

- Investiguen individualmente en la historia familiar los grupos sanguíneos y elaboren los cruzamientos de los progenitores para determinar cuáles serían los grupos sanguíneos de los hijos, tomando en cuenta que los resultados no son 100% confiables.
- Determinen los grupos sanguíneos en el laboratorio. Partir del siguiente argumento: si aún no saben su grupo sanguíneo es necesario que lo conozcan, pues es muy importante en caso de que requieran una transfusión sanguínea. Pueden acudir a un laboratorio de análisis clínicos o bien determinarlo con sus compañeros en el laboratorio de su escuela y luego acudir a una clínica para corroborarlo.

Materiales:

- Portaobjetos, lancetas desechables estériles, algodón, alcohol, palillos
- Sangre, sueros (Anti-A, Anti-B y Anti-D)

Procedimiento:

- Toma dos portaobjetos limpios y secos (portaobjetos No. 1 y portaobjetos No. 2). En un extremo del No. 1 anota anti-A y en el otro extremo anota anti-B.
- En el portaobjetos No. 2 anota anti-D o anti Rh.
- Límpiate la yema de uno de los dedos de la mano con un algodón empapado en alcohol y déjalo secar. Pica el dedo con una lanceta desechable estéril. Apretando li-

geramente el dedo, deposita una gota de sangre en cada extremo del portaobjeto No. 1 y una gota en el portaobjeto No. 2. Con algodón comprime la pequeña herida para impedir que salga más sangre.

- Rápidamente, antes que se coagule la sangre, agrega en el extremo correspondiente del portaobjeto No. 1 una gota de suero anti-A y en el otro extremo una gota de suero anti-B. Al portaobjeto No. 2 agrégale una gota de suero anti-D. Evita que la punta de los goteros de los sueros toque las gotas de sangre. Usando un palillo diferente, agita cada una de estas mezclas y observa si se produce o no aglutinación y registra los resultados.

Análisis de los resultados:

Para interpretar los resultados toma en cuenta lo siguiente:

- Si la sangre se aglutina con el suero anti-A, es del grupo A.
- Si la sangre se aglutina con el suero anti-B, es del grupo B.
- Si la sangre se aglutina con ambos sueros (anti-A y anti-B), pertenece al grupo AB.
- Si la sangre no se aglutina con el suero anti-A ni con el anti-B, es del grupo O.
- Si se presenta aglutinación con el suero anti-D, es factor Rh positivo.
- Si no aglutina la sangre con el suero anti-D, entonces es factor Rh negativo.

V. Bibliografía

- <http://www.pruebadepaternidad.info>
<http://www.unicartagena.edu.co/librose/ LABORATORIO%20No%2012%20Grupos%20 Sanguineos.pdf>
Winchester, A. M., *Genética. Un estudio de los principios de la herencia*, CECSA, México, pp. 241-263.

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.

UN VIAJE SANGRIENTO

De: Ana María Sosa
(No. 111, p. 30)

I. Relación con los temarios del bachillerato UNAM

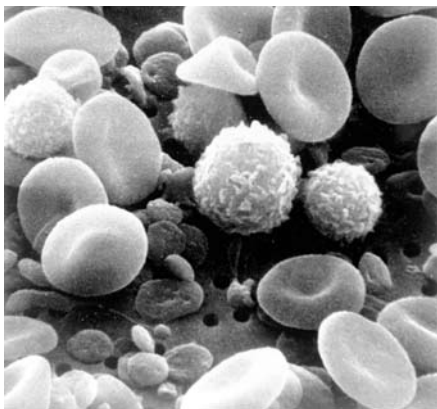
El artículo se relaciona con los temarios de Biología, Química y Ciencias de la Salud, ya que hace referencia al papel preponderante que desempeña la sangre en el cuerpo humano y, en particular, a las reacciones de oxidación que hacen posible utilizar la energía almacenada en los alimentos al entrar en contacto con el oxígeno que respiramos, así como al papel de la hemoglobina en la sangre y su capacidad para transportar el oxígeno, y al desarrollo de sustitutos artificiales de la sangre.

II. Más información: genética y química sanguínea

En 1900 Karl Landsteiner describió el sistema de grupos sanguíneos ABO (en función de la presencia o ausencia de los antígenos tipo A o tipo B asociados a los glóbulos rojos). El grupo A tiene el antígeno A, el grupo B el antígeno B, el grupo AB tiene los dos antígenos y el O no tiene ninguno. Posteriormente, en 1924, Félix Bernstein encontró que la forma en que se heredan dichos antígenos sigue el mismo patrón descrito por Gregor Mendel en sus experimentos con chícharos, de modo que las leyes de Mendel se cumplen

para la característica de grupos sanguíneos y sus patrones de herencia están muy bien definidos.

Los tipos de sangre están determinados por tres monosacáridos que se unen a la célula roja (eritrocito, es decir, que hay una alta relación entre los tipos de sangre y uno de los grupos de biomoléculas más comunes en la sangre: los carbohidratos o glúcidos). Todos los tipos de sangre incluyen las siguientes sustancias: *N*-acetilglucosamina, galactosa y fucosa (véase figura 1 para identificar la estructura de estas moléculas), la sangre tipo O es la más simple en términos de estructura y sólo incluye la unión de estas tres entidades monoméricas. En la sangre de tipo A, un cuarto monosacárido, la *N*-acetilgalactosamina, se une al monosacárido galactosa y a la fucosa, otro monosacárido de tipo hexosa. En la sangre tipo B existe una segunda molécula de galactosa y en la sangre AB hay asociaciones de moléculas correspondientes tanto al tipo A como al tipo B. Podríamos decir que consiste en una mezcla de sangres (figura 2). Una persona con sangre tipo A produce anticuerpos contra el tipo B, mientras que una persona con sangre tipo B produce anticuerpos contra el tipo A. La sangre tipo AB no produce anticuerpos



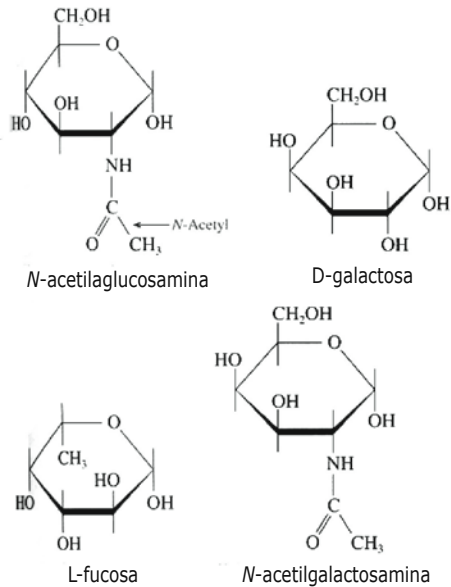


Figura 1. Estructura molecular.

(es el receptor universal), mientras que un receptor tipo O produce los dos anticuerpos y no puede recibir más que sangre de tipo O. Por otro lado, si una persona de sangre tipo A recibe una transfusión con sangre tipo B, los factores en la sangre del receptor aglutinarán a los eritrocitos de su sangre, por lo que sólo puede aceptar sangre A o de tipo O, etc. En la tabla se muestra la compatibilidad de los tipos sanguíneos, la cual hay que tener muy en cuenta antes de donar o aceptar sangre.

III. Grupos sanguíneos: transfusiones y determinación de la paternidad

Las transfusiones de sangre han servido para salvar incontables vidas, pero no siempre fue así. El primer éxito reportado se llevó a cabo en Francia en el siglo XVIII, cuando los médicos lograron salvarle la vida a un hombre que había sido herido en un duelo y había perdido mucha sangre. No obstante, esta técnica no funcionaba en todos los casos. En muchas ocasiones la sangre se aglomeraba y obstruía los vasos capilares, ocasionando la muerte. Finalmente, después de los trabajos de Landsteiner, la transfusión

se volvió relativamente segura, al dosificar de manera menos atropellada el flujo del líquido viscoso que es la sangre.

Una de las aplicaciones insólitas (y que se han hecho cada vez más necesarias en los tiempos modernos) del conocimiento de los grupos sanguíneos en las personas ha sido su utilización para determinar la paternidad de una persona. Si bien ésta fue una preocupación desde tiempos históricos, el único parámetro con que se contaba para dilucidar si un hombre era o no el padre biológico de un niño era el "parecido físico". Obviamente, éste era un método muy subjetivo y sólo en ciertos casos daba resultados aceptables. El análisis de los grupos sanguíneos ABO fue utilizado por primera vez de manera legal en Alemania, en 1924, pero recién en 1937 la Asociación Médica Estadounidense aprobó el uso de esta técnica en Estados Unidos. Mediante los grupos sanguíneos se pueden determinar algunos casos de paternidad imposible, pero no es concluyente en la mayoría de los casos cuando el padre y la madre tienen el mismo grupo sanguíneo que el hijo(a). De igual forma, cuando los padres tienen grupos sanguíneos diferentes, puede servir sólo en casos muy obvios.

Por eso los casos de exclusión de paternidad mediante grupos sanguíneos deben manejarse con cautela. A pesar de que este método se utiliza desde hace tiempo para excluir la paternidad, se ha comprobado en casos aislados que las reglas de la herencia

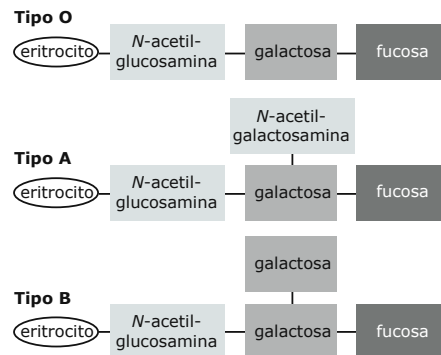


Figura 2. El tipo sanguíneo está determinado por carbohidratos específicos.

| Tipo de sangre | Puede recibir los tipos | No puede recibir los tipos |
|----------------|-------------------------|----------------------------|
| A | A, O | B, AB |
| B | B, O | A, AB |
| AB | A, B, AB, O | Ninguno |
| O | O | A, B, AB |

no se cumplen siempre para la totalidad de los casos —fenotípicamente hablando—. Recordemos antes que el fenotipo es lo que vemos en la apariencia física de la persona, la expresión de los genes para una característica (como por ejemplo el color de los ojos) y que el genotipo es lo que no vemos, es decir, los genes que determinan esa característica. El problema sobreviene porque, aun cuando genéticamente concuerden el genotipo y fenotipo, el grupo sanguíneo que tiene el hijo puede no concordar con el de sus padres. Esto se debe a que, en casos raros, el padre es tipo de sangre A o B (genéticamente), pero tuvo una mutación que introduce un codón de terminación antes de tiempo, por lo que nunca producirá la enzima completa para el tipo A o B y fenotípicamente es tipo O, sin embargo, por recombinación con el otro alelo (que es una de las variantes de un gen), es posible que se revierta la mutación y que al heredar este alelo al hijo, él sí pueda producir la enzima completa. En los casos en que no concuerde el grupo sanguíneo, se recomienda realizar una prueba de ADN.

En 1940 Landsteiner y Wiener descubrieron el sistema Rh; al estar trabajando con monos *Rhesus* observaron que, si inyectaban eritrocitos de monos a conejos, éstos se sensibilizaban a algún factor y que el suero de conejo provocaba la aglomeración de los glóbulos rojos provenientes de los monos. Estos experimentos se realizaron también con sangre hu-

mana, y el descubrimiento de los antígenos asociados dio lugar a que se reconocieran dos grupos, clasificados como Rh positivo, cuando tenían el antígeno, y Rh negativo, cuando no lo tenían. El descubrimiento de los antígenos asociados a los glóbulos blancos, conocido como sistema HLA (*Human Leukocyte Antigen*), que también sigue un patrón hereditario mendeliano, permitió el desarrollo de un método más sofisticado para determinar la paternidad. Sin embargo, la verdadera utilidad de este método es determinar la compatibilidad de los tejidos previa a un transplante de órganos.

Por último, cabe mencionar que desde mediados de los años 90 la técnica más avanzada para determinar la paternidad es la que hace uso de la hipervariabilidad natural de ciertas regiones "silenciosas" del ADN, lo que, por complejo y apasionante, merecería dedicar un artículo completo en números futuros de la revista.

IV. Actividades

Los maestros pueden solicitar que los alumnos:

1. Lean el artículo, anoten las funciones que desempeña la sangre en el cuerpo humano y las características que debe tener la "sangre artificial".

