



Artículo de divulgación

# Una esperanza para las donaciones universales: conversión de sangre tipo A a sangre tipo O

Luis Ignacio Cepeda-Morales<sup>1,\*</sup>, Gabriela Ledesma-Doddoli<sup>1</sup>, Valeria Monserrat Velázquez-Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecnológico de Monterrey, Escuela de Medicina y Ciencias de la Salud, Monterrey, México

\* Autor correspondiente: [luis.ignacio.cm@hotmail.com](mailto:luis.ignacio.cm@hotmail.com)

**Palabras clave:** antígenos, conversión, donación, sangre, universal

## Resumen

Un grupo de investigadores ha encontrado una manera de convertir sangre tipo A en sangre de tipo universal, el tipo O, con ayuda de una enzima producida por la microbiota colónica humana. Este descubrimiento implica una nueva forma de donaciones sanguíneas que evita el riesgo de sufrir reacciones adversas por desconocer el tipo de sangre del paciente que requiere transfusión inmediata y además, reduce los tiempos de espera para la transfusión.

## Introducción

En la actualidad, la manera más común de clasificar los distintos tipos de sangre es el sistema ABO, el cual hace referencia a la estructura superficial de los glóbulos rojos, en los cuales encontramos distintos antígenos (1). Un antígeno es una molécula que produce una reacción del organismo (2). El antígeno presentado en las células sanguíneas está conformado por carbohidratos localizados en la cubierta de dichas células. Esta molécula representa un papel importante en la transfusión sanguínea, la donación de órganos y la circulación materno-placentaria (3). Los eritrocitos de cada humano pueden tener una de cuatro combinaciones respecto a los antígenos en sus membranas: antígenos A, antígenos B, antígenos A y B, o ningún antígeno (4). Estas cuatro opciones nos dan los respectivos tipos sanguíneos: A, B, AB y O.

## Desarrollo

El cuerpo humano produce anticuerpos en contra de los antígenos que no están presentes en las membranas de los eritrocitos. Una persona de sangre tipo A, es decir, que sus eritrocitos presentan antígenos A, producirá anticuerpos anti-B, pues carece de antígeno B en sus eritrocitos; una persona de sangre tipo AB no produce anticuerpos pues presenta ambos antígenos en las membranas de sus eritrocitos; una persona de sangre tipo O produce anticuerpos anti-A y anti-B, pues no tiene ningún antígeno en sus eritrocitos (véase Figura 1: Sistema ABO) (5). Lo anterior nos indica que solamente es posible recibir sangre que contenga el mismo antígeno o que no tenga antígenos, como es el caso de la sangre tipo O, para así impedir una reacción por parte de los anticuerpos. Por ello, es posible decir que la sangre tipo O es universal, pues puede ser recibida por cualquier otro tipo de sangre sin producir anticuerpos (6). El abuso o mal manejo de la transfusión de sangre ABO presenta repercusiones muy severas, pues su incompatibilidad puede ocasionar graves complicaciones en el paciente, incluyendo la muerte (7).

**Cita:** Cepeda-Morales, et al. Una esperanza para las donaciones universales: conversión de sangre tipo A a sangre tipo O. *AEBMedicine*, 1(1), 1-4.

Recibido: 23/06/2023

Revisado: 24/06/2023

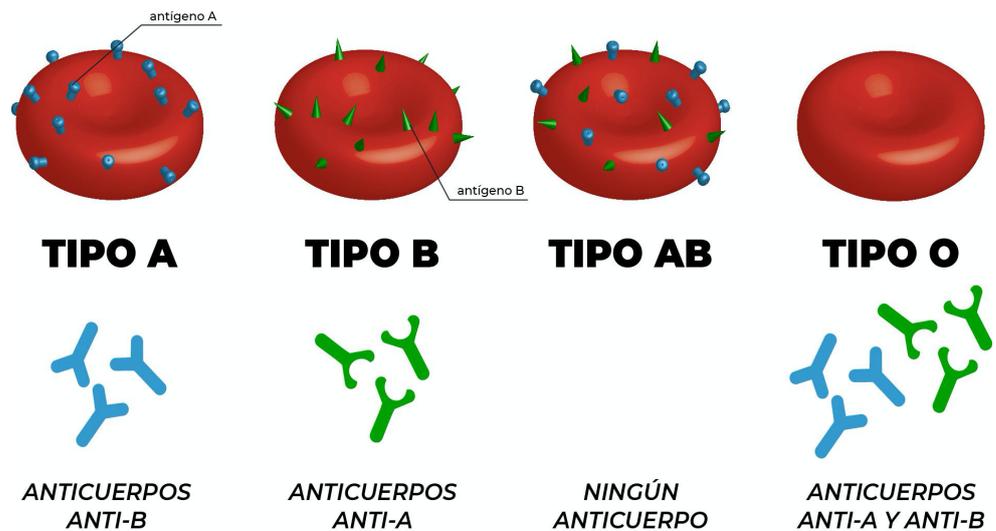
Aceptado: 18/07/2023

Publicado: 17/08/2023



**Copyright:** © 2023 por AEBMedicine. Aplican los términos y condiciones de la licencia "Creative Commons Attribution (CC BY-NC-ND)" (<https://creativecommons.org/licenses/>).

**Nivel de evidencia:** Artículo de divulgación.



**Figura 1.** Sistema de sangre ABO. Los eritrocitos tienen antígenos específicos en sus membranas, y el organismo produce anticuerpos en contra de los antígenos no presentes en los eritrocitos del individuo, produciendo una respuesta inmunitaria en contra de la sangre exógena (Elaboración propia).

Se estima que, en promedio, una de cada tres personas tiene el tipo de sangre O a nivel mundial (8); sin embargo, en un momento de emergencia, unidades de esta sangre podrían no estar disponibles. Por esta razón, se han realizado intentos de conversiones de un tipo de sangre a otro atacando los antígenos presentados en los tipos de sangre A y B con el objetivo de eliminarlos, formando sangre tipo O (9). Estos esfuerzos previos se consideran altamente costosos y complejos, por lo que se imposibilitaba su uso práctico para la población general. No obstante, un grupo de investigadores ha llegado a encontrar una forma más sencilla de atacar el antígeno A para eliminarlo y generar sangre tipo O (10).

En esta nueva investigación, los responsables del estudio se encargaron de buscar enzimas que permitieran la desintegración del antígeno A. Una enzima se puede definir como una molécula orgánica formada por proteínas, la cual cataliza (o acelera) una gran variedad de reacciones químicas en los organismos (11). Las enzimas son producidas por las células, y no se consumen en una reacción química, sino que funcionan como facilitadores de la reacción específica. Los investigadores, en su trabajo por encontrar dicha enzima que ayuda con la desintegración del antígeno, decidieron buscar en el lugar en el que se encuentra el mayor número de bacterias en el cuerpo: la microbiota colónica humana. La microbiota es la comunidad de microorganismos residentes del tubo digestivo (12) que vive con nosotros incluso desde la placenta (13). En ella se encuentran diversos organismos capaces de producir diferentes reacciones para proteger su ambiente, y por esto son capaces de generar una gran cantidad de enzimas, una de las cuales puede ayudar en la conversión de sangre tipo A en sangre tipo O.

Fue así como, con ayuda de un cultivo de materia fecal humana, los responsables de la investigación lograron realizar pruebas para poder encontrar la vía enzimática correspondiente que pudiera ayudar a degradar el antígeno que diferencia la sangre de tipo A del tipo O. Posterior al análisis continuo de distintos genes y enzimas, se ha encontrado el camino enzimático correcto, haciendo posible la conversión de una unidad sanguínea completa.

Además del grupo ABO, existen otros antígenos en los eritrocitos que también tienen importancia en las transfusiones. De estos, el antígeno Rh(D) es el más importante. Cuando una persona tiene este antígeno, se dice que es Rh positiva (Rh+), y si no, Rh negativa (Rh-); de aquí surge el tipo de sangre completo (A+, O-, AB+, entre otros). Así, una persona Rh+ solamente puede donar a personas Rh+, pues si dona a una persona Rh-, esta última elaborará anticuerpos contra el antígeno Rh(D). Por otro lado, las personas Rh- pueden donar tanto a Rh+ como Rh-, pues, al no contener el antígeno Rh(D), el receptor no creará anticuerpos (14). Debido a esto, las investigaciones están enfocadas en la conversión de sangre tipo A en tipo O manteniendo el mismo grupo Rh(D).

## Conclusión

Sin el suministro de sangre, los servicios de salud no podrían satisfacer las demandas clínicas. La donación es una muestra de generosidad que socialmente es visto como acto altruista; sin embargo, se sigue presentando la falta de interés por parte de la comunidad para realizarla (15). Esta investigación trae nuevas oportunidades para poder brindar la transfusión cuando hay carencia de un grupo específico de sangre en casos de traumas y accidentes, además de su uso en tratamientos de enfermedades como talasemias o anemias (16).

Encontrar una forma de convertir el tipo de sangre es esencial para evitar mayores complicaciones y retrasos cuando es necesaria la transfusión y se desconoce el grupo sanguíneo que tiene el paciente (17). De igual manera, haber encontrado este camino enzimático en la microbiota colónica humana facilita la obtención de los materiales necesarios para la conversión, disminuyendo costos y haciendo este proceso accesible para los laboratorios, las clínicas y los hospitales. Actualmente, convertir una unidad completa de sangre no es del todo práctico, y sólo se ha logrado la conversión de pequeñas cantidades. Sin embargo, las bases de la investigación están sentadas, y en un futuro no muy lejano se podrá contar con una manera rápida, sencilla y accesible de convertir sangre para la donación universal.

## Referencias

1. Daniels G. The molecular definition of red cell antigens. *ISBT Science Series* 2010; 5:300–2
2. Dubón Peniche M del C. Antígenos e inmunógenos. *Rev Fac Med Univ Nac Auton Mex.* 2009;52(1):41–2.
3. Reid ME, Bird GW. Associations between human red cell blood group antigens and disease. *Transfus Med Rev.* 1990;4(1):47–55.
4. Rahfeld P, Withers SG. Toward universal donor blood: Enzymatic conversion of A and B to O type. *Journal of Biological Chemistry* 2020; 295:325–34.
5. Dean L. Blood Groups and Red Cell Antigens [Internet]. Bethesda (MD): National Center for Biotechnology Information (US); 2005. Chapter 5, The ABO blood group
6. Westhoff CM, Reid ME. ABO and related antigens and antibodies. In: *Blood Banking and Transfusion Medicine.* Elsevier; 2007. p. 69–79.
7. Arbeláez-García CA. Sistema de grupo sanguíneo ABO. *Medicina & Laboratorio* 2009; 15: 329-346. Módulo 22 (Banco de sangre), número 3.
8. Collaborators CBC. Tipos de Sangre [Internet]. *Carterbloodcare.org.* 2019. <https://www.carterbloodcare.org/sp/acerca-de-la-sangre/tipos-de-sangre/>
9. Goldstein J. Conversion of ABO blood groups. *Transfus Med Rev.* 1989;3(3):206–12.
10. Rahfeld P, Sim L, Moon H, Constantinescu I, Morgan-Lang C, Hallam SJ, et al. An enzymatic pathway in the human gut microbiome that converts A to universal O type blood. *Nat Microbiol.* 2019;4(9):1475-85.
11. Joaquín Ramírez Ramírez MAA. Enzimas: ¿qué son y cómo funcionan? [Internet]. *Unam.mx.* <http://revista.unam.mx/vol.15/num12/art91/>
12. Icaza-Chávez, M. E. (2013). Microbiota intestinal en la salud y la enfermedad. *Revista de gastroenterología de México*, 78(4), 240-248.
13. Quigley EMM. Microbiota-Brain-Gut Axis and Neurodegenerative Diseases. *Current Neurology and Neuroscience Reports* 2017;17(12).
14. Yazer MH. The blood bank “black box” debunked: pretransfusion testing explained. *Canadian Medical Association Journal* [Internet]. 2006 Jan 3;174(1):29–32. <https://doi.org/10.1503/cmaj.050919>
15. Ferguson E, Murray C, O’Carroll RE. Blood and organ donation: health impact, prevalence, correlates, and interventions. *Psychol Health.* 2019;34(9):1073–104.
16. World Health Organization. *The clinical use of blood: Handbook.* Genève, Switzerland: World Health Organization; 2001.
17. Storch EK, Rogerson B, Eder AF. Trend in ABO-incompatible RBC transfusion-related fatalities reported to the FDA, 2000-2019. *Transfusion.* 2020;60(12):2867-75.