

# Manual de laboratorio de bioclínica para ciencias de la salud:

Una aplicación del aprendizaje significativo



# Manual de laboratorio de bioclínica para ciencias de la salud:

Una aplicación del aprendizaje significativo

Rosalba **Gómez Hernández**

Luis Alirio **Rodríguez**

Wilson **Pedraza**

Miguel Ángel **Harker**



UNIVERSIDAD  
**EL BOSQUE**

---

**QY25 G65M**

**GÓMEZ HERNÁNDEZ, Rosalba, et. al**

Manual de laboratorio de bioclínica para ciencias de la salud : una aplicación del aprendizaje significativo / Rosalba Gómez Hernández, Wilson Pedraza, Miguel Ángel Harker, Luis Alirio Rodríguez. – Bogotá : Universidad el Bosque, Facultad de Enfermería, 2014. – 156 p. ISBN: 978-958-739-043-8 (IMPRESO)

1. Manuales de Laboratorio 2. Técnicas y procedimientos - Diagnósticos 3. Medicina – Clínica 4. Sangre – Exámenes.

---



Manual de laboratorio de bioclínica para ciencias de la salud:  
Una aplicación del aprendizaje significativo  
Marzo de 2015

ISBN: 978-958-739-043-8

© Universidad El Bosque

© Editorial Universidad El Bosque

© Rosalba Gómez Hernández

© Luis Alirio Rodríguez

© Wilson Pedraza

© Miguel Ángel Harker

Rector: Rafael Sánchez París

Vicerrectora Académica: María Clara Rangel Galvis

Vicerrector de Investigaciones: Miguel Otero Cadena

Vicerrector Administrativo: Francisco Falla

Decana Facultad de Enfermería: Rita Cecilia Plata de Silva

Editorial Universidad El Bosque

Dirección: Av. Cra 9 n.º 131A-02, Torre D, 4.º piso

Teléfono: +57 (1) 648 9000, ext. 1395

Correo electrónico: [editorial@unbosque.edu.co](mailto:editorial@unbosque.edu.co)

Sitio web: [www.uelbosque.edu.co/editorial](http://www.uelbosque.edu.co/editorial)

Coordinación editorial: Francisco Gutiérrez

Dirección gráfica y diseño: Alejandro Gallego

Ilustraciones: Nicolás González

Corrección de estilo: Gustavo Zuluaga

Impresión y acabados:

JAVEGRAF

Cll 46A n.º 82-54, PBX: 416 1600, Bogotá, D. C.

Impreso en Colombia

© Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni total ni parcialmente, ni entregada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sin el permiso previo de los titulares del *copyright*.

---

Los autores:

Rosalba Gómez Hernández

Licenciada en Biología, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad El Bosque. Magistra en Biología, Universidad Javeriana.

Luis Alirio Rodríguez

Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad El Bosque. Especialista en Administración de Empresas, Universidad El Rosario. Doctor en Bioética, Universidad El Bosque.

Wilson Pedraza

Químico, Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Docencia Universitaria, Universidad El Bosque.

Miguel Ángel Harker

Biólogo, Universidad Nacional de Colombia. Magíster en Saneamiento y Desarrollo Ambiental, Universidad Javeriana.

---

Colaboradora:

Victoria Eugenia Cabal Escandón

Enfermera, Pontificia Universidad Javeriana. Magistra en Educación, U. El Bosque.

---



“Preguntar, cuestionar, ejercer el pensamiento especulativo, dar respuestas en forma rigurosa y metódica para esclarecer interrogantes y resolver problemas es el cometido de las diversas ciencias y de las instituciones en las que se generan y transmiten los nuevos conocimientos”.

Alicia Fernández Cirelli

“La investigación científica y el aprendizaje de la investigación tienen un papel destacado y urgente que cumplir: tienen que habilitarnos para enfrentar estos y otros problemas inesperados, encontrando la solución con creatividad y flexibilidad”.

Gregorio Klimovsky



# Tabla de contenido

---

## GENERALIDADES

Estructura de las guías de laboratorio .....	17
Objetivos generales del laboratorio.....	18
Propósitos de las guías de laboratorio.....	19
Material básico necesario para el trabajo de laboratorio.....	19
Indicaciones generales para el trabajo en el laboratorio.....	19
Consideraciones especiales.....	21

## INTRODUCCIÓN

### CAPÍTULO 1

COMPOSICIÓN DE LA SANGRE .....	25
Competencias.....	25
Prelaboratorio.....	25
Plasma sanguíneo.....	27
Coagulación.....	33
Presión osmótica .....	34
Propiedades de óxido-reducción de la hemoglobina .....	35

### CAPÍTULO 2

GUÍA DE PROCEDIMIENTOS .....	37
Preparación de la toma de la muestra de sangre.....	37
Lavado de manos .....	39
Uso correcto de los guantes.....	47
Toma de la muestra con Venoject® .....	58
Desecho adecuado de materiales.....	62
Manejo básico de la centrífuga.....	66

### CAPÍTULO 3

PRUEBAS CUALITATIVAS DE LA SANGRE	69
Test de la bencidina .....	71
Prueba de coagulación .....	72
Permeabilidad de los glóbulos rojos.....	74
Trabajo en colaboración.....	75

### CAPÍTULO 4

DETERMINACIÓN DE COLESTEROL EN LA SANGRE	77
Competencias por desarrollar .....	77
Prelaboratorio.....	77
sobre colesterol y triglicéridos .....	78
Fundamento del método.....	79
Determinación enzimática de los triglicéridos, método GPO-PAP (glicerol 3-fosfato oxidasa-fenol antipirina).....	79
Procedimiento para determinación de colesterol.....	80
Determinación de triglicéridos.....	82
Trabajo en colaboración.....	83

### CAPÍTULO 5

HEMOPROTEÍNAS	85
Competencias por desarrollar .....	85
Prelaboratorio.....	85
Producción de la bilirrubina.....	86
Determinación de bilirrubina en la sangre .....	88
Determinación cualitativa de bilirrubina en la orina: reacción de Fouchet .....	88
Determinación cualitativa de urobilinógeno en la orina: reacción de Ehrlich.....	89
Bilirrubina total.....	89
Bilirrubina directa.....	90
Bilirrubina en la orina: reacción de Fouchet .....	91

Urobilinógeno en la orina: reacción de Ehrlich.....	91
Trabajo en colaboración.....	92

## CAPÍTULO 6

ANÁLISIS DE PROTEÍNAS PLASMÁTICAS	93
Competencias por desarrollar .....	93
Prelaboratorio.....	93
Composición de las proteínas.....	94
Albúmina .....	94
Globulinas.....	95
Determinación de proteínas totales: método de Biuret .....	96
Determinación de albúmina.....	97
Trabajo en colaboración.....	98

## CAPÍTULO 7

ANÁLISIS DE GLUCOSA	99
Competencias por desarrollar .....	99
Prelaboratorio.....	99
Nivel de glucosa en la sangre .....	100
Tolerancia a la glucosa.....	101
Prueba de tolerancia a la glucosa .....	101
Hipoglicemia .....	102
Etiología .....	102
Fisiopatología de la hipoglicemia .....	103
Cuadro clínico .....	103
Factores de riesgo .....	104
Prueba de tamizaje .....	105
Criterios para diagnóstico de la diabetes.....	106
Prueba de tolerancia oral a la glucosa (PTOG) .....	107
Recomendaciones de la OMS para la PTOG.....	108
Determinación de glucosa .....	109
Trabajo en colaboración.....	111

## CAPÍTULO 8

ANÁLISIS ESPECTROFOTOMÉTRICO	113
Competencias por desarrollar	113
Prelaboratorio	113
Principios de la espectrofotometría	114
Ley de Lambert	115
Ley de Beer	115
Ley de Lambert-Beer	115
Determinación del espectro de absorción de una solución coloreada	116
Modo básico de operación del espectrofotómetro	119
Curva espectral del naranja de metilo	124
Curva espectral de la hemoglobina	125
Curva de calibración del naranja de metilo	127
Trabajo en colaboración	128

## CAPÍTULO 9

UREA Y ÁCIDO ÚRICO	131
Competencias por desarrollar	131
Prelaboratorio	131
Introducción	132
Urea	133
Determinación de urea: método de Berthelot	133
Ácido úrico	134
Determinación	135
Trabajo en colaboración	138
Anexo 1. Modelo de informe	139
Anexo 2. Propuestas de formación	141
Anexo 3. Proceso estándar de clasificación y eliminación de residuos	147
Anexo 4. Clasificación estándar de residuos generados en el laboratorio	149
BIBLIOGRAFÍA	153

# Generalidades

---

Este Manual ha sido diseñado como una ayuda para realizar seguimiento a los resultados obtenidos en las prácticas de laboratorio de Bioclínica. Los procedimientos y ejercicios propuestos pueden llevar con el apoyo del docente a generar semilleros de investigación que exploren este campo de trabajo, de acuerdo con los intereses y expectativas pedagógicas de los estudiantes. De igual manera, los autores pretenden propiciar un seguimiento del impacto del manual en las prácticas de laboratorio diseñadas en este material; se trata de saber qué aspectos llaman más la atención para profundizar en ellos y hasta dónde es una herramienta de trabajo útil para los usuarios.

## Estructura de las guías de laboratorio

Las guías de laboratorio que componen este Manual están diseñadas para orientar el trabajo experimental. Cada una consta de tres partes:

1. Las competencias que usted debe desarrollar.
2. El prelaboratorio escrito es una hoja que antecede a la guía. Consta de una serie de preguntas que el estudiante debe resolver de manera individual y por escrito antes de ingresar al laboratorio. Exige al estudiante leer sus apuntes teóricos y consultar otros textos. El prelaboratorio permite entender la práctica e integrarla con la teoría, hacer las preguntas necesarias, desarrollar la capacidad interpretativa y creadora del estudiante, organizar sus ideas

y realizar un diagrama de flujo de la experiencia, que asegura la lectura y la preparación previas.

3. La guía describe la teoría básica necesaria para entender la práctica y conocer tanto los materiales necesarios como el procedimiento. Al final incluye una serie de preguntas relacionadas con el tema. Las respuestas respectivas se deben incluir en el informe.

### Objetivos generales del laboratorio

Al finalizar la práctica de laboratorio de Bioclínica, usted estará en capacidad de:

- Utilizar materiales, equipos e instrumentos de medición empleados habitualmente en el laboratorio, según las normas establecidas para su manejo.
- Preparar las muestras con suero y plasma, manejar los reactivos e interpretar los resultados obtenidos en cada experiencia, y aplicar los conocimientos a la enfermería.
- Presentar en forma oral o escrita los resultados obtenidos con su respectiva argumentación y aplicación a las ciencias de la salud.
- Proponer experiencias y análisis que propendan por el trabajo interdisciplinario desde la relación entre la forma y la función, en los diferentes niveles de organización: átomo, molécula, célula, tejido, etc.
- Utilizar la bioquímica como un instrumento para la comprensión y análisis del funcionamiento biológico normal, para así realizar en términos moleculares un análisis de la etiología, el diagnóstico, la terapéutica y la evaluación de los procesos patológicos.
- Presentar en forma organizada y según las normas Vancouver los informes de cada una de las prácticas.

El logro de los anteriores objetivos se alcanzará mediante el seguimiento, desarrollo y evaluación de las actividades de aprendizaje consignadas en las guías de laboratorio.

## Propósitos de las guías de laboratorio

- Cualificar la presentación de trabajos escritos con argumentos y estudios científicos, utilizando correctamente las referencias bibliográficas.
- Suministrar normas para el manejo de materiales, instrumentos y equipos.
- Fomentar el trabajo individual y cooperativo de los estudiantes.
- Desarrollar competencias cognitivas, comunicativas y valorativas en los estudiantes.
- Iniciar al estudiante en el campo investigativo.
- Facilitar la comprensión del laboratorio como una posibilidad para resolver problemas de la vida cotidiana y profesional.
- Fomentar la consulta y la investigación.
- Inquietar al estudiante y promover el sentido de la pregunta en un experimento.

## Material básico necesario para el trabajo de laboratorio

- Manual de laboratorio
- Bata blanca de manga larga
- Toalla de manos
- Guantes de cirugía
- Libreta de notas
- Lápiz, lápiz de cera o marcador para vidrio
- Cinta de enmascarar para rotular los tubos de ensayo
- Carné

## Indicaciones generales para el trabajo en el laboratorio

El laboratorio es un espacio destinado para la realización de prácticas que permitan explicar, reforzar, comprobar y evaluar conceptos teóricos; avanzar en el proceso investigativo y la formación del espíritu científico, y estimular la fuerza de la imaginación y la inventiva. El aula diseñada como laboratorio tiene instalaciones acordes con las necesidades de trabajo

y cuenta con garantías de seguridad para que el estudiante acceda al conocimiento experimental en forma apropiada. Por ello es importante conocer las normas de seguridad y guardar las precauciones sugeridas con el fin de desarrollar las actividades en forma eficiente, rápida y segura. Las indicaciones generales son normas de obligatorio cumplimiento, cuyo fin es generar una disciplina de trabajo y eficacia en los procedimientos, además de implementar el espíritu científico en los estudiantes.

1. Es indispensable llegar a la hora exacta a todas las prácticas.
2. Se debe estar vestido con una bata blanca, que debe permanecer abotonada durante toda la práctica por razones de seguridad y protección.
3. Dentro del laboratorio no se puede comer, beber, fumar, masticar goma de mascar o realizar cualquier otra actividad que no esté relacionada con la práctica.
4. Se deben manipular con cuidado los reactivos y materiales para evitar accidentes.
5. Es indispensable revisar el rótulo y la tapa de cada uno de los frascos de los reactivos que se utilicen, pues deben permanecer debidamente marcados y sellados.
6. El profesor indicará el sitio donde deben permanecer los reactivos y materiales. No deben cambiarse de este lugar para evitar accidentes, minimizar potenciales riesgos durante la práctica y mantener la integridad del reactivo mismo.
7. En caso de algún contratiempo, avisar inmediatamente al profesor.
8. Al finalizar la clase, el sitio de trabajo debe quedar completamente limpio.

*Para tener en cuenta:*

1. Se estima que la práctica de laboratorio debe tener una duración de dos horas, tiempo suficiente para desarrollar el trabajo y realizar las observaciones necesarias y pertinentes.
2. En el sitio de trabajo se debe exhibir una lista completa de los materiales necesarios para realizar la práctica.

3. Todo el grupo se debe hacer responsable de los materiales, que se deben entregar al finalizar la sesión. En caso de pérdida, daño o deterioro, se debe informar al auxiliar de laboratorio, quien indicará el procedimiento que se debe seguir.
4. Los resultados obtenidos durante la práctica deben ser registrados con el fin de que sean utilizados en el informe. No se debe confiar en los datos de otros estudiantes, porque se pueden referir a otra sustancia o pueden ser erróneos.

### Consideraciones especiales

1. En el laboratorio de bioclínica se realiza con muestras biológicas. Por ello es importante utilizar guantes de cirugía desechables durante toda la práctica para evitar infecciones o contaminaciones de cualquier índole. Utilice un par de guantes nuevos para cada práctica.
2. Para succionar los líquidos, hay que saber manejar pipeteadores o peras de goma, para evitar irritaciones o quemaduras en la mucosa bucal.
3. Antes de utilizar un reactivo, verifique la concentración necesaria, revise la etiqueta y lea las instrucciones sobre el uso correcto del reactivo. Cada reactivo debe tener una pipeta o micropipeta, que no se deben intercambiar. Esto puede dañar los reactivos y, en consecuencia, alterar los resultados.
4. No dirija la boca del recipiente hacia usted ni hacia otra persona mientras se efectúa cualquier reacción química dentro del mismo.
5. No ingerir ningún reactivo sólido o líquido, a menos que lo autorice directamente el profesor.
6. En ocasiones es necesario testificar el olor de una sustancia por medio de un vapor. Esto debe hacerse llevando siempre el vapor a la nariz por medio de la mano. Evite inhalarlo directamente del tubo o recipiente.
7. Las soluciones ácidas o básicas deben neutralizarse antes de ir al vertedero (véase anexo 3).

- Las sustancias que no sean solubles en agua, como por ejemplo un compuesto sólido, deben colocarse en la caneca rotulada como desecho reactivo.
- Finalizada la práctica, hay que devolver el material debidamente lavado e inventariado.

Los colores convencionales de las llaves de servicio son las siguientes:

		
<b>Amarillo = gas</b>	<b>Azul = agua</b>	<b>Plateado = aire</b>

### Sobre los equipos de laboratorio

En cuanto a los equipos de laboratorio, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

- No mueva equipos tales como espectrofotómetros, microscopios, estereoscopios o centrifugas del sitio asignado por el profesor. Así evitará la caída de alguna pieza pequeña y delicada como lentes, espejos, entre otros.
- En el caso del espectrofotómetro o colorímetro, opere el equipo con ayuda del profesor.

# Introducción

---

El *Manual de laboratorio de bioclínica para ciencias de la salud: una aplicación del aprendizaje significativo* es una herramienta de mediación pedagógica, didáctica y metodológica, dirigida a estudiantes y maestros de las carreras de la salud, en especial de enfermería. Tiene como propósito suscitar un proceso de autoaprendizaje en el marco del aprendizaje significativo. Esto supone un empalme entre la metodología tradicional y el aprendizaje significativo, y el desarrollo de competencias cognitivas, comunicativas y valorativas que faciliten la formación integral del futuro egresado, a fin de que adquiera los elementos básicos e indispensables para su práctica profesional. Los autores, un grupo de maestros responsables del área de Bioclínica, mediante el seguimiento y orientación que han venido dando a sus estudiantes, han observado dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los procedimientos estandarizados en las prácticas de laboratorio básico.

Por esta razón, proponen un modelo de trabajo que facilite la adquisición y aplicación de estos conocimientos mediante el desarrollo de las competencias pertinentes. De allí que consideren las prácticas de Bioclínica, en los niveles 1 y 2, como necesarias para construir las bases científicas y estructurales de la bioquímica, ciencia indispensable en la enfermería y carreras afines. Esto posibilita la incorporación en el aula de los principios de una enseñanza centrada en el estudiante, cuya explícita finalidad es integrar las prácticas propias de la profesión con el aprendizaje de los contenidos teóricos.

---

El Manual orienta el trabajo del estudiante antes, durante y después de cada una de las prácticas de laboratorio. Da la posibilidad de evaluar el trabajo individual, el trabajo grupal y la presentación de los correspondientes informes. En este proceso, en el prelaboratorio, inicialmente los estudiantes deben dar cuenta de unos conocimientos previos: se valora su nivel académico a la hora del ingreso. Luego, durante la práctica, se realiza el seguimiento del instructivo de prácticas concretas. Finalizada esta parte, el estudiante debe revisar la práctica y realizar un trabajo colaborativo que le permite integrar los conocimientos y ampliarlos. El proceso culmina con la presentación de un informe, con el que se evalúa la apropiación del conocimiento por medio de criterios de valoración claros.

Se espera que el Manual fomente una buena disciplina de trabajo, acompañe al estudiante en el proceso de formación y le permita desarrollar competencias cognitivas, comunicativas, valorativas y éticas indispensables en las carreras de las ciencias de la salud. De la misma forma, se espera que el estudiante avance en el campo investigativo. Para concluir, recomendamos tener en cuenta estas dos máximas de científicos reconocidos en el contexto internacional: “La misma operación será o no resuelta en forma significativa según se presente de un modo abstracto o con apoyatura de los objetos concretos.” “Sin esquemas y estructuras cognoscitivas previas, y sin actividad organizadora de la realidad, los hechos no son significativos para los niños”.

Este Manual es una herramienta que se apoya en los conocimientos científicos y pretende mostrar una serie de procedimientos útiles para los estudiantes en sus laboratorios de Bioclínica. Se incluyen procedimientos estandarizados de conocimiento general.

1/

# Composición de la sangre

---

## Competencias

### *Cognitivas*

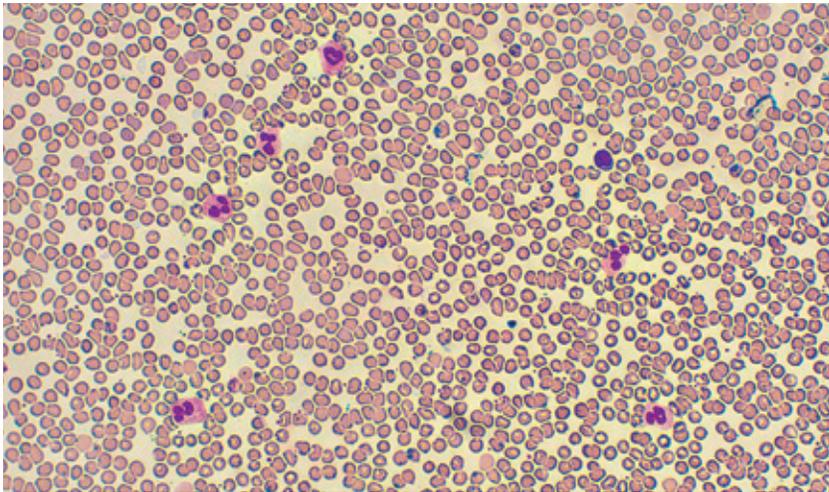
- Establecer las diferencias entre plasma, suero y sangre desfibrinada.
- Comprobar la permeabilidad de los glóbulos rojos y procesos de oxidación de la hemoglobina.
- Verificar la intervención del calcio en el proceso de formación de fibrina.
- Verificar la actividad del grupo Hem o catalasas sobre el peróxido de hidrógeno en presencia de un indicador de óxido-reducción.

### *Valorativas*

- Valorar y aplicar el protocolo para la toma de muestras de sangre en cualquier situación de la vida estudiantil o profesional.

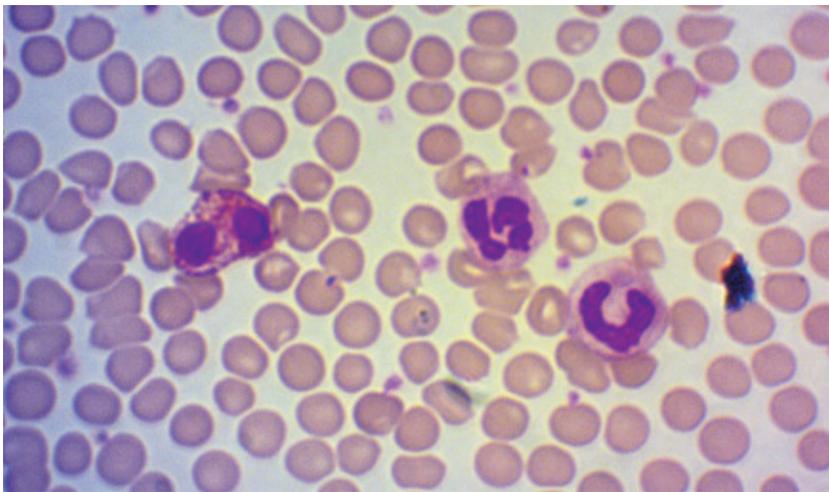
## Prelaboratorio

- Para entender el análisis químico de una muestra de sangre, es importante que tenga claros los siguientes conceptos: hemólisis, crenación, solución hipotónica y solución hipertónica. Defina cada uno de ellos.
- Escriba la ecuación química que corresponde a la reacción entre el oxalato y el calcio.
- ¿En qué consisten la vía intrínseca y la vía extrínseca en el proceso de coagulación? (Adjunte las hojas necesarias).



**Figura 1-1.** Eritrocitos (color rosa) y leucocitos (color violeta) en muestra de sangre venosa periférica. Aumento 10x.

*\*Fotografía tomada en los laboratorios de la Universidad El Bosque.*



**Figura 1-2.** Eritrocitos (color rosa) y leucocitos (color violeta) en muestra de sangre venosa periférica. Aumento 100x.

*\*Fotografía tomada en los laboratorios de la Universidad El Bosque.*

## Plasma sanguíneo

La sangre en el cuerpo humano alcanza un volumen de 5 litros y equivale aproximadamente al 5% del peso corporal. Tiene un color rojo característico, lo mismo que un olor que la identifica. Los valores de referencia más frecuentes de la sangre son los siguientes:

- Glóbulos rojos, cercanos a los 5 millones por mm<sup>3</sup>.
- Linfocitos, entre 150.000 y 300.000 por mm<sup>3</sup>.
- Glóbulos blancos, entre 4.000 y 10.000 por mm<sup>3</sup>.
- Neutrófilos, entre 45 y 75%.
- Linfocitos, cercanos al 30%.
- Monocitos, cerca del 5%.
- Eosinófilos, cerca del 2%.
- Basófilos, cerca del 1%.

Sin embargo, también es necesario tener en cuenta algunos elementos bioquímicos: glucosa, lactato, piruvato, urea, ácido úrico, creatinina, aminoácidos, amoníaco, lípidos, triglicéridos, colesterol, etc. La insuficiencia o exceso de los diferentes componentes de la sangre pueden causar trastornos o enfermedades en el ser humano. La sangre se forma principalmente en la médula ósea, pero contribuyen otros órganos, en un proceso conocido como hematopoyesis.

Existen varios grupos de sangre: A, B, AB y O, lo mismo que un factor denominado Rh (positivo o negativo). Tanto el grupo sanguíneo como el Rh determinan la posibilidad de ser receptores, cuando se requiere salvar la vida por transfusión. La sangre tiene básicamente cinco funciones: transporte, homeóstasis, defensa, autoprotección y regulación de la temperatura corporal:

- Como responsable del transporte, se encarga del intercambio de gases, de la distribución de biocompuestos, de hormonas y de la recolección de sustancias de desecho.
- En cuanto agente de la homeostasis, se encarga de regular la distribución del agua en el organismo.
- Su función de defensa la cumple a través de las proteínas plasmáticas y del sistema inmune.

- La autoprotección la realiza por medio del control de la pérdida indebida de sangre, cuando se presenta alguna herida o lesión.
- Por último, se ocupa de mantener la temperatura corporal más o menos a 37° centígrados, que es la temperatura ideal para el cuerpo.

La sangre está conformada por tres tipos de células: los leucocitos (glóbulos blancos, que conforman el sistema inmunitario); los eritrocitos (glóbulos rojos, que se encargan de trasladar la oxihemoglobina a los tejidos y retornar la carboxihemoglobina al pulmón), y los trombocitos (plaquetas, que intervienen en el factor de coagulación). Además de las células anteriormente mencionadas, que conforman la parte sólida (o hematocrito), se tiene la parte líquida, que está compuesta por suero o plasma.

Existen diferentes tipos de glóbulos blancos, siendo todos ellos los responsables de los mecanismos de defensa inmunitaria; de allí su importancia en la formación de la médula ósea y del tejido linfático. El plasma está formado principalmente por agua, como la mayor parte del cuerpo humano, y es el componente líquido de la sangre, que contiene sustancias orgánicas e inorgánicas entre las que se encuentran el potasio, el cloruro de calcio, el carbonato, azúcares, hormonas, enzimas, lípidos y aminoácidos, entre otros. Un milímetro de sangre puede estar compuesto por millones de glóbulos blancos y de glóbulos rojos. Además, hallamos plaquetas o trombocitos, que contribuyen a la coagulación de la sangre, lo mismo que el fibrinógeno, la protrombina y las proteínas plasmáticas. La diferencia básica entre suero y plasma es que el suero no contiene plaquetas, ni fibrina. El plasma se coagula espontáneamente cuando se deja en reposo, pero si se le adicionan anticoagulantes se mantiene líquido.

*\*Recuerde que, cuando a la sangre coagulada se le retira el coágulo, se la denomina suero.*

*+Tenga en cuenta estos conceptos, ya que son muy importantes para la práctica.*

## Análisis de la sangre

**Tabla 1-1.** Componentes químicos de la sangre.

Analito	Valor referencia	Alteraciones	Definición
Ácido úrico	3,5-7,0 mg/dl	Valores superiores pueden indicar gota y nefritis (>50 mg/l).	Compuesto derivado de la degradación de las purinas; filtrado por los riñones, forma parte de la composición de la orina.
Albumina	3,4-5,4 mg/dl adultos Niños 6,2-8,0g/dl	Valores inferiores pueden indicar cirrosis (<30 g/l).	Proteína producida por el hígado, constituye el 45% de las proteínas plasmáticas; es responsable de la presión osmótica del plasma y también del transporte de muchas sustancias.
Amilasa	23-85 unidades/l	Valores superiores pueden indicar pancreatitis (>200 unidades).	Enzima del jugo pancreático presente también en el plasma.
Bilirrubina	0,6-2,5 mg/dl	Valores superiores pueden indicar ictericia a causa de fenómenos hemolíticos (>15 mg/dl).	Pigmento biliar derivado de la degradación de la hemoglobina; es producido en el hígado.
Calcio total	8,5-10,2 mg/dl	Valores superiores pueden indicar hiperparatiroidismo (>150 mg/l). Valores inferiores pueden indicar tetania muscular (<70 mg/l).	Elemento presente en el tejido óseo, implicado en fenómenos de contracción muscular; su absorción es favorecida por la vitamina D.

Colesterol	$\leq 200$ mg/dl	Valores superiores pueden indicar obstrucciones en las vías biliares ( $>4$ g/l). Valores inferiores pueden indicar insuficiencia hepática ( $< 1,5$ g/l).	Lípido sintetizado principalmente por el hígado, presente en las membranas celulares; precursor de varias sustancias, entre ellas las hormonas esteroideas; en la sangre puede encontrarse como lipoproteínas de baja densidad (LDL) o lipoproteínas de alta densidad (HDL).
Cuerpos cetónicos (acetona, ácido acético, ácido betahidroxibutírico)	Trazas	Valores superiores pueden indicar diabetes ( $>3$ g/l).	Compuestos derivados de la degradación de los lípidos en el hígado.
Creatinina en hombres	0,7-1,3 mg/dl	Valores superiores pueden indicar insuficiencia renal ( $>15$ mg/l).	Compuesto derivado de la degradación de la creatina.
Creatinina en mujeres	0,6-1,1 mg/dl	Valores inferiores pueden indicar enfermedades musculares ( $<7$ mg/l).	
Eritrocitos (glóbulos rojos)	4,5-5 millones/mm <sup>3</sup>	Valores inferiores pueden indicar algunos tipos de anemia ( $< 4$ millones/mm <sup>3</sup> ).	Elementos corpusculares de la sangre involucrados en el transporte del oxígeno.
Hierro	0,7-1,7 mg/l	Valores superiores pueden indicar hemocromatosis ( $>2$ mg/l). Valores inferiores pueden indicar algunos tipos de anemia ( $<0,9$ mg/l).	Elemento presente en la hemoglobina, en la mioglobina, en numerosas enzimas, en los citocromos; hay reservas de hierro en el bazo, el hígado y la médula ósea.

Fibrinógeno	200-400 mg/dl	Valores superiores pueden indicar inflamaciones (5-10 g/l). Valores inferiores pueden indicar insuficiencia hepática (<2 g/l).	Proteína presente en el plasma, participa en la coagulación sanguínea.
Fosfatasa alcalina y fosfatasa ácida	5-13 unidades/l y 0,5-4 unidades/l 44-147 UI/L	Valores superiores de la fosfatasa alcalina pueden indicar hepatitis y enfermedades de los huesos (>10 unidades/l). Valores superiores de la fosfatasa ácida pueden indicar cáncer de próstata (>10 unidades/l).	Enzimas que liberan fosfatos inorgánicos de ésteres fosfóricos; se definen como ácidas o alcalinas según sean más activas a valores de pH < o > 7.
Globulinas	2,0-3,5 mg/dl	Valores superiores pueden indicar mieloma (>120 g/l)	Proteínas solubles en soluciones salinas; en el plasma las alfa y las beta globulinas transportan diversas sustancias; las gammaglobulinas tienen función de anticuerpos.
Glucosa	70-110 mg/dl	Valores superiores pueden indicar diabetes (>1,3 g/l). Valores inferiores pueden indicar insuficiencia hepática (<0,8 g/l).	Azúcar que representa la fuente fundamental de energía de la célula.
Leucocitos (glóbulos blancos)	5.000-10.000 /mm <sup>3</sup>	Valores superiores pueden indicar leucocitosis (>10.000/mm <sup>3</sup> ). Valores inferiores pueden indicar leucopenia (<5.000/mm <sup>3</sup> ).	Elementos sanguíneos involucrados en la fagocitosis de elementos patógenos y en la respuesta inmunológica e inflamatoria.

Lípidos totales	400-800 mg/dl	Valores superiores pueden indicar enfermedades renales (9-40 g/l).	Compuestos introducidos con los alimentos; incluyen los triglicéridos, los fosfolípidos (constituyentes de las membranas celulares) y el colesterol.
Plaquetas	150.000-400.000/mm <sup>3</sup>	Valores superiores pueden indicar leucemia mieloide y trombocitosis (>500.000/mm <sup>3</sup> ). Valores inferiores pueden indicar trombopenia y hemorragias (<150.000/mm <sup>3</sup> ).	Elementos corpusculares de la sangre involucrados en la coagulación.
Proteínas totales plasmáticas	65-75 g/l	Valores superiores pueden indicar muchas enfermedades infecciosas y mieloma (> 90 g/l). Valores inferiores pueden indicar enfermedades renales (<65 g/l).	Proteínas que circulan en la sangre; incluyen las albúminas, las globulinas, la ceruloplasmina (transportadora de cobre), la haptoglobina (transportadora de hemoglobina cuando se produce una hemólisis) y la hemosiderina (transportadora de hierro).
Sodio	135-145 mmol/l	Valores superiores pueden indicar estados de deshidratación de las células (>3,5 g/l). Valores inferiores pueden indicar desequilibrios del aparato digestivo, con diarrea y vómito (<2,2 g/l).	Elemento involucrado en muchos fenómenos de transporte en las células; importante en el equilibrio ácido-base y para la regulación de la presión osmótica de los fluidos corporales.

Transaminasas (transaminasa glutámico-oxalacética o GOT; glutámico-pirúvica o GPT)	2-40 unidades/l	Valores superiores pueden indicar hepatitis o infarto de miocardio.	Enzimas que llevan grupos amino de un aminoácido a otro.
Triglicéridos	0,5-1,8 g/l 0-150 mg/dl	(80-800 unidades/l).	Formados por glicerinas ligadas a ácidos grasos, constituyen las reservas de grasa del organismo.
Urea	10-50 mg/dl	Valores superiores pueden indicar diabetes e hiperlipidemia.	Compuesto derivado de la degradación de las proteínas; filtrado por los riñones, entra a formar parte de la composición de la orina.

\*Tomada con modificaciones de [1].

*+Los valores de la tabla pueden variar dependiendo del género y la edad, pero de una forma leve. Variaciones significativas en los resultados de los exámenes hay que tenerlas en cuenta para el diagnóstico.*

## Coagulación

Una de las funciones de la sangre es transportar oxígeno a las diferentes partes del cuerpo. Cuando la sangre es extraída del cuerpo humano, presenta una apariencia mixta, en parte sólida (el coágulo) y en parte líquida (el suero). La capacidad para formar un coágulo es una propiedad de la sangre —esta última fluye por el torrente sanguíneo en forma líquida— que se expresa cuando entra en contacto con el medio externo: esta se convierte primero en una masa gelatinosa y luego se endurece. Es de anotar que a la sangre se le pueden añadir elementos anticoagulantes, que inhiben este proceso; pero, en forma natural (una vez extraída), el coágulo se puede generar

---

espontáneamente en aproximadamente una hora. El coágulo permite cerrar una herida abierta, como una medida para proteger al organismo, a fin de que se autorepare.

Los coágulos se generan por la trombina, que hace parte de una serie de enzimas que producen una sustancia llamada fibrina, aunque requieren de calcio y plaquetas, entre otros elementos. Por tanto, en este proceso interactúan una serie de elementos complejos para formar el coágulo. Se identifican dos mecanismos: las vías intrínsecas (evaluadas en el laboratorio con la prueba PTT —tiempo de tromboplastina—) y las vías extrínsecas (evaluadas en el laboratorio con la prueba PT— tiempo de protrombina—). A este proceso se lo conoce como cascada de coagulación. Se debe considerar que, ante la falla de alguno de los factores, el proceso puede verse afectado.

### Presión osmótica

La membrana celular tiene la función de ser selectiva; por ello es permeable al agua, a la glucosa y a la urea; en cambio, ciertas sustancias necesitan de receptores para el ingreso a la célula, que además es impermeable a otras, como el ácido 2,3 difosfoglicérico. Todo este mecanismo está regido por las leyes de la presión osmótica. Cuando las concentraciones de los solutos adentro y afuera de las células son iguales, se habla de una solución isotónica o isoosmótica; si la concentración de la solución es mayor, recibe el nombre de hipertónica, y, en caso de ser menor, hipotónica. En los organismos vivos, los fenómenos de presión osmótica regulan las funciones vitales.

Un ejemplo bien estudiado de estas relaciones es el de los glóbulos rojos colocados en soluciones salinas de distinta concentración. Si se los pone en agua o en una solución salina con menos de 0,9 % de NaCl, los glóbulos rojos se hinchan y se produce el proceso de hemólisis, debido a que el agua entra en su interior y sus paredes se rompen por el aumento de presión. Cuando los glóbulos rojos se colocan en soluciones con más de 0,9 % de NaCl, se deshidratan y se encogen, fenómeno conocido como crenación.

Cuando los glóbulos rojos se colocan en una solución que contiene exactamente 0,9 % de NaCl, no se observa ningún cambio. Se dice que los

---

glóbulos rojos sostienen su tono, es decir, están en soluciones isotónicas con ellos. La isotonicidad es importante para el organismo y el equilibrio químico, para garantizar los procesos de metabolismo y el funcionamiento de los organelos. Cualquier irregularidad en las células o sus organelos necesita una acción inmediata para mantener el equilibrio. Cuando no se atienden oportunamente generan enfermedades e inclusive la muerte.

### Propiedades de óxido-reducción de la hemoglobina

Si se trata la hemoglobina con ciertos agentes oxidantes (por ejemplo, ferricianuro) se convierte en metahemoglobina ( $\text{Fe}^{+++}$ ). Por lo general pueden existir trazas de metahemoglobina en el eritrocito. Clínicamente hay metahemoglobina significativa en la ingestión de ciertas sustancias como cloratos, nitratos, fenacetina, ácido acetilsalicílico, sulfas y aminos aromáticas. *In vitro*, la hemoglobina pasa a metahemoglobina por acción del ferricianuro. Esta metahemoglobina puede a su vez reducirse (de  $\text{Fe}^{+++}$  a  $\text{Fe}^{++}$ ) por acción de agentes reductores, como el hidrosulfito de sodio. *In vivo* esto ocurre por medio de la enzima metahemoglobina reductasa que necesita como medio coenzimático al NADPH [2, 3].



# Manual de laboratorio de bioclínica para ciencias de la salud:

Una aplicación del aprendizaje significativo.

Fue editado y publicado por la Editorial Universidad El Bosque,  
marzo de 2015,  
Bogotá D. C., Colombia