 60% y el 40% de su volumen total, respectivamente. La primera fase es un componente sérico también llamado plasma que, aunque es principalmente agua, contiene proteínas como la albúmina, anticuerpos, enzimas, hormonas y factores de coagulación, además de azúcares como la glucosa y partículas de grasa. La fase sólida de la sangre está compuesta por distintos tipos de células que se originan en el sistema eritropoyético, localizado en la médula de los huesos. Todas las células de la sangre inician su vida como células madre o stem (traducido del inglés como tronco por lo que también se suele llamarlas troncales), y maduran en tres tipos principales: las células rojas, las cuales transportan oxígeno desde los pulmones a los tejidos y órganos; las células blancas, que comba-

ten las infecciones y son parte del sistema inmunitario y las plaquetas, también llamadas trombocitos que participan en la coagulación. Al término de su vida, las células sanguíneas son sacadas de la circulación a través del bazo (Harmening, 2024).

Las células rojas son llamadas también glóbulos rojos, eritrocitos o RBCs (por sus siglas en inglés Red Blood Cells) y dan a la sangre su característica más visible: el color rojo, que adquiere porque los RBCs almacenan en su interior hemoglobina (Hgb), una proteína compuesta por hierro que al entrar en contacto con el oxígeno se torna roja. Con un diámetro de sólo 6 $\mu$ m, los eritrocitos pueden pasar a través de los vasos sanguíneos más pequeños transportando el oxígeno unido a la hemoglobina hasta el último rincón del cuerpo. En los mamíferos, los RBCs maduros pierden su núcleo, lo que les permite almacenar más hemoglobina, y tienen una forma bicónica que incrementa su área superficial para difundir el oxígeno de manera más eficiente (Blann & Ahmed, 2022) (Harmening, 2024).

De las células blancas o WBCs (por sus siglas en inglés White Blood Cells) existen tres tipos conocidos como linfocitos, monocitos y granulocitos; y, de estos últimos también hay tres clases llamados neutrófilos, eosinófilos y basófilos. A diferencia de los eritrocitos, las WBCs sí poseen núcleo y presentan diferentes formas y tamaños. De manera funcional, todas las células blancas participan en la respuesta inmune que el organismo monta cuando sufre una lesión o un daño. Por ejemplo, los monocitos, considerados como la primera línea de defensa del organismo, llegan al área lesionada antes de que otros tipos de WBCs arriben y, una vez allí, son capaces de fagocitar y digerir patógenos. Así mismo, los granulocitos contienen gránulos con enzimas que ayudan a digerir a microorganismos invasores. Los monocitos circulan en la sangre como WBCs jóvenes, y maduran o se desarrollan en macrófagos cuando llegan a un tejido que está sufriendo

algún daño. En el hígado y en los pulmones los macrófagos se especializan en remover agentes dañinos de la sangre que viene del intestino o que han sido inhalados; mientras que, en el bazo se encargan de sacar de circulación a las células viejas o dañadas, ya sean RBCs y/o plaquetas. Adicionalmente, luego de digerir a los agentes extraños, los macrófagos toman fragmentos de proteínas de éstos y los presentan como antígenos a otras células del sistema inmune -llamadas células plasmáticas o células B-. Estas células B reconocen a los antígenos y generan anticuerpos contra ellos. En el caso de posteriores infecciones con el mismo patógeno los anticuerpos producidos son capaces de identificarlo y bloquear su actividad dañina. Las células B son una de dos clases de linfocitos y, como se mencionó, producen anticuerpos altamente específicos que se unen a los agentes que encienden la respuesta inmune. La otra clase de linfocitos está formada por las células T y, un tipo de estas -conocidas como helper- secretan sustancias químicas que reclutan a otras células del sistema inmune y coordinan el ataque al agente extraño. Dentro de este grupo se encuentran también las células T citotóxicas cuya función es atacar a las células que se han infectado con un agente viral. Las células B y las células T, maduran en la médula ósea y en el timo, respectivamente (Harmening, 2024).

Por último, las plaquetas son fragmentos irregulares de células que circulan en la sangre hasta que son activadas para formar un coágulo o, cuando su vida media termina, para ser removidas por el bazo (Harmening, 2024).

### **Los padecimientos de la sangre**

La composición compleja de la sangre, así como las funciones especializadas que realiza cada uno de sus elementos, están bajo una estricta regulación fisiológica influenciada por factores tanto externos como genéticos y la más mínima altera-

ción puede llevar al organismo a un estado patológico. Algunos factores externos que afectan al tejido sanguíneo incluyen anticuerpos, daño físico, drogas e infecciones (Blann & Ahmed, 2022).

Las afectaciones que sufren los elementos de la sangre son diversas. Por ejemplo, como se mencionó, las células sanguíneas son la fracción sólida de la sangre y el porcentaje que ocupan en ella se conoce como hematocrito o HCT. El HCT está determinado casi enteramente por el volumen que llenan los RBCs por lo que las características de estos son indicadores primarios del desarrollo y salud del organismo. Pero, además del número de eritrocitos, del HCT y del contenido de Hgb, existen otros rasgos fenotípicos de este tipo celular cuya valoración clínica es importante, como: la hemoglobina corpuscular media (MCH), que es la cantidad promedio de Hgb en un glóbulo rojo; la concentración de hemoglobina corpuscular media (MCHC), que es una medida de la concentración de Hgb en un volumen determinado de glóbulos rojos y es el método más útil para detectar la deshidratación celular de los eritrocitos; el volumen corpuscular medio (MCV), que mide el tamaño promedio de los glóbulos rojos; el intervalo o amplitud de la distribución de los eritrocitos (RDW), que es una medida cuantitativa de la variabilidad del tamaño de los eritrocitos circulantes, el marcador inflamatorio NLR (por sus siglas en inglés Neutrophil to lymphocyte ratio), empleado para el pronóstico de pacientes con enfermedades cardiovasculares y el MPV (por sus siglas en inglés Mean Platelet Volumen), parámetro que representa el tamaño de las plaquetas en circulación (Hu, et al., 2021; Haybar, Pezeshki, & Saki, 2019). La evaluación de estos rasgos se hace a través de análisis clínicos estándar y los resultados -comparados con parámetros establecidos para una persona sana-, además de proveer una visión general del estado que guarda el tejido sanguíneo, ayuda a detectar anomalías en el

organismo, como trastornos hemorrágicos, coagulación anormal, anemia o cánceres sanguíneos. Así, por ejemplo, los niveles irregulares de RDW, MPV, WBC y NLR son considerados parámetros hematológicos importantes para el pronóstico y algunas veces diagnóstico de enfermedades cardiovasculares y son sujetos de investigación (Haybar, Pezeshki, & Saki, 2019). Recientemente, los valores elevados en RDW fueron considerados un factor de riesgo de mortalidad para pacientes hospitalizados por COVID-19 (Paucar Osorio, 2022).

En cuanto a enfermedades sanguíneas de origen genético existen muchas que han sido extensamente estudiadas, aquí sólo mencionaremos dos de ellas: la anemia o enfermedad de células falciformes (SCD, por sus siglas en inglés) y la hemofilia.

Los padecimientos de origen genético ocurren cuando hay mutaciones en un gen. Un gen es una unidad de información formada por ADN (ácido desoxirribonucleico) que contiene las instrucciones para fabricar las moléculas funcionales de un organismo. Los genes están organizados en cromosomas y su posición en ellos también es motivo de estudio para entender su función. La información genética está codificada en una cadena de nucleótidos o bases nucleotídicas que se enlaza con una hebra complementaria que, en principio es no codificante, pues va en sentido inverso. Ambas hebras forman la famosa cadena doble de ADN. La complementariedad de las dos hebras hace que a cada unión entre nucleótidos se le denomine par de bases (pb), de modo que los fragmentos de ADN se miden en bases y sus múltiplos (1000 b = 1 kb, etc.). El orden de los nucleótidos en el ADN conforma un código que se traduce en aminoácidos (aa). Los aa son las unidades básicas que forman péptidos y proteínas; los primeros son cadenas cortas de aa mientras que las segundas pueden estar formadas por varios polipéptidos y son las moléculas funcionales de un organismo. Cuando las instrucciones escritas

en un gen tienen errores, la información no puede ser leída correctamente y los productos, en este caso los péptidos y las proteínas codificadas, presentan alteraciones que no permiten su producción o su funcionamiento correcto; como consecuencia de esto se genera una alteración en el estado de salud que todos conocemos como enfermedad (Krebs, Lewin, Goldstein, & Kilpatrick, 2013).

Volviendo a los ejemplos de enfermedades sanguíneas de origen genético —la hemofilia y la SCD —, las causas que los provocan son pequeñas variaciones en genes individuales que son detectadas tras la lectura puntual de su secuencia de ADN. Una de las anomalías señaladas, la hemofilia, se caracteriza por una deficiencia en los mecanismos de coagulación de la sangre, lo que puede generar hemorragias copiosas y difíciles de detener. Y es que, en el proceso de coagulación sanguínea intervienen 13 factores proteicos numerados del I al XIII. En una persona hemofílica la gravedad de la enfermedad depende de la escasa o nula producción de los factores VIII y IX, que está determinada a su vez por el tipo de mutación en los genes que los codifican (Berntorp, et al., 2021).

Por otro lado, la SCD se origina por una falla en la síntesis de la Hgb en los eritrocitos. En un adulto, la Hgb es un tetrámero, es decir, está compuesta por cuatro polipéptidos conocidos como globinas. Dos de estas globinas se llaman cadenas alfa (HBA) y las otras dos cadenas beta (HBB); a cada una de estas cadenas se le une un grupo hemo cuyo átomo de hierro enlaza de manera reversible una molécula de oxígeno (Raffield, et al., 2018). La causa de la SCD es una mutación en el gen que codifica para las HBB que provoca que se sintetice una globina funcionalmente defectuosa. Al unirse las HBA y las HBB defectuosas se produce un tetrámero llamado hemoglobina S o HgbS cuya estructura anormal hace que los eritrocitos pierdan su característica forma de disco y adquieran una figura

de medialuna; además, se vuelven rígidos y pegajosos y no pueden moverse con facilidad. Esto trae consecuencias graves como el bloqueo del flujo de sangre, problemas oculares, infecciones recurrentes y episodios de dolor conocidos como crisis de dolor (Elendu, et al., 2023). Para la comunidad científica este tipo de anemia es de gran interés debido a que su incidencia ha crecido vertiginosamente en la población mundial (Díaz-Matallana, et al., 2021).

Indudablemente, el conocimiento adquirido al detectar las causas genéticas de los padecimientos ya sea sanguíneos o no, ha ayudado a desarrollar métodos de diagnóstico temprano y terapias eficientes para mejorar la expectativa y la calidad de vida de las personas afectadas. Sin embargo, un gen es sólo un fragmento de ADN que forma parte de una estructura molecular más compleja conocida como genoma. En el ejemplo de la SCD, los genes que codifican para las cadenas HBA y HBB tienen un tamaño de 843 y 1608 bases, respectivamente, es decir que son muy pequeños comparados con los 3200 millones de pb de ADN (3200 Mb) que tiene el genoma completo del humano ([ncbi.nlm.nih.gov/gene](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene), 2024). Esto llevaría a preguntarnos, ¿qué tipo de información se esperaría obtener al realizar estudios más amplios, esto es, en los que se emplee todo el material genético?

### **La genómica de la sangre**

A diferencia de los análisis genéticos que, como vimos, se enfocan en genes individuales, los estudios genómicos o del genoma completo integran los resultados de investigaciones en las que se identifican miles de variantes génicas asociadas con fenotipos complejos y aportan datos sobre su arquitectura genética. La arquitectura genética de un rasgo está definida por el número, frecuencia y tamaño del efecto de todas las variantes que contribuyen a la variación fenotípica (Vuckovic, et al., 2020) (Hu, et al., 2021). De este modo, en los estudios sobre la genómica de la sangre se plantean obje-

tivos como expandir el repertorio de genes, conocer la posición de cada uno en el genoma, dilucidar las mutaciones que podrían modificar la producción de las proteínas o su funcionamiento correcto e investigar la variación genética relacionada con distintos rasgos del tejido para determinar su influencia en el desarrollo de trastornos hematológicos. Los análisis involucran los datos genómicos de un elevado número de personas de diferentes poblaciones humanas para entender las tendencias o propensiones de la gente a padecer ciertas enfermedades pues la distribución de rasgos característicos de la sangre y la prevalencia de condiciones hematológicas heredables difieren entre etnias. Así, distintos grupos poblacionales han sido estudiados a nivel genómico encontrado datos interesantes. Por ejemplo, la microcitosis y la anemia -dos enfermedades de la sangre que se presentan, respectivamente, cuando el número de glóbulos rojos tienen un tamaño inusualmente pequeño o la concentración de hemoglobina en ellos es menor a la normal-, son más prevalentes en poblaciones humanas con ancestros africanos que en aquellas de origen europeo ya que las primeras presentan un mayor número de mutaciones en los genes que producen la globina HBB. Aunado a esto, en ese mismo grupo poblacional existen alteraciones génicas en otros genes que producen una tendencia a tener un bajo número de WBC, particularmente de neutrófilos. Mientras que entre la población americana se han encontrado mutaciones en genes asociadas con un bajo número de plaquetas (Chen, et al., 2020).

Por otro lado, en estudios publicados recientemente se encontraron variantes genéticas entre poblaciones provenientes de Europa, África, el Este y Sur de Asia además de Hispanoamérica. Con la información genómica de miles de personas, en uno de los estudios se reportaron 5106 variantes independientemente asociadas con 29 fenotipos de células sanguíneas (Vuckovic, et al., 2020), mientras que, en otro estudio en el que se analizaron 15 rasgos

hematológicos se identificaron 5552 variantes asociadas a ellos (Chen, et al., 2020). En ambas investigaciones, se determinó que existe una variación genética relacionada con los diferentes rasgos de la sangre, que, aunque la mayoría fueron comunes en las poblaciones analizadas, también se identificaron cambios específicos que podrían incidir en funciones del tejido, como en su actividad de defensa del organismo. Se reconoce, además, que los rasgos heredados tienen un origen poligénico y son resultado de los efectos acumulados de muchos loci o puntos genéticos a lo largo del genoma, cada uno de los cuales puede tener un efecto modesto y que, sin embargo, en conjunto logran resaltar mecanismos biológicos importantes y contribuyen a desarrollar trastornos hematológicos raros. Ejemplo de estos son: la histiocitosis, término que se emplea para describir a un grupo de enfermedades en las que hay una proliferación excesiva de histiocitos (un tipo de glóbulo blanco); hemoglobinuria nocturna paroxística, padecimiento caracterizado por la producción de glóbulos rojos anormales que son destruidos por el sistema inmunitario y las enfermedades mieloproliferativas, en las que la médula ósea produce demasiados RBCs, WBCs y plaquetas (Hoffman, et al., 2022). Es decir que, aunque de manera individual las variantes poco frecuentes no tengan una contribución sustancial en la alteración de las características de un rasgo complejo, su presencia puede tener consecuencias comparables o incluso mayores que la de las variantes monogenéticas conocidas. Los resultados de estas investigaciones pueden ayudar a reclasificar la patogenicidad y la penetrancia de las enfermedades asociadas a variantes génicas, ya sea de uno o de muchos genes (Vuckovic, et al., 2020).

Indudablemente la genética y la genómica han revelado características muy relevantes de la sangre que ayudaron a entender diversos padecimientos del tejido. Pero, más allá de encontrar los mecanismos de

reparación para ciertos males hemáticos, la sangre ha fascinado al hombre desde el inicio de su existencia pues siempre la ha considerado como un potenciador de fuerza y como generadora de vida.

### **Transfusión de sangre como uso terapéutico**

En la historia existen muchas referencias al uso de la sangre con fines revitalizantes e incluso terapéuticos. Por ejemplo, los antiguos egipcios, romanos y vikingos, practicaban el baño con sangre de animales o su ingesta para adquirir el poder o la habilidad de estos, o para curar males como la epilepsia, entre otros. Y, mientras que en 1492 se descubrían lugares donde los aztecas y los mayas realizaban prácticas similares, en Roma el Papa Inocencio VIII fallecía tras un intento fallido de transfundirle la sangre de tres niños de diez años; el intento se realizó pretendiendo que el Papa bebiera la sangre de los infantes que, por supuesto murieron en la operación (Smit Sibinga, 2022). Por otro lado, a pesar de que durante el Renacimiento se visualizó la hipótesis de que la transfusión de sangre de un individuo a otro podría ser factible, fue hasta después de los descubrimientos de Harvey y su descripción detallada del proceso de circulación, que se consideró de manera más seria la posibilidad de realizar tal procedimiento. Sin embargo, pasaron muchos años hasta que, en 1666, Richard Lower logró trasfundir exitosamente la sangre de un perro a otro; el resultado positivo fue sin duda para el perro receptor que sobrevivió mientras que el animal donante murió desangrado. Un año después Lower presentó el primer ensayo en el que el sujeto receptor era un ser humano y el donante un cordero, en este caso el desenlace fue fatal para ambos. En ese mismo año, Jean Baptiste Denis realizó los mismos experimentos de Lower y transfundió sangre de perros a perros y de un cordero a un humano y, sorpresivamente, en todos tuvo éxito. Lower intentó entonces transfundir a un hombre enfermo de sífilis con sangre

de ternera; el hombre experimentó fuertes dolores, excretó orina negra y murió. Con esto, Denis documentó el primer caso de reacción hemolítica transfusional, pero fue acusado de provocar la muerte de su paciente y, aunque fue exonerado, la práctica de transfundir sangre entre seres vivos se suspendió. Años después, en 1818 James Bundell observó un índice de mortalidad muy alto entre mujeres que sufrían hemorragias postparto. Bundell pensó que la vida de esas mujeres se podría salvar restituyendo la sangre perdida y propuso que sólo se usara aquella que proviniera de un ser humano (Smit Sibinga, 2022).

En 1901, Karl Landsteiner analizó las proteínas de la superficie de las células rojas de un conjunto de personas y descubrió que eran antígenos cuya expresión estaba genéticamente determinada. Landsteiner pensó que esas proteínas podían usarse como marcadores específicos para clasificar la sangre de la gente en grupos a los que nombró A y B. A los individuos que no expresaban ninguno de los dos tipos de antígeno los clasificó en el grupo 0 (por la ausencia de los antígenos A y B). Más tarde se descubrió que el carácter hereditario de los grupos sanguíneos se debía a que estaban codificados por un solo gen denominado AB0 que posee tres alelos: A, B y 0. Un alelo es cada una de las formas en las que puede expresarse un mismo gen. En este caso, los alelos A y B, son codominantes, es decir, dominan por igual. Sin embargo, el alelo 0 es recesivo. Las combinaciones entre los alelos A, B y 0 generan los distintos grupos sanguíneos conocidos: A, B, AB y 0. Posteriormente, al conjunto de antígenos A, B y 0 se le agregó el llamado antígeno D descubierto en 1940 por el mismo grupo de Landsteiner. El antígeno D constituye el sistema conocido como Rh, por haberse hallado en el suero de conejos inmunizados con sangre procedente del macaco Rhesus. En este caso la ausencia o presencia del antígeno D en la superficie membranosa de los glóbulos rojos determina que estos sean Rh negativo o Rh positivo,

respectivamente (Noor & Asmaa, 2024). El descubrimiento inicial de Landsteiner que, por cierto, lo hizo merecedor del Premio Nobel de Medicina en 1930, marcó el camino para transfundir la sangre de un individuo a otro al considerar la compatibilidad de sus antígenos y evitar el rechazo inmunológico. Actualmente, el grupo sanguíneo AB0 ha cobrado una gran relevancia en prácticas médicas para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, en pruebas de paternidad, en medicina transfusional y de trasplantes (Olanrewaju, et al., 2023).

El descubrimiento de los grupos sanguíneos hizo posible la transfusión sanguínea segura de una persona a otra y, la primera transfusión exitosa cruzada y tipificada la logró el médico hematólogo Rubén Ottenberg en el Hospital Mount Sinai de Nueva York, en 1907. A Ottenberg también se le atribuye el reconocimiento al tipo de sangre 0 como donante universal (Thompson & Strandenes, 2019).

Una vez obtenido el tan ansiado éxito en las transfusiones sanguíneas, se pensó en la posibilidad de almacenar sangre de donantes; para lograrlo se experimentó con soluciones químicas para mezclar el tejido y evitar la formación de coágulos. Los primeros en realizar transfusiones de sangre indirectas fueron el médico argentino Luis Agote y el médico belga Albert Hustin. Ambos médicos descubrieron, de forma independiente, que el citrato de sodio evitaba la coagulación de la sangre. Esto representó un gran avance para la trasfusión del tejido pues significó que la sangre obtenida de donadores se podía almacenar y transportar y, dadas las condiciones del planeta, así pudo llegar a los médicos reclutados por los ejércitos europeos durante la Primera Guerra Mundial. Es decir, la transfusión sanguínea pudo ser llevada hasta el mismo campo de batalla salvando la vida de muchos soldados. Al finalizar la guerra Hustin se atribuyó el descubrimiento del anticoagulante (Buzzi A. , 2015). Y fue durante la Segunda Guerra Mundial

que se tuvo un desarrollo acelerado de mejores métodos de recolección, almacenamiento y distribución de la sangre, con una logística precisa en cada uno de los pasos. Para el primer aspecto se sistematizaron las pruebas para clasificar el tejido en los grupos sanguíneos correspondientes y para evitar su contaminación. En el caso del almacenamiento los envases pasaron del vidrio de difícil y riesgoso manejo a bolsas elaboradas con materiales plásticos, atóxicos, libres de pirógenos y sin reactividad tisular. Las sustancias anticoagulantes se optimizaron para permitir una mejor preservación del tejido además de un almacenamiento más prolongado. En cuanto a la distribución se estableció una logística que incluyó una cadena de frío (Smit Sibinga, 2022).

Progresivamente todo esto abrió el camino a la llamada medicina transfusional (MT) que tiene como base el uso de la transfusión sanguínea en tratamientos terapéuticos. La MT se vio incrementada con el desarrollo biotecnológico acelerado de la segunda mitad del siglo XX porque los componentes del tejido sanguíneo se pudieron separar. Desde entonces y bajo un estricto control de bioseguridad, ha sido posible obtener el paquete de células rojas y fracciones de plasma, algunas de ellas enriquecidas en plaquetas o en granulocitos. Además, también se avanzó en la creación de equipos para llevar a cabo la hemaféresis, proceso en el que se colectan células específicas o plasma de un donador mientras que el resto de la sangre se devuelve al cuerpo. La transfusión de sangre, así como de componentes sanguíneos ha contribuido a mejorar la salud de pacientes con distintos tipos de padecimientos. Por ejemplo, la trasfusión de sangre total se recomienda para pacientes con hemorragia activa que presenten una pérdida sostenida de más de 25% de su volumen sanguíneo total y puedan llegar a sufrir un choque hemorrágico; la trasfusión de concentrados de plaquetas se emplea en casos de hemorragia,

pero, su uso depende de la causa de esta, del estado clínico del paciente y del número y función de las plaquetas circulantes. Por último, dentro de estos ejemplos, la trasfusión de crioprecipitado se usa como fuente de fibrinógeno, en el tratamiento de algunas hemorragias y en el deficiencias congénitas y adquiridas de factores de coagulación (como el factor VIII) y fibrinógeno (Thompson & Strandenes, 2019) (Smit Sibinga, 2022).

## Conclusiones

Como hemos visto a lo largo de este relato, la sangre ha ocupado un lugar de fascinación en la historia de la humanidad, desde cuestiones místicas hasta llegar al abordaje científico. A través de este último se lograron elucidar los componentes de este tejido, su funcionalidad y las patologías que le afectaban; además de su uso con fines terapéuticos y la diversidad genética que acompaña a grupos poblacionales. Sin embargo, el camino de estudio de la sangre aún es muy largo, pues es necesario profundizar en la investigación de los trastornos hemáticos raros con la finalidad de encontrar mejores alternativas terapéuticas.

## Bibliografía

- Berntorp, E., Fischer, K., Hart, D. P., Mancuso, M. E., Stephensen, D., Shapiro, A. D., & Blanckette, V. (2021). Haemophilia. *Nature Reviews Disease Primers*, 7(1), Artículo 45. <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00278-x>
- Blann, A. D., & Ahmed, N. (2022). *Blood science: Principles and pathology* (2.<sup>a</sup> ed.). Chichester, West Sussex, UK. John Wiley & Sons.
- Buzzi, A. (2015). Karl Landsteiner y los grupos sanguíneos. *ALMA Cultura y Medicina*, 1(1), 50–60.
- Buzzi, A. (2016). La circulación de la sangre a 400 años de su descubrimiento. *Revista Argentina de Cardiología*, 84(6), 595–600.
- Chen, M. H., Raffield, L. M., Mousas, A., Sakaue, S., Huffman, J. E., Moscati, A., ... Akbari, P. (2020). Trans-ethnic and ancestry-specific blood cell genetics in 746,667 individuals from 5 global populations. *Cell*, 182(5), 1198–1213. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.06.045>
- Díaz-Matallana, M., Márquez-Benítez, Y., Martínez-Lozano, J., Briseño-Balcázar, I., Benavides-Benítez, E., & Bernal, J. (2021). Anemia falciforme: una revisión sobre el genotipo de la enfermedad, haplotipos, diagnóstico y estudios asociados. *Revista Médica de Chile*, 149(9), 1322–1329. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872021000901322>
- Elendu, C., Amaechi, D. C., Alawake-Ojimba, C., Elendu, T. C., Elendu, R. T., Ayabazu, C. P., ... Adenikinju, J. (2023). Understanding sickle cell disease: Causes, symptoms, and treatment options. *Medicine (Baltimore)*, 102(38), Artículo e35237. Recuperado de <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035237>
- Harmening, D. M. (Ed.). (2024). *Clinical hematology and fundamentals of hemostasis* (7.<sup>a</sup> ed.). Philadelphia, USA F.A. Davis Company.
- Haybar, H., Pezeshki, S. M. S., & Saki, N. (2019). Evaluation of complete blood count parameters in cardiovascular diseases: An early indicator of prognosis? *Experimental and Molecular Pathology*, 110, Artículo 104267. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.yexmp.2019.104267>
- Hoffman, R., Benz, E. J., Silberstein, L. E., Heslop, H. E., Weitz, J. I., & Salama, M. E. (2022). *Hematology: Basic principles and practice* (8.<sup>a</sup> ed.). Philadelphia, USA Elsevier.
- Hu, Y., Stilp, A. M., McHugh, C. P., Rao, S., Jain, D., Zheng, X., ... Lane, J. M. (2021). Whole-genome sequencing association analysis of quantitative red blood cell phenotypes: The NHLBI TOPMed program. *The American Journal of Human Genetics*, 108(5), 874–893. <https://doi.org/10.1016/j.ajhg.2021.04.003>
- Krebs, J. E., Lewin, B., Goldstein, E. S., & Kilpatrick, S. T. (2013). *Lewin's essential genes*. Burlington, USA. Jones & Bartlett Publishers.
- National Center for Biotechnology Information. (2024, 21 de agosto). *Genes and Disease*. Gene. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene>
- Noor, N., & Asmaa, M. (2024). Karl Landsteiner (1868-1943): A versatile blood scientist. *Cureus*, 16(9), Artículo e68903. Recuperado de <https://doi.org/10.7759/cureus.68903>
- Olanrewaju, P. O., Joy, P. G., & Matthew, O. (2023). Blood group system: Clinical insight and relevance in medical practice. *European Journal of Health Sciences*, 9(1), 1–11. <https://doi.org/10.47672/ejhs.1425>

- Paucar Osorio, M. (2022). Amplitud de distribución eritrocitaria y el riesgo de mortalidad en pacientes hospitalizados con COVID-19 en el Hospital Nacional Hipólito Unanue durante el 2020 (Tesis de licenciatura). Universidad Ricardo Palma. Santiago de Surco, Perú. Repositorio Institucional URP. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/5095>
- Raffield, L. M., Ulirsch, J. C., Naik, R. P., Lessard, S., Handsaker, R. E., Jain, D., ... Kang, H. M. (2018). Common  $\alpha$ -globin variants modify hematologic and other clinical phenotypes in sickle cell trait and disease. *PLoS Genetics*, 14(3), Artículo e1007293. Recuperado de <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007293>
- Smit-Sibinga, C. T. (2022). Transfusion medicine: From AB0 to AI (Artificial Intelligence). En S. Linwood (Ed.), *Digital Health*. Exon Publications. Brisbane, Au <https://doi.org/10.36255/exon-publications-digital-health-transfusion-medicine>
- Thompson, P., & Strandenes, G. (2019). The history of fluid resuscitation for bleeding. En *Damage control resuscitation* (pp. 3–29). New York, USA. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20820-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20820-2_1)
- Vuckovic, D., Bao, E. L., Akbari, P., Lareau, C. A., Mousas, A., Jiang, T., ... Chen, M. H. (2020). The polygenic and monogenic basis of blood traits and diseases. *Cell*, 182(5), 1214–1231. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.08.008>

**Cómo citar:** Delgadillo Álvarez, D. M., & Merino Jiménez, C. (2026). Lo que la sangre nos dice: características más allá de su color . UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria, 10(1), 309–319. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v10.n1.2026.309-319>