

**LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO**

**JOAQUÍN EDUARDO BELLO BALLESTEROS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
BOGOTÁ, D.C.  
2022**

**LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE COMO PROBLEMA DE CONOCIMIENTO**

**JOAQUÍN EDUARDO BELLO BALLESTEROS**

**Trabajo de grado como requisito para optar por el título de Magíster en  
Docencia de las Ciencias Naturales**

**Asesorado por:**

**STEINER VALENCIA VARGAS**

**INGRID VERA OSPINA**

**ANDREA TOLEDO ARANDA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LAS CIENCIAS NATURALES  
BOGOTÁ, D. C.**

**2022**

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

**JURADO**

---

**JURADO**

**BOGOTÁ, D.C., 2022**

*Dedicatoria*

*A mi padre y mi abuelo †, a mi madre, a mi abuela, a mis hermanitos y a toda mi familia,  
para que donde quiera que siempre estén, se sientan orgullosos.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi alma mater y su programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, por permitirme una vez más formarme como un maestro crítico frente a la Educación en Colombia.

A mis profesores asesores de este trabajo; Steiner Valencia, Ingrid Vera y Andrea Toledo, por el acompañamiento, la constancia, la paciencia y por todos los conocimientos que brindaron a lo largo del desarrollo del trabajo.

A mis compañeros del programa, en especial a Karol y Esneider, por sus aportes y fraternidad en todo momento.

A la Institución Educativa donde desarrolle el trabajo, por abrirme las puertas para enseñar.

A mis estudiantes, por su alegría, su compromiso y su interés de aprender.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>CONTEXTO PROBLEMÁTICO .....</b>	<b>12</b>
CONTEXTO DE ORIGEN .....	12
Lineamientos curriculares en torno a la Circulación de la Sangre.....	13
Prácticas e Imágenes sobre la Circulación de la Sangre en el contexto escolar...	20
Reflexiones e influencia de la Maestría en Docencia de Las Ciencias Naturales .	31
<b>DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>34</b>
Ámbitos de indagación .....	34
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>35</b>
OBJETIVO GENERAL .....	35
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	35
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>PROCEDER METODOLÓGICO .....</b>	<b>38</b>
DOCUMENTACIÓN TEÓRICA Y DIÁLOGO CON LOS AUTORES .....	40
INTERVENCIÓN EN EL AULA: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN.....	43
<b>PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>47</b>
PROFUNDIZACIÓN DISCIPLINAR.....	47
ASPECTOS DE ORDEN HISTÓRICO EN LA CONSTITUCIÓN DE LA CIRCULACIÓN COMO UN OBJETO DE ESTUDIO.....	47
ASPECTOS DE ORDEN EPISTEMOLÓGICO Y SUS RELACIONES CON LA TEORÍA DE WILLIAM HARVEY ACERCA DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE.....	63
ORIGEN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS EXPERIMENTALES VINCULADAS A LA COMPRENSIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE .	77
MODELOS ACTUALES EN LA EXPLICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE.....	88

PROFUNDIZACIÓN PEDAGÓGICA.....	98
PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO .....	98
OBSERVACIÓN, MODELOS Y ANALOGÍAS EN BIOLOGÍA.....	107
ENSEÑAR CIENCIAS.....	110
<b>INTERVENCIÓN EN EL AULA.....</b>	<b>113</b>
CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN.....	114
ACTORES.....	114
DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN .....	115
DESCRIPCIÓN SESIÓN A SESIÓN.....	118
Fase 1. La experiencia básica: Problematizando el fenómeno.....	118
Fase 2. Enriqueciendo la experiencia: Documentación y montajes sobre la circulación de la sangre .....	120
Fase 3. Enriquecimiento de las explicaciones .....	123
<b>SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA.....</b>	<b>125</b>
RECONSTRUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	125
ETIQUETA 1. LA EXPERIENCIA BÁSICA: PROBLEMATIZANDO EL FENÓMENO.....	128
ETIQUETA 2. ENRIQUECIENDO LA EXPERIENCIA: DOCUMENTACIÓN Y MONTAJES SOBRE LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE .....	136
ETIQUETA 3. ENRIQUECIMIENTO DE LAS EXPLICACIONES.....	147
<b>PRODUCCIÓN DISCURSIVA.....</b>	<b>156</b>
LA CIRCULACIÓN EN EL SER HUMANO: UNA PROPUESTA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.....	157
EL PAPEL DE LA SISTEMATIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE DISCURSO PEDAGÓGICO.....	161
LOS PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO Y SU APORTE EN LA ENSEÑANZA DE LA CIRCULACIÓN HUMANA.....	162
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>172</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceder metodológico del trabajo de grado.....	46
Figura 2. Circulación por Galeno.....	50
Figura 3. Ligaduras de brazo en el estudio de las válvulas venosas.....	84
Figura 4. Distribución del volumen sanguíneo por el cuerpo humano.....	92
Figura 5. Toma de signos vitales.....	131
Figura 6. Observación de documental “Viaje al interior del cuerpo humano” .....	134
Figura 7. Observación de documental “Viaje al interior del cuerpo humano” .....	135
Figura 8. Observación y disección de órganos de res.....	140
Figura 9. “Vivisección” mediante realidad aumentada.....	141
Figura 10. Recorridos de la circulación mayor y menor .....	146
Figura 11. Recorridos de la circulación mayor y menor .....	148
Figura 12. Socialización de la experiencia .....	153



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Cuadro comparativo entre Harvey y Galeno frente a las ideas sobre la estructura del corazón</i> .....	62
Tabla 2. Cuadro comparativo entre Harvey y Galeno frente a las ideas sobre la estructura de los vasos sanguíneos. ....	63
Tabla 3. Organización de la Fase 1.....	118
Tabla 4. Organización de la Fase 2.....	120
Tabla 5. Organización de la Fase 3.....	123
Tabla 6. Etiquetas elaboradas para agrupar los registros de los estudiantes .....	127
Tabla 7. Códigos elaborados para organizar los registros provenientes de los estudiantes.....	128

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de profundización denominado **La circulación de la sangre como problema de conocimiento** surge de diferentes cuestionamientos que el maestro evidencia en su práctica educativa y del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, lo cual suscita una serie de reflexiones frente a la enseñanza de las ciencias que permite orientar prácticas alternativas donde se configura el aula como un territorio de transformación cultural, en el que se constituyan sujetos sociales de conocimiento y con ello emerjan nuevas subjetividades (Valencia *et al.* 2001).

Por lo tanto, para construir una propuesta alternativa de enseñanza sobre la circulación de la sangre, se parte de la hipótesis: ***El estudio de la circulación de la sangre como problema de conocimiento aporta elementos para la comprensión del funcionamiento sistémico del cuerpo***, asimismo, para lograr dar cuenta de dicha hipótesis se determina el objetivo: **Determinar los aspectos de orden disciplinar, didáctico y pedagógico que aportan a la comprensión de la circulación de la sangre como problema de conocimiento.**

De este modo, son las reflexiones, dificultades y cuestionamientos frente a la enseñanza de la circulación de la sangre en la Educación Básica, los que permiten reflexionar sobre las representaciones e imágenes de conocimiento que circulan en la escuela frente a este fenómeno, provocando un punto de partida hacia la indagación y la búsqueda de información que permite delimitar intereses y proyectar una alternativa de enseñanza de acuerdo con el contexto escolar.

Así que, el trabajo parte con la descripción del contexto problemático, en el que se materializan todas las reflexiones y cuestionamientos mencionados frente a la enseñanza de la circulación, lo cual conlleva a la delimitación de un problema particular y el planteamiento de una hipótesis de trabajo, para dar cuenta de lo

anterior, se plantean unos objetivos (general y específicos) y se describe una justificación sobre la pertinencia del trabajo en la enseñanza de las ciencias.

Posteriormente, se estableció un proceder metodológico fundamentado en dos aspectos. El primero hace referencia a un análisis documental en donde se realiza una búsqueda y selección de información relacionada con todos aquellos elementos que configuran a la circulación de la sangre como un objeto de estudio y que permitieron estructurar una profundización teórica disciplinar y pedagógica.

En cuanto al segundo, se describe el diseño de la intervención en el aula; en el que se muestra detalladamente la población, las fases y las acciones realizadas sesión a sesión. Seguido de la implementación, se relata la sistematización; entendida como un proceso de recuperación de la experiencia en el aula, en la que se construyen diferentes reflexiones de orden disciplinar y pedagógico.

Finalmente, el trabajo culmina con la producción discursiva, en el que se describen los aportes de este trabajo en la enseñanza de las ciencias naturales, en especial, la enseñanza de la circulación de la sangre a la Biología, de igual manera, los aportes a la transformación del rol del docente y del estudiante en el aula.

## **CONTEXTO PROBLEMÁTICO**

Este trabajo surge de las reflexiones frente a la enseñanza de las ciencias en la educación básica; la relación que tiene el maestro con los objetos de estudio y las dificultades que presenta cuando desea poner el conocimiento en condiciones para ser enseñado. Por consiguiente, se busca desarrollar una propuesta alternativa en la enseñanza de la circulación de la sangre, con el propósito de construir conocimiento sistémico y significativo sobre el cuerpo humano.

Del mismo modo, en este trabajo se realiza un ejercicio de profundización teórica por parte del maestro que permite reconocer aquellos elementos técnicos y teóricos que han hecho posible la circulación de la sangre como un objeto de estudio para la Biología, igualmente, se describen aquellas prácticas frecuentes que también la sitúan como un fenómeno que plantea interrogantes dependiendo de los diversos contextos en los que se enseña.

A continuación, se describe detalladamente el origen de este trabajo, fundamentado desde las dificultades y problemáticas que hacen parte de la enseñanza de la circulación de la sangre, seguido de ello, los objetivos de esta investigación y la justificación.

## **CONTEXTO DE ORIGEN**

La Enseñanza de las Ciencias es un proceso complejo en el que existen múltiples tensiones dentro de las relaciones del aula. El maestro en su quehacer se ve enfrentado a dificultades en torno a la enseñanza, por consiguiente, su rol debe ser idóneo y oportuno con la capacidad de reflexionar frente a la ciencia, el conocimiento y las prácticas educativas, esto con el fin de alcanzar ideas críticas y transformadoras.

A partir de lo anterior, la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales permite abordar las dificultades y preocupaciones a partir de la profundización histórica, epistemológica y pedagógica de los objetos de estudio para la Biología. En particular, el problema central de conocimiento de este trabajo será la circulación de la sangre.

### **Lineamientos curriculares en torno a la Circulación de la Sangre**

La circulación de la sangre es un fenómeno en la enseñanza de la Biología, que se suma como un contenido más dentro del plan de estudio del docente. Aparece presentado como “Sistema Circulatorio” y sus logros y competencias se desarrollan hacia el aprendizaje y descripción de los órganos que lo componen, los cuales abarcan el corazón y los vasos sanguíneos. Dicho de esta manera, las prácticas educativas llevadas a cabo por el profesor se orientan a propuestas de aula donde se presentan las estructuras y su función con escasa profundidad en el aspecto fisiológico.

Conviene enfatizar, que los planes de estudio que son entregados a los docentes en las Instituciones Educativas se cimientan desde los DBA<sup>1</sup> y EBC<sup>2</sup>, los que son lineamientos secuenciales de contenidos apropiados para enseñar a lo largo del año escolar. El Ministerio de Educación Nacional (MEN), los define así:

En cuanto a los DBA, los define como el “Conjunto de aprendizajes estructurantes que han de aprender los estudiantes en cada uno de los grados de educación escolar, desde transición hasta once, y en las áreas de lenguaje, matemáticas, ciencias sociales y ciencias naturales” (MEN, 2016, p.5)

En cuanto a los EBC:

Los estándares básicos de competencias constituyen uno de los parámetros de lo que todo niño, niña y joven debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad

---

<sup>1</sup> Derechos Básicos de Aprendizaje - Ministerio de Educación Nacional (2016)

<sup>2</sup> Estándares Básicos de Competencias – Ministerio de Educación Nacional (2006)

esperado a su paso por el sistema educativo y la evaluación externa e interna es el instrumento por excelencia para saber qué tan lejos o tan cerca se está de alcanzar la calidad establecida con los estándares” (MEN, 2006, p.9).

De acuerdo con lo anterior, los lineamientos se convierten en marcos de referencia para la preparación de aprendizajes de evaluaciones de calidad educativa, lo cual provoca que los contenidos sean introducidos en el aula de clase en tiempos cortos a lo largo del año escolar, como consecuencia, no se genera una reflexión de la práctica educativa que permita desarrollar nuevas propuestas frente a los objetos de estudio de la Biología. En efecto, su práctica educativa empieza a configurarse en un proceso repetitivo carente de innovación y descubrimientos.

Por consiguiente, al ser contenidos secuenciales limitan la profundización que se le puede establecer a un fenómeno o contenido específico, lo cual genera que el maestro empiece a reducir su labor de enseñanza en la implementación de guías y laboratorios que corroboran resultados y donde se promueve la memorización de la información, a fin de obtener notas evaluativas que “reflejan” el alcance de los logros y los aprendizajes propuestos desde el inicio.

En consonancia con lo anterior, se pueden observar un tipo de condiciones y cualidades que modelan o estructuran la escuela y el currículo en Colombia. Empleando las ideas de Segura (2000):

El niño se pueda considerar como una criatura en desarrollo homogéneo, y el conocimiento se pueda secuenciar de acuerdo con grados de dificultad, unidos a que una de las metas de la institución sea enseñar una manera de interacción del individuo con normas y reglamentos (la obediencia), conduce y posibilita la existencia de elementos tales como los grados escolares, los planes de estudio, el currículo, la evaluación, los horarios y los reglamentos escolares y determinan una manera de pensar la escuela que es de tal naturaleza (p.17).

Dicho esto, la estructura de la escuela se encuentra sustentada desde los planes de estudio, las políticas educativas e inclusive desde las planeaciones que realiza el maestro para la enseñanza, donde se secuencian los conocimientos de acuerdo con las capacidades que tienen que lograr los estudiantes en momentos precisos, hasta que progresivamente lleguen a concretar sus conocimientos en las pruebas para el fomento de la Educación superior (Icfes) (Segura, 2000).

Teniendo en cuenta lo anterior, la práctica educativa y el rol del maestro se encaminan a un proceso de transmisión de contenidos tradicional, donde el maestro portador de contenidos desarrolla actividades de enseñanza que se encaminan a la rápida memorización en el estudiante, con el propósito de poder evaluar al final del periodo dichos contenidos en una prueba estandarizada que determinará el alcance de los logros en un valor cuantitativo; problema que deja de lado procesos de comunicación y participación activa de los estudiantes en su propio aprendizaje.

En consecuencia, dichas dificultades han llevado a que los estudiantes conciban la ciencia como un proceso acabado que reproduce conocimientos absolutos y determinados, donde sus formas de aprendizaje se han orientado a la replicación de dichas ideas. Para el caso particular de los fenómenos biológicos, los DBA, EBC y los libros de texto presentan teorías acabadas y concretas que resuelven el funcionamiento de los procesos, dejando a un lado aspectos históricos y epistemológicos que pueden llegar a construir un esquema conceptual amplio y con mayor profundidad.

Las imágenes y concepciones frente a la circulación de la sangre son en parte consecuencia de las prácticas educativas tradicionales que se han mencionado, las cuales se han encaminado a la memorización de un concepto simple y acabado que se basa en los componentes del aparato circulatorio: Corazón y vasos sanguíneos, en donde se suelen abordar haciendo relevancia en la función

que cada parte desempeña, y finalmente, acabando con un énfasis en la sangre y sus componentes.

Lo anterior, es un desglose general que presentan algunos libros de texto y en caso particular los EBC en Ciencias Naturales. Estos estándares se organizan en tres tipos de ciencias: Físicas, Químicas y Biológicas, las cuales están subdivididas en referentes específicos que dan cuenta de cada tipo de área de conocimiento; *Entorno vivo, entorno físico y relación ciencia, tecnología y sociedad*, el primero hace referencia a la Biología, el segundo a la Física y a la Química, y el tercero “recoge las responsabilidades que como personas y como miembros de una sociedad se asumen cuando se conocen y se valoran críticamente los descubrimientos y los avances de las ciencias” (MEN, 2006, p.115).

Respecto a la organización, no se distingue de forma precisa la diferencia entre los conocimientos de la Física y la Química, además, el carácter social que se presenta carece de aspectos históricos que permitieron la configuración de los conceptos, un ejemplo de ello, es lo relacionado con el modelo de la circulación de la sangre, aspecto que en este trabajo se convierte en un objeto de estudio en la educación básica.

Consideremos ahora, cómo se encuentra relacionada la circulación de la sangre de acuerdo con estos lineamientos. Solamente en los grados 4° y 5° se encuentran contenidos relacionados con el fenómeno de estudio, con las siguientes competencias en la columna de entorno vivo: “Identifico en mi entorno objetos que cumplen funciones similares a las de mis órganos y sustento la comparación”, “Represento los diversos sistemas de órganos del ser humano y explico su función” e “Identifico máquinas simples en el cuerpo de seres vivos y explico su función” (MEN, 2006, p.134), por lo tanto, podemos realizar los siguientes análisis:



En cuanto al primero, se puede interpretar de dos formas; donde no es claro cómo identificar “objetos” -Considerándolos físicos y materiales- que cumplan funciones similares a los procesos de respiración, circulación, nutrición, excreción, entre otros, o también, acercar al estudiante a los órganos del cuerpo a partir de un tipo de artificialización que permita diversas comparaciones y a partir de él se puedan construir explicaciones sobre el funcionamiento, pero deja de lado muchos aspectos sistémicos y rigurosos del proceso.

Respecto al segundo, se puede derivar que existe una mirada fragmentada sobre el cuerpo humano al querer alcanzar los diversos sistemas de órganos de forma aislada y explicar únicamente su función, sin tener en cuenta las interrelaciones de procesos como el recorrido de diferentes sustancias por el cuerpo, por otro lado, la palabra “representar” se muestra ambigua y puede interpretarse con diferentes connotaciones según las escuelas que lo utilicen (Giordan y Vecchi, 1995); insinuando la organización de los órganos en esquemas o dibujos que muestren los sistemas de órganos o mediante solas palabras. Por último, abordar los diversos sistemas de órganos sea en esquemas, palabras u otras imágenes, es una competencia amplia que deja por fuera la complejidad de los fenómenos.

Hay que decir también, que en las competencias de los grados 6° y 7° aparece uno similar que no deja de ser diferente a los anteriores: “Explico las funciones de los seres vivos a partir de las relaciones entre diferentes sistemas de órganos” (MEN, 2006, p.136). En síntesis, hay algo particular en todas estas competencias, y es que, se enfocan o determinan en alcanzar la “función” de un órgano, donde se revela insuficiencia en la profundización de la estructura, en las propiedades de las sustancias y en las correlaciones que se tienen entre los diferentes sistemas de órganos.

Por otro lado, los DBA que son lineamientos más actualizados pero coherentes con los EBC, se relacionan un poco más con el fenómeno de estudio. “Su importancia radica en que plantean elementos para construir rutas de enseñanza que promueven la consecución de aprendizajes año a año para que, como resultado de un proceso, los estudiantes alcancen los EBC propuestos por cada grupo de grados” (MEN, 2016, p.6). En ese sentido, se podría decir que su orientación se ahonda hacia metodologías y propuestas de clase sobre los contenidos científicos, es decir, una ruta metodológica más precisa y práctica dentro de la planeación de clases del maestro.

Ahora veamos, cómo se organiza la estructura de los DBA y el lugar de la circulación sanguínea dentro de ellos. La estructura para la enunciación de los DBA está compuesta por tres elementos centrales: El enunciado, las evidencias de aprendizaje y el ejemplo; el primero hace referencia al aprendizaje estructurante del área, las evidencias a los indicios claves que le muestran a los maestros si se está alcanzando el aprendizaje expresado en el enunciado, y el ejemplo, trata de concretar y complementar las evidencias de aprendizaje (MEN, 2016, p.7).

Para el caso de la circulación de la sangre, se encuentra únicamente “incluida” dentro de dos enunciados estipulados para el grado 5°, respectivamente el 3 y el 4: 3. “Comprende que los sistemas del cuerpo humano están formados por órganos, tejidos y células y que la estructura de cada tipo de célula está relacionada con la función del tejido que forman” 4. “Comprende que en los seres humanos (y en muchos otros animales) la nutrición involucra el funcionamiento integrado de un conjunto de sistemas de órganos: digestivo, respiratorio y circulatorio”. Si nos damos cuenta, el 3 se enfatiza más en la función de los diferentes órganos por separado para llegar al estudio de la multicelularidad en el cuerpo, de lo cual podemos inferir, que se puede tender a abordar el corazón de

forma individual y no desde una perspectiva sistémica, del mismo modo, las células de la sangre y su función en otros procesos.

Para el caso del 4 (y a diferencia del 3), se menciona la circulación dentro del enunciado, sin embargo, su fisiología podría estar limitada solo al enfoque de la nutrición. El enunciado parte del estudio de la nutrición para abordar una mirada sistémica en la relación del sistema digestivo, respiratorio y circulatorio, de lo cual se puede rescatar la proyección hacia la perspectiva sistémica del cuerpo, sin embargo, puede inferirse la limitación a aspectos profundos de la circulación dejando a flote solo los relacionados con la nutrición. En ese caso, sería importante revisar si las evidencias y el ejemplo que se propone, profundizan más la circulación de la sangre dentro de la enseñanza.

Las evidencias de aprendizaje del enunciado 4 se presentan de la siguiente forma, MEN (2016):

- Explica el camino que siguen los alimentos en el organismo y los cambios que sufren durante el proceso de digestión desde que son ingeridos hasta que los nutrientes llegan a las células.
- Relaciona las características de los órganos del sistema digestivo (tipos de dientes, características de intestinos y estómagos) de diferentes organismos con los tipos de alimento que consumen.
- Explica por qué cuando se hace ejercicio físico aumentan tanto la frecuencia cardíaca como la respiratoria y vincula la explicación con los procesos de obtención de energía de las células.
- Explica el intercambio gaseoso que ocurre en los alvéolos pulmonares, entre la sangre y el aire, y lo relaciona con los procesos de obtención de energía de las células.

De acuerdo con lo anterior, los primeros dos hacen relevancia exclusivamente a la nutrición y a los órganos que participan en el proceso, de pronto incluyendo la participación de la sangre en la llegada de los nutrientes a las células. Para el caso del tercero y el cuarto, puede existir un acercamiento a la fisiología de la circulación sistémica y pulmonar, pero dependería del maestro si dentro de su

planeación toma elementos complejos para el aprendizaje de la circulación. De igual modo, no hay que olvidar que el abordaje de estos fenómenos está destinado para tiempos cortos, por ello mismo; la respiración, nutrición y circulación se encuentran interrelacionados en estos aprendizajes, pero el tiempo podría ser limitado para el objetivo de alcanzar conocimientos significativos y duraderos.

En contraste, el ejemplo que permite complementar los aprendizajes busca la interrelación de estos tres procesos:

“Explica a qué se debe el aumento del ritmo cardíaco de los jugadores de fútbol después de treinta minutos de partido, identificando las necesidades de energía en sus células, que se libera a partir de la combinación del oxígeno (proveniente del sistema respiratorio) y de los nutrientes (provenientes del sistema digestivo) que son llevados por la sangre (como parte del sistema circulatorio)” (MEN, 2016, p.20)

En síntesis, hay un esfuerzo por parte de los DBA en involucrar la mirada sistémica del cuerpo humano, pero aun así el fenómeno de la circulación de la sangre se encuentra como un elemento agregado que no va más allá de buscar una función de la estructura, en consecuencia, solo les permite a los estudiantes construir esquemas de los sistemas de órganos y responder acertadamente a las evaluaciones, no se reconocen comprensiones complejas en sus explicaciones que evidencien un conocimiento sistémico sobre el fenómeno.

### **Prácticas e Imágenes sobre la Circulación de la Sangre en el contexto escolar**

Las prácticas educativas frente a la enseñanza de las ciencias se convierten en un interés por abordar diferentes problemáticas frente a los contenidos científicos. En este caso, es la circulación de la sangre la que ha sido objeto de estudio para diferentes investigadores que han aportado elementos para su profundización. En primer lugar, está el trabajo titulado “¿Cómo se mueve la sangre?” (Barragán y

Castellanos, 2016), en este trabajo los autores se plantean la pregunta de investigación *¿Qué elementos de comprensión aporta la actividad experimental del movimiento sanguíneo propuesta por William Harvey?*

En la anterior investigación, los autores plantean que:

La enseñanza de las ciencias propicia condiciones y procesos que permiten la recontextualización de saberes científicos como actividad constructiva de conocimiento en búsqueda de elementos que representen la imagen y comprensión del movimiento sanguíneo, ya que no dependen sólo de campos disciplinares como es el caso de la fisiología, sino de intereses y condiciones de quienes los constituyeron como Claudio Galeno, Miguel Serveto, William Harvey, entre otros. Para ello es necesario dejar de lado la visión acabada y precisa de libros de texto ya que estos tuvieron un origen y desarrollo enmarcados dentro de paradigmas y preocupaciones contextuales distintas (Barragán y Castellanos, 2016, p2)

En ese caso, los autores suponen que elementos de proceder experimental permiten la comprensión y construcción de explicaciones, además de que, “al igual que lo hizo Harvey es necesario plantear e intervenir en el experimento para dar claridad a las inquietudes que surgen a lo largo del proceso, como elemento necesario para determinar variables y características que se encuentran en la comprensión del movimiento sanguíneo”. En efecto, plantearon una ruta metodológica en el aula que permite comprender y establecer las implicaciones que tienen estos elementos del análisis del proceder experimental en los procesos de enseñanza del movimiento sanguíneo, para ello, en diferentes momentos dentro de la ruta retoman procedimientos prácticos como ligadura de brazos, esquematización y modelación.

En síntesis, hacia el final de su investigación, afirman que “el proceder experimental amplía la experiencia y dinamiza la comprensión del movimiento sanguíneo, a través de la significación producto de las transformaciones,

modelaciones y concreciones constructivas en el ámbito explicativo” (Barragán y Castellanos, 2016).

En segundo lugar, en el trabajo titulado “La clase de ciencias como contexto de vivencia de conocimiento” (Guerrero, 2015), la autora propone caracterizar la clase de Ciencias Naturales como un contexto de vivencia de conocimiento para la construcción de explicaciones en estudiantes de grado quinto, tomando como referente la circulación sanguínea. De igual modo, plantea una propuesta de aula que busca:

Rescatar a través de la vivencia, el carácter social y cultural en los procesos de construcción de conocimiento, en especial la construcción de explicaciones en la clase de Ciencias y cómo a partir de ello se la puede concebir como un escenario dinámico en el cual estudiantes y docente pueden construir significados y sentido sobre aquello que intentan conocer (Guerrero, 2015).

En cuanto a la enseñanza de la circulación de la sangre, la autora afirma que “se ha privilegiado una mirada funcionalista y estructuralista; su objetivo se ha centrado en que los estudiantes memoricen la función de cada una de las partes, desconociendo el proceso global y su importancia. Se fomenta con ello una visión puramente acumulativa ignorando la comprensión de los procesos complejos que generan la interacción de las estructuras que forman este sistema” (Guerrero, 2015). En efecto, se podría indicar que esta problemática prevalece en las prácticas educativas y que, por eso mismo, la circulación de la sangre se convierte en un objeto de estudio que permite proponer nuevas alternativas de enseñanza.

Hacia el final de su trabajo, la autora concluye que para reconocer la clase de Ciencias como contexto de conocimiento se deben propiciar espacios de interacción dinámica entre los sujetos en donde se organice constantemente las experiencias, posibilitar a los sujetos la producción de experiencias sensibles que los llevarán a relacionarse con el mundo, dinamizar los procesos de cuestionamiento e interrogación en donde los estudiantes pusieran en tensión su

experiencia sensible y cultural, propiciar la reformulación y organización de la experiencia de los estudiantes promoviendo la construcción de explicaciones y posibilitar espacios de legitimación y validación de las explicaciones de los estudiantes y con ello la construcción de conocimiento (Guerrero, 2015).

El anterior trabajo, ofrece elementos a considerar en el diseño de la propuesta de aula que se realizó en esta investigación, algunos de ellos que son caracterizados por la autora posibilitaron que la propuesta de aula represente una práctica de enseñanza transformadora y significativa para el conocimiento relacionado con la circulación de la sangre y para la experiencia del maestro como sujeto crítico y problematizador de conocimiento.

En tercer lugar, el trabajo titulado “Diseño de una propuesta didáctica utilizando el ABP como estrategia de enseñanza de la Circulación Sanguínea en el ser humano, en estudiantes de grado sexto” (Lorduy, 2014), el autor presenta una propuesta didáctica de aula en la que se basa en un modelo de aprendizaje por descubrimiento guiado, para ello, se basa en los componentes de aprendizaje basado en problemas (ABP), trabajo cooperativo y trabajo mediado por las TIC. Esta propuesta busca promover en los estudiantes responsabilidad de su propio aprendizaje y realizar procesos metacognitivos a través de pequeños equipos de aprendizaje, trabajar cooperativamente en el estudio de un problema y conducirlos a generar soluciones viables (Lorduy, 2014).

Dentro de la propuesta, la autora plantea en la formulación del problema que “La enseñanza-aprendizaje se plantea desde un enfoque tradicionalista, impartándose de manera memorística y descontextualizada en la mayoría de los casos” (Lorduy, 2014), seguido de ello, plantea la siguiente pregunta problema *¿Cómo se mejoraría la enseñanza de la circulación sanguínea en el ser humano en estudiantes de grado sexto de la institución educativa el Bosque desde un modelo*

*de aprendizaje por descubrimiento guiado, utilizando la estrategia de enseñanza-aprendizaje basado en problemas ABP, el apoyo de las TIC y trabajo cooperativo?*

En efecto, el autor concluye que la estrategia didáctica ABP permitió un proceso innovador en la enseñanza de la circulación sanguínea, saliéndose del esquema tradicionalista y memorístico que ha permanecido arraigado en la enseñanza desde el actuar docente por décadas, asimismo, a través del uso de TIC y trabajo colaborativo favoreció la adquisición y comprensión del conocimiento de forma significativa (Lorduy, 2014). En contraste con este trabajo de investigación, se tiene en común el reflexionar sobre las prácticas educativas del que hacer docente y proponer alternativas innovadoras y transformadoras para la enseñanza de las ciencias.

En cuarto lugar, en el trabajo titulado “Enseñanza-Aprendizaje del concepto de Circulación Sanguínea en el ser humano en estudiantes de primaria de zona rural” (Mosquera, 2012), la autora tiene como parte de su objetivo principal Diseñar una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje de la circulación sanguínea, para ello, parte de la exploración de ideas previas de dicho concepto que los estudiantes han construido a partir de la experiencia cotidiana y de diferentes contextos donde se ha visto inmerso<sup>3</sup> y posteriormente, identifica modelos explicativos y obstáculos epistemológicos que tienen para explicar el concepto de circulación de la sangre en el humano.

Según Mosquera (2012), “Las ideas previas y las representaciones mentales son construcciones personales, resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de enseñanza. Pueden actuar como un importante obstáculo que

---

<sup>3</sup> Para Mosquera (2012), “Los estudiantes no identifican las funciones, su estructura y tampoco relacionan la función circulación con la nutrición y respiración. Debido a que la enseñanza se ha impartido de forma memorística y descontextualizada” (p.13).



impide el aprendizaje de los estudiantes (p.14). En relación con la circulación, la autora caracteriza algunos obstáculos epistemológicos de acuerdo con el análisis de los modelos explicativos:

1. Considerar la sangre como un líquido necesario para vivir cuya función es transportar oxígeno y gas carbónico.
2. Uso del lenguaje cotidiano para referirse a los glóbulos rojos y dificultad en el manejo del lenguaje científico.
3. Desarticulación de la circulación de otros procesos metabólicos de los seres vivos como la nutrición y respiración.
4. Considerar el aire como fuente de energía.
5. Considerar la respiración como intercambio de gases.
6. Dificultad para reconocer los componentes del sistema circulatorio y respiratorio.
7. Considerar la respiración como un proceso necesario para vivir y es una condición necesaria del estar vivo.

En contraste, se puede asumir que, dentro de las prácticas educativas referentes a la circulación de la sangre, surgen algunas de estas ideas de forma permanente e insistente frente a las diferentes preguntas sobre el movimiento de la sangre. Se podría añadir dentro de dicho obstáculos e ideas previas, que, así como lo dijo Galeno, la sangre no retorna al corazón, sino que va a la carne, o, por el contrario, que la sangre recorre el cuerpo producto del bombeo del corazón, pero jamás sale de los vasos sanguíneos.

Finalmente concluye, que las ideas previas son determinantes para la construcción de conceptos, para la identificación de modelos explicativos y de obstáculos epistemológicos de aprendizaje, lo cual permite plantear propuestas innovadoras que busquen romper con las prácticas tradicionalistas de enseñanza en las Ciencias Naturales, por otro lado, que los modelos explicativos frecuentes

sobre la circulación de la sangre son teleológico, determinismo biológico, científico, precientífico y vitalista<sup>4</sup> (Mosquera, 2012).

En quinto Lugar, también encontramos el trabajo “Obstáculos de aprendizaje en niños de 10-12 años sobre el tema sistema circulatorio humano: una propuesta teórica en base a evidencias” (Galagovsky y Edelsztein, 2018), el cual aporta aspectos importantes sobre las dificultades de comprensión que se pueden encontrar frente a la circulación de la sangre. Los autores propusieron realizar dos momentos de intervención, el primero de observación de clases y el segundo de aplicación de un cuestionario, posteriormente analizar los procesos cognitivos operantes y discriminar los obstáculos epistemológicos que no hubieran podido superarse durante el aprendizaje.

En cuanto a los resultados, los autores encuentran algunos obstáculos epistemológicos de aprendizaje (OEA) como los que aparecen a continuación:

- Señalar Arteria a un vaso sanguíneo pintado de rojo y Vena a un vaso sanguíneo pintado de azul. OEA: Señalización de códigos (azul y rojo) sin tomar conciencia que la relación es con el contenido de oxígeno en la sangre que transporta dicho vaso. Asignación errónea de color en función de la parte del cuerpo por la que circula la sangre.
- Entender el funcionamiento del corazón como dispositivo que contiene e impulsa a la totalidad de la sangre en un solo impulso. OEA: No se toma conciencia sobre la naturaleza de bomba aspirante impelente del corazón, y la necesidad de cámaras y válvulas con funcionamiento mecánico alternativo y sincronizado para realizar su función fisiológica.

---

<sup>4</sup> Teleológico: La sangre es un líquido que lleva la vida. Determinismo Biológico: Considera que el ser humano esta predeterminado para realizar ciertas funciones (En parte mecanicismo de Descartes). Científico: Atribución a diversas funciones del sistema circulatorio en el cuerpo. Precientífico: Desarticulación de la circulación de otros procesos metabólicos de los seres vivos como la nutrición. Vitalista: Considerar el aire como fuente de energía. Para ampliar más véase Mosquera (20012).

Después, concluye que existen diferentes tipos de memoria y procesos cognitivos que son imprescindibles para el aprendizaje, y que el desafío de la didáctica de las ciencias no sería el de evitar errores forzando a los niños a aprender de memoria afirmaciones correctas (que eventualmente no comprendan), sino diseñar didácticas apropiadas y acompañar a los estudiantes en sus procesos cognitivos idiosincrásicos<sup>5</sup> iniciales. Además, afirma que “Estas reflexiones llevan a cuestionarse si la omisión de información fundamental para la construcción de aprendizajes y modelos mentales correctos es una forma válida de reducir los contenidos a ser enseñados, o son un factor de riesgo, dado que podrían estar consolidando aprendizajes erróneos muy difíciles de remontar” (Galagovsky y Edelsztein, 2018, p.296).

El anterior trabajo, constituye reflexiones sobre la configuración de fenómenos biológicos como problemas dentro del aula que deben ser abordados con propuestas innovadoras y con el rol de un maestro idóneo para identificar obstáculos de aprendizaje. Además, se insiste en que el movimiento de la sangre por el cuerpo humano genera diferentes problemas a considerar desde la enseñanza y el aprendizaje.

En síntesis, las anteriores investigaciones han permitido dimensionar la problemática frente a la enseñanza y el aprendizaje de la circulación sanguínea. Cada autor ha planteado diferentes problemáticas sobre las dificultades a las que se ve enfrentado el maestro y el estudiante en la comprensión del movimiento de la sangre, es por ello, que algunos elementos de estos trabajos aportan significativamente en la configuración del movimiento sanguíneo como objeto de estudio, de reflexión y de profundización teórica.

Además, cada uno de los autores muestra intereses similares sobre el diseño de propuestas innovadoras para la enseñanza de la circulación sanguínea. Frente a

---

<sup>5</sup> Rasgos, temperamento, carácter, etc., distintivos y propios de un individuo o una colectividad. RAE

las dificultades presentadas en cada investigación, hay algo particular en cada trabajo, y es la construcción de una propuesta o unidad didáctica que reúne una secuencia de actividades acorde a la caracterización de cada uno de los sistemas y procesos cognitivos evidenciados en los estudiantes, provocando que, se concluyan aspectos positivos sobre diferentes formas de aprender el movimiento de la sangre y superando las dificultades particulares que identifica el maestro.

Ahora bien, el interés por abordar la circulación de la sangre también proviene por la reflexión de mis prácticas educativas cercanas a la enseñanza del cuerpo humano. Así como muchos maestros me he visto en el umbral de enseñar contenidos relacionados con el cuerpo humano y planear la forma de hacerlo, en donde se encuentran ideas, pensamientos, nociones y concepciones que si se analizan profundamente se pueden rastrear algunas falencias, así por ejemplo, el no entendimiento del cuerpo como un sistema organizado sino donde se persiste en una serie de ideas que desarticulan todos los órganos del cuerpo y que desencadena únicamente la comprensión de los mismos, haciendo prevalecer como importantes a unos más que a otros; tal es el caso del corazón.

Consideremos ahora, el escaso interés por parte de los estudiantes por conocer y comprender el funcionamiento de su propio cuerpo, es decir, que así se aborden los contenidos no haya una vivencia de su funcionamiento en el aprendizaje. En la vida cotidiana e inhabitual se arraigan procesos fisiológicos que a lo largo de la existencia del sujeto se han vuelto mecánicos, comunes e involuntarios dentro de la psique, pero que cuando es la clase de ciencias el lugar para aprender sobre los procesos como respiración, nutrición, circulación, excreción, entre otros., no se despierta el interés de esas preguntas del ¿por qué?

Como se afirma arriba, existen diversos procesos fisiológicos que culturalmente no tienden a ser reconocidos funcionalmente. Algunos de ellos, como el cambio homeostático cuando se realiza ejercicio y su recuperación luego del reposo, el

hambre y la compensación energética cuando se consumen alimentos, la temperatura corporal y el color de piel en diferentes ambientes, constituyen situaciones que no son de curiosidad por parte del estudiante, pese a que libros de texto y prácticas educativas de profesores los utilizan para el abordaje de estos fenómenos fisiológicos.

Es por ello por lo que considero, que la enseñanza del cuerpo humano es un reto complejo debido a que su estudio no se puede observar a simple vista, además, que algunas prácticas de laboratorio aíslan reacciones y procesos amplios para seguir privilegiando la fragmentación de procesos, sistemas y funciones. Los estudiantes al no poder observar a simple vista el funcionamiento de su cuerpo pese al esfuerzo de todos los recursos audiovisuales que existen actualmente para conocer y navegar por el cuerpo humano, pierden interés e inician las dificultades de comprensión, interrelación, explicación, significancia, etc.

Tal es el caso de la circulación, que, al ser enseñado de forma tradicional, quedan vacíos en las comprensiones que adquieren los estudiantes, esto lo he podido inferir al plantearle al estudiante preguntas como: ¿Qué significado tiene la circulación en el funcionamiento global del cuerpo?, ¿Por qué se encuentra organizado así y no de otra forma?, ¿Cómo es posible comprender la circulación si no es observable a simple vista?, ¿Cómo demostrar el movimiento de la sangre? ¿Cómo participan las sustancias en la circulación y si participan en otros fenómenos? ¿Por qué cambia de color la sangre? ¿Qué provoca que la sangre tenga direcciones? ¿Qué da lugar a la sístole y diástole? ¿Por qué el flujo sanguíneo forma un circuito?

Igualmente, he realizado otros trabajos en torno al movimiento de la sangre donde he encontrado estas dificultades de comprensión, las cuales permiten seguir indagando y cuestionando sobre este fenómeno. En un trabajo anterior titulado "Implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza del sistema

circulatorio; un aporte al cuidado de la salud en un grupo de estudiantes Sordos del grado 801 de una IED a través del Software T-BOARD” (Bello y Gamboa, 2019), se elaboró una propuesta de aula propicia para la enseñanza del sistema circulatorio a estudiantes Sordos, los cuales, al no ser oyentes requerían de actividades de impacto visual mediadas por las TIC para entender el funcionamiento de las estructuras. Sin embargo, se puede afirmar que quedan vacíos e inconsistencias en los aprendizajes que adquieren los estudiantes y que conllevan al maestro a seguir planteando preguntas sobre las formas de enseñanza, los lenguajes, los instrumentos que se utilizan, etc., que generen aprendizajes significativos frente al movimiento de la sangre.

En efecto, el ser y el que hacer del maestro, sus reflexiones, su conocimiento pedagógico, didáctico y disciplinar son fundamentales para asumir estos retos basados en la identificación y caracterización de dificultades, características del contexto y sistemas cognitivos dentro del aula, construyendo así, prácticas educativas alternativas frente a la enseñanza del cuerpo humano y que conlleven a la solución de los suficientes obstáculos que han surgido en las prácticas de los docentes de Ciencias.

En contraste, Valencia *et al.* (2003) afirma “Dicho ejercicio permite concebir la enseñanza de las ciencias como una dinámica que cobra sentido a partir de las complejas relaciones que se dan entre las imágenes de ciencia y conocimiento, la forma como se concibe la escuela y su papel en la sociedad y, las estrategias que se implementan en el aula para la construcción de explicaciones del mundo natural y social” (p.2).

Recapitulando, la circulación de la sangre se configura en este trabajo como un problema de conocimiento, considerados estos como herramientas pedagógicas que aportan elementos para la transformación de las prácticas de enseñanza y posicionando situaciones de estudio en problemas de conocimiento, en palabras

de un autor; implica trascender la mirada de la circulación como el desarrollo de contenidos, hacia su comprensión como un proceso que se construye a partir de unas intenciones iniciales que se concretan y transforman en el devenir de las prácticas escolares (Valencia *et al.*, 2003). Del mismo modo, que este problema de conocimiento hace pensar las ciencias y su enseñanza, en términos de actividad de la cultura, en donde lo que prima no es la reconstrucción de los corpus teórico-experimentales disciplinares, sino la generación de condiciones comunicativas y experienciales para la construcción de explicaciones..." (Valencia *et al.* 2003).

Finalmente, y desde esta perspectiva, la circulación de la sangre como problema de conocimiento configura la actividad que vivencia un grupo de estudiantes que comparten alrededor de una situación particular <Movimiento de la sangre>, donde hacen una continua construcción de criterios o elementos que permitan ir validando los desarrollos del grupo y a su vez crean un lenguaje propio que se expresa no sólo en el lenguaje articulado sino también en el gráfico (Valencia *et al.* 2003).

## **Reflexiones e influencia de la Maestría en Docencia de Las Ciencias**

### **Naturales**

Los lineamientos no dan por completo una guía para abordar el fenómeno de la circulación de la sangre. En el análisis anteriormente realizado, la circulación se encuentra de forma imprecisa dentro de las competencias y los aprendizajes, no existe como tal una directriz que aborde el fenómeno en su profundidad, caso contrario podría ser el de la nutrición dentro de los DBA, donde a partir del estudio de este fenómeno si se puede abordar aspectos sistémicos y fisiológicos con mayor profundidad. Por ejemplo, si el aprendizaje no fuera con el fenómeno de la nutrición sino con la circulación, podría ser algo así: "Comprende que en los seres humanos (y en muchos otros animales) la circulación involucra el funcionamiento

integrado de un conjunto de sistemas de órganos: digestivo, respiratorio y circulatorio”. Además, las evidencias de aprendizaje podrían estar orientadas a responder a las preguntas anteriormente planteadas; intentando profundizar en la fisiología de la circulación.

A pesar de ello, es el maestro el que a partir de las reflexiones de su práctica educativa puede realizar transformaciones dentro del aula. Si bien no hay lineamientos específicos para profundizar el fenómeno de la circulación de la sangre, este trabajo busca problematizarlo en sus componentes disciplinares, históricos, epistemológicos y pedagógicos para construir una propuesta alternativa sobre la circulación y los procesos que ocurren en esta al interior del cuerpo humano.

Del mismo modo, es la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales y sus espacios académicos los que permiten reflexionar en los aspectos de Ciencia, historia, epistemología, pedagogía y profundización; elementos que aportan en las reflexiones relacionadas con el rol del maestro en la escuela y en el aula, donde a través de sus vivencias transforma su pensamiento y sus prácticas de enseñanza. En el caso de la ciencia, constituir objetos de estudio desde lo histórico y lo epistemológico con el fin de problematizar fenómenos e intentar resolver las diversas controversias que suceden con el conocimiento científico, para así llevarlos al aula con propuestas alternativas que superen lo memorístico y lleven al estudiante a pensar de forma compleja sobre la Ciencia y sus contenidos disciplinares.

Asimismo, dar cuenta de la importancia de incorporar el carácter investigativo en las prácticas de enseñanza de las Ciencias Naturales, lo cual producirá elementos significativos de orden histórico y epistemológico frente al contenido que enseña, generando cambios en la forma de ver la ciencia en los estudiantes de educación básica.



Por otro lado, ser un sujeto que dentro de su práctica educativa identifique diferentes problemáticas y reflexione constantemente sobre las diversas alternativas con las que las puede abordar, tal es el caso de las relaciones que existen dentro del aula entre el conocimiento, los procesos cognitivos y sociales, las formas de enseñanza y aprendizaje, las herramientas metodológicas y otras experiencias que circulan en la escuela y que necesitan de un maestro idóneo, crítico y oportuno para la enseñanza de las Ciencias.

## DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En síntesis, a partir de las diversas imágenes y escasa comprensión del fenómeno en las explicaciones de los estudiantes, surge el interés de abordar la Circulación de la sangre desde una perspectiva fenomenológica que aporta en su configuración como un problema de conocimiento, en el cual, a través de elementos históricos, epistemológicos y pedagógicos pueda establecerse un esquema complejo y completo sobre la comprensión del fenómeno, para finalmente dar cuenta de la hipótesis:

***El estudio de la circulación de la sangre como problema de conocimiento aporta elementos para la comprensión del funcionamiento sistémico del cuerpo.***

En vista de lo anterior, es importante analizar, seleccionar y privilegiar aquellos elementos o componentes de la circulación de la sangre como objeto de estudio, para la construcción de la propuesta de enseñanza que se pretende en este trabajo, por tal razón, se han definido los siguientes ámbitos:

### Ámbitos de indagación

- ¿Cuáles elementos de la circulación de la sangre aportan en la construcción de explicaciones sobre el funcionamiento sistémico del cuerpo?
- ¿Qué aspectos del estudio de la circulación sanguínea la constituyen como un problema de conocimiento?
- ¿Cuáles son las cuestiones de la circulación que se pueden abordar al configurarla como un problema de conocimiento?
- ¿Cuáles son los elementos de orden teórico y experimental que permiten la configuración del modelo circulatorio de la sangre?

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar los aspectos de orden disciplinar, didáctico y pedagógico que aportan a la comprensión de la circulación de la sangre como problema de conocimiento.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Documentar aspectos de orden teórico y experimental de la circulación sanguínea y su aporte a la comprensión sistémica del cuerpo humano.

Diseñar, implementar y sistematizar una propuesta de aula acerca de la circulación de la sangre con estudiantes de grado séptimo.

## JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de las ciencias se ha configurado de forma tradicional y acabada dentro de las aulas de Clase, esto ha generado que el proceso de interacción entre maestro y estudiantes se limite solamente a la transmisión de conocimientos. Son las reflexiones, dificultades y tensiones que surgen en el aula, y las prácticas educativas frecuentes frente a un conocimiento en particular, lo que da cabida para cuestionar y plantear preguntas sobre la forma en la que se enseñan las Ciencias Naturales, y que, como consecuencia, se repiense la forma de actuar en el aula frente a la enseñanza de conocimientos particulares.

En efecto, las ciencias concebidas como una actividad cultural y permeadas de referentes epistemológicos, filosóficos, históricos, experimentales, entre otros., se convierten en un amplio campo que necesita de un maestro crítico que asigne dentro de sus prácticas de enseñanza un carácter investigativo frente a los diferentes problemas que plantee en torno a la enseñanza de las Ciencias Naturales. Para ello, son los ejercicios de documentación teórica los que aportan elementos para responder a las preguntas que se plantean en el aula frente a la enseñanza de las ciencias.

Por consiguiente, este trabajo de investigación es pertinente en la enseñanza de las ciencias porque busca generar otras perspectivas frente las prácticas educativas tradicionales que se han instituido en la escuela, de mismo modo, configurar el papel del maestro dentro del aula a través de constantes reflexiones, indagaciones y cuestionamientos frente al conocimiento que enseña y cómo lo hace, esto con el propósito de mejorar su desarrollo profesional y que lo lleve a innovar sus prácticas de enseñanza sobre los contenidos científicos a través de propuestas que estén acorde con las condiciones de los contextos.

De igual manera, este trabajo aporta elementos de orden pedagógico y didáctico para que los estudiantes tengan una mejor comprensión acerca del movimiento de la sangre por el cuerpo. Con el fin de generar cambios en las prácticas educativas frecuentes, se plantean situaciones que permitan desencadenar problemas frente a la circulación, y a partir de allí, colectivamente construir criterios y rutas explicativas que permitan comprensiones significativas frente al movimiento de la sangre y su relación con el funcionamiento sistémico del cuerpo.

En síntesis, este trabajo aporta elementos de orden epistemológico, filosófico y experimental para la enseñanza y comprensión de la circulación de la sangre. La profundización teórica aporta elementos que reconstruyen aspectos importantes para la enseñanza de la Circulación de la Sangre y teniendo en cuenta la caracterización e interpretación de contexto de un grupo de estudiantes, se construye una propuesta de aula orientada a comprender el movimiento de la sangre dentro del cuerpo, con el fin de aportar a las dificultades que se presentan en el aula frente a este fenómeno.

## PROCEDER METODOLÓGICO

El presente trabajo de profundización se desarrolló desde un enfoque cualitativo - interpretativo. Este tipo de investigación está “centrada en el conocimiento, la reflexión y el trabajo de cambio o de transformación de la realidad educativa y social a través de la participación directa” (Imbernón *et al.* 2002, p. 23).

De igual modo, “la investigación cualitativa implica un enfoque interpretativo, eso significa que los investigadores cualitativos estudian las cosas en su entorno natural intentando dar sentido a los fenómenos o interpretarlos desde el punto de vista de los significados que les dan las personas” (Denzin y Lincoln, 2011, p.48). Desde luego, en el momento en que se proyecta el inicio del trabajo, se inicia la construcción del “diseño” de estudio cualitativo. Lo anterior hace referencia a lo que menciona Sampieri (2014):

El término *diseño* adquiere otro significado, distinto al que posee dentro del enfoque cuantitativo, particularmente porque las investigaciones cualitativas están sujetas a las condiciones de cada contexto en particular. El diseño, al igual que la muestra, la recolección de los datos y el análisis, va surgiendo desde el planteamiento del problema hasta el trabajo de campo y, desde luego, sufre modificaciones, aun cuando es más bien una forma de enfocar el fenómeno de interés (p.470).

En cuanto a la forma de proceder en el desarrollo del trabajo, se realizaron dos acciones fundamentales. La primera, un ejercicio de profundización teórica que permitió la búsqueda y selección de información, tanto de orden disciplinar como pedagógico, aportando a la constitución de la circulación de la sangre como un objeto de estudio para la Biología.

Además, dicha profundización genera una serie de reflexiones producto del diálogo realizado con los autores, en los que se toma una postura crítica frente a lo que ellos afirman, por lo que, al documentar este trabajo en elementos de orden

histórico, filosófico, epistemológico y pedagógico, se organizan de una forma jerárquica donde se establecen los aspectos más fundamentales para la construcción del conocimiento relacionado con la circulación de la sangre y su enseñanza.

De este modo, la profundización teórica y el diálogo con los autores aportan a la construcción de un saber propio del maestro, lo cual permite configurarlo como un intelectual comprometido ética y políticamente con su quehacer, estos autores son Wright (2016) y Valencia *et al.* (2003) fundamentalmente.

La segunda acción de este trabajo, fue el ejercicio de diseño, implementación y sistematización de una propuesta alternativa para la enseñanza de la circulación en la Educación Básica, denominada *De recorridos y relaciones: Más que un viaje circular* la cual tuvo como principal referente y sentido orientador a los problemas de conocimiento.

La propuesta es recuperada y analizada a través del establecimiento de unas agrupaciones que dan cuenta de la construcción de conocimiento sistémico a partir del estudio de las estructuras, las sustancias y los recorridos relacionados con la circulación de la sangre, además, de la descripción que tiene la experiencia del estudiante y del maestro a lo largo de la intervención, de lo cual suscita reflexiones que configuran el rol que cada uno tiene en el aula.

Por consiguiente, el ejercicio de recuperación de la experiencia aporta elementos que permiten la producción de un discurso pedagógico en el que se ponen en juego aspectos como la perspectiva sistémica para el estudio del cuerpo humano, la transformación de los roles del maestro y del estudiante como sujetos de conocimiento, las formas de proceder en el aula; el papel de la observación, los modelos y las analogías en Biología, los recursos tecnológicos, entre otros. De esta manera, la propuesta se convierte en una alternativa y un referente que

contribuye a la transformación de las propias prácticas educativas y de las formas de comprender la escuela, el conocimiento, la ciencia y su enseñanza.

A continuación, se describen de forma más detallada las dos acciones con las que se consolidó este trabajo de profundización.

## **DOCUMENTACIÓN TEÓRICA Y DIÁLOGO CON LOS AUTORES**

La profundización teórica es uno de los pilares fundamentales del programa de Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, lo cual le asigna al maestro un carácter investigativo y de formación en los componentes de pedagogía, investigación, ciencias, historia y epistemología, que favorecen el desarrollo de actitudes críticas y acciones propositivas dentro del aula para llevar a cabo prácticas educativas alternativas.

De igual manera, es importante reflejar que la profundización teórica disciplinar y pedagógica enriquece las prácticas educativas del maestro, en particular las clases de Biología, debido a que se acerca de forma compleja y rigurosa a los fenómenos de estudio, provocando que, en el desarrollo de actividades con los estudiantes, se fomente construcciones profundas y explicaciones que den cuenta de la comprensión de los fenómenos.

En ese sentido, el análisis documental inicia con la indagación de documentos relacionados con las políticas públicas que estructuran el currículo en la escuela, tales como Los Derechos Básicos de Aprendizaje y los Estándares Básicos de Competencias. A partir de una lectura detallada y reflexiva, se reconoce y se le da importancia a las formas en las que se orienta la enseñanza de la circulación de la sangre en la educación básica.

Del mismo modo, se realiza una búsqueda y selección de literatura académica nacional e internacional relacionada con trabajos de grado de tipo maestría y



doctorado, en los que se destacan los trabajos de Galagovsky y Edelsztejn (2018), Barragán y Castellanos (2016), Guerrero (2015), Lorduy (2014), Mosquera (2012), los cuales ofrecieron elementos de contraste sobre las prácticas e imágenes de circulación de la sangre en la escuela, asimismo, estrategias metodológicas y didácticas, y reflexiones provenientes de los autores de acuerdo con poblaciones particulares.

Referente a la profundización teórica disciplinar, se estructura en 4 aspectos: el primero hace referencia a los aspectos de orden histórico que constituyen a la circulación de la sangre como un objeto de estudio, donde se realiza un análisis minucioso sobre la controversia entre la teoría humoral galénica y la idea revolucionaria de William Harvey que configura un movimiento circular de la sangre. Para tratar este aspecto se eligen autores como Wright (2016), Izaguirre y De Micheli (2005), Albarracín Teulón (2005), Lozoya (2001), entre otros. Cada uno de ellos, documenta diferentes elementos que permiten analizar y describir los aspectos pertinentes para este trabajo.

El segundo aspecto, está relacionado con los elementos de orden epistemológico que tuvieron relación con la teoría de William Harvey acerca del movimiento de la sangre. Para ello, autores como Bohórquez (2019), Benítez (2014), Barutta (2012), Kuhn (1996), Baraona (1992), entre otros., ofrecen diversos elementos sobre las incidencias que tuvieron diferentes corrientes de pensamiento a lo largo de la historia tanto para el propio Harvey como en el contexto de la época.

El tercer aspecto, concierne al origen y desarrollo de las prácticas experimentales vinculadas a la comprensión del movimiento de la sangre, en las que se describen las formas de proceder de Galeno y de Harvey en sus experimentos. Para ello, se destaca a este último, como el autor de un nuevo método experimental basado en la observación, que lo llevó a refutar todas las premisas de Galeno sobre la

circulación de la sangre. Para este apartado se seleccionaron autores como Romero (2007), De Micheli (2005), Escobar (2006), entre otros.

Finalmente, para el cuarto aspecto, se utiliza el tratado de Fisiología Médica de Guyton y Hall (2012), para describir el modelo actual de circulación de la sangre con todos aquellos elementos que han contribuido diferentes autores posteriores a Harvey, en los que se destaca el descubrimiento de componentes celulares y relaciones de la sangre con otros sistemas del cuerpo humano.

En cuanto a la profundización teórica pedagógica, se destaca en primera medida a Valencia *et al.* 2003, quienes conciben la enseñanza de las ciencias para la educación básica desde una perspectiva o enfoque denominado los **problemas de conocimiento (PC)**, el cual surge desde el grupo *Eco-Perspectivas* del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional. Dicha categoría, ofrece problematizar fenómenos de estudio y orientar su enseñanza a partir de diferentes criterios de actuación con el fin de promover una construcción de explicaciones que dé cuenta de las comprensiones de lo que se estudia.

De igual manera, son los problemas de conocimiento los que posibilitan el diseño de propuestas innovadoras, que pongan en juego alternativas didácticas y metodológicas, que permitan a los estudiantes vivenciar experiencias de construcción de conocimiento y a los maestros comprender los procesos pedagógicos implicados en dicha construcción (Valencia *et al.* 2003). Dicho esto, la intervención en el aula diseñada para este trabajo, se cimienta a partir de los referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos de los PC.

Finalmente, autores como Canguilhem (2009), Hacking (1996), Hanson (1977) y Candela (1991;1990), aportan suficientes elementos para problematizar la profundización disciplinar y llevarla al ámbito de la enseñanza, haciendo referencia en las formas de proceder del maestro dentro del aula. Aquí se destacan aspectos como la observación, la práctica de disección de órganos, la “vivisección” mediada

por realidad aumentada, la modelización y las analogías en la enseñanza de la Biología.

## **INTERVENCIÓN EN EL AULA: DISEÑO, IMPLEMENTACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN.**

Los referentes pedagógicos y los espacios de asesoría de la MDCN permitieron el diseño de una intervención en el aula titulada ***De recorridos y relaciones: Más que un viaje circular***, la cual se organizó en tres fases; la 1 y 2 compuesta de tres sesiones, y la 3 de dos sesiones, para un total de 8 sesiones en toda la intervención. Dichas fases, se fundamentan desde los referentes epistemológicos de los PC, que son; el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y social, y la complejización de las relaciones.

Estos criterios se utilizaron como referencia para el diseño de la intervención, sin embargo, fueron modificados para dar relevancia al papel de la experiencia en el proceso, en el sentido en que, la intervención en el aula permitiera estudiar y analizar el proceso de cambio que tiene la experiencia básica hasta la complejización de las explicaciones, por consiguiente, a continuación, se enuncian brevemente las fases que dan cuenta de lo mencionado.

*La fase 1. La experiencia básica: Problematizando el fenómeno*, tuvo como propósito problematizar el fenómeno de la circulación de la sangre a partir de una situación desencadenante proveniente de la cotidianidad de los estudiantes, lo que les permitió despertar intereses, preguntas y otros cuestionamientos frente al objeto de estudio. A partir de este momento, los estudiantes iniciaron la elaboración de unos mapas corporales en los que fueron consignando todas aquellas comprensiones que se iban a desarrollar a lo largo de la ruta.

En la *fase 2. Enriquecimiento de la experiencia: Documentación y montajes sobre la circulación de la sangre*, se llevaron a cabo diferentes actividades de orden teórico y experimental que le ofrecieran al estudiante una documentación y

profundización sobre el fenómeno de la circulación de la sangre. Aquí se tuvo en cuenta la práctica de disección de órganos de res y una práctica de “vivisección” a partir del recurso de realidad aumentada.

Finalmente, en la *fase 3. Enriquecimiento de las explicaciones*, los estudiantes consolidaron sus mapas corporales para socializarlos y elaboraron relatos en los que construyeron explicaciones frente al fenómeno de la circulación de la sangre, involucrando estructuras y sustancias que participan, y diferentes recorridos de la sangre a través de sistemas de órganos, dando cuenta de un funcionamiento sistémico del cuerpo.

Para cada una de las sesiones se aplicó un instrumento de recolección de la información (Guías), que, junto con los mapas corporales y los relatos, se utilizaron para realizar el proceso de recuperación de la experiencia.

La intervención fue implementada en un grupo de 9 estudiantes de 7° de una Institución Educativa del Municipio de Chía, la cual se desarrolló en las franjas de clase de la asignatura de Biología; 2 horas a la semana. El espacio de intervención fue el laboratorio de Biología, el cual fue condicionado para cada una de las sesiones según correspondiera con las actividades, además de que, se mantuvo una dinámica de aprendizaje constante en la que se visibilizó la circulación de la sangre como un fenómeno de estudio a partir de la cotidianidad.

Posteriormente, se llevó a cabo un ejercicio de sistematización, entendido como un proceso de recuperación de la experiencia, en el que se realizó una selección, lectura y análisis de los registros de los estudiantes y las experiencias vividas durante el proceso, con el fin de describir diferentes reflexiones frente a la experiencia de los estudiantes y del maestro, y de todo lo acontecido en el aula. Se entiende la sistematización como la expresa Jara (2009):

Cuando hablamos de la sistematización de experiencias, estamos hablando de procesos históricos en los que se van concatenando todos esos diferentes elementos, en un movimiento e interrelación permanentes, produciendo continuamente cambios y transformaciones en la medida que cada aspecto se constituye respecto al todo y el todo se redefine en su vinculación con cada aspecto (p.119)

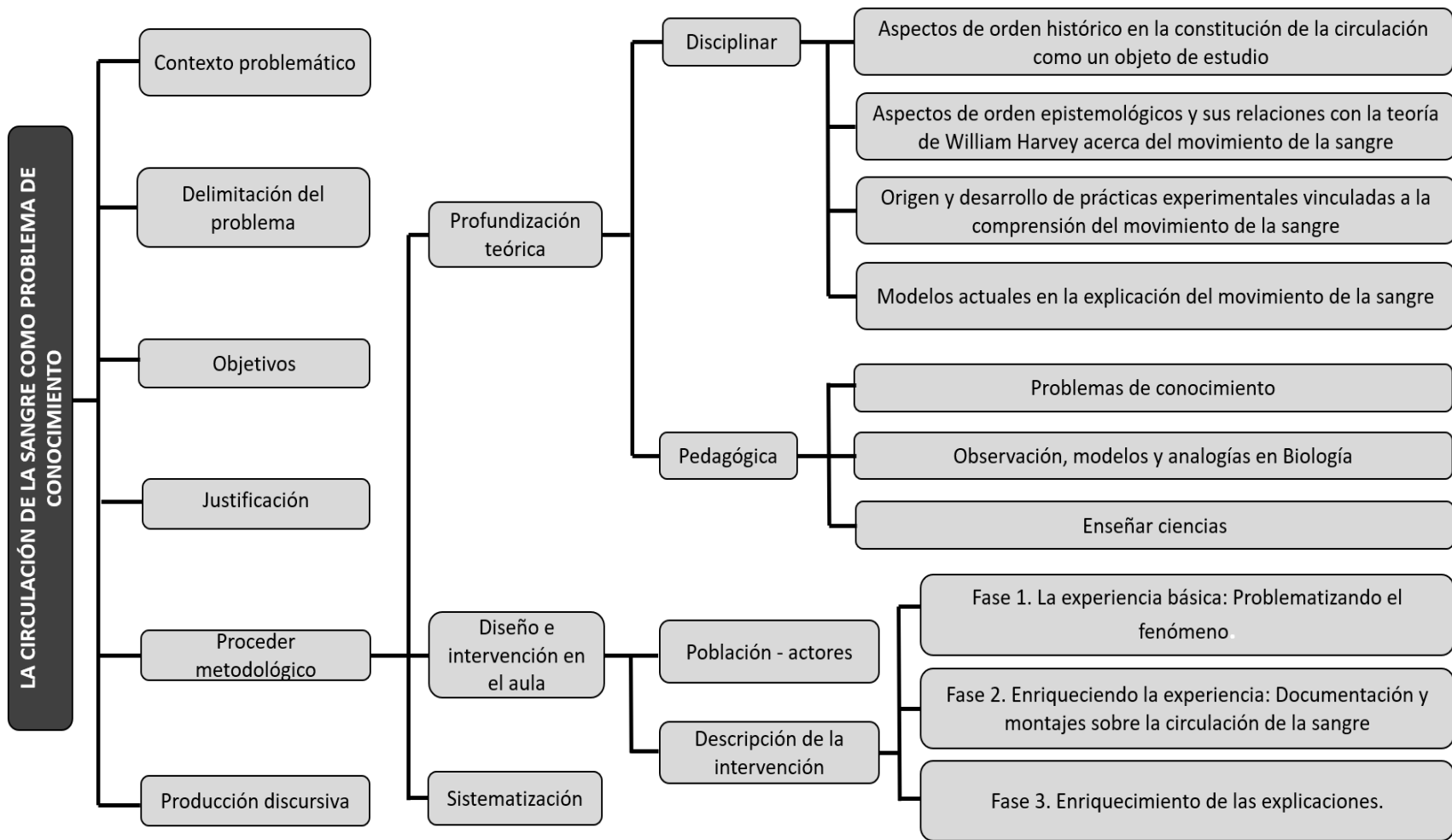
Luego de realizar la lectura de los registros y analizarlos, se procedió a formar agrupaciones relacionadas con las comprensiones que los estudiantes tuvieron frente a las estructuras, las sustancias y los recorridos, de allí, se dio cuenta de ciertas tendencias en cómo se fue concibiendo la circulación de la sangre a lo largo de las tres fases.

De igual manera, dichas agrupaciones se incluyeron en 3 etiquetas de organización, las cuales se predeterminaron con el mismo enunciado que las fases, ya que favorecía el estudio de la experiencia en los estudiantes a lo largo de la intervención relacionada con el fenómeno de la circulación de la sangre, igualmente, las comprensiones reflejadas en la construcción de explicaciones.

Después, se recogen todos aquellos elementos importantes a lo largo del trabajo; desde el inicio con el contexto problemático hasta la recuperación de la experiencia, para construir en apartado reflexivo titulado la producción discursiva. Aquí se consignan las reflexiones que subyacen del trabajo desde lo disciplinar, lo pedagógico, el rol del docente y los aportes del trabajo a la enseñanza de las Ciencias Naturales.

A modo de cierre, en el diagrama 1 se muestra la estructura de este trabajo; en el que se empezó por el contexto problemático, delimitación del problema, objetivos y justificación, los cuales precisan el origen, proyección y pertinencia, seguido, el proceder metodológico con las dos acciones descritas anteriormente y finalmente con la producción discursiva.

Figura 1. Proceder metodológico del trabajo de grado.



## **PROFUNDIZACIÓN TEÓRICA**

### **PROFUNDIZACIÓN DISCIPLINAR**

Es indispensable que el maestro dentro del carácter investigativo que asigna en sus prácticas de enseñanza involucre la documentación y profundización teórica del objeto de estudio a indagar, en particular, en los aspectos históricos y epistemológicos que lo consolidan como un problema de conocimiento relevante para la enseñanza de las Ciencias.

Por lo anterior, este capítulo tiene la intención de presentar un panorama histórico sobre la circulación de la sangre, a fin de profundizar en sus aspectos epistemológicos, filosóficos y experimentales que lo han convertido en este y otros trabajos como un objeto de estudio pertinente para la enseñanza de las ciencias.

### **ASPECTOS DE ORDEN HISTÓRICO EN LA CONSTITUCIÓN DE LA CIRCULACIÓN COMO UN OBJETO DE ESTUDIO**

En la actualidad se describe con amplitud el movimiento que tiene la sangre por el cuerpo, lo confirman los libros de texto y la propia medicina, se conoce a profundidad el funcionamiento del corazón, la composición de la sangre y su papel en los tejidos celulares, la comunidad científica también realiza estudios avanzados que permitan detener y sanar enfermedades, sin embargo, este tipo de conocimientos ya establecidos, fueron en algún momento de la historia descubiertos y discutidos por diferentes sujetos que se dedicaban al estudio de la anatomía.

De igual modo, algunas ideas que hoy se consideran ya erróneas, permanecieron durante siglos hasta ser reformuladas, lo cual generó diferentes críticas y polémicas en los contextos sociales, culturales y filosóficos, sin embargo, las ideas que se replantearon frente al movimiento de la sangre, abrieron paso al estudio de una ciencia y a la medicina moderna.

El conocimiento relacionado con el movimiento de la sangre y las nociones sobre las estructuras y las sustancias que participan, se pueden resaltar en tres momentos históricos: antes del siglo XVI con el sistema de ideas de Galeno de Pergamo (ca. 130-200 d.C.), de forma intermedia una serie de ideas que iniciaron la objeción contra la teoría de Galeno, descritas por Realdo Colombo (ca. 1515-1559) y Andrés Vesalio (1514-1564) y después, durante la Modernidad, donde tuvo lugar el desarrollo de la idea revolucionaria de William Harvey (1578-1657) sobre la circulación de la sangre.

### **Galeno y sus ideas acerca de la circulación de la sangre**

Galeno de Pergamo fue un destacado médico de la antigüedad (ca. 130-200 d.C.), reconocido por sus avances en anatomía y fisiología producto de la disección de animales vivos y muertos. “Su representación del cuerpo humano está basada en unos amplios conocimientos de la anatomía descriptiva de los órganos y estructuras, cuya visión dinámica procede de una observación fisiológica inmediata y de experiencias vivisectivas con animales” (Barona, 1991). Este tipo de proceder y ver el cuerpo humano, formó el pensamiento Galénico, fundado en establecer la función del órgano y su aspecto vital en el funcionamiento del cuerpo.

En otras palabras, Galeno suponía que había una relación entre la forma y el propósito de un órgano. “Cada órgano trabajaba de manera autónoma, atrayendo todo aquello que necesitaba para transformar las diversas sustancias del cuerpo. Estas sustancias se movían con lentitud dentro del cuerpo donde eran consumidas y remplazadas”



(Wright, 2016). Estas sustancias constituían los 4 humores<sup>6</sup> básicos del cuerpo -De allí el nombre teoría Humoral – Galénica- constituidos por la *Flema* producida por los pulmones, la *Bilis amarilla* (Colera<sup>7</sup>) proveniente de la vesícula, la *Bilis negra* (Melancolía) venía del Bazo y la *Sangre* procedente y elaborada en el Hígado.

En ese sentido, al estar la sangre situada en las ideas de Galeno, le permitió diseñar un modelo amplio sobre el movimiento de la sangre por el cuerpo. Este modelo tendría en cuenta las estructuras venas, arterias, hígado y corazón, funcionando de la siguiente forma:

El alimento luego de pasar por el estómago y el intestino donde sucede la cocción llega al hígado y se transforma en sangre (sangre primera), la cual es distribuida por las venas para convertirse en la periferia en sustancia viva, otra fracción de la sangre hepática es llevada al ventrículo derecho por la vena cava donde la porción más sutil de ella pasa el tabique interventricular por poros invisibles, y ya en el ventrículo izquierdo, por intermedio del calor innato, se transforma en sangre espirituosa, la cual combinada con aire es llevada por la aorta a todo el organismo. (Escobar, 2006, p. 201).

Este modelo sobre el movimiento de la sangre propuesto por Galeno se puede organizar de la siguiente forma:

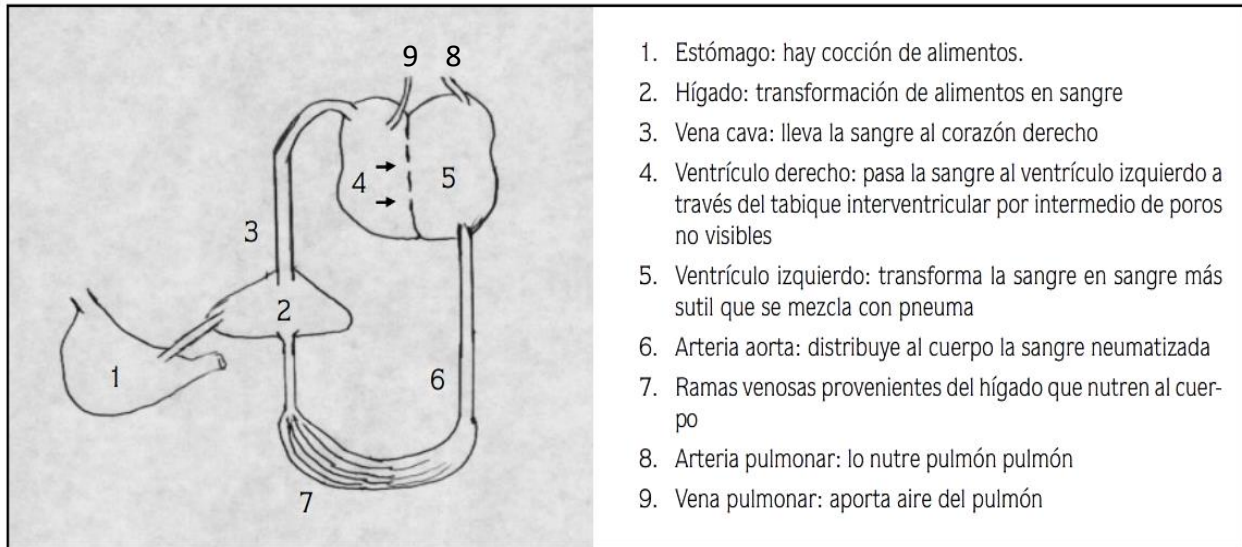
---

<sup>6</sup> Galeno toma de Aristóteles y de Hipócrates el concepto de Humor, que expresa plenamente el orden Biológico y separa el mundo viviente del mundo inorgánico (Izaguirre y De Micheli, 2005).

<sup>7</sup> Galeno argumentaba que el predominio de un Humor en particular determinaba el temperamento o “complexión” de un hombre, que podía ser melancólico, flemático, colérico o sanguíneo (Wright, 2016).

## Figura 2.

### Circulación por Galeno



*Nota.* Adaptado de “William Harvey: La circulación sanguínea y algunos de sus obstáculos epistemológicos” (p. 201), por C. Escobar, 2006, IATREIA / VOL 19/No.2.

Llama la atención, que, dentro del modelo vascular de Galeno sobre el movimiento de la sangre, existen dos sistemas independientes y paralelos, los cuales se diferenciaban por la separación de venas y arterias. El primer sistema, se encarga de la absorción del quilo proveniente del estómago por parte del hígado, la transformación de este en sangre y su distribución lenta por las venas a todas las extremidades del cuerpo, aunque, otra cantidad de sangre entraba al lado derecho del corazón a través de la vena cava. De acuerdo con la figura 1, este primer sistema correspondería a los numerales 1, 2, 7, 3 y 4.

Otro autor lo afirma así:

El hígado absorbía activamente el quilo del estómago. En el hígado, el quilo se transformaba en sangre violácea viscosa y se imbuía del espíritu natural que anima a todos los seres vivos. Desde el hígado la sangre nutritiva se distribuía lentamente por

las venas (de ahí su otro nombre, “Sangre venosa”) a las extremidades del cuerpo, tanto arriba como abajo del hígado, e incluso retornaba al estómago, para nutrir a todos los músculos y huesos. Cierta cantidad de sangre entraba en el lado derecho del corazón a través de la vena cava y otra parte continuaba su recorrido hacia arriba tras pasar por el corazón. (Wright, 2016, p. 70).

De lo anterior, se pueden destacar 4 aspectos particulares sobre el primer sistema; el color de la sangre, su mezcla con esencias vitales, la dirección de la sangre por las venas y el destino de la sangre luego de su salida por el hígado. Por un lado, Galeno identificó a través de sus prácticas de vivisección, que existían dos tipos de sangre dependiendo de su coloración, las cuales estaban atribuidas dependiendo de su mezcla con “*espíritus vitales*”. Para el caso de la sangre que se originaba en el hígado de color violáceo, esta se mezclaba con un espíritu natural *nutricio* que sería llevado a todos los rincones del cuerpo para nutrir la carne, en otras palabras, “Esta sangre contenía el *Pneuma nutricio* y terminaba su recorrido en cada una de las partes de la periferia, sin regresar al corazón” (Izaguirre y De Micheli, 2005, p. 89).

Se podría decir también, que dicha sangre tenía la capacidad de retornar de la periferia y volver al hígado o estómago para cumplir su función de nutrir órganos y huesos, lo anterior permite asimilar que dentro de la concepción que tenía Galeno sobre los vasos sanguíneos, no existía una dirección definida sobre el movimiento de la sangre, sino que el flujo podía cambiar de sentido. Se puede asumir hasta el momento que el movimiento de la sangre estipulado por Galeno no se configuraba en un circuito cerrado o circular.

En cuanto al segundo sistema, se hace partícipe el corazón. Una fracción proveniente del hígado llegaba al ventrículo derecho por la vena cava donde la porción más sutil de ella pasaba el tabique interventricular por poros invisibles hacia el ventrículo izquierdo, allí por intermedio del calor innato, se transforma en sangre espirituosa, la cual combinada con aire es llevada por la Aorta a todo el organismo (Escobar, 2006).

Sin embargo, la otra fracción que no cruzaba el tabique interventricular (o septo), viajaba hacia los pulmones por la vena arteriosa (la hoy denominada arteria pulmonar) y sus impurezas eran eliminadas a través de esos órganos por medio de la exhalación, ahora sí, el resto que si pasaba por los poros del tabique al ventrículo izquierdo, se mezclaba con el “espíritu vital” conocido como pneuma o “aliento divino”, que entraba en los pulmones como aire inhalado y viajaba al corazón por medio de la arteria venosa (hoy conocida como vena pulmonar) (Wright, 2016).

En efecto, es importante considerar la función que le atribuía Galeno al corazón. La sangre que ya se situaba en el ventrículo izquierdo sufría un proceso de cocción producido por el “Calor innato”, esto quiere decir que el corazón empezaba a funcionar como una especie de horno que cocinaba la sangre, hasta el punto de hacerla cambiar de color violeta a oscuro escarlata, cuando esta sangre se desbordaba en el lado izquierdo del corazón, entraba en la aorta, que lentamente distribuía el líquido por el cuerpo, en un movimiento de flujo y reflujo, finalmente, los espíritus “vitales” engendrados en el corazón y los espíritus “naturales” nutritivos formados en el hígado, se convertían en espíritus “animales” en el cerebro, lo que hacía al cuerpo humano animado, inteligente y espiritual (Wright, 2016, pp.71-72).

En síntesis, se pueden considerar 5 elementos de discusión sobre el modelo de circulación de Galeno, que generaron controversia para algunos anatomistas y para el mismo Harvey. El primero; que la sangre no tiene un movimiento circular, sino que al producirse viaja hacia brazos y piernas, el segundo, la producción de sangre en el hígado a partir del consumo de alimentos, el tercero, la generación de calor innato a través de la cocción de la sangre en el corazón, el cuarto; el tabique interventricular o septo que pasaba sangre del ventrículo derecho al izquierdo, y el quinto; la unidireccionalidad de la sangre por los vasos sanguíneos.

Estos elementos, fueron claves para que William Harvey y anatomistas anteriores a él cuestionaran el movimiento de la sangre por el cuerpo. Como veremos más adelante,

Harvey se encargaría de reconstruir todo el modelo de Galeno hacia un modelo circular, con el que refutó cada uno de estos elementos en cuestión a partir de la observación y la experimentación.

Para Harvey, el hígado ya no se constituiría como un órgano productor de sangre y tampoco el corazón como un horno, sino que les atribuiría otras funciones dentro de su modelo de circulación, además, eliminaría por completo la existencia del septo y describiría un nuevo recorrido de la sangre por todo el cuerpo a través de los vasos sanguíneos.

Por último, estos elementos de discusión que surgen del análisis del modelo de Galeno, se constituyen en puntos de reflexión importantes para situar a la circulación de la sangre como un objeto de estudio, en la medida en que fueron unas ideas y condiciones de las que William Harvey tuvo en cuenta para el desarrollo de su idea y en las que son referentes para indagar si de algún modo circulan en la escuela.

### **La idea revolucionaria de William Harvey**

Para abrir paso a la medicina moderna con el descubrimiento revolucionario de William Harvey, quiero compartir un fragmento de su libro. Después de 14 siglos de tradición Galénica, Harvey comienza el capítulo VIII<sup>8</sup> de su libro (*Exercitatio anatómica motu cordis et sanguinis in animalibus*. Traducción. Ejercitación anatómica sobre el movimiento del corazón y de la sangre en los animales) así:

Después de considerar muchas veces y con gran atención, y de dar vueltas en mi mente durante mucho tiempo a la cuestión de la cantidad de sangre, fundamentándome ya en experiencias de disección de seres vivos y de apertura de las arterias con toda

---

<sup>8</sup> Cap. VIII: De la cantidad de sangre que pasa por el corazón de las venas a las arterias y del movimiento circular de la sangre. Ejercitación anatómica sobre el movimiento del corazón y de la sangre en los animales. Edición 1628. (Albarracín, 2001).

clase de investigaciones, ya en la simetría y tamaño de los ventrículos del corazón y de sus vasos de entrada y de salida (puesto que la naturaleza, que no hace nada en vano, no puede haber dado en vano a estos vasos un tamaño proporcionalmente grande), ya en el mecanismo armonioso y diligente de las válvulas y fibras y de todo el resto de la estructura del corazón, ya en otras consideraciones y advirtiéndome que no podía darse la cantidad necesaria del jugo de alimento ingerido para que nuestras venas no quedaran vacías, completamente exhaustas y que, por otra parte, nuestras arterias reventarían a consecuencia de la entrada excesiva de sangre si una parte de ella no volvía de nuevo de las arterias a las venas y al ventrículo derecho del corazón, empecé a pensar en mi interior si la sangre no tendría un movimiento como en círculo, y hallé después que ese movimiento es verdadero, y que la sangre es arrojada del corazón e impelida a la periferia y a todas las partes del cuerpo a través de las arterias por el pulso del ventrículo izquierdo del corazón, de la misma manera que lo es a los pulmones, a través de la vena arteriosa, por la pulsación del ventrículo derecho (Albarracín, 2001, p. 56-57)

Llama la atención en las palabras de Harvey, el papel que jugó las prácticas de experimentación en el fundamento de su idea y el reconocimiento riguroso de varias estructuras dentro de su modelo, las cuales son descritas de forma precisa y estableciendo relaciones entre ellas, lo que le permite afirmar que el movimiento de la sangre es en círculo y que es verdadero.

Antes de abordar la idea revolucionaria que William Harvey propuso sobre el movimiento de la sangre, es importante destacar las discrepancias que fueron encontrando otros anatomistas sobre el modelo de Galeno. Uno de ellos es Andrés Vesalio (1514-1564), quien describió una nueva concepción arquitectónica sobre el cuerpo humano, publicada en su máxima obra *De humani corporis fabrica*.

A partir de disecciones, Vesalio pudo encontrar errores que había descrito Galeno en su trazo del cuerpo humano. Vesalio quiso comprobar personalmente en disecciones el legado de Galeno y se dio cuenta de la existencia de muchos errores lo cual lo condujo a abandonar toda enseñanza Galénica y a impartir conocimientos basados en sus propias disecciones y apreciaciones (Gamarra, 2018). Las correcciones que realizó fueron más de 200, pero las que concierne al movimiento de la sangre fue una en particular; el tabique interventricular.

En la segunda edición de la fábrica (1555) Vesalio afirma:

Al considerar la estructura del corazón –Observaba- he hecho que mis palabras coincidan en su mayoría con las enseñanzas de Galeno: no porque piense que estas guardan armonía en todos los aspectos con la verdad, sino porque aun desconfío de mí mismo [...] Sin embargo, el septo del corazón es más grueso, denso y compacto como el resto del corazón. Luego entonces, desconozco cómo es que aun la más pequeñas de las partículas puede transferirse [a través de él] (Wright, 2016, p. 78).

En consecuencia, las correcciones que realizó sobre las descripciones de Galeno, generaron controversias y oposiciones por parte de diferentes médicos de la época, los cuales eran Galénicos Ortodoxos. De igual modo, otros anatomistas como Realdo Colombo (ca. 1515-1559), discípulo de Vesalio, reescribió y amplió la crítica de Vesalio a Galeno sobre el Septo de manera contundente “Entre los ventrículos del corazón - Observaba- está el septo, en el que casi todos piensan que hay una vía abierta para el paso de la sangre [...] Pero quienes así opinan están muy errados” (Wright, 2016, p.169).

En efecto, la doctrina médica Galénica y el pensamiento de la época se convertían en una dificultad para describir nuevas observaciones, sin embargo, la ruptura de esta doctrina la generó William Harvey con su revolucionario descubrimiento sobre la circulación de la sangre. Para entender un poco mejor la incidencia del descubrimiento y el carácter revolucionario que aquí se le atribuye, es relevante tener en cuenta lo que afirma Escobar (2006):

Aun cuando en apariencia la ruptura con la mentalidad de un tiempo parezca una tarea menor, ella es precisamente la principal dificultad en el orden epistemológico de quien afronta la tarea de conocer. Cualquier época, incluyendo la presente, posee unas doctrinas, autoridades, actitudes y estilos de pensamiento que dificultan la generación de nuevos conocimientos (p. 200).

Por consiguiente, las ideas de William Harvey marcaron el punto de partida definitivo de una ciencia clásica a una ciencia moderna, donde utilizó métodos experimentales propios y argumentos cuantitativos a partir de sus observaciones. Para abordar el movimiento de la sangre descrito por Harvey, se propone analizar algunas descripciones que él realizó en contraste con las ideas de Galeno y otros anatomistas que influyeron.

Las ideas sobre el movimiento de la sangre de Harvey, subyacen del análisis sobre el modelo de Galeno, por lo tanto, se tratará de describir las rupturas y concepciones entre los dos anatomistas frente al corazón, los vasos sanguíneos, el tabique y el movimiento de la sangre.

En primer lugar, acerca de la sanguificación, Galeno sostenía que la sangre se producía de forma continua en el hígado luego del consumo de alimentos, y que, después sería consumida por los órganos y rincones del cuerpo. Para Harvey, esta idea era desconcertante, debido a que, en sus experimentos de cuantificación de sangre, infería que el hígado pudiera producir tanta sangre; tampoco le parecía posible que el hombre consumiera la cantidad de alimento necesaria (de acuerdo con la teoría galénica) para generar tan vasto volumen (Wright, 2016).

A saber, Harvey ofreció una demostración de cálculo matemático, suponiendo en cada contracción el corazón expulsa unos seis gramos de sangre; cada media hora late unas dos mil veces, lapso temporal en el que han salido de la víscera 12 kilogramos, cantidad infinitamente superior a la sangre que el hígado puede haber formado a partir de los alimentos (Albarracín, 2001).

La ruptura de esta idea Galénica, demostrada en diversos experimentos por Harvey, destruía una idea fundamental de la teoría de Galeno, la cual era la génesis de la sangre, que posteriormente se distribuía por atracción de cada órgano en flujo por los



vasos. La incongruencia de la sanguificación, le dio paso a Harvey para cuestionar la salida de sangre del corazón y su retorno, en un movimiento de tipo circular.

Por consiguiente, el corazón debía tener un movimiento en particular que era observado por Harvey en sus vivisecciones. Al observar que había una discrepancia en las cantidades de sangre en relación con las ideas de Galeno, estableció que había unos movimientos activos y pasivos en la entrada y salida de la sangre por las venas y arterias; siendo la sístole (Contracción) la fase activa y diástole (Dilatación) la fase de relajación<sup>9</sup>.

En otras palabras, Harvey demuestra que:

El movimiento de la sangre es la suma de dos hechos: Una nueva contracción seguida de una relajación, y que a continuación sigue una nueva contracción para dar inicio a una relajación y que ese *Ciclo* de eventos configura la función del corazón de bombear sangre en forma tal que genera pulsaciones en las arterias (Lozoya, 2001, p.25).

Hay que decir también, que, si la sístole es la fase activa y expulsa sangre con fuerza fuera del corazón, no hay cabida para la idea del tabique interventricular propuesto por Galeno. Antes de Harvey, con las ideas de Vesalio y Realdo Colombo, ya se daba por hecho la inexistencia de poros diminutos entre los ventrículos, sin embargo, a través de un experimento de llenado de agua en el ventrículo derecho, afirmó “A de mía - Concluyó- que no hay poros, ni tampoco puede demostrarse que los haya” (Wright, 2016, p. 183).

---

<sup>9</sup> Harvey afirmó definitivamente los movimientos activos y pasivos del corazón a raíz de anatomizar diversos animales, entre ellos, sapos, cangrejos, camarones, peces, tortugas, serpientes, aves, conejos y perros. Experimentó también con anguilas. Sujeto una serpetante anguila sobre la mesa, la ató de los extremos y la rebano por la mitad para dejar el corazón a la vista. Después sacó el órgano con un cuchillo sin filo, mientras el pez descorazonado se sacudía violentamente antes de morir. El corazón sin cuerpo siguió latiendo por unos segundos sobre la mesa; de nuevo, parecía volverse más chico, estrecho y pálido en contracción. Harvey cortó el órgano en pedacitos y miró, embelesado, cómo cada segmento seguía latiendo con el mismo ritmo y movimiento. Lo que observó lo persuadió de que el corazón era en realidad un músculo cuya fase activa era la contracción, no la dilatación como había sostenido Galeno (Wright, 2016).

Por otra parte, una vez establecidos los movimientos del corazón, Harvey se ocuparía de las arterias y las venas. En el caso de las arterias, notó que se expandían por el movimiento de contracción del corazón, “Estos vasos parecían dilatarse en el momento de la contracción, impelidos por el corazón, y no de forma espontánea, como Galeno había sugerido” (Wright, 2016). A su vez, a través de experimentos donde observaba el ensanchamiento de las arterias cuando el corazón estaba en su movimiento activo, concluyó que esta era la causa del pulso arterial.

En otras palabras, Lozoya (2001) afirma:

... el llenado de las arterias se verifica en el mismo momento que la sístole del corazón, y que si las arterias se llenan y distienden es porque la contracción de los ventrículos introduce en ellas la sangre. En suma, el pulso de las arterias se produce por efecto del impulso que es dado a la sangre desde el ventrículo izquierdo (p. 43).

Este descubrimiento, demostraba otra revolucionaria idea, que a diferencia de Galeno quien afirmaba que el corazón depositaba solo una pequeña cantidad de sangre en las arterias en un movimiento de flujo y reflujo<sup>10</sup>, Para Harvey las arterias significaban la vía por donde velozmente salía la sangre impulsada por el bombeo del corazón hacia todo el cuerpo. Además, se dejaba claro que las arterias sacaban la sangre del corazón, es decir, la sangre se movía por las arterias en una sola dirección; hacia afuera del corazón.

Para el caso de las venas, Harvey centró sus experimentos teniendo en cuenta las pruebas y descripciones que había realizado su profesor Fabricio sobre un tipo de “puertas” (Válvulas), pero donde concluyó aspectos diferentes. Estas puertas contenían

---

<sup>10</sup> Otro aspecto relevante sobre las arterias en la teoría Galénica, es su importancia en el transporte del espíritu vital. “La arteria es un cuerpo Hueco que consta de una doble membrana. Que proporciona el espíritu vital: recibe el aire puro en la sístole y expulsa las escorias en la diástole, al introducir aire puro refrigera el corazón y el calor innato” (Escobar, 2006) citando a GALENO. Obras de. Op. Cit. p. 34.

la sangre sin hacerla fluir en la dirección de las arterias, sino por el contrario en un retorno. En efecto, Fabricio concluyó:

Mi teoría es que la naturaleza ha formado las puertecitas para demorar el paso de la sangre y evitar que toda su masa se agolpe en los pies, o las manos y los dedos, y se acumule ahí. De tal suerte que las puertecitas están hechas a fin de asegurar una buena distribución general de la sangre para la nutrición de las diversas partes (Wright, 2016, p. 201).

De lo anterior, se puede inferir que la idea de Fabricio se encontraba dentro de la visión Galénica, sin embargo, con los mismos experimentos que realizó Harvey, concluyó algo distinto. Las Puertas funcionan como válvulas y están hechas para que la sangre no se mueva sino en una dirección, hacia el centro del cuerpo, cuando proviene de los extremos, ya que tal movimiento abre fácilmente las válvulas y el movimiento contrario las cierra, además, de que por eso no pulsan (Lozoya, 2001).

Ante esta interpretación del retorno de la sangre y que no fluyera hacía abajo, Harvey solo podía pensar que la sangre volvía al lugar donde fue expulsada, convenciéndose del todo de un movimiento circular de la sangre. En palabras de Wright (2016) sobre las válvulas:

Si no se limitaban a impedir el flujo descendente de la sangre “desde las grandes venas hacia las pequeñas, o desde el centro del cuerpo hacia las extremidades”, sino que facilitaban activamente su movimiento ascendente entonces su propósito central podría ser propiciar el paso de la sangre “de las extremidades de regreso al centro”, es decir, al corazón (p. 203).

Indiscutiblemente, hay que resaltar la originalidad de Harvey, que al haber practicado los mismos experimentos que otros habían realizado con los mismos instrumentos, propuso una idea diferente; revolucionaria. El trabajo de Harvey representa una transformación epistemológica de la anatomía y la fisiología, a diferencia de Galeno, el movimiento de la sangre se daba en un sistema cerrado, trazado por dos circuitos; uno a través de los pulmones y otro a través del cuerpo, sin embargo, también se puede

formular desde una perspectiva sistémica que partiendo desde el ventrículo izquierdo, a través de la arteria aorta y de las arterias periféricas regresa al corazón por su aurícula derecha a través de las venas cavas (Baraona, 1991).

Una vez que, Harvey demostró que la cantidad de sangre que pasa de la vena cava al corazón y a las arterias es muy superior a la cantidad de alimento ingerido, y que en los miembros la sangre afluye por las arterias y refluye por las venas en cantidad muy superior a la necesaria por su nutrición, y que la sangre vuelve al corazón por las venas, concluye en el capítulo XIV<sup>11</sup> de su libro:

Ha quedado demostrado, tanto racional como experimentalmente, que la sangre atraviesa los pulmones y el corazón merced al pulso de los ventrículos, siendo impelida y lanzada a todo el cuerpo; allí se introduce en las venas y en las porosidades de la carne, y a través de las mismas venas vuelve de toda la periferia al centro, pasando de las pequeñas a las mayores, y de éstas a la vena cava, hasta llegar por fin a la aurícula del corazón, y en tan gran cantidad, con tanto flujo y reflujo del centro por las arterias a la periferia, y de esta por las venas a aquel, que no puede ser suministrada por los alimentos recibidos, y en una abundancia mucho mayor sin duda de la que sería suficiente para la nutrición; es, pues necesario concluir que la sangre describe en los animales un movimiento circular, y que está en perpetuo movimiento, consistiendo en esto la acción o función del corazón, que la lleva a cabo mediante su pulso, y siendo esta función causa única del movimiento y pulso del corazón (Albarracín, 2011, p. 71)

Se podría objetar que, en la teoría de Harvey sobre el movimiento circular de la sangre, hubo dos aspectos que no pudo demostrar, el primero; que la sangre se oxigenaba en su paso por los pulmones, y el segundo; que la sangre pasaba de las arterias a las venas a través de unos vasos llamados capilares. En cuanto a ambos, los instrumentos de la época no permitieron que pudiera ahondar o determinar el intercambio de gases o el medio interno a donde llegan los capilares. Frente a estos últimos, vinieron a ser

---

<sup>11</sup> Cap. XIV: Conclusión de la demostración de la circulación de la sangre. Ejercitación anatómica sobre el movimiento del corazón y de la sangre en los animales. Edición 1628. (Albarracín, 2001).

descubiertos por Marcello Malpighi (1628 – 1694)<sup>12</sup>, descubrimiento que cerraba por completo el modelo de circulación de la sangre de William Harvey.

Finalmente, la teoría de Harvey que fue polémica para los Galenistas de la época, sentó una base teórica amplia que se basó a partir de un método experimental descriptivo, dando referencia a otros pensadores para ver la ciencia desde una perspectiva moderna.

A continuación, en la tabla 1 y 2, se recogen algunos elementos entre Galeno y Harvey sobre los modelos que cada uno propuso, haciendo énfasis comparativo en la función que se le atribuía a las estructuras y su participación dentro del movimiento de la sangre.

---

<sup>12</sup> Se atribuye a Marcello Malpighi (1628 – 1694) haber descubierto el flujo sanguíneo capilar en 1661 (Murillo, 2019).

Tabla 1.

**Cuadro comparativo entre Harvey y Galeno frente a las ideas sobre la estructura del corazón.**

ASPECTO	GALENO 130 – 200 D.C Roma	HARVEY 1578-1657 Londres
<b>ESTRUCTURAS QUE PARTICIPAN EN EL MOVIMIENTO DE LA SANGRE</b>	<b>CORAZÓN</b>	
	<p><b>Funcionamiento:</b></p> <p>Órgano crucial que distribuye los humores y espíritus dentro del cuerpo.</p> <p>Funcionaba como fuelles, expandiéndose para atraer el aire impregnado de pneuma desde los pulmones, y luego contrayéndose para expulsar las impurezas a través de ellos.</p> <p>Músculo que se movía en un ciclo de relajación – Contracción (Sístole) Pasiva y Expansión (Diástole) Parte activa.</p> <p>Lado izquierdo como Horno: Hierve la sangre a partir del calor Innato.</p> <p>Se dividía en dos secciones: ventrículo izquierdo y derecho. Cada lado se separaba por una pared muscular porosa (SEPTO O TABIQUE INTERVENTRICULAR).</p> <p><b>Otras características:</b></p> <p>El órgano necesitaba aire por dos motivos: le hacía falta el pneuma y debía mantenerse fresco.</p> <p>El corazón no regulaba el flujo de sangre en el cuerpo, sino que dicho flujo estaba determinado por el poder de atracción de cada órgano.</p>	<p><b>Funcionamiento:</b></p> <p>Es el órgano más importante en el lugar más importante. Es de temperamento caliente porque está lleno de sangre.</p> <p>Funcionaba como una bomba, impulsa sangre a todo el cuerpo proveniente de los pulmones, y recibía sangre del cuerpo para llevarla a los pulmones.</p> <p>Músculo que se movía en un ciclo de contracción (Sístole) Fase Activa y relajación (Diástole) Fase pasiva.</p> <p>No hay Calor innato</p> <p>Se dividía en dos secciones: Ventrículo izquierdo y derecho. SIN SEPTO O TABIQUE</p> <p><b>Otras características:</b></p> <p>Las válvulas del corazón funcionaban como “Chasqueadores”. Como en los fuelles hidráulicos o de neumáticos que permiten que la sangre no retorne al corazón cuando va de salida.</p>

*Nota.* Esta tabla muestra las diferencias y semejanzas que tenían Galeno y Harvey sobre las características y concepciones acerca del corazón.

**Tabla 2.**

*Cuadro comparativo entre Harvey y Galeno frente a las ideas sobre la estructura de los vasos sanguíneos.*

ASPECTO	GALENO 130 – 200 D.C Roma	HARVEY 1578-1657 Londres
<b>VASOS SANGUÍNEOS</b>		
	<p><b>Arterias:</b> Gruesas y capaces de palpar, sangre roja. Artería pulmonar denominada como vena arteriosa.</p> <p><b>Venas:</b> Menos gruesas y violáceas. La sangre fluía lentamente hacia adelante y hacia atrás. <b>Los órganos atraían la sangre hacia si y la consumían.</b> Vena pulmonar denominada arteria venosa.</p> <p>Arterias y venas llevaban sangre a los órganos para nutrirse. No había retorno.</p> <p>No hay Capilares</p> <p><b>Sangre:</b> Líquido formado a partir de los alimentos. Tiene la capacidad de mezclarse con aires vitales. En el esquema de Galeno había una sangre con impurezas (Sangre venosa) y una vivificada (Sangre arterial).</p>	<p><b>Arterias:</b> Su dilatación se refiere al momento de contracción expelido por el corazón. No de forma espontánea como lo afirmaba Galeno.</p> <p><b>Venas:</b> Direccionalidad diferente a la de Galeno. Se devuelve la sangre al corazón. Complemento a Fabricio: Las puertecitas son válvulas que propician el flujo de retorno.</p> <p>Las arterias nutrían de sangre a todos los órganos y las venas recogían esa misma sangre para llevarla de regreso al corazón.</p> <p>No hay capilares</p> <p><b>Sangre:</b> Líquido que circula por el cuerpo a partir del impulso provocado por el corazón. Sangre vivificada (Sangre arterial) sangre con impureza (Sangre venosa).</p>

*Nota.* Esta tabla muestra las diferencias y semejanzas que tenían Galeno y Harvey sobre las características y concepciones acerca de los vasos sanguíneos.

## **ASPECTOS DE ORDEN EPISTEMOLÓGICO Y SUS RELACIONES CON LA TEORÍA DE WILLIAM HARVEY ACERCA DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE**

### **La Filosofía naturalista**

Durante siglos el estudio de la naturaleza estuvo fundamentado e inclinado por las ideas, herramientas y filosofía del griego del siglo IV a. c., Aristóteles. La lógica aristotélica y el método de las 4 causas fueron los métodos que propuso el filósofo griego para entender la naturaleza, adquirir conocimiento y explicarse completamente.

Por un lado, el método de la lógica consistía en formular proposiciones mediante un silogismo, estos empiezan por una premisa mayor universal, continúan con una premisa menor y rematan con una conclusión:

Todos los hombres son mortales.  
Sócrates era un hombre.  
Por lo tanto. Sócrates era mortal.

Así, diferentes aristotélicos, aprendieron a ordenar sus pensamientos de acuerdo con estos saltos de lógica, entendiendo que solo tenían validez filosófica las conclusiones a las que se llegaba por medio de silogismos (Wright, 2016). En ese sentido, podemos afirmar que los filósofos que se dedicaban al estudio de la naturaleza y de las cosas, utilizaban un método completamente teórico para buscar la verdad, incluyendo, además, aspectos metafísicos (vitalistas).

Por otro lado, tanto Galeno como en parte Harvey, utilizaron el método de las 4 causas para explicar la naturaleza del cuerpo humano, estas ideas se encuentran marcadas de forma implícita y explícita dentro de sus obras. Ambos médicos, dentro de sus investigaciones recurrieron a las ideas aristotélicas sobre las causas para responder a los fenómenos de la naturaleza y a cómo se encontraba organizada.

Según Barutta (2012) Aristóteles y muchos otros de los filósofos antiguos “creen que hay un orden fijado por la naturaleza, y que cada entidad que puebla al mundo está destinada a ocupar un lugar específico en este ordenamiento. Todo esto, además, está determinado por la naturaleza propia de cada entidad” (p. 77). En ese sentido, Aristóteles propone un método de clasificación de las cosas, denominado “las 4 causas”:

La “causa material” tenía que ver con la sustancia de que estaba hecho un objeto (por ejemplo, una silla está hecha de madera); la “causa eficiente” se centraba en su acción y la agencia que daba lugar a su movimiento (por ejemplo, una pelota se mueve porque alguien la pateó); la “causa final” era su propósito último (por ejemplo, una bellota crece porque quiere ser un árbol) y la “causa formal” se refería al tipo de cosa de que se trataba (por ejemplo, la reina Isabel era una mujer” (Wright, 2016, pp. 55-56).



En efecto, los objetos y las cosas solo podían existir si se podían explicar a partir de las 4 causas, especialmente en identificar los propósitos o el “porqué” (causa final) de los fenómenos, inclusive del cuerpo humano. En particular, “Galeno sostenía que había una íntima conexión entre la estructura, el propósito y el funcionamiento de un órgano” (Wright, 2016), así, los 4 humores (flema, bilis amarilla, bilis negra y sangre) producidas por diferentes órganos determinaban los temperamentos del hombre; melancólico, flemático, sanguíneo o colérico.

Del mismo modo, en la Universidad de Padua, lugar donde estudio Harvey, se versó por completo en las obras de Aristóteles<sup>13</sup> y de Galeno, las cuales tuvieron incidencia en las explicaciones que realizó sobre su descubrimiento de la circulación de la sangre. Harvey fue Aristotélico desde la concepción con la que vio las estructuras del cuerpo humano y el movimiento circular de la sangre en el cuerpo, por ejemplo, frente al corazón afirmaba: “El corazón de las criaturas es el fundamento de la vida, el príncipe de todo, el sol de su microcosmos, del que depende toda la vegetación, del que emana todo el vigor y la fuerza” (Wright, 2016, p.233).

De la afirmación anterior, Harvey explica el corazón desde la “causa formal” aristotélica, debido a que le atribuía una esencia a su existencia, además, que lo consideró metafóricamente más importante con el resto de los demás órganos y como el punto clave y fundamental de la vida. Frente al funcionamiento, afirmó:

El movimiento de la sangre nutre, da calor y vigoriza todas las partes, al llevarles sangre más caliente, más perfecta, más vaporosa y espirituosa y aún diría yo, más aumentativa. En las partes (órganos) sucede lo contrario: la sangre se enfría, se espesa, y por decirlo así, tiene que volver al principio, o sea al corazón, al cual regresa como a la fuente u hogar del cuerpo, para recuperarse. Allí, por el calor natural, potente cuanto impetuoso tesoro de vida, vuelve a licuarse y a preñarse de espíritus para volver a ser distribuida (Harvey, 1628, p.157 citado en Barragán y Castellanos, 2016, p. 17).

---

<sup>13</sup> El plan de estudios Paduano se basaba en gran medida en las obras de Aristóteles, por lo que casi en la mitad de todas las lecciones se leían y glosaban los escritos del filósofo griego. Aristóteles había sido siempre la figura suprema de la Universidad. Wright. T. 2016. La Circulación de la Sangre La idea revolucionaria de William Harvey.

De acuerdo con esto, Harvey pensaba que el propósito o “causa final” del corazón era llevar la sangre y sus espíritus a todos los rincones del cuerpo, igualmente, cuando regresara y volviera a impregnarse de los mismos, volvería a ser distribuida, formando así una circulación incesante. En concordancia con lo anterior, sobre la sangre concluyó:

La sangre no se ha de llamar la parte primigenia y principal sólo porque con ella se origine el principio de movimiento y del pulso, sino también porque en ella es donde primero nace el calor animal, se engendra en el espíritu vital y se asienta en la misma alma. Porque donde quiera que se halle el instrumento inmediato y principal de la facultad vegetativa, allí es verosímil que se encuentre también principalmente el alma, y de allí deriva su origen, ya que no puede separarse del espíritu y del cálido innato. (Albarracín, 2001, p.63).

Por tanto, se podría decir que Harvey consideraba la sangre como una sustancia viva, que al estar espirituosa se encargaba de nutrir todos los órganos del cuerpo. Esta explicación vitalista, logró que Harvey explicara las diferencias que se podían observar entre la sangre que circulaba por las arterias y por las venas.

Por otra parte, cuando tuvo estructurado su movimiento circular sobre el movimiento de la sangre en un circuito cerrado, en el capítulo VIII de su obra afirmó:

Séanos permitido llamar circular a ese movimiento, en el sentido en que Aristóteles dijo que el aire y la lluvia imitan el movimiento circular de los cuerpos celestes. Así, la tierra húmeda se evapora al ser calentada por el sol, esos vapores al elevarse se condensan, y al condensarse descienden de nuevo en forma de lluvia y humedecen de nuevo la tierra. (...) Lo mismo puede ocurrir verosímilmente en el cuerpo por el movimiento de la sangre: todas las partes se nutren, se calientan y crecen con la sangre más cálida, perfecta, vaporosa, espirituosa y, por así decirlo, alimentativa; y, por el contrario, en las partes se enfría, se coagula y se agota; por lo cual vuelve al principio, a saber, al corazón, como al manantial o el hogar del cuerpo, para recuperar su perfección (Albarracín, 2001, p.68).

A pesar de que Harvey realizó su descubrimiento a partir de una amplia práctica experimental de la cual recogió evidencia, recurre y fundamenta su idea con la noción

aristotélica de la circularidad perfecta en el ciclo meteorológico del agua. En síntesis, aunque las ideas de Harvey fueron revolucionarias y cimentadas en un método empírico, hubo unas marcadas tendencias vitalistas y un lenguaje totalmente versado en el filósofo griego Aristóteles.

### **El empirismo**

Francis Bacon (1561-1626) fue el gran filósofo del empirismo, propuso un sistema filosófico basado en el estudio empírico de la naturaleza, por ello, “no es de sorprender que a menudo se describa a William Harvey como la contraparte práctica de Bacon” (Wright, 2016).

La filosofía de Bacon les atribuye una gran importancia a los experimentos en el descubrimiento de las ciencias. Estos fueron los experimentos que obligaron a la naturaleza a exhibirse en condiciones en las que nunca se habría encontrado sin haber mediado la intervención del hombre (Kuhn, 1996). De tal modo, las ideas de Bacon fueron relevantes para investigadores de la época, en la medida en que se reemplaza el método deductivo de Aristóteles por uno en el que se descubría a través de los sentidos.

De acuerdo con lo anterior, la filosofía de Aristóteles buscaba la verdad a través de silogismos que partían de un principio universal a uno particular, sin embargo, Bacon sostenía que este método era inadecuado. Según Wright (2016) Bacon afirmaba que los silogismos se basaban en proposiciones compuestas de palabras que resultan confusas, y que, en vez de ir de lo universal a lo particular, se deberían usar los casos particulares como peldaños para llegar a los principios generales.

Por otro lado, Bacon sugería prescindir de las “4 causas” propuestas por Aristóteles, en especial la causa final, opinaba que era algo insondable e innecesario al centrarse en el propósito último o el “por qué” de los fenómenos (Wright, 2016). Aunque Galeno e incluso Harvey tenían presentes estas causas de forma implícita o explícita en sus

obras, dentro del método de búsqueda de la verdad de Bacon y de la demostración necesaria, era inadecuado analizar de forma abstracta y netamente teórica el porqué de las cosas.

Como hemos dicho antes, el método que propuso Bacon fue revolucionario en la medida en que definió un procedimiento para llegar a la verdad donde incluyó el experimento como factor clave para descubrir fenómenos en la naturaleza. El método, denominado inductivo, establecía una serie de reglas o pasos para que el investigador descubriera hechos o fenómenos de la naturaleza.

En efecto, Según Wright (2016) mediante un proceso de inducción, se pueden formular hipótesis generales al respecto, a su vez, estas hipótesis podían ponerse a prueba mediante experimentos ideados hábil y artificiosamente para la terminación expresa del punto en cuestión, también, que se incluya la compilación de tablas estadísticas detalladas relacionadas con todas las manifestaciones y variaciones de un fenómeno en particular. Es decir, que al observar la naturaleza y plantear preguntas que pueden llevarse a resolver a través de un experimento y recolección de datos de forma rigurosa, se puede llegar a hechos o verdades que van más allá de las inferencias teóricas.

En concordancia sobre el experimento, otro autor afirma:

El experimento consistirá en establecer los artificios idóneos para recoger puros hechos de observación, datos ininteligibles en si mismos, y sólo susceptibles de dar conclusiones ciertas respecto a su mutuo encadenamiento, multiplicando cautelosamente los modos de observarlos y ejercitando sobre los resultados una metódica inducción. (Lain Entralgo s.f, citado en Albarracín, 2001, p. 37).

En ese sentido, una de las consecuencias de las ideas de Bacon y del papel del experimento, fue las nuevas maneras de contemplar fenómenos ya estudiados. Según Kuhn (1996) los experimentos deben su especial eficacia a la proximidad con que pudieron ser confrontados con las teorías de la ciencia clásica, por ello, se atribuye

que, la transformación de las ciencias en la revolución científica, se debe a que, los investigadores contemplaron de forma diferente la naturaleza ya estudiada, más que a un conjunto de descubrimientos experimentales imprevistos.

Ahora bien, una vez descrito grosso modo el método de Francis Bacon, es importante analizar su relación con la teoría del movimiento de la sangre de Harvey. Durante la larga investigación que realizó Harvey, teniendo en cuenta las controversias que ya habían mencionado Colombo y Vesalio sobre partes dentro del modelo de Galeno y sus cientos de experimentos en cadáveres y animales vivos, el descubrimiento revolucionario de Harvey se podría decir que fue auténticamente Baconiano.

Desde luego, Según Wright (2016):

Harvey puso a prueba varias hipótesis, como la de la sístole vigorosa, ideando experimentos con cadáveres humanos y animales vivos y observando sus resultados. Sus “ensayos” revelaron una serie de anomalías en las nociones tradicionales de las funciones del corazón y el movimiento de la sangre, y parece que formuló teorías alternativas más acordes con sus hallazgos (p.211).

Un ejemplo de lo anterior, fue el experimento de cuantificación de la sangre que refutó la sanguificación de Galeno. Para Harvey, no era posible que el hígado produjera a partir de los alimentos la cantidad de sangre que es expelida por el corazón, por ello, formuló una hipótesis y realizó un cálculo aproximado, así lo afirma Wright (2016):

Tras una cuidadosa observación, formuló la hipótesis de que la sangre sale del corazón, en la sístole, en cantidades considerables. El siguiente paso era establecer cuánta sangre se expulsaba en cada contracción, no estaba interesado en la cantidad exacta de sangre expulsada por el corazón [...] sino en demostrar la gran cantidad de sangre que salía del corazón, a fin de ilustrar cuán vigorosa era la sístole [...] En consecuencia, hizo un cálculo sumamente aproximado de la cantidad de sangre que salía del corazón cuando este se contraía, con base en el volumen de sangre contenido en el ventrículo izquierdo (p. 213).

Conforme a esto, Harvey parte de una observación rigurosa y un proceder experimental que le permitió no solo refutar algunos aspectos de Galeno, sino construir su modelo

sobre el movimiento de la sangre de forma progresiva, no obstante, así sus ideas hayan cobrado otra perspectiva de investigar los fenómenos, jamás se apartó del sistema filosófico aristotélico.

En particular, hay afirmaciones dentro de la obra de Harvey que incluyen la presencia de la causa final aristotélica, en especial en el capítulo XVII en el que sostiene que el corazón es el principio de la vida; el sol del microcosmos, como el sol a su vez puede designarse el corazón del mundo (Barutta, 2012). Sin embargo, así el sistema filosófico de Aristóteles se haya encontrado inmerso dentro de la Obra de William Harvey, no le demerita su revolucionaria idea sobre la circulación de la sangre; en la que dio lugar a una nueva perspectiva del cuerpo humano y al experimento, y con la que confrontó a todos los pensadores, médicos y anatomistas tradicionales de la época.

A modo de síntesis, cierro este apartado con lo siguiente:

Lo novedoso de Harvey fue llevar a cabo lo que muchos habían practicado, la compresión de una vena para hacerla más aparente, pero llegando a ello con un bagaje teórico diferente, la circulación como circuito cerrado. Esta es la importancia epistemológica de su trabajo, lo que lo transforma, de simple observador, en un experimentador. Quien experimenta no lo hace en abstracto, sino que lleva una idea preformada, un esbozo de la teoría que pretende demostrar; eso era precisamente lo que otros no habían hecho. (Escobar, 2006, p.202).

### **El mecanicismo**

Rene Descartes (1596-1650) fue uno de los primeros filósofos y el más contundente defensor de la circulación sanguínea propuesta por Harvey, su visión del mundo se organizaba en relación con el funcionamiento de una máquina. Para descartes, el universo podría ser concebido como una industria relojera que podría funcionar de forma mecánica y automáticamente como las acciones y movimientos de un reloj, desprovisto de seres animados, espíritus y fuerzas invisibles que describieron por siglos varios filósofos naturalistas (Wright, 2016).

Desde luego, la teoría de Harvey abre las puertas para concebirse desde otras corrientes de pensamiento, una de ellas, es el mecanicismo. Descartes propone dentro de su obra médica un principio rector; todo cuanto se sabe del cuerpo puede reducirse al conocimiento que tenemos de una máquina y de la forma y función de sus partes, sin valerse de elementos ajenos a la lógica interna de ese sofisticado mecanismo de relojería (Bohórquez, 2019). Ante esta noción, Descartes erradica toda concepción vitalista, teleológica o escolástica que se relacione con el funcionamiento del cuerpo humano.

En efecto, a pesar de que Descartes fue uno de los defensores de la teoría de la circulación sanguínea de Harvey, las nociones vitalistas que permanecieron en sus explicaciones provocaron tensiones en el pensamiento cartesiano, lo que lo obligó a desarrollar otras ideas explicativas. Al concebir el cuerpo como una máquina, a Descartes le interesó conocer cómo funciona y para ello rechazó completamente espíritus o entidades vitalistas, sin embargo, sus explicaciones son contradictorias al retomar algunas ideas tradicionales.

Por consiguiente, Descartes se pone en desacuerdo con algunas ideas aristotélicas de Harvey, especialmente las que conciernen con el movimiento del corazón. Las implícitas ideas aristotélicas y vitalistas que Harvey utilizó en sus escritos, fueron la razón para que Descartes se apartara de esta teoría y justificara la circulación de la sangre desde el mecanicismo. La idea principal que cuestionó Descartes fue la de los espíritus galénicos -Animal, natural y vital-, donde sin apartarse por completo de ellos, les atribuyó otro propósito: “estos espíritus podrían actuar a la manera de productores del movimiento de las partes, como presuntamente lo hacen en los animales irracionales” (Bohórquez, 2019).

De acuerdo con lo anterior, Descartes planteó despojar el componente aristotélico a los espíritus o fuerzas vitales que había descrito Galeno y Harvey, por su parte, los

describió desde su origen<sup>14</sup> y con el propósito mecánico de producir el movimiento de los órganos en el movimiento de la sangre, ante esto, se podría decir que, aunque la intención de justificar la teoría de Harvey desde su pensamiento, quedaba el vacío de dar respuesta a la composición sustancial y material del “espíritu”.

Por otro lado, recurre a la idea tradicional del corazón como “horno” que ya había sido propuesta por los griegos para explicar el funcionamiento del corazón y la diferencia sustancial entre la sangre arterial y venosa.

En palabras de Descartes:

Y sabed que la carne del corazón contiene en sus poros, uno de esos fuegos sin luz, del cual les hablé antes que lo hace muy caliente y muy ardiente... Y el fuego que está en el corazón de la máquina que les describo no sirve sino para dilatar, calentar y sutilizar así la sangre, que cae continuamente gota a gota por el tubo de la vena cava, en la concavidad de su lado derecho de donde se dirige hacia el pulmón; y de la vena del pulmón que los anatomistas han llamado la arteria venosa, va a su otra concavidad (izquierda) de donde se distribuye a todo el cuerpo (Descartes 2006, Tratado del hombre. T. XI, 123) citado en (Benítez, 2014).

Otro autor, afirma, según las ideas de Descartes:

Dada la estructura del corazón y su calidez, resulta para él evidente que la sangre cae gota a gota por la vena cava; en la aurícula derecha se dilata y hierve y por el ventrículo es exhalada hacia el pulmón, en este órgano se producen su refrigeración, espesamiento de los vapores hemáticos y conversión en sangre arterial que vuelve a caer, gota a gota, en el ventrículo izquierdo. Todo este proceso sería una consecuencia mecánica del calor propio del corazón (Albarracín, 2001, p.84)

Conforme a lo anterior, ¿Por qué Descartes recurriría a utilizar una idea tradicional o en qué se diferencia de esta tradición? La respuesta continúa siendo la negación a los espíritus o entidades vitalistas, Descartes no reconoce que en el cuerpo haya alma

---

<sup>14</sup> Para Descartes, es de la glándula pineal de donde emergen los *Espíritus*, que viajan a través de los nervios y condicionan los movimientos de los músculos y, en sentido contrario, son estos *Espíritus* los que permiten la estimulación del “alma” (la *res cogitans* ubicada en la pineal), y le comunican las impresiones provenientes de los órganos de los sentidos (Bohórquez, 2019).



vegetativa, sensitiva o motriz, en el hombre sólo hay alma racional, en consecuencia, el calor del corazón no es generado por ningún tipo de alma, espíritus u otras entidades, es simplemente originado por cierto género de movimiento, el movimiento rápido y violento propio de las partículas etéreas (Benítez, 2014).

Así mismo, Descartes se refirió también a las válvulas del corazón, “El resultado de la acción de las válvulas era regular el flujo de la sangre en una dirección, pero sería errado pensar que esta consecuencia es un “propósito” divino o aristotélico; bastaba con definirlo como una acción mecánica y dejarlo así” (Wright, 2016). En concordancia, el universo cartesiano concebía el funcionamiento de la naturaleza y del cuerpo como el de un Reloj, en el que cada una de sus partes se movía de forma mecánica, desprovisto de cualquier fuerza vital o anima.

En definitiva, se podría decir que las ideas mecanicistas de Descartes eran erróneas sobre el movimiento y funcionamiento del corazón, en especial al retomar el “calor innato”, pero también, las ideas de Harvey sobre las fuerzas vitales no reflejan una verdad absoluta y correcta, por lo que, en suma, podemos apreciar la confrontación explicativa de dos contemporáneos; en cuanto a Descartes, dentro de sus explicaciones mecánicas, afirma que lo único permitido es que la materia sea más o menos sutil, pero es crasa e inerte y no alberga fuerza alguna, simplemente transmite el movimiento recibido, y en cuanto a Harvey, las explicaciones hablan de la materia con fuerzas e impulsos ínsitos (Benítez, 2014).

### **Aportes de William Harvey a la revolución científica**

La revolución científica denominada así al origen de la ciencia moderna se desarrolló en los siglos XVI y XVII, diferentes pensadores y filósofos realizaron descubrimientos que rompieron con tradiciones y teorías que habían perdurado durante siglos. Antes de la revolución, el ambiente precientífico estaba dominado por filósofos naturalistas; aristotélicos, humanistas y platónicos, los cuales formularon teorías sobre la naturaleza

con un método básico diferente al que surgió en el siglo XVI, fundamentado en la importancia de las matemáticas y la experimentación.

En este apartado, se pretende describir el cambio revolucionario propuesto por Thomas Kuhn y sus características; utilizando el ejemplo de la gran revolución de Nicolás Copérnico, y hacer un esbozo sobre las diferencias y similitudes que tiene el descubrimiento de Harvey con este cambio revolucionario, finalmente, dar algunos aportes de esta idea sobre el clima filosófico de la época y sobre las bases que deja sentadas para una ciencia médica moderna.

Inicialmente, es importante caracterizar lo esencial que constituye una revolución científica y por qué se le atribuye así a una idea o descubrimiento, para ello, vamos a diferenciar el desarrollo científico normal y revolucionario. Según Kuhn (1994) la ciencia normal es la que produce los ladrillos que la investigación científica está continuamente añadiendo al creciente edificio del conocimiento científico, este tipo de cambio tiene como resultado el crecimiento, aumento o adición acumulativa de lo que se conocía antes<sup>15</sup>.

Sin embargo, el desarrollo científico manifiesta otro tipo cambio; revolucionario, que no es acumulativo, sino que pone en juego descubrimientos que no pueden acomodarse dentro de los conceptos que eran habituales antes de que se hicieran dichos descubrimientos, y para descubrirlos o asimilarlos, debe alterarse el modo en que se piensa y se describe los fenómenos naturales (Kuhn, 1994). El ejemplo más contundente y completo, y el que funda una de las más grandes revoluciones científicas, es el de la transición de la astronomía ptolemaica a la copernicana.

En palabras de Kuhn (1994), describe dicha transición así:

---

<sup>15</sup> La Ley de Boyle es un ejemplo del producto de Ciencia normal. Sus descubridores poseían previamente los conceptos de presión y volumen de un gas, así como los instrumentos requeridos para determinar sus magnitudes. Kuhn T. 1994. ¿Qué son las revoluciones científicas? Barcelona: Atalaya.

Antes de que esta transición tuviera lugar, el Sol y la Luna eran planetas, pero la Tierra no. Después la Tierra era un planeta como Marte y Júpiter; el Sol era una Estrella; y la Luna era un tipo nuevo de cuerpo, un Satélite. Cambios de esta clase no fueron simplemente correcciones de errores individuales englobados en el sistema ptolemaico (p.147).

Conforme a lo anterior, el desarrollo científico o cambio revolucionario alrededor de un fenómeno, no puede ser una simple adición a algo preexistente, sino debe verse como una nueva forma de ver un fenómeno como antes no se había visto. Para ser más puntuales, el investigador debe cambiar la noción con la que se ha observado antes una situación u objeto y al cambiar esto se altera o se adquiere otro tipo de lenguaje con criterios diferentes para describir de otra forma los objetos (Kuhn, 1994).

Mencionado lo anterior, es pertinente ahora analizar cómo el descubrimiento de William Harvey sobre el movimiento de la sangre hace parte de un cambio revolucionario. Harvey, contemporáneo a diferentes pensadores y filósofos que hicieron parte del desarrollo científico en los siglos XVI y XVII, realizó un descubrimiento que rompió con todo un modelo tradicional propuesto por Galeno 15 siglos atrás, a partir del desarrollo de sus ideas, tuvo que enfrentarse y defender su teoría con un clima intelectual galenista.

Por una parte, en un mundo en el que Galeno; príncipe de los médicos, era la máxima referencia en la medicina y en el estudio del cuerpo, cuestionar su gran edificio intelectual era inadmisibles, sin embargo, Harvey ofreció una nueva noción que revolucionó la forma en la que se veía la naturaleza del cuerpo humano. En particular, fue el modelo del movimiento de la sangre de Galeno, el que hizo que Harvey empezara a cavilar en sus ideas, al ir reconstruyendo su teoría, logró describir correctamente el funcionamiento del corazón, los vasos sanguíneos y el movimiento de la sangre en un circuito cerrado.

Profundizando en la idea, aunque el lenguaje y terminología científica atribuida al corazón y a los vasos fue la misma, lo innovador de la idea de Harvey, es que vio las

estructuras diferentes a como las había visto Galeno y otros anatomistas. El método de Harvey, le permitió ver y entender el corazón como una bomba con sístole vigorosa; y no como un horno que hierve y rebosa la sangre en las arterias, los vasos sanguíneos con una estructura diferente de acuerdo con la direccionalidad de la sangre; y no con la misma función de flujo y reflujo, y erró por completo la sanguificación y existencia del septo propuesto por Galeno.

En consecuencia, fue blanco de críticas y objeciones sobre su teoría, en especial, de la comunidad de médicos de la época, quienes lo tildaban “de atacar maliciosamente a Galeno y de desatar la anarquía en el mundo intelectual”<sup>16</sup>, por ello, tuvo que demostrar a través de la disección de cientos de cadáveres y en múltiples recintos sus ideas, tanto antes como después de publicar *De motus cordis* en 1628.

Por consiguiente, se podría decir que, a partir del ingenio, la observación y la experimentación en cientos de animales vivos y muertos, transformó la forma en la que se veía la naturaleza del cuerpo humano, estructurando un nuevo edificio científico en la fisiología y anatomía de la época. Según Albarracín (2001):

La obra de William Harvey es la revolución que, en el concepto de naturaleza primero, y subsecuente en el método de aproximación a su conocimiento (esto, en la experimentación), se está produciendo en la época del médico inglés. Me refiero, pues, al nacimiento de la fisiología moderna.

Conforme a lo anterior, el descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey, se podría considerar como el único desarrollo en fisiología en la revolución científica, comparado a los avances contemporáneos de las ciencias físicas, por lo tanto, podríamos decir, que la irradiación de dicha teoría sea paralela a la de la teoría heliocéntrica (De Micheli, 2005).

---

<sup>16</sup> Wright, 2016. La circulación de la sangre La idea revolucionaria de William Harvey. Cap XIII. Difusión y defensa (1628-1636).

En conclusión, fueron tan influyentes sus ideas en el clima intelectual de la época, que se convirtió en un referente para los pensadores que aportaban al desarrollo científico y al origen de una ciencia moderna. Se podría afirmar de forma legítima que la ciencia médica moderna no surgió de manera global, sino que se estructuró de forma gradual a partir del siglo XVII en la senda trazada por Galileo, Bacon, Descartes y Harvey (De Micheli, 2005).

## **ORIGEN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS EXPERIMENTALES VINCULADAS A LA COMPRENSIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE**

### **La vivisección como técnica para el estudio del movimiento de la sangre (implicaciones y aportes)**

La vivisección fue una práctica desarrollada con gran pericia por William Harvey, de ahí a que le permitiera construir su modelo sobre la circulación de la sangre a partir del corte de cientos de animales vivos y también de seres humanos, sin embargo, fue una práctica que tuvo algunas implicaciones y aportes a lo largo de la historia.

En el mundo antiguo, cortar animales vivos era común, dado que eran considerados “objetos” desprovistos de personalidad o derechos que el hombre (el amo de la creación) podía usar a su antojo (Wright, 2016). Por lo tanto, los naturalistas y anatomistas de la época, en particular Galeno, realizaban vivisecciones en animales con el fin de marcar la distinción entre hombres y animales y conocer el funcionamiento de los órganos.

Hay que decir también, que por ese momento en el imperio romano existía la prohibición expresa de manipulación de cadáveres humanos, lo que le impidió a Galeno trabajar con los mismos, por lo que utilizó cadáveres animales (Araujo, 2018). En consecuencia, al realizar disecciones y vivisecciones únicamente en animales, generaría que siglos después anatomistas como Andrés Vesalio, empezara a darse cuenta de los errores de Galeno y a justificar la vivisección desde otro punto de vista.

En efecto, siglos después, una decisión de la iglesia dictada por el papa Clemente VII autorizaba la disección de cadáveres humanos para la enseñanza (Araujo, 2018), por lo que Andrés Vesalio, quien se dedicaba a la enseñanza de la anatomía en la Universidad de Padua utilizaba la vivisección en animales y disección de humanos como un recurso útil para dar una educación completa sobre el cuerpo humano. Vesalio rompió un método tradicional de demostración anatómica, la cual consistía de la siguiente forma:

Una demostración anatómica tenía tres protagonistas. El profesor desempeñaba el papel de *Lector*, que leía los pasajes de un libro de texto ...y, por lo general, permanecía sentado durante toda la disección. Un *Ostensor*, o demostrador (uno de los ayudantes del profesor), siguiendo las instrucciones del *lector*, mostraba al *Sector* (el otro ayudante, por lo general un profesor de cirugía o un barbero local) qué partes del cuerpo debían cortarse. Después de que el *sector* había abierto el cuerpo con un cuchillo, el *ostensor* tomaba una vara para indicar al público los órganos y las partes a los que el *lector* se refería en su recitación. (Wright, 2016, p.75).

Vesalio hacía caso omiso a esta práctica y él mismo optaba por ejercer los tres papeles, además de realizar prácticas de vivisección con perros para explicar nervios:

Abrió el tórax del perro, ubicó los dos nervios recurrentes alrededor de las arterias y cortó uno de ellos. La mitad de la voz desapareció de repente. Luego cortó el otro nervio y el ladrido del perro dejó de oírse, “solo permaneció el aliento”. (Wright, 2016, p.194).

En ese sentido, la práctica de vivisección se transformó al pasar de una práctica individual de los anatomistas antiguos a ser un método de enseñanza de la anatomía en las Universidades del renacimiento, y fue en este contexto donde él mismo Vesalio se atrevió a cuestionar las ideas de Galeno a partir de sus observaciones experimentales.

Así lo afirma Romero, 2007:

Vesalio descubrió que las investigaciones de Galeno estaban basadas en la disección de animales, y no de seres humano. Como la disección humana había estado prohibida en la antigua roma, Galeno había disecado en su lugar, monos de Barberia, creyendo que serían anatómicamente similares al ser humano (pp. 848-849).

Por lo tanto, Vesalio abandona las ideas Galénicas al darse cuenta que el método de disección que había utilizado Galeno fue en animales y no en humanos, por lo que procedió a escribir su libro *De humani corporis fabrica* con un nuevo modelo arquitectónico del cuerpo humano, de igual modo, su discípulo Colombo y otros anatomistas posteriores a él, practicaban la vivisección en animales vivos para conocer el funcionamiento del cuerpo.

Es así, como se desarrolla una práctica experimental utilizando animales vivos por diferentes anatomistas a lo largo de la historia, sin embargo, siempre estuvo marcado el asunto ético, incluso en la época de Harvey. Jean Riolan anatomista de la Universidad de Paris era el mayor detractor de la vivisección animal, afirmaba:

La anatomía de animales vivos es similar a la matanza de animales vivos como lo hacen los carniceros. Alentados por esta práctica, [los carniceros] no dudan en degollar a seres humanos por un motivo cualquiera. Del mismo modo, los anatomistas acostumbrados a la disección de animales vivos estarán dispuestos a abrir, secretamente, a seres humanos moribundos, pero aún vivos (Wright, 2016, p. 196).

Aunque las palabras de Riolan y otros detractores sumados a él fueran vigorosas, no señalaban a Harvey como un insensible que consideraba a los animales como objetos, así como en el mundo antiguo, a pesar de que nunca expresó su perspectiva frente a las vivisecciones, se podría decir que el ejercicio experimental en animales vivos estaba totalmente enfocado en construir una teoría, es decir con un fin netamente intelectual.

A modo de conclusión, la vivisección fue la práctica contundente para consolidar la idea revolucionaria de Harvey, aunque esta práctica ya se desarrollaba desde siglos antes, fue la astucia y el ingenio, la forma de manipular y observar, lo que le permitió comprender y describir un nuevo modelo sobre el movimiento de la sangre por el cuerpo.

## **Los experimentos de Harvey y su aporte en las explicaciones acerca del movimiento de la sangre y a la refutación de las ideas de Galeno**

William Harvey desarrolló una gran cantidad de experimentos para consolidar su modelo sobre la circulación sanguínea, utilizó diferentes animales para estudiar el movimiento del corazón y de la sangre y así fue construyendo de a pedazos su teoría. Los experimentos de Harvey no tuvieron una organización predeterminada, fue a partir de los argumentos de Galeno lo que lo llevó a ejecutar diferentes experimentos para describir las estructuras y su comportamiento en el movimiento de la sangre, esto le permitió a la vez, refutar el modelo de Galeno.

En párrafos anteriores, se describió el modelo de circulación de la sangre de Galeno a partir de la sanguificación en el hígado y la teoría revolucionaria de William Harvey como un circuito cerrado, sin embargo, es pertinente demostrar que el cambio entre un modelo y otro, se le debe atribuir a experimentos particulares que desarrolló Harvey. Por lo tanto, a continuación, se describirán algunos experimentos en relación con las ideas de Galeno.

Antes de examinar la actividad experimental, es importante aclarar que Harvey realizó experimentos teóricos, prácticos y vivisecciones, conforme a esto, se caracterizaron 5 experimentos claves en su teoría:

- Cuantificación de la sangre que refuta la sanguificación de Galeno
- Estudio de las arterias y definición del pulso radial a partir de la ligadura de Brazo
- Estudio de las válvulas venosas a partir de la ligadura de Brazo
- Experimento sobre la inexistencia del Septo
- Vivisección sobre el esclarecimiento de la fase activa y pasiva del corazón



### ***Cuantificación de la sangre que refuta la sanguificación de Galeno***

La tradición Galénica sostenía que la sangre se producía de manera continua en el hígado a partir de la ingesta de alimentos, y que posteriormente a partir de vasos sanguíneos sería llevada a los órganos para nutrirlos, sin embargo, Harvey comienza a cavilar sobre esta idea al observar que la gran cantidad de sangre que expelle el corazón en su fase activa es superior a los alimentos que ingiere una persona.

Dicho lo anterior, Harvey se propuso a realizar un experimento matemático que le permitiera conocer la cantidad de sangre que salía del corazón en un latido. Inicio especulando que, en cada sístole sólo sería expelida una fracción de esa sangre (alrededor de un dracma<sup>17</sup> en peso)., según sus cálculos, en una sola hora, en la que el corazón latía, como mínimo, unas 2000 veces, se expulsaría alrededor de 2000 dracmas, lo que significaba que en el transcurso de un día se inyectarían poco menos de 50000 dracmas de sangre en las arterias (Wright, 2016).

Otro autor documenta el experimento así:

Por ejemplo, en el capítulo IX (*Esse sanguinis circuitum ex primo supposito confirmato*), expuso el autor un contundente argumento cuantitativo: “Si se supone que el ventrículo izquierdo alojara únicamente dos onzas de sangre, y que la frecuencia del pulso fuera de 72 por minuto, en una hora dicho ventrículo habría inyectado en la aorta aproximadamente 540 libras de sangre. Pero los animales tienen, cuando mucho, unas cuantas libras de sangre en el cuerpo; habría que preguntarse, entonces, de dónde provenía esa sangre y a donde iba” (De Micheli, 2005, p.235).

En efecto, Harvey confirma que la sangre que saldría del ventrículo izquierdo es infinitamente superior a la sangre que el hígado puede haber formado a partir de los alimentos. Al sostener esta idea, reflexionaba sobre cuál era el origen de la sangre, que probablemente no era en el hígado como afirmaba Galeno, y hacia dónde se dirigía, además, no podía entender porque las arterias no se hinchaban, o incluso, reventaban

---

<sup>17</sup> Real Académica Española (2022). Dracma: Unidad monetaria de Grecia.

con la entrada de tanta sangre proveniente del corazón en contracción; el cuerpo se saturaría con semejante cantidad de líquido en el lapso de unas cuantas horas (Wright, 2012).

Con tal incongruencia, Harvey empezaría a centrar su investigación en a dónde se dirigía toda la sangre cuando salía del corazón, para ello, prosiguió a realizar otros experimentos para evidenciar que efectivamente la sangre salía del corazón por la aorta y regresaba a él por las venas.

### ***Estudio de las arterias y definición del pulso radial a partir de la ligadura de brazo***

Luego de cuestionar experimentalmente, a partir de un cálculo matemático, la sanguificación de Galeno, Harvey se disponía a comprobar que la sangre expelida por el corazón afluye por las arterias a todas las partes del cuerpo y esto se percibe por el pulso radial. Para ello, ideó unos experimentos más prácticos, donde utilizó bandas elásticas para atar zonas del brazo y a partir de la observación realizó descripciones.

Entonces, le indicó a uno de sus sirvientes que sostuviera firmemente un trozo de madera con la mano, le ató una ligadura lo más apretada posible justo arriba del codo y observó que, debajo de la ligadura, hacia la mano, la sangre no podía fluir por las arterias y que la sangre empezaba a acumularse en las arterias arriba de la ligadura, como si tratara de desbordarse a su paso y reabrir el canal, posterior a ello, al liberar un poco la ligadura, Harvey observó una coloración y distensión inmediata en toda la mano (Wright, 2012).

Frente al experimento anterior, Harvey se dio cuenta de dos cosas, la primera, que una vez el corazón en contracción, expelle la sangre por las arterias a todas las extremidades del cuerpo y que su flujo puede interrumpirse, es decir, que las arterias son vasos sanguíneos que transportan la sangre en una sola dirección; hacia fuera del corazón.

La segunda, que el pulso radial da cuenta de la dirección de la sangre desde el corazón hacia las extremidades del cuerpo. Si la ligadura es apretada, dejará de percibirse el pulso radial, provocando que el pulso axilar sea más violento; la mano queda fría sin que se alteren su color ni su volumen, si la ligadura se hace mediana, el pulso radial vuelve a sentirse, la mano se calienta y se enrojece (Albarracín, 2001).

Como resultado de estos experimentos, Harvey esclarecía el papel de las arterias en su teoría de la circulación de la sangre, posteriormente, se preguntaría ¿y el papel de las venas?

### ***Estudio de las válvulas venosas a partir de la ligadura de Brazo***

Como ya se mencionó anteriormente, Harvey realizó algunas prácticas experimentales para estudiar las venas, inspirándose en su maestro Fabricio; quien había realizado ensayos con las venas denominándolas *Las puertecitas de las venas*<sup>18</sup>. Sin embargo, Harvey concluyó su propósito desde un punto de vista absolutamente diferente al de Fabricio, quien mantenía una postura e ideas netamente galénicas.

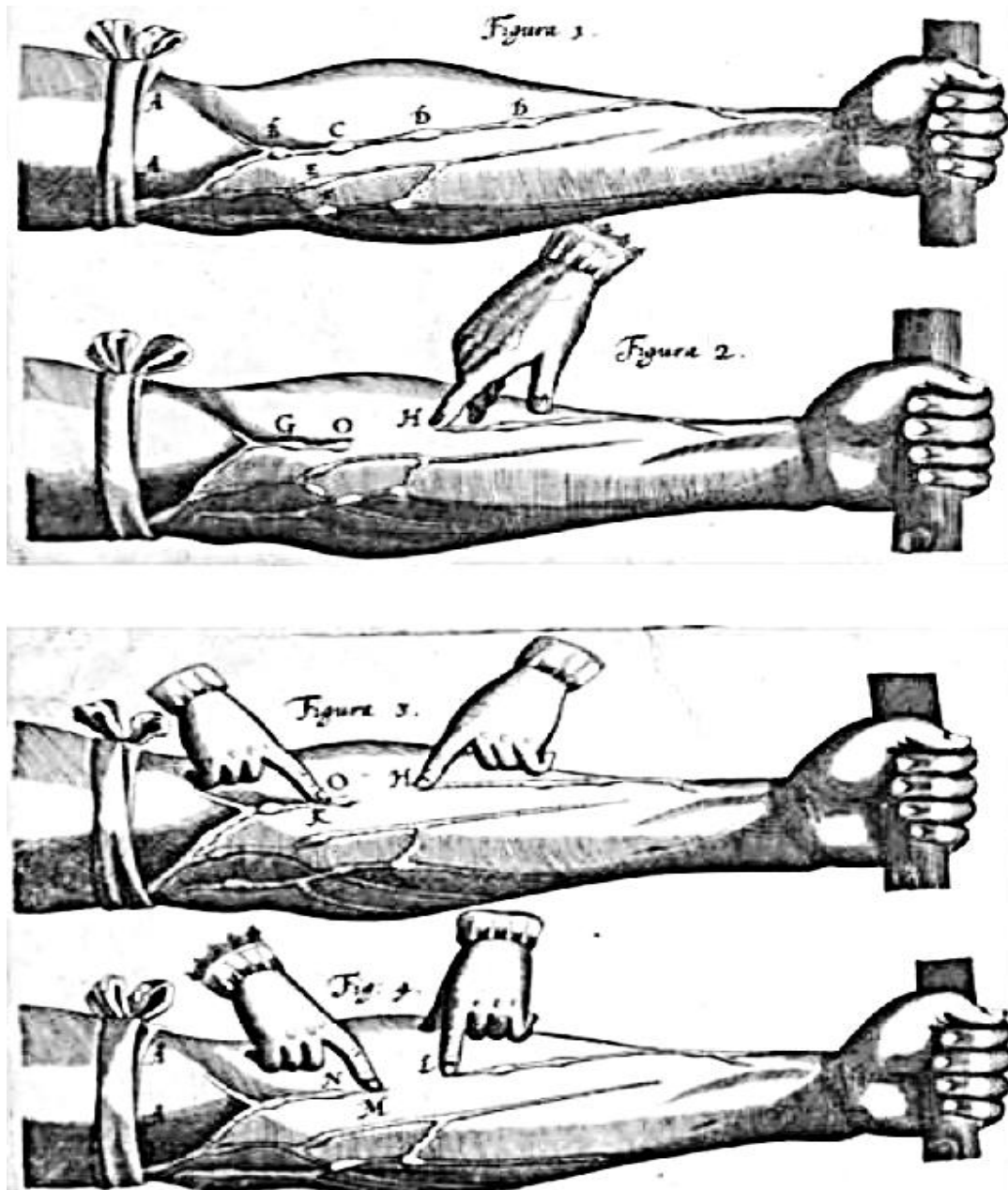
Por consiguiente, continúa con los experimentos de ligadura de Brazo, liga el brazo de un hombre delgado por encima del codo y observa que a intervalos aparecen unos nódulos o tubérculos, producidos por las válvulas, que impiden que la sangre rebase cuando se oprimen con el dedo las venas ingurgitadas, en dirección distal, y lo permiten fácilmente en dirección proximal (Albarracín, 2011).

---

<sup>18</sup> *De venarum ostioli*. Tratado impreso de 1603 por Fabricio. (Wright, 2016).

### Figura 3

Ligaduras de brazo en el estudio de las válvulas venosas



Nota. Ilustraciones de De Motus Cordis. Ligaduras de Brazo arriba del codo para observar el comportamiento de las válvulas venosas. Adaptado de *La circulación de la sangre La idea revolucionaria idea de William Harvey* (p. 202), por T. Wright, 2016, Fondo de cultura económica.

En el caso de la figura 3, Harvey observa que al atar el brazo se forman ingurgitaciones en el antebrazo, las cuales representan la ascendencia continua de la sangre por el brazo, esto lo comprueba cuando con el dedo presiona la vena (H) y observa que la sangre no retorna hacia la mano, sino que estos “nódulos” se mantienen hinchados, idea que sugería la dirección de retorno de la sangre al centro, es decir, al corazón.

Esta idea la confirma en la imagen inferior, cuando al presionar la vena más arriba (O), observa que los nódulos que aparecen continuos se deshinchon (N), lo que significa que la sangre contenida allí pasó de un lugar a otro, probablemente retornando hacia el corazón porque hacia la mano no fluía (L). Con estos experimentos, Harvey confirma que las “Puertecitas” que había descrito Fabricio, efectivamente permitían que la sangre que fue llevada por las arterias hacia las extremidades, era retornada hacia el corazón.

### ***Experimento sobre la inexistencia del Septo***

Al igual que las válvulas venosas, Harvey poseía como referencia las ideas controversiales que habían mencionado los anatomistas Vesalio y Colombo frente al Septo o tabique interventricular. Galeno, quien diseccionaba animales, sostenía que la sangre “fina” pasaba del ventrículo derecho al izquierdo a través de unos orificios o “poros invisibles”, sin embargo, que estas “terminaciones no eran posible verlas a causa de su pequeñez y, además, porque habiendo muerto ya el animal, todas se quedan totalmente frías y compactas” (Escobar, 2006).

Acorde con lo anterior, se podría decir que, dentro del ejercicio experimental de Galeno, jamás dio cuenta de forma tangible la existencia de estos poros, pero teóricamente, si cumplía una función dentro de su modelo de sanguificación y movimiento de la sangre, ya que permitía el paso de la sangre de un ventrículo a otro con el fin de mezclarse con el Pneuma.

En ese sentido, Harvey decidió definitivamente resolver la cuestión del Septo, para ello, realizó un experimento que permitiera dar cuenta de la existencia de los poros y el paso de la sangre a través de ellos, debido a que no se podían ver a simple vista “Invisibles”. Dicho lo anterior, utilizó el cadáver de un hombre e inició la disección:

Luego de abrir el Tórax y exponer el corazón, amarró (o ligó) la arteria pulmonar del sujeto. Introduciendo un tubo a través de la vena cava en el ventrículo derecho del corazón, le inyectó una gran cantidad de agua con mucha fuerza. El ventrículo derecho se volvió muy turgente, tanto que parecía que iba a estallar. Sin embargo, ni una sola gota -observó- escapó a través del septo hacia el ventrículo izquierdo. “A fe mía -concluyó- que no hay poros, ni tampoco puede demostrarse que los haya” (Wright, 2016, p.183).

A través del experimento, con total certeza pudo afirmar que el Septo o tabique interventricular que había propuesto Galeno en su teoría, no existía, sin embargo, si le permitía definir hacia dónde va la sangre después de su paso por el ventrículo derecho. Al soltar la ligadura de la arteria pulmonar, volvió a inyectar agua en la vena cava y de forma instantánea salía hacia delante de la arteria pulmonar y entraba en el ventrículo izquierdo, lo cual lo convenció de que la sangre pasaba del ventrículo derecho del corazón a los pulmones y de ahí al ventrículo izquierdo (Wright, 2016).

Conforme a esto, el hecho sobre la inexistencia del Septo, provocó que Harvey se ocupara de la fase activa y pasiva del corazón, lo cual comprobó a través de un experimento y que determinaba definitivamente su teoría sobre el movimiento de la sangre impulsada por el corazón en un circuito cerrado.

### ***Vivisección sobre el esclarecimiento de la fase activa y pasiva del corazón***

Fueron bastantes las vivisecciones que realizó Harvey para configurar su teoría sobre el movimiento de la sangre, por lo que aquí mencionaré solamente una donde pudo corroborar la fase activa y pasiva del corazón; la sístole y la diástole. Seducido por las ideas de Colombo sobre el recorrido de la sangre del corazón a los pulmones y

viceversa, Harvey experimenta una gran cantidad de veces con perros; abriendo su tórax, cortando las costillas y dejando a la vista el corazón palpitante.

Posteriormente, ligó la vena cava del perro y contempló cómo la vena pulmonar, arteria pulmonar y la aorta se vaciaban de sangre y colapsaban, pues se había interrumpido su suministro de líquido, la vena cava, por su parte, se elevaba con una gran hinchazón (Wright, 2016). Este tipo de vivisecciones, donde tal vez ligó los otros vasos que rodean al corazón, le reiteraba la idea de un movimiento de la sangre en círculo pasando impulsado por el corazón y que el corazón poseía una fase activa y pasiva, generada por el movimiento de las aurículas y los ventrículos en dos tiempos.

Por consiguiente, en el capítulo V de *De Motus Cordis* Harvey afirma lo siguiente:

Primero se contrae la aurícula, y en esa contracción arroja la sangre que contenía (en la que abunda, como cabeza que es de las venas y depósito y cisterna de la sangre) al ventrículo del corazón; lleno éste, el corazón se levanta, pone en tensión e inmediatamente todas las fibras, contrae los ventrículos y produce el latido; este latido lanza acto seguido a las arterias la sangre procedente de la aurícula, el ventrículo derecho a los pulmones a través de la arteria pulmonar; y el ventrículo izquierdo a la aorta y, a través de las arterias, a todo el cuerpo (Albarracín, 2001, p. 66).

De acuerdo con lo anterior, se podría decir que Harvey establece que la parte activa del corazón es cuando ocurre su contracción; en un primer momento de aurículas a ventrículos y, en un segundo momento, a partir de los ventrículos el impulso de la sangre hacia afuera del corazón, por la aorta hacia todo el cuerpo y por la arteria pulmonar hacia los pulmones, denominando esta fase como Sístole. Mientras que en la fase pasiva o de dilatación ocurre el llenado de sangre en las aurículas proveniente de pulmones y resto del cuerpo, esta fase la denominó diástole.

A modo de síntesis, las prácticas de ligaduras, disecciones y vivisecciones que se reúnen en la práctica experimental desarrollada por Harvey, fueron realmente indispensables y asertivas para refutar las ideas de Galeno y para consolidar

progresivamente su teoría sobre la circulación de la sangre, este método experimental le permitió entender de otra forma el funcionamiento del cuerpo humano, en especial del corazón y los vasos sanguíneos.

## **MODELOS ACTUALES EN LA EXPLICACIÓN DEL MOVIMIENTO DE LA SANGRE**

Después de realizar un recorrido histórico relacionado con el descubrimiento de la circulación de la sangre y toda su incidencia en el ambiente filosófico de la época, es importante describir cómo el modelo de William Harvey ha sido complementado con otros descubrimientos que trajo consigo la ciencia moderna posteriores a Harvey hasta la actualidad y que permiten una profundización más amplia sobre el movimiento circular del cuerpo.

Se sabe que después de Harvey, Marcello Malpighi (1628-1694) fue el descubridor del flujo sanguíneo capilar en 1661 (Murillo, 2019), aspecto relevante que daba por hecho el modelo de Harvey en el sentido en que existían unos vasos sanguíneos más pequeños que las venas y las arterias, y que funcionaban comunicando la sangre arterial y venosa dentro del cuerpo, sin embargo, todavía no era claro de manera precisa cómo ocurría el cambio de composición de la sangre por que todavía se desconocía el nivel celular y de tejido.

Posteriormente a Malpighi, Antonio van Leeuwenhoek (1632-1723) descubriría los glóbulos rojos en 1674 (Murillo, 2019), gracias a la invención del microscopio. A partir de aquí, se iniciaría el descubrimiento de otras células circulantes que aportarían en mayor complejidad las comprensiones sobre la circulación de la sangre:

Los leucocitos fueron descubiertos por Josef Lieutaud (1703-1780) en 1749, y los llamó *globuli albicantes*, aunque otros afirman que el descubridor fue Lázaro Spallanzani (1729-1799) en 1768; Rudolf Virchow (Rudolf Ludwig Carl Virchow, 1821-1902) los dividió en pluri y mononucleares y Paul Erlich (1854-1915) utilizó colorantes para hacer esa diferenciación. La primera descripción de las plaquetas (trombocitos) puede atribuirse a varios: William Hewson (1739-1774) las llamó



“corpúsculos pálidos”; Franz Simon, “cuerpos muy pequeños”; Alfred Donné (1801-1878), en 1844, “globulinos”; William Addison (1802-1881), Max Schultze (1825-1874), en 1865, “montones de granulaciones” o “esférulas”; Georges Hayem (1841-1933), en 1878, “hematoblastos”; y Giulio Bizzozero (1846-1901), en 1882, las llamó “plaquetas” (Murillo, 2019, p.148)

Con estos avances a nivel celular, se lograban realizar mayores descripciones sobre el papel de la sangre dentro del organismo, aunque todavía había cosas por descubrir. En 1857, el fisiólogo francés Cl. Bernard va a determinar el *medio interno*; como el lugar en los tejidos donde ocurren fenómenos resultado tanto de la organización de las propias células como de las condiciones de su entorno (Albarracín, 1983).

Las aportaciones de Cl. Bernard sobre el medio interno son fundamentales para entender la fisiología del cuerpo y el papel que juega la sangre en los tejidos. Según Albarracín (1983):

Las células no pueden procurarse su alimento desde lejos sino que dependen de los fluidos de su <entorno inmediato>, del que absorben materiales, de acuerdo con sus afinidades específicas. La composición de este líquido no puede variar drásticamente o durante períodos prolongados, sin alterar la nutrición de las células. Pero absorbido por el estudio de estas, da por sentada la presencia de los líquidos circundantes, sin interesarse por su real composición o por los procesos, dentro del animal, en cuya virtud se mantiene constante (p. 251).

Con estos avances a nivel celular, el modelo de circulación sanguínea se estructura con mayor complejidad, incluso con un papel significativo en el funcionamiento sistémico del cuerpo u *Homeostasis*. Habiendo reunido varios aportes posteriores a Harvey que aportaron a su teoría, se describirá el modelo actual de circulación de la sangre y su rol en el mantenimiento sistémico del cuerpo.

De acuerdo con el medio interno descubierto por Cl. Bernard, se reconoce en la actualidad que está compuesto por un líquido extracelular o intersticial que está en constante movimiento por todo el cuerpo; transportado rápidamente en la sangre circulante, y mezclado después entre la sangre y los tejidos tisulares mediante difusión a través de las paredes capilares (Guyton y Hall, 2001).

Los componentes de este líquido son los que necesita la célula para sobrevivir o los que ya no necesita, y son traídos y expulsados por la sangre que circula por todo el cuerpo, por lo tanto, se podría decir que el líquido extracelular y la sangre comparten componentes similares:

El líquido extracelular contiene grandes cantidades de iones sodio, cloruro y bicarbonato, además de nutrientes para las células, tales como oxígeno, glucosa, ácidos grasos y aminoácidos. Contiene también dióxido de carbono en proceso de transporte desde las células a los pulmones para ser expulsado, además de otros productos celulares que están siendo transportados a los riñones para su excreción (Guyton y Hall, 2001, p.4).

De acuerdo con esto, se puede inferir que la sangre que circula por todo el cuerpo y que llega al líquido extracelular, ha recogido y expulsado diferentes sustancias dentro de su recorrido; en los pulmones realizando intercambio de gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ), en el intestino delgado la absorción de nutrientes y en los riñones la excreción de sustancias que ya no necesita el cuerpo.

Por consiguiente, para comprender mejor la relación entre el líquido extracelular y la circulación de la sangre, se podría diferenciar en dos etapas de transporte: La primera supone el movimiento de la sangre por el cuerpo en los vasos sanguíneos, y la segunda, el movimiento del líquido extracelular entre los capilares sanguíneos y las células. Estas etapas mantienen el circuito cerrado y circular por todo el cuerpo.

En cuanto al primero, es importante mencionar que ese movimiento de la sangre por el cuerpo a través de los vasos, es el modelo revolucionario de circulación descubierto por William Harvey, en donde el corazón bombea sangre a dos circuitos; uno a través de los pulmones (circulación pulmonar o menor) y otro al resto del cuerpo (circulación sistémica o mayor), además, donde se diferencia la función de las venas y las arterias de acuerdo con su composición sanguínea y su direccionalidad.

Sumado a ello, se podría decir que actualmente se reconocen partes adicionales; *las arteriolas, las vénulas y los capilares*. Recapitulando en los vasos sanguíneos, la función de las arterias es transportar sangre con una presión elevada lo que la hace viajar con rapidez hacia los tejidos, sin embargo, se conectan con otros vasos denominados arteriolas:

*Las arteriolas* son las últimas ramas pequeñas del sistema arterial, y actúan como sistema de control a través de los cuales la sangre pasa a los capilares, tiene una fuerte pared muscular que puede cerrar la arteriola por completo o dilatarla varias veces, lo que le da la capacidad de alterar enormemente el flujo sanguíneo en respuesta a las necesidades de los tejidos (Guyton y Hall, 2001, p. 175)

Del mismo modo, las venas que actúan como conductos de transporte de la sangre desde los tejidos hasta el corazón, se conectan con *vénulas* que recogen la sangre de los capilares para gradualmente formar venas cada vez mayores. Debido a que la presión de la sangre en las venas es muy baja, las paredes son delgadas y no pueden dilatarse o contraerse, por tanto, actúan también como un reservorio de sangre dependiendo de las necesidades de la circulación (Guyton y Hall, 2001).

Ahora, acerca de los capilares, su función es la siguiente:

La función de los capilares es intercambiar líquido, nutrientes, electrolitos, hormonas y otras sustancias entre la sangre y el líquido intersticial. Para esta función, las paredes capilares son muy delgadas y poseen numerosos poros capilares diminutos permeables al agua y otras moléculas pequeñas (Guyton y Hall, 2001, p.175)

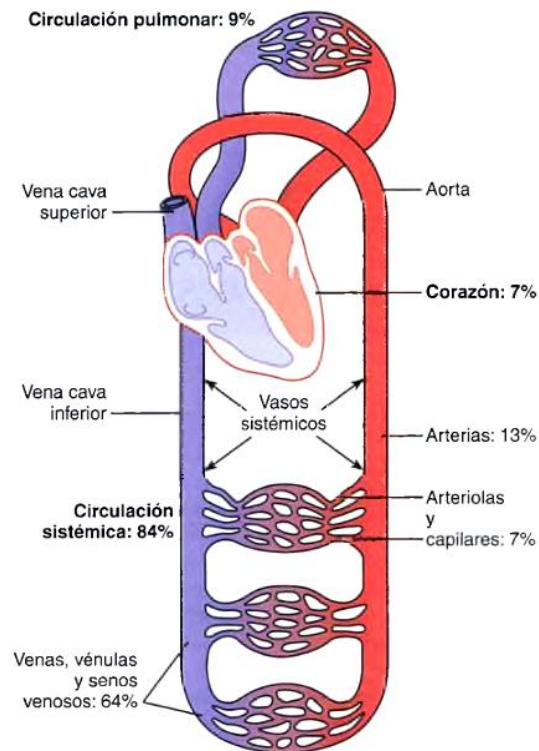
De acuerdo con esto, es relevante destacar el papel de los capilares en la circulación de la sangre por el cuerpo, debido a que todas las sustancias que viajan por el tejido sanguíneo son ingresadas o expulsadas por capilares para ser transportadas por la sangre hacia las células o a los lugares correspondientes para ser expulsadas.

Hay que decir también que, con el descubrimiento de los capilares queda de lado las ideas aristotélicas que utilizó Harvey para describir el cambio de composición de la sangre en los pulmones a causa del desconocimiento del intercambio de gases, donde mencionó que la sangre se carga de “espíritus vitales” en su paso por los pulmones para nutrir a todos los órganos de dicha sangre espirituosa. Hoy sabemos que dicho cambio se da por un intercambio de gases a nivel microscópico.

Por otro lado, es conveniente mencionar el porcentaje de volumen total en las distintas partes de la circulación, tal como se puede observar en la figura 4.

#### Figura 4.

*Distribución del volumen sanguíneo por el cuerpo humano*



*Nota.* Esquema de porcentaje de volumen en las diferentes partes de la circulación. Adaptado de *Tratado de fisiología médica* (p. 176), por Guyton y Hall, 2001, McGraw-Hill Interamericana.

Se puede observar que, aproximadamente el 84 % de todo el volumen sanguíneo del cuerpo está en la circulación sistémica. Tiene sentido, debido a que el corazón bombea sangre hacia fuera del corazón dirigiéndose hacia la cabeza, tronco y extremidades, llevando sangre oxigenada y otros elementos que necesiten los tejidos celulares.

Del este 84 % del total presente en la circulación sistémica, un 64% se encuentra en las venas, un 13% en las arterias y un 7 % en las arteriolas sistémicas y los capilares. Mientras que, en la circulación pulmonar solo se alberga un 9% de sangre, la cual es la que realiza el intercambio de gases desde el corazón, y finalmente, el músculo cardíaco - corazón contiene el 7 % de la sangre cada vez que realiza sus movimientos de contracción y llenado.

Por otra parte, se ha estudiado la circulación en términos de su flujo sanguíneo y presión sanguínea, lo cual permite entender su comportamiento en diferentes partes del cuerpo. El flujo sanguíneo significa:

La cantidad de sangre que pasa por un punto determinado en la circulación en un periodo dado. Habitualmente se expresa en mililitros por minutos o litros por minuto. El flujo sanguíneo global en la circulación de una persona adulta en reposo es de aproximadamente 5000 mL/minuto. A esto se le llama gasto cardíaco, porque es la cantidad de sangre bombeada por el corazón en cada minuto (Guyton y Hall, 2001, p178).

En cuanto a la presión sanguínea, significa:

La fuerza ejercida por la sangre contra cualquier unidad de área de la pared del vaso. La presión se mide en milímetros de mercurio (*mm Hg*), por ejemplo, cuando decimos que la presión en un vaso es de 50 mm Hg, queremos decir que la fuerza ejercida es suficiente para empujar una columna de mercurio contra la gravedad hasta una altura de 50 mm (Guyton y Hall, 2001, 180).

Lo anterior es importante, en la medida en que el flujo sanguíneo y la presión sanguínea, se convierten en referentes para la revisión de comportamientos normales o anormales en la circulación de la sangre. Por ejemplo, la presión sanguínea en la distensibilidad de las arterias, se ha convertido en un signo vital que refleja un adecuado comportamiento de la sístole cardiaca y recorrido de la sangre por el vaso, se suele tomar mediante la pulsación en la arteria radial de la muñeca o en la carótida en el cuello. Si no se siente pulso al tocar las arterias, significa que hay una falla en el comportamiento de circulación de la sangre.

No obstante, las pulsaciones de la presión se reducen hasta que prácticamente desaparecen en el momento en que la sangre alcanza los capilares, por lo que el flujo sanguíneo tisular es principalmente continuo con un escaso carácter pulsátil (Guyton y Hall, 2001).

Ahora bien, para entender la circulación de la sangre desde una perspectiva sistémica, se profundizará en el origen de las sustancias que necesitan las células y el lugar donde se eliminan los productos de desecho de su metabolismo, es decir, del recorrido de la sangre por diferentes órganos en un nivel que Harvey no pudo observar.

En primer lugar, es el flujo de la sangre a través de los pulmones, conocido actualmente en un proceso denominado intercambio de gases. La sangre capta el oxígeno en los alvéolos proveniente de la atmósfera; necesario para las células, y expulsa el dióxido de carbono hacia el exterior como producto de desecho de las mismas. En términos de Guyton y Hall (2001):

Una vez que los alvéolos están ventilados con aire fresco, el paso siguiente del proceso respiratorio es la difusión de oxígeno de los alvéolos a la sangre pulmonar y la difusión del dióxido de carbono en la dirección opuesta. El proceso de difusión es simplemente un movimiento al azar de las moléculas que entrecruzan sus caminos en ambas direcciones a través de la membrana respiratoria y los líquidos adyacentes (p.549).

Aquí es fundamental destacar una nueva estructura que no se concebía en los tiempos de Harvey, primordial para comprender el cambio de composición de la sangre en los pulmones; *los alvéolos*. Los pulmones tienen una unidad respiratoria que está compuesta por el bronquíolo respiratoria, los conductos alveolares y los alvéolos; unos sacos con un diámetro medio de unos 0.2 milímetros, de los cuales existen unos 300 millones en ambos pulmones (Guyton y Hall, 2001).

Así que, una vez que la sangre recorre los pulmones y llega al corazón, es bombeada hacia el resto del cuerpo, en donde atraviesa las paredes del tracto gastrointestinal. Este segundo lugar, precisamente en el intestino delgado, es donde se absorben hacia la sangre todos los nutrientes provenientes de los alimentos, tales como hidratos de carbono y ácidos grasos. De forma más precisa y dicho con palabras de Guyton y Hall (2001):

Al penetrar en la pared del tubo digestivo, las arterias se ramifican y envían arterias circulares de menor calibre en todas las direcciones, de forma que sus extremos se encuentran en el lado de la pared intestinal opuesto a la inserción mesentérica. De las arterias circulares salen otras aún más pequeñas que penetran en la pared intestinal y se propagan: 1) a lo largo de los, haces musculares; 2) hacia las vellosidades intestinales, y 3) hacia los vasos submucosos situados bajo el epitelio, donde intervienen en las funciones secretoras y absorptivas del intestino.

Dicho esto, el flujo sanguíneo atraviesa las paredes con vellosidades de los intestinos, donde se realiza la absorción de nutrientes hacia la sangre. Esto es relevante debido a que los nutrientes son sustancias importantes para el funcionamiento del cuerpo, por lo que la sangre al absorberlas en el intestino, las lleva hacia las células del cuerpo para ser aprovechadas.

En tercer lugar, y enfocándonos en la eliminación de productos finales del metabolismo celular, encontramos la liberación de dióxido de carbono en los pulmones, que como ya se había mencionado; al captar oxígeno, se libera CO<sub>2</sub> al alvéolo y posteriormente a la atmósfera. Sin embargo, existe otro recorrido de la

sangre por un órgano que elimina la mayor parte de sustancias que ya no necesita la célula: los riñones.

Las sustancias que se eliminan en los riñones son productos finales del metabolismo celular y al ser transportadas por la sangre hacia los riñones, se filtran y son expulsadas por la orina. Así lo señala Guyton y Hall (2001):

Los productos finales son la urea y el ácido úrico; también, abarcan los excesos de iones y agua de los alimentos que podrían haberse acumulado en el líquido extracelular. Los riñones llevan a cabo su función filtrando, en primer lugar, grandes cantidades de plasma a través de los glomérulos hasta los túbulos y, posteriormente, reabsorbiendo a la sangre las sustancias necesarias para el cuerpo, como son la glucosa, los aminoácidos, las cantidades correctas de agua y muchos de los iones. La mayoría de las restantes sustancias, las que no necesita el organismo, especialmente los productos finales del metabolismo como la urea, se reabsorben escasamente, y pasan en cambio a través de los túbulos renales hasta la orina (pp.5-6)

En efecto, se puede analizar que la sangre que ingresa al riñón lo hace con una composición particular y tras su paso por este, se filtran las sustancias de desecho y otras han sido reabsorbidas para volver a las células y ser utilizadas, es decir, que la sangre que sale del riñón tiene una composición diferente a la inicial.

De acuerdo con este análisis, se da cuenta de cómo la circulación de la sangre participa en diferentes procesos al interior del cuerpo, en particular en algunos órganos específicos, aunque acá se resaltaron los pulmones, intestino delgado y riñones, la sangre circula por todo el cuerpo incorporando sustancias y expulsando otras, de manera constante y sin cesar.

Así que, después de todos los conocimientos que se han profundizado en torno a la circulación de la sangre después de Harvey, se podría decir que:

La función de la circulación es satisfacer las necesidades de los tejidos: transportar nutrientes a los tejidos, llevarse los productos de desecho, conducir hormonas de una



parte del cuerpo a otra y, en general, mantener un ambiente apropiado en todos los líquidos tisulares para una supervivencia y función óptimas de las células (Guyton y Hall, 2001, p. 175).

Lo anterior tiene concordancia con las intenciones de este trabajo, donde se quiere poner en relevancia cómo la circulación de la sangre participa en el funcionamiento sistémico del cuerpo, por lo tanto, los análisis descritos sobre los recorridos de la sangre a través de diferentes órganos, en donde la composición de la sangre sufre cambios, son relevantes para la construcción de una perspectiva sistémica sobre el cuerpo.

De igual manera, el reconocimiento de elementos teóricos como las estructuras y las sustancias que participan en la circulación de la sangre, y los recorridos de dichas sustancias por las estructuras tanto en el modelo de Galeno como en el de Harvey, son centrales para configurarla como un objeto de estudio para la Biología, en la medida en que, a partir del análisis y profundización de estos elementos, se pueden generar mayores comprensiones, lo que permite proyectar mejores alternativas de enseñanza sobre el cuerpo humano, más allá de lo memorístico, dejando a un lado lo fragmentado y con una mirada sistémica del cuerpo.

De igual modo, elementos de orden técnico como la observación, las disecciones y las vivisecciones que tuvieron lugar en los descubrimientos de la circulación de la sangre, son importantes para este trabajo, ya que aportan al entendimiento de las relaciones que tiene la sangre con diferentes órganos del cuerpo, a la disposición de los mismos y una mejor comprensión del fenómeno.

Finalmente, dichos elementos de orden técnico, son relevantes en este trabajo para la proyección de una propuesta alternativa de enseñanza sobre la circulación de la sangre, donde la observación, la disección y la vivisección, sean prácticas que puedan desarrollarse en el aula con el fin de comprender el funcionamiento sistémico del cuerpo a partir del estudio de la circulación de la sangre.

## **PROFUNDIZACIÓN PEDAGÓGICA**

Luego de realizar un proceso de profundización teórica disciplinar, surge la necesidad de abordar algunos aspectos relacionados con lo pedagógico, que permitan llevar la circulación de la sangre a su enseñanza, de igual manera, que se susciten algunas reflexiones sobre el papel del maestro en la transformación de sus prácticas educativas de enseñanza en Biología.

A continuación, se presenta una profundización teórica pedagógica centrada en 3 aspectos. En primer lugar, los problemas de conocimiento como enfoque fundamental para la enseñanza de la circulación de la sangre en la educación básica, en segundo lugar, el papel de la observación, los modelos y las analogías en la clase de Biología como estrategias para profundizar y generar una mayor comprensión sobre los fenómenos; en especial el de la circulación, y, por último, se describe un apartado sobre la enseñanza de las ciencias.

### **PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO**

Esta perspectiva compleja de enseñanza, se emplea en este trabajo por las formas en que asume la ciencia y el conocimiento, además, por los referentes de orden epistemológico, pedagógico y didáctico de los cuales se fundamentan, los que brindaron elementos que permitieron construir una propuesta alternativa de enseñanza de la circulación.

Esta categoría emerge del grupo *eco-perspectivas* del Departamento de Física de la Universidad Pedagógica Nacional con el objetivo de diseñar propuestas de innovación e investigación en enseñanza de las ciencias a partir de la construcción de sujetos de conocimiento (Valencia *et al.* 2003). Según Steiner Valencia en una reciente entrevista, sobre los problemas de conocimiento es “aportar elementos de crítica conceptual y no solamente estrategias didácticas o pedagógicas, que hagan posible que maestros y

estudiantes se constituyan como sujetos de conocimiento, y que reconociéndose como tal tengan las posibilidades de hacer otras cosas” (Canal CINNET UPN, 2022a, 31m34s).

De este modo, los problemas de conocimiento asumen el conocimiento como una actividad de la cultura y la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones y representaciones del mundo natural y social, asimismo, las prácticas de enseñanza como la emergencia de nuevas subjetividades (Valencia *et al.* 2003).

De acuerdo con esto, se busca hacer de las situaciones o fenómenos un problema de conocimiento que implique un desafío para los maestros y los estudiantes, y para orientar un estudio de este tipo, se podría partir de la pregunta que Steiner Valencia formula<sup>19</sup> ¿Qué es lo que acontece con los conocimientos científicos cuando son puestos en condiciones de enseñanza?, en la que primordialmente el maestro se cuestiona cuál es su relación con los conocimientos científicos, y es aquí, donde se vuelve un desafío.

Por consiguiente, es aquí donde surge la necesidad de situar a la circulación de la sangre como un problema de conocimiento, en el que el maestro establece una relación con el fenómeno de estudio y a partir de allí, formula y diseña ciertas condiciones para que los estudiantes construyan representaciones y explicaciones significativas frente al fenómeno.

Para comprender mejor los problemas de conocimiento como estrategia o alternativa para el abordaje de fenómenos de estudio en la enseñanza de las ciencias, es necesario conocer algunos referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos en los que se fundamenta.

---

<sup>19</sup> Recuperada de (Canal CINNET UPN, 2022a, 55m44s).

## Referentes epistemológicos

Los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento aportan en la realización de un ejercicio académico en el que el maestro vincula preguntas relacionadas con la naturaleza de la ciencia y el conocimiento, sus procesos de producción y las estrategias de legitimación social (Valencia *et al.* 2003). Por ende, es importante describir los supuestos que permiten comprender a la ciencia como una actividad cultural y el lugar que tiene en la construcción de conocimientos.

De esta manera, subyacen dos aspectos importantes; el primero hace referencia a la ciencia como construcción de representaciones del mundo natural y social, y el segundo, de la experiencia básica a la complejización de las relaciones.

En cuanto al primero, se hace alusión a todos aquellos significados, sentidos y concepciones que se le asignan al mundo a través de las relaciones o vivencias en las que se desenvuelve el sujeto en su entorno natural y social, además, de que dichas relaciones se vinculan con la capacidad de construir conocimiento. En palabras de Valencia *et al.* (2003):

Las representaciones son entendidas como construcciones discursivas con carácter ideológico que expresan relaciones de saber-poder que se dan en los contextos culturales donde circulan. Desde este punto de vista, el interés por el papel de las representaciones en la construcción de conocimiento, no se centra en determinar si dichas representaciones son o no verdaderas o si se corresponden con un modo de representar dominante, sino en mostrar que es posible transformar las formas de relación que se establecen entre los sujetos y entre ellos y los saberes que circulan en la escuela, haciendo posible la coexistencia de múltiples formas de representar (p.2)

En ese sentido, el maestro no busca instaurar una representación o concepción determinada o fija sobre el mundo o sobre un fenómeno, por lo que se acaba la idea de un conocimiento acabado que se debe concebir de formas determinadas y reducidas, sino que, entre el maestro y el estudiante, se deben construir diferentes formas de representar el mundo para dar cuenta del fenómeno.

En particular, en la enseñanza de la circulación de la sangre se propone superar el reduccionismo de concebirla como la presentación del modelo del sistema circulatorio en el que se abordan sus componentes básicos, y se construyan diferentes formas discursivas que demuestren un conocimiento más allá de lo fragmentado, además, que se involucren de forma más específica estructuras, sustancias y recorridos de la sangre por diferentes sistemas de órganos del cuerpo para alcanzar una mirada sistémica y holística sobre el mismo.

Como segundo aspecto, y muy pertinente para este trabajo, es la transición que hay de la experiencia básica que tienen los sujetos a la complejización de las relaciones o explicaciones frente a un fenómeno de estudio. La experiencia básica es entendida como la primera aproximación que tiene el sujeto a los eventos del mundo natural, ella permite sorprenderse con aquello que se reconoce novedoso, inquietarse con lo desconocido, maravillarse del universo que se habita (Valencia *et al.* 2003).

No obstante, dicha experiencia debe ser cuestionada para adentrarse en el conocimiento, movilizándolo y renovándolo incesantemente. Por ello, se entiende el cuestionamiento de la experiencia como “la instancia que permite al sujeto adquirir un sentido renovado del fenómeno que le permite cuestionar las analogías primeras, enriquecer las metáforas, complejizar las descripciones y explicitar los sentidos” (Valencia *et al.* 2003).

En consecuencia, se llega a una instancia renovada de la construcción del fenómeno, en donde es posible concebirla en su dimensión más compleja lo cual demanda un cambio en las formas de mirar, de pensar y de hacer del sujeto que conoce (Valencia *et al.* 2003), esta instancia es la complejización de las relaciones, en la que se podría decir que es una experiencia enriquecida y documentada que adquiere el sujeto luego de cuestionar su experiencia básica.

Recogiendo los elementos anteriormente descritos, Steiner Valencia recientemente en una entrevista, señala que:

En unos contextos escolares los sujetos ponen en juego su experiencia básica y que a partir de una serie de condiciones y acciones que el maestro desarrolla, y que el niño o el estudiante desarrolla, entonces, él va transitando por diferentes momentos, estados y experiencias que le permiten construir explicaciones sobre el tipo de situaciones que se están estudiando (Canal CINNET UPN, 2022b, 38m24s).

De igual modo, Ingrid Vera constata:

Todos tenemos una experiencia básica y pues los estudiantes también la tienen, y que la posibilidad que tenemos de asombrarnos con esa experiencia a la que estamos próximos, solamente es llevada más adelante o trascendida a partir de la configuración de preguntas particulares, de darse la posibilidad de salir de esa zona de confort que nos da la seguridad de conocimientos sancionados y transformarlos en preguntas que permiten configurar problemas de estudio dentro del aula de ciencias naturales (Canal CINNET UPN, 2022b, 41m50s).

Por ende, se entiende que la experiencia básica es importante para poder situar a los estudiantes en el estudio de un fenómeno, pero es mucho más relevante poder cuestionar dicha experiencia para que a partir de allí se movilice el pensamiento hacia la profundización y construcción de explicaciones. En efecto, son estas estrategias las que inciden de manera significativa en la propuesta de intervención de este trabajo, en la que se busca a partir de una acción, despertar el interés y la curiosidad por el movimiento de la sangre, y que dicha experiencia vaya enriqueciéndose a través de diferentes sesiones con el fin de construir un conocimiento sistémico y complejo sobre el cuerpo humano.

### **Referentes pedagógicos**

En cuanto a los aspectos pedagógicos, es importante resaltar 3 aspectos importantes que inciden en las prácticas de enseñanza relacionadas con los problemas de conocimiento: la transformación de la escuela como un territorio cultural, el papel del maestro y el papel del estudiante.

En cuanto al primero, Valencia *et al.* (2003) expresa:

Es posible pensar la escuela como territorio de expresión de los conflictos culturales, en donde maestros y estudiantes contrastan sus puntos de vista, sopesan el carácter de sus valoraciones y se embarcan en proyectos que transforman sus vínculos comunitarios locales; es decir, una escuela en donde los textos, los productos de la ciencia, los currículos, los programas, las valoraciones éticas, estéticas, lúdicas y las múltiples representaciones que la constituyen en territorio cultural, no son más que “insumos” para configurar dinámicas de renovación en las relaciones, para la emergencia de nuevos sentidos colectivos y para la construcción de nuevos órdenes educativos (pp. 5-6)

Con esta forma de pensar la escuela, se deja de lado todos aquellos elementos que componen la naturaleza de una escuela en la que el individuo se desarrolla de forma homogénea a partir de la interacción de normas y reglamentos<sup>20</sup>, y se construye una escuela en la que maestros y estudiantes son partícipes en la construcción del conocimiento, y en la que entre ambos convergen las diferentes formas de representar el mundo natural y social.

En ese sentido, es importante analizar cuál es el papel del estudiante y del maestro dentro de este territorio cultural. En lo que respecta al estudiante, es importante considerarlo:

Como un sujeto social de conocimiento; es decir, un sujeto que se construye y reconstruye a partir de las múltiples relaciones que establece en su espacio cultural y que hace de la actividad de conocer una posibilidad para criticar permanentemente aquello que aparenta ser socialmente válido; un sujeto que elabora formas creativas de relacionarse consigo mismo, con los otros y con su entorno, y que es capaz de emocionarse con el conocimiento (Valencia *et al.* 2003, p. 6).

Aquí es importante resaltar, la relación que se establece entre el conocimiento y el estudiante, y es que, por un lado, le permite dialogar, moverse y criticar todos aquellos conocimientos establecidos, y por el otro, despertar todas aquellas sensaciones emotivas cuando adquiere y comprende un conocimiento determinado.

---

<sup>20</sup> Tomado de Segura, D. (2000). ¿Es posible pensar otra escuela?. Escuela Pedagógica Experimental. Santafé de Bogotá, Colombia.

En consonancia con esto, el rol del maestro deja de ser una autoridad o figura que posee determinados saberes que son transmitidos a sus estudiantes, y se convierte en un intelectual que sabe participar en ese territorio cultural. En palabras de Valencia *et al.* (2003):

El maestro deja de ser un distribuidor de saberes, para ser concebido como un posibilitador de dinámicas de transformación cultural y como un intelectual ideológicamente comprometido con nuevas maneras de entender los contextos en los que desarrolla su labor y en esta medida, aporta a la construcción de otros órdenes educativos (p. 6).

En efecto, el papel del maestro debe ser renovado dentro del aula si se quiere mejorar las prácticas de enseñanza de las ciencias. Profundizando un poco más en esta idea, es importante mencionar lo que señala Steiner Valencia recientemente:

El maestro se constituye como otro sujeto que ya deja de ser un simple administrador de un currículo o un funcionario cumpliendo horarios y tareas, sino que se constituye en un sujeto político y de conocimiento, que cuestiona su práctica y que desde ese cuestionamiento plantea nuevas alternativas para la escuela, que dinamice los espacios, que proponga liderazgos y otras formas de entender la escuela (Canal CINNET UPN, 2022b, 46m20s).

No cabe duda que, si se desea proponer una alternativa de enseñanza sobre la circulación de la sangre, se deben tener en cuenta estos aspectos, iniciando con el cambio de perspectiva o resignificación del lugar donde el maestro desempeña su labor, y que, de esa manera, tendrá la capacidad de generar propuestas innovadoras que le permitan al estudiante sorprenderse con fenómenos que hacen parte del mundo natural, construir nuevos sentidos culturales e inventar nuevas subjetividades.

### **Referentes didácticos**

En las prácticas de enseñanza de las ciencias desde los problemas de conocimiento, es importante tener en cuenta el diseño de las propuestas y de las actividades que el maestro plantea para desarrollar con los estudiantes. Sin embargo, desde los PC la



didáctica no se asume como una disciplina autónoma e independiente para orientar los procesos del aula, ni como un saber instrumental subordinado a la pedagogía.

De este modo, los referentes didácticos surgen al reconocer la complejidad y particularidad en que se desenvuelve la actividad del aula, por ello, se delimitan unos *criterios de actuación* y unas *formas de trabajo* que concretan procesos implicados en la constitución de los PC.

En primera medida, dentro de los criterios de actuación, encontramos las *situaciones desencadenantes*, constituidas como “espacios para la problematización de situaciones o eventos del mundo cotidiano que permiten a un grupo de individuos orientar y delimitar sus intereses en la perspectiva de construir conocimiento” (Valencia *et al.* 2003). Profundizando un poco más, Steiner Valencia señaló recientemente que las actividades desencadenantes son:

Toda una serie de situaciones que el maestro de manera deliberada y consciente le propone a sus estudiantes para que se interroguen y se pregunten bajo ciertas condiciones ¿Qué ocurriría con este tipo de situaciones? ¿Qué pasaría con este fenómeno? ¿Qué pasaría con estos acontecimientos que se están dando en este ambiente que yo he propuesto? (Canal CINNET UPN, 2022b, 47m50s).

Conviene subrayar, que las actividades desencadenantes son las situaciones que permiten alterar la experiencia básica de los sujetos, puesto que a partir de allí. surge el cuestionamiento y el interés por alcanzar el conocimiento relacionado con algún fenómeno de estudio en particular. En ese sentido, las actividades desencadenantes son fundamentales para el presente trabajo, ya que una sola situación que resulte de la cotidianidad de los estudiantes, les permitirá problematizar el movimiento de la sangre por el cuerpo.

A partir del cuestionamiento de la experiencia y la formulación de preguntas, producto del desarrollo de las actividades desencadenantes, las relaciones que el estudiante entabla con su entorno se ven alteradas, en aspectos como:

1. La relación con la información sufre un cambio de concepción en donde los recursos tecnológicos que le proveen información a los estudiantes como lo son páginas de internet, libros de texto u aplicaciones móviles, no son utilizados para responder de forma cerrada las preguntas que se le realizan, sino que son utilizados como un referente que documenta las preguntas, amplía las experiencias y enriquece las explicaciones (Valencia *et al.* 2003).
2. La relación con los otros cambia en el sentido en que ya no se considera al estudiante y su compañero con funciones determinadas sino que se constituyen como un equipo de trabajo, en el que se ve al compañero como alguien del cual se aprende, como un compañero de viaje del conocer, con el cual se pueden intercambiar rutas, pensar colectivamente, es decir, otro a través del cual se construye y reconstruye permanentemente (Valencia *et al.* 2003).
3. La relación con el entorno natural en la que este deja de ser visto como recipiente que contiene cosas y en el que ocurren eventos y empieza a ser comprendido como sistema de relaciones del cual somos emergencia (Valencia *et al.* 2003).

Las relaciones alternativas que surgen en los PC son importantes para este trabajo de grado. Por un lado, los estudiantes que viven inmersos en un mundo tecnológico donde el acceso a la información es inmediato, podrán utilizar dichos recursos para documentar todas aquellas preguntas sobre la circulación de la sangre, asimismo, el trabajo en equipo intencionado que se propone para abordar la ruta de intervención en el aula, generará que entre los integrantes puedan dialogar, refutar, afirmar y construir conocimiento que afecte en cierta medida al otro y así, se generen mejores comprensiones sobre la circulación de la sangre y su incidencia en el funcionamiento sistémico del cuerpo.

De igual manera, el entorno natural, que en este caso sería el cuerpo humano, se entendería como un todo organizado en el que cada una de sus partes se relaciona para provocar funciones vitales particulares. Este cambio de perspectiva sobre el

cuerpo hacia lo sistémico es clave en este trabajo, pues se pretende que, a partir del estudio de la circulación de la sangre, se puedan comprender las diferentes relaciones del cuerpo humano para realizar sus funciones generales.

Finalmente, es necesario propiciar actividades en el aula que permitan a los individuos hablar, escribir y escuchar como elementos indispensables para el intercambio de opiniones, puntos de vista, deseos, pareceres, etc. (Valencia *et al.* 2003). Teniendo en cuenta este último criterio de actuación en los PC, se plantea cerrar la intervención en el aula, donde los estudiantes puedan socializar las experiencias enriquecidas a lo largo del proceso de desarrollo y se puedan complementar diferentes ideas y representaciones.

A manera de síntesis, los problemas de conocimiento desde sus referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos, permiten construir una intervención en el aula que se constituya como una alternativa para la enseñanza de la circulación de la sangre en la educación básica, y de la que se espera, emerjan elementos importantes que contribuyan a la enseñanza de este fenómeno para la Biología.

## **OBSERVACIÓN, MODELOS Y ANALOGÍAS EN BIOLOGÍA**

La observación es clave para comprender el funcionamiento sistémico del cuerpo, si entendemos que los procesos que ocurren al interior de nuestro cuerpo no se pueden observar a simple vista, es necesario buscar estrategias de observación, modelización o analogías que le permitan a los estudiantes profundizar en las comprensiones fisiológicas, en particular, en el movimiento de la sangre y su participación en otros procesos vitales.

De este modo, Hanson (1977) presupone que todas las personas tienen una experiencia visual diferente, en la medida que interpretan y organizan las cosas de diferente manera:

Existen diferentes interpretaciones de lo que ven, en común, todos los observadores, Las reacciones de la retina son virtualmente idénticas; también lo son nuestros datos sensoriales visuales, ya que nuestros dibujos de lo que vemos tendrán el mismo contenido. No existen, pues, diferencias en la visión. Estas diferencias deben corresponder, por consiguiente, a las interpretaciones que se dan de lo que se ve (p.7)

De acuerdo con esto, las prácticas en Biología que requieren de observación, como es el caso de la disección de órganos y la “vivisección” a partir de la realidad aumentada, permite que los estudiantes construyan conocimiento relacionado con los procesos internos del cuerpo. Aunque los órganos no estén en su estado de funcionamiento, la observación de la estructura y su disposición, provoca que se realicen interpretaciones sobre su actividad y relación con diferentes sustancias, además de generar comprensiones sobre otras relaciones entre órganos.

De la misma manera, la observación de órganos en la actividad de disección provoca que los estudiantes le den interés, trascendencia y sentido al conocimiento relacionado con los procesos ocurrentes al interior del cuerpo. Hacking (1996) menciona que “tenemos a darnos cuenta de las cosas cuando tenemos expectativas, por lo general teóricas, que hacen que estas cosas sean interesantes, o por lo menos que tengan sentido” (p. 200).

Cabe señalar también que, así existan experiencias visuales diferentes, las relaciones que tienen los estudiantes con otros, o incluso con el maestro, permite que se contrasten detalles o cosas de lo que cada uno observa de forma individual, logrando que colectivamente se construya conocimiento. Esta idea la señala Martínez (2022) de la siguiente forma:

En la medida en que cada estudiante interpreta de manera distinta lo que está observando, así mismo, propone alternativas para dar cuenta a los demás de lo que está analizando, de ahí que la socialización de experiencias sea importante en la medida en que abre la posibilidad de que los otros tengan una visión similar o detallen aspectos que en otras condiciones no habían considerado u observado (p.90).

De esta manera, la interacción y comunicación entre los estudiantes, permite que las interpretaciones se vayan cargando teóricamente en relación con los conocimientos fisiológicos que ocurren al interior del cuerpo, enriqueciendo la experiencia sobre la circulación de la sangre y la relación que tiene con otros procesos.

Por otro lado, y en concordancia con lo que se ha descrito, los modelos y analogías en Biología, permiten comprender con mayor profundidad fenómenos que no se pueden observar a simple vista, en este caso, el caso de los órganos. De este modo, Cangilhem (2009) manifiesta que en Fisiología se ha fundado una forma de ver los modelos y las analogías a partir de la deducción anatómica, que extrae el conocimiento de las funciones de su asimilación a los usos de herramientas o mecanismos evocados por la forma o la estructura de los órganos correspondientes.

Un ejemplo de ello, proviene de la idea de circulación del propio Harvey, donde él había advertido entre las válvulas antirretorno de las venas y las válvulas mecánicas (Puertas de las esclusas), una analogía tan clara que su inducción de la ley de circulación había sido irresistible (Canguilhem, 2009). Por ende, este tipo de analogías cuando se realiza o se utiliza un objeto como modelo, permite construir comprensiones sobre su funcionamiento orgánico o viviente.

Por ello, se deja claro que el papel de los modelos y las analogías en Biología conducen al establecimiento de correspondencias analógicas en el nivel de objetos, estructuras o funciones, concretamente designados (Canguilhem, 2009). Aspecto importante para este trabajo, en la medida en que con la intención de documentar la experiencia de los estudiantes frente a la circulación de la sangre y con la dificultad de no poder observar a simple vista dichos procesos, es propicio y necesario generar modelos y analogías para propiciar la construcción de explicaciones.

En suma, el papel de la observación, los modelos, las analogías, entre otros., se convierten en elementos que contribuyen a la enseñanza de la Biología. En particular,

en este trabajo son indispensables para que los estudiantes construyan conocimiento y mejores relaciones entre los sistemas del cuerpo humano.

## **ENSEÑAR CIENCIAS**

Enseñar ciencias implica un desafío para el maestro en el desarrollo de sus prácticas educativas, en el que su papel este configurado a partir de capacidades propositivas, críticas y reflexivas sobre lo que enseña, con el fin de transformar el aula en un territorio cultural en el que se construya conocimiento científico y en el que los estudiantes vean el estudio de la ciencia con constante motivación.

De igual manera, involucra acabar con la idea de una ciencia acabada, reduccionista, con conocimientos establecidos y en la que se tiende a enseñar como un proceso de transmisión de contenidos y conceptos mediado por un método científico objetivo. Es decir, que primero se debe transformar la idea de ciencia, según Candela (1990):

El conocimiento científico es entendido como un sistema socialmente construido de comprensiones, suposiciones y procedimientos compartidos por una comunidad y no como el producto de la aplicación de un «método científico» impersonal, invulnerable y «objetivo» que siempre conduce al conocimiento «verdadero» (p.15)

Por el contrario, se debe visibilizar una ciencia en la que se desarrolle el conocimiento científico a partir de la observación del entorno, el cuestionamiento de los fenómenos, la construcción de explicaciones y en el que los conocimientos emerjan a partir de la interacción dialógica entre los estudiantes y el maestro. Para ello, también es importante analizar cómo se está enseñando y llevando la ciencia al aula de clases.

De este modo, Candela (1991) señala:

La enseñanza de las ciencias naturales debe trascender la simple descripción de fenómenos y experimentos, que provocan que los alumnos vean a las ciencias como materias difíciles en cuyo estudio tienen que memorizar una gran cantidad de nombres y fórmulas. Es necesario promover en los alumnos el interés científico y esto sólo se puede lograr acercando la ciencia a sus propios intereses, haciendo que ellos participen en la construcción de su propio conocimiento (p.144).

De acuerdo con lo anterior, en la enseñanza de las ciencias se debe promover, tal como ocurre en la comunidad científica, una interacción constante entre el maestro y los estudiantes, en donde se vayan modelando los conocimientos científicos a partir del diálogo y en contexto con los intereses de los estudiantes y/o situaciones del mundo actual.

Por consiguiente, para dejar a un lado el proceso de memorización de conocimiento, es importante también tener en cuenta la promoción de actitudes científicas. Retomando a Candela (1991), se señalan las siguientes:

- Expresar sus ideas para que otros las entiendan.
- Predecir lo que puede ocurrir en ciertas situaciones.
- Aprender a comprobar sus ideas.
- Argumentar lo que piensan para tratar de convencer a los demás.
- Buscar explicaciones a nuevos problemas para tratar de entender por qué ocurren.
- Comparar situaciones para encontrar diferencias y semejanzas.
- Escuchar y analizar opiniones distintas a las suyas.
- Buscar coherencia entre lo que piensan y lo que hacen, entre lo que aprenden en la escuela y fuera de ella.
- Poner en duda la información que reciben si no la entienden.
- Colaborar con sus compañeros para resolver juntos los problemas planteados.
- Interesarse por entender por qué ocurren las cosas de una cierta manera y analizar si no pueden ocurrir de otra

De acuerdo con todo lo que se ha descrito, este trabajo es una apuesta por generar una propuesta alternativa frente a la enseñanza de las ciencias, en la que se transformen los roles del estudiante y del maestro, y se construya un conocimiento significativo y duradero, además, que dé cuenta no de un proceso memorístico sino de una apropiación de conocimientos que estén ligados a los contextos de los estudiantes.

Finalmente, la profundización pedagógica que se ha formulado aquí, da suficientes elementos para poder problematizar el fenómeno de circulación de la sangre, por lo que se constituye como un problema de conocimiento, por lo tanto, los referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos de los PC aportan a la construcción de una intervención en el aula en la que se resalte la observación, los modelos y analogías, y

se pueda construir un conocimiento complejo en el que se comprenda el funcionamiento sistémico del cuerpo a partir de la circulación de la sangre. De igual forma, se espera que esta propuesta alternativa, contribuya a la enseñanza de las ciencias, en particular a la enseñanza de la Biología para la educación básica.



## INTERVENCIÓN EN EL AULA

En el presente capítulo se recogen las acciones desarrolladas como parte de una intervención en el aula en la que se constituye como una alternativa para el aprendizaje de la circulación de la sangre. Aquí se describe detalladamente la caracterización de la población, las fases que llevan a cabo el proceso y la descripción sesión a sesión de lo que se realizó a lo largo de la intervención, asimismo, las acciones y los recursos utilizados.

Dicho lo anterior, el diseño de la intervención en el aula surge a partir de la revisión de referentes conceptuales disciplinares, pedagógicos y didácticos y las condiciones del contexto. El trabajo realizado con los estudiantes se desarrolló a partir de diversas actividades en grupo; teóricas y prácticas, provenientes de los análisis y revisión de referentes teóricos, permitiendo que los estudiantes progresivamente fueran documentándose sobre el fenómeno de la circulación sanguínea y construyendo relaciones con otros sistemas del cuerpo humano.

De la misma forma, las actividades se plantearon a partir de los intereses de los estudiantes y desde su cotidianidad, además, de las discusiones y reflexiones realizadas en los encuentros de asesoría. Las actividades incluyeron el ejercicio físico, el uso de herramientas audiovisuales para conocer el interior del cuerpo humano y la práctica experimental de disección de órganos. La relación entre las actividades consolidó la construcción de un conocimiento sistémico sobre el cuerpo humano a partir del aprendizaje de la circulación de la sangre.

## **CARACTERIZACIÓN DE LA POBLACIÓN**

La Institución Educativa GP Creative Bilingual School de modalidad privada se encuentra ubicada en el Municipio de Chía del Departamento de Cundinamarca, es de carácter mixto y calendario B con jornada única, el colegio cuenta con educación para todos los niveles desde Kindergarten hasta 11°; Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y media académica, el bachillerato otorga el título de bachiller americano. El colegio maneja un modelo pedagógico innovador denominado escuela creativa, el cual busca desarrollar competencias en creatividad, innovación e investigación.

La institución cuenta con espacios amplios que se convierten en escenarios propicios para el aprendizaje: Salón de Biología tipo laboratorio con mesones y dotación de instrumentos propios de laboratorio, y aulas especializadas con elementos electrónicos como tableros inteligentes y ordenadores.

## **ACTORES**

La intervención en el aula se realizó con un grupo de 9 estudiantes de séptimo grado, siendo 4 mujeres y 5 hombres, entre los 11 y 13 años de edad. Las clases definidas en el horario escolar para la asignatura de Biología eran dos a la semana; 2 horas en dos días. Este grado fue escogido porque los logros del plan de estudio estaban asociados con los sistemas del cuerpo humano, incluyendo el sistema circulatorio.

Todas las actividades elaboradas en cada una de las sesiones, se desarrollaron por grupos, en consecuencia, se formaron 3 grupos en el grado séptimo, cada uno de 3 estudiantes distribuidos al azar.

Dentro de los aspectos a destacar sobre las cualidades que tiene el grado 7°, se ha podido evidenciar el interés por las prácticas deportivas, en el caso de los niños el fútbol y en el caso de las niñas Volleyball y patinaje. Este aspecto es importante en la

medida en que, los estudiantes tienen afinidad por la actividad física, lo cual favorece partir de allí para estudiar el fenómeno de la circulación de la sangre

## **DESCRIPCIÓN DE LA INTERVENCIÓN**

Al realizar una profundización por diferentes referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos, se consolida de forma intencionada una intervención en el aula compuesta por una diversidad de actividades, que responden a la forma de ver la circulación de la sangre como un objeto de estudio desde los problemas de conocimiento.

Deseo subrayar que, desde los referentes epistemológicos de los PC, se consideran dos aspectos importantes: La ciencia como construcción de representaciones del mundo natural y social, y el cambio de la experiencia básica a la complejización de las relaciones. Frente al primero, “Las representaciones son entendidas como construcciones discursivas con carácter ideológico que expresan relaciones de saber-poder que se dan en los contextos culturales donde circulan” (Valencia *et al.* 2003).

Frente al segundo, en “los PC los sujetos ponen en juego diferentes estrategias para construir explicaciones a situaciones del mundo natural y social; dichas estrategias se pueden describir en términos de: el cuestionamiento de la experiencia básica, la artificialización del mundo natural y la complejización de las relaciones” (Valencia *et al.* 2003). Por otra parte, inciden los referentes pedagógicos de los PC desde tres elementos importantes:

[...] El estudiante como un sujeto que elabora formas creativas de relacionarse consigo mismo, con los otros y con su entorno, y que es capaz de emocionarse con el conocimiento [...] El maestro como un posibilitador de dinámicas de transformación cultural y como un intelectual ideológicamente comprometido con nuevas maneras de entender los contextos en los que desarrolla su labor [...] La escuela se configura como territorio de transformación cultural (Valencia *et al.* 2003).

Finalmente, los referentes didácticos permiten delimitar algunos criterios de actuación y unas formas de trabajo particulares, en las que destaco dos principalmente:

Las situaciones desencadenantes: se constituyen en espacios para la problematización de situaciones o eventos del mundo cotidiano que permiten a un grupo de individuos orientar y delimitar sus intereses en la perspectiva de construir conocimiento [...] Los ambientes comunicativos: Reconocer que el sujeto es y se configura a través de la palabra hace necesario propiciar actividades en el aula que permitan a los individuos hablar, escribir y escuchar (Valencia *et al.* 2003).

Podemos condensar lo dicho hasta aquí, en que, a partir de los referentes de los problemas de conocimiento, se concreta una intervención en el aula como propuesta alternativa para la enseñanza de la circulación de la sangre en la educación básica.

Por otro lado, en cada una de las sesiones, se utilizaron instrumentos y materiales intencionados con el fin de construir explicaciones y enriquecer la experiencia de aprendizaje. El instrumento principal fueron guías orientadoras de las sesiones, las cuales organizaban el tiempo y las actividades a desarrollar, además, permitieron recoger las ideas y comprensiones que los estudiantes iban construyendo, por otro lado, los estudiantes elaboraron un mapa corporal que fueron armando con diferentes capas y diferentes elementos que iban surgiendo de todas las sesiones, finalmente, se obtuvieron evidencias fotográficas que dan cuenta del desarrollo de cada sesión de la ruta.

La intervención se denominó ***“De recorridos y relaciones: Más que un viaje circular”***, se compone de 8 sesiones; cada una tuvo una duración de 1 hora excepto la sesión de disección, que duró dos horas. Esta tiene como propósito reconocer la dinámica sistémica del cuerpo a partir de la descripción del movimiento de la sangre, el reconocimiento de estructuras, la caracterización de sustancias y recorridos. Además, se organiza en tres fases fundamentales: **1. La experiencia básica: Problematizando el fenómeno. 2. Enriqueciendo la experiencia: Documentación y montajes sobre la circulación de la sangre. Y 3. Enriquecimiento de las explicaciones.**

En cuanto a la Fase 1. **La experiencia básica: Problematizando el fenómeno.** Tiene como propósito problematizar la circulación de la sangre a partir de situaciones desencadenantes que permitan orientar los intereses de aprendizaje. Por consiguiente, se llevó a cabo el desarrollo de una actividad desencadenante e intencionada desde la actividad física, que le permitió a los estudiantes plantearse preguntas e interrogantes sobre la experiencia de cambio que ocurre en su propio cuerpo, para así, delimitar los intereses y orientar la intervención de aprendizaje.

Después, en la fase 2. **Enriqueciendo la experiencia: Documentación y montajes sobre la circulación de la sangre.** Se elaboró una serie de actividades teóricas y experimentales con el propósito de que el estudiante se documentara frente al fenómeno de estudio; reconocer las estructuras, las sustancias y los recorridos que participan en la circulación de la sangre. Aquí se llevó a cabo actividades con el uso de herramientas audiovisuales y una práctica experimental de disección de órganos de res, igualmente, a partir de lo comprendido, los estudiantes continuaron la modelización del mapa corporal a lo largo de la fase.

Finalmente, la fase 3. **Enriquecimiento de las explicaciones.** Tiene como propósito consolidar y socializar los elementos construidos a lo largo de la intervención frente a la comprensión de las estructuras, las sustancias y los recorridos. Para ello, los estudiantes completaron el mapa corporal con diversas explicaciones, con el fin de realizar una socialización de las comprensiones que construyeron sobre la circulación de la sangre y su papel en la dinámica sistémica del cuerpo humano.

## DESCRIPCIÓN SESIÓN A SESIÓN

### Fase 1. La experiencia básica: Problematizando el fenómeno

Todas las sesiones se desarrollaron teniendo en cuenta las intenciones de cada una de las fases. Para cumplir a cabalidad la intención de la fase 1, se organizaron tres sesiones para problematizar la experiencia básica:

**Tabla 3.**

*Organización de la Fase 1*

FASE	PROPÓSITOS	ACCIONES/SESIONES	RECURSOS
<b>Problematización de la experiencia básica</b>	Evidenciar cambios que ocurren en el cuerpo al realizar actividad física.	<b>Actividad desencadenante:</b> Test de Ruffier (Actividad física).  Un estudiante por grupo se somete al Test, los demás realizan toman datos sobre los signos vitales.  <b>Actividad 2.</b> Ilustración de cambios observables en diferentes momentos del test. <b>Actividad 3.</b> Elaboración de gráfica con los datos obtenidos. <b>Actividad de cierre.</b> Cuadro de relación entre signo y estructura.	Cronómetro Hoja de papel lápiz Calculadora Termómetro GUÍA 1 (Anexo 1)
	Documentar cambios ocurridos en la actividad física	<b>Actividad 1.</b> Entrega de Infografías sobre Signos vitales y resolución de preguntas.  <b>Actividad 2.</b> Observación de vídeo "Viaje al interior del cuerpo humano" y elaboración de esquema de relaciones entre la circulación y otros órganos.	Infografía (Anexo 7) Colores Lápices Vídeo GUÍA 2 (Anexo 2)
	Establecer relaciones entre los signos y la circulación de la sangre.	<b>Actividad 1.</b> Trazo de silueta del estudiante que presentó el TEST. Luego, ubicar fichas con las descripciones sobre las variaciones de los signos ocurrientes en el cuerpo.  <b>Actividad 2. Proyección de rutas.</b> Construcción preguntas sobre la relación que tiene el movimiento de la sangre con el sistema respiratorio, excretor y digestivo.	Papel pergamino Lápices Colores Fichas bibliográficas GUÍA 3 (Anexo 3)

*Nota.* Esta tabla muestra el nombre de la fase, los propósitos de cada sesión, las acciones a desarrollar y los recursos utilizados.

En la primera sesión, se llevó a cabo la actividad desencadenante para los estudiantes sobre los cambios ocurrientes cuando se realiza ejercicio físico. Esta actividad se desarrolló a través de la dinámica de roles donde en cada grupo de 3 estudiantes, 2 asumían el papel de deportólogos y uno el papel de deportista, el cual llevaba a cabo el Test de Ruffier. Dicha prueba de actividad física permitió recoger datos sobre las variaciones que sufrían los signos vitales de los estudiantes: FR: Frecuencia respiratoria. FC: Frecuencia Cardíaca. T°: Temperatura. P: Pulso y CP: Coloración de piel.

Para el seguimiento de la actividad y el registro de datos, los estudiantes disponían de un instrumento (Ver anexo 1) en el cual podían consolidar la información que iban observando y completando las demás actividades propuestas.

En la segunda sesión, se entregó a los grupos un insumo “infografía” con información documentada sobre los signos vitales, la cual sirviera de apoyo para responder algunas preguntas relacionadas con la actividad desencadenante. Además, se proyectó un vídeo editado y titulado “*Viaje al interior del cuerpo humano*”, con el que los estudiantes empezaron a construir relaciones entre la actividad física y los procesos ocurrientes al interior del cuerpo humano entre el movimiento de la sangre y otros órganos, dichas comprensiones las registraron en el instrumento (Ver anexo 2).

En la última sesión, los estudiantes iniciaron la construcción de un mapa corporal, comenzando por trazar la silueta del estudiante que se sometió al Test de Ruffier, en esta primera capa plasmaron las estructuras vinculadas con los signos vitales y elaboraron textos acerca de los cambios que ocurren cuando se realiza actividad física en relación con el movimiento de la sangre, también, algunas relaciones con otras estructuras como los riñones, pulmones e intestino delgado.

## Fase 2. Enriqueciendo la experiencia: Documentación y montajes sobre la circulación de la sangre

La segunda fase se divide en 3 sesiones con las cuales se abordó de forma didáctica y experimental las estructuras que participan en la circulación de la sangre, las sustancias que se ven involucradas y los recorridos de estas sustancias por las estructuras. A continuación, se encuentra la organización de la fase 2 con el propósito de cada una de las sesiones y la descripción de las actividades:

**Tabla 4.**

*Organización de la Fase 2*

FASE	PROPÓSITOS	ACCIONES/SESIONES	RECURSOS
<b>Montajes experimentales-experiencias de Observación y modelización-Documentación teóricas</b>	Identificar las estructuras que participan en la circulación de la sangre	<p><b>Actividad 1.</b> Realización de la práctica de observación de órganos y disección de corazón.</p> <p><b>Actividad 2.</b> Observación de imágenes y diferenciación de los tipos de vasos sanguíneos.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Práctica de “vivisección”: Abre la aplicación “Anatomy 4D” y ubica el visor de la cámara sobre la plantilla dada por el profesor. Navega por el corazón y sus partes.</p> <p><b>Actividad 4.</b> Elaboración de capa en el mapa corporal con la relación entre la circulación y algunos órganos: pulmones, riñones, intestino delgado.</p>	Móvil Plantillas para proyectar Vinipel Cámara Órganos de res Pergamino GUÍA 4 (Anexo 4)
	Caracterizar los componentes de la sangre.	<p><b>Actividad 1.</b> Presentación en Genially sobre la composición de la sangre y resolución de preguntas.</p> <p><b>Actividad 2.</b> Escrito sobre el estado de composición cuando pasa la sangre por algunos órganos.</p> <p><b>Actividad 3.</b> Elaboración de textos sobre las sustancias para añadir a las capas del mapa corporal.</p>	GUÍA 5 (Anexo 5) Presentación
	Reconocer los recorridos que realiza la sangre por el cuerpo.	<p><b>Actividad 1.</b> Elaboración de capa con la circulación mayor y menor. Agregar descripciones sobre la sangre y estados de composición.</p>	GUÍA 6 (Anexo 6) Lana de color rojo y azul. Pergamino

*Nota.* Esta tabla muestra el nombre de la fase, los propósitos de cada sesión, las acciones a desarrollar y los recursos utilizados.



La primera sesión tuvo una duración de 2 horas, allí se realizó de forma simultánea una disección de órganos de res; especialmente de corazón y una “vivisección” con realidad aumentada. Es necesario recalcar que, dicha experiencia fue seleccionada como parte de la intervención teniendo en cuenta los referentes teóricos que hacen parte de la profundización, debido a que estos elementos de orden técnico tienen estrecha relación con la configuración de la circulación como un objeto de estudio para la Biología. Hay que decir también, que estas prácticas son importantes para el desarrollo de mayores comprensiones sobre la circulación y sobre otros sistemas de órganos.

A su vez, para la práctica de disección se llevó al laboratorio un sistema de órganos de res compuesto por corazón, pulmones, tráquea, riñones y bazo, y se asignaron determinados roles para cada uno de los estudiantes constituyendo así un “equipo quirúrgico”: director, médicos residentes, cardiólogos, enfermeros y reporteros. Cada rol fue asignado dependiendo de los intereses y habilidades de los estudiantes.

Durante la disección, el director dirigía paso a paso los procedimientos de la práctica, los médicos residentes tomaban nota de las observaciones realizadas y lo registraron en la Guía 4 (Ver Anexo 4), los cardiólogos se encargaron de medir el corazón, identificar los vasos sanguíneos que lo rodean, retirar la grasa y realizar los cortes con ayuda del director, los enfermeros dieron lugar a los instrumentos que se utilizaron en la práctica y la identificación de otros órganos, y finalmente, los reporteros grabaron la práctica y de forma simultánea proyectaban los sistemas de órganos en una aplicación de realidad aumentada, la cual le permitió a todos los estudiantes observar los órganos en funcionamiento y guiarse en la identificación de estructuras. De dicha práctica, se realizó otra capa con los órganos: riñones, pulmones, corazón e intestino delgado, donde cada estudiante elaboró explicaciones sobre las relaciones entre el movimiento de la sangre y estos órganos.

En la segunda sesión, el maestro realizó una explicación sobre la composición de la sangre, a partir de la proyección de una presentación en la plataforma Gennially. La presentación tenía como objetivo darle a conocer a los estudiantes las sustancias presentes en el tejido sanguíneo en diferentes momentos de su circulación, es decir, la composición cuando entraba y salía de los pulmones, igualmente de los riñones y del intestino, recalando en que a medida que recorría diferentes órganos la composición de la sangre sufría transformaciones. Conforme a esto, los estudiantes elaboraron textos con descripciones sobre la composición de la sangre y los incluyeron en las capas del mapa corporal.

En contraste, en la tercera sesión, se realizó un ejercicio práctico en el que se plasmó la circulación mayor y menor en una nueva capa para el mapa corporal, utilizando lana roja y lana azul. La actividad la realizó cada grupo en consonancia con los pasos que realizaba el profesor en un esquema en el tablero, primero se inició con la circulación mayor ubicando un corazón impreso en el centro de la silueta y a partir del ventrículo izquierdo y saliendo por el arco aórtico se fue delineando un recorrido con lana roja hacia la cabeza y las extremidades; representando la sangre oxigenada.

Del mismo modo, cuando la lana roja llegaba a la cabeza y las extremidades, se conectaba con lana azul -representando la sangre desoxigenada-, donde en ambos extremos de las lanas se deshilachó para representar los capilares. Así, el recorrido ahora se delineaba de retorno al corazón hasta conectar con las venas cavas y llegar a la aurícula derecha, después de que pasaba al ventrículo derecho, iniciamos la circulación menor, sacando la lana por la arteria pulmonar hasta los pulmones, donde nuevamente se conectó con lana roja para retornar al corazón hasta la aurícula izquierda, pasándola al ventrículo izquierdo y conectándose con la lana inicial, completando finalmente la circulación de la sangre por todo el cuerpo.

Después de esta actividad, los estudiantes elaboraron textos con explicaciones sobre los cambios en la composición de la sangre cuando recorría el cuerpo, por ejemplo,

haciendo referencia al intercambio de gases en los pulmones, a la filtración de desechos en los riñones y a la absorción de nutrientes en el intestino delgado.

### Fase 3. Enriquecimiento de las explicaciones

La tercera fase dio lugar a que los estudiantes consolidarán elementos adicionales a sus diseños del mapa corporal; forma y estilo propio de cada grupo, además, de complementar con mayores explicaciones si era necesario en alguna de las capas. Finalmente, los estudiantes socializaron sus trabajos con otros estudiantes de diferentes grados.

**Tabla 5**

*Organización de la Fase 3*

FASE	PROPÓSITOS	ACCIONES/SESIONES	RECURSOS
Enriquecimiento de las explicaciones	Vincular los elementos contruidos con respecto a las estructuras, sustancias, recorridos y cambios para dar cuenta de la variación de los signos vitales.	<p><b>Actividad 1.</b> Realización de la última tapa colocando los signos vitales.</p> <p>Preguntas orientadoras para las descripciones:</p> <p>¿Cómo los signos vitales dan cuenta de variaciones en el movimiento de la sangre?</p> <p>¿En qué situaciones aumentan o disminuyen los signos vitales?</p> <p>¿Por qué el funcionamiento interno del cuerpo no es estático?</p>	Papel Craft Pintura Pinceles
	Socialización de la experiencia y las comprensiones sobre el movimiento de la sangre.	<p><b>Actividad 1.</b> Socialización de mapas corporales: Los estudiantes presentarán sus mapas a otros estudiantes del colegio.</p>	Diseños elaborados por los estudiantes

*Nota.* Esta tabla muestra el nombre de la fase, los propósitos de cada sesión, las acciones a desarrollar y los recursos utilizados.

En la primera sesión de la fase, los estudiantes complementaron las comprensiones que habían venido construyendo, el maestro realizó algunas revisiones y reflexiones que les permitió a ellos añadir algunos elementos importantes, además, elaboraron la

última capa del mapa corporal en la que se promovió la creatividad para que ellos pintaran a los estudiantes que realizaron el test y añadieran los signos vitales a modo de cierre.

Una vez que quedó terminado el mapa corporal de cada grupo, se realizó una socialización en la que asistieron estudiantes de diferentes grados; 4°, 5° y 9°. Cada grupo socializó la experiencia que tuvo a lo largo de las sesiones y cómo fue plasmando las comprensiones en cada una de las capas que iba mostrando, algunos mencionaron o privilegiaron dentro de su socialización lo que más les interesó o incidió dentro de su experiencia; el test de Ruffier, la disección y vivisección de órganos o la elaboración de mapa corporal.

Para concluir, las acciones desarrolladas fueron pertinentes frente a los objetivos de la intervención, en la que se buscaba comprender el cuerpo humano a partir del estudio de la circulación de la sangre, también se resalta la práctica de disección de órganos como estrategia para la construcción de conocimiento sobre los sistemas del cuerpo y la realidad aumentada para complementar las representaciones sobre los procesos vitales. De igual manera, es recomendable que, se realicen laboratorios de microscopía para que los estudiantes construyan una mejor comprensión sobre el tejido sanguíneo y así elaboren más explicaciones sobre los cambios en la composición de la sangre en sus recorridos.

## **SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA**

Posteriormente a la intervención que se realizó en el aula se procede a desarrollar un proceso de sistematización entendido aquí como un ejercicio de recuperación y reconstrucción de la experiencia, el cual ha permitido construir reflexiones significativas acerca de las comprensiones que se tienen sobre el movimiento de la sangre y su incidencia desde la perspectiva de los problemas de conocimiento en la enseñanza de la circulación.

### **RECONSTRUCCIÓN DE LA EXPERIENCIA**

La sistematización es entendida en este trabajo como un proceso reflexivo dentro de la práctica del maestro, la cual va más allá de la simple descripción de cómo acontecieron los procesos, dando lugar a que el maestro a partir de capacidades críticas, cuestionadoras e interpretativas dote de significados la realidad en la que se desarrolló el aprendizaje. En términos de Ghiso (2001):

La sistematización como un proceso de recuperación, tematización y apropiación de una práctica formativa determinada, que al relacionar sistémica e históricamente sus componentes teórico-prácticos, permite a los sujetos comprender y explicar los contextos, sentidos, fundamentos, lógicas y aspectos problemáticos que presenta la experiencia, con el fin de transformar y cualificar la comprensión, experimentación y expresión de las propuestas educativas de carácter comunitario (Ghiso, 2001, citado en Ruíz, 2001).

En efecto, a partir de la práctica intencionada en la que se abordó el fenómeno de la circulación de la sangre, se llegan a diferentes reflexiones que permiten reconstruir elementos encontrados a lo largo de la ruta, los cuales permiten reconocer las implicaciones de situar a la circulación como un problema de conocimiento en la enseñanza de las ciencias en la educación básica. Además, este tipo de ejercicios configuran al maestro como un intelectual propositivo, crítico y reflexivo, el cual es

capaz de transformar los contextos en los que se desenvuelve y de resignificar sus prácticas en torno a la enseñanza de las ciencias.

Teniendo en cuenta lo anterior, los hallazgos encontrados en el desarrollo de la intervención en el aula, que tenía como propósito ***reconocer la dinámica sistémica del cuerpo a partir de la descripción del movimiento de la sangre, el reconocimiento de estructuras, la caracterización de sustancias y recorridos***, aportan elementos de comprensión que contribuyen a documentar la hipótesis de este trabajo ***El estudio de la circulación de la sangre como problema de conocimiento aporta elementos para la comprensión del funcionamiento sistémico del cuerpo***.

Por consiguiente, a partir de las diferentes representaciones e ideas que los estudiantes construyeron, se realiza una interpretación crítica sobre la transformación de la experiencia a lo largo de la ruta y sobre la comprensión del funcionamiento sistémico del cuerpo a partir del estudio de elementos de la circulación de la sangre, como lo son las estructuras, las sustancias y los recorridos.

De esta forma, los registros obtenidos a partir de la intervención en el aula con los estudiantes, fueron leídos y analizados teniendo en cuenta los referentes de los problemas de conocimiento, obteniendo así unas agrupaciones, las cuales se configuran como etiquetas para reunir las producciones de los estudiantes en cada uno de los momentos de la ruta. Dichas etiquetas se renombran a partir de las fases de la ruta: “La experiencia básica: Problematizando el fenómeno”, “Enriqueciendo la experiencia: Documentación y montajes sobre la circulación de la sangre” y “Enriquecimiento de las explicaciones”.

Ahora bien, a continuación, en la tabla 6, se describe la etiqueta elaborada y la descripción de la misma, utilizada como criterio para agrupar todos los registros de los estudiantes que cumplen con dicha condición o descripción:

**Tabla 6**

*Etiquetas elaboradas para agrupar los registros de los estudiantes*

ETIQUETAS	DESCRIPCIÓN
<p><b>LA EXPERIENCIA BÁSICA: PROBLEMATIZANDO EL FENÓMENO</b></p>	<p>Esta etiqueta da cuenta de las diferentes formas en que los estudiantes cuestionan su experiencia básica acerca del fenómeno de la circulación a través de la formulación de preguntas y otras acciones que movilizan el pensamiento y permiten proyectar formas de trabajo en la clase de ciencias.</p> <p>Basados en los problemas de conocimiento, en esta etiqueta se evidencia la primera aproximación que tienen los estudiantes al fenómeno, donde se fomentan otras formas de trabajo en las cuales se busca abandonar las certezas, a inquietarse y a generar preguntas sobre el fenómeno de estudio, es decir, a renunciar a la realidad dada e inmutable de la experiencia básica<sup>21</sup>. Por lo tanto, desde aquí cobra sentido el cuestionamiento sobre lo que ocurre al interior del cuerpo cuando se realiza actividad física.</p>
<p><b>ENRIQUECIENDO LA EXPERIENCIA: DOCUMENTACIÓN Y MONTAJES SOBRE LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE</b></p>	<p>Esta etiqueta pone en relevancia los elementos de orden técnico y teórico en la documentación de la experiencia. Aspectos como la observación y la actividad experimental permiten que la experiencia que tenían los estudiantes se documente y se construyan referentes teóricos que aporten a la construcción de sus propias explicaciones.</p> <p>Enriquecer la experiencia significa documentarla y llenarla de significados, por ello, aquí el fenómeno se vuelve una situación inquietante que promueve la construcción de explicaciones.</p>
<p><b>ENRIQUECIMIENTO DE LAS EXPLICACIONES</b></p>	<p>En esta última etiqueta, se establecen las múltiples relaciones que se han construido a partir del enriquecimiento de la experiencia entre las estructuras, las sustancias y los recorridos que se vinculan a la comprensión sistémica del cuerpo humano a partir del estudio de la circulación de la sangre.</p>

*Nota.* Esta tabla muestra el nombre de las etiquetas que se utilizaron para agrupar los registros de los estudiantes, las cuales fueron basadas en los referentes epistemológicos de los problemas de conocimiento.

Finalmente, para facilitar la lectura como parte del ejercicio de reconstrucción de la experiencia, se realizará una descripción sobre el desarrollo de cada fase y después se presentarán las comprensiones de acuerdo con las diferentes formas en que los

<sup>21</sup> Tomado de Valencia *et al.* (2003)

estudiantes se aproximaron al fenómeno, es decir, que se mencionan las tendencias de cómo se comprendió la circulación a partir de los registros y testimonios de los estudiantes. Asimismo, para referenciar los datos provenientes de los instrumentos, se utilizaron los siguientes códigos:

**Tabla 7**

*Códigos elaborados para organizar los registros provenientes de los estudiantes*

Recurso	Código	Número de registros	Código para la referencia
Escrito 1 (Guía primera sesión)	E	3	E1
Escrito 2 (Guía segunda sesión)	E	3	E2
Escrito 3 (Guía tercera sesión)	E	3	E3
Escrito 4 (Guía cuarta sesión)	E	3	E4
Escrito 5 (Guía quinta sesión)	E	3	E5
Mapas Corporales en Papel	MC	3	M1, M2, M3
Relatos	R	9	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9
Grupos			Código
Grupo 1			G1
Grupo 2			G2
Grupo 3			G3

*Nota.* Esta tabla muestra la organización de los recursos provenientes de los estudiantes mediante códigos, los cuales sirvieron para referenciarlos en el texto.

### **ETIQUETA 1. LA EXPERIENCIA BÁSICA: PROBLEMATIZANDO EL FENÓMENO**

En este primer agrupamiento, se describen todas aquellas experiencias iniciales que surgieron de los estudiantes cuando vivenciaron y se cuestionaron el funcionamiento de su cuerpo, de lo cual observaron las variaciones que se presentan cuando se realiza actividad física. Por ende, “Se entiende el cuestionamiento de la experiencia básica como la instancia que permite al sujeto adquirir un sentido renovado del fenómeno que le permite cuestionar las analogías primeras, enriquecer las metáforas, complejizar las descripciones y explicitar los sentidos (Valencia *et al.* 2003).



Al realizar la lectura de los registros obtenidos en las acciones que constituyen esta fase, se evidencia que en los estudiantes surgen diferentes formas de cuestionar el fenómeno partiendo del análisis de su cotidianidad resaltando los cambios que se presentan en su cuerpo cuando realizan actividad física.

La primera actividad propuesta fue la que desencadenó la problematización de la circulación de la sangre como objeto para comprender el funcionamiento sistémico del cuerpo. En esta actividad, en la que los estudiantes se apropiaron de los roles de *deportólogos* y *deportistas*, fue el punto de partida para cuestionar el fenómeno de la circulación, debido a que pudieron evidenciar las variaciones en el cuerpo cuando se realiza actividad física a partir de la toma de signos vitales.

De igual forma, con la ayuda de una sucinta documentación teórica, los estudiantes continuaron cuestionando sobre los procesos ocurrientes al interior del cuerpo cuando se realizaba ejercicio. Cada uno de ellos, reconoció que existen ciertos signos observables y palpables que dan cuenta de los cambios que ocurren en diferentes partes del cuerpo, lo cual los llevó a plantearse preguntas relacionadas con las estructuras que están participando y las sustancias que están recorriendo dichas partes.

Del mismo modo, esta documentación teórica inicial les aportó a los estudiantes algunas ideas sobre lo que aconteció, permitiéndoles o generándoles mayores intereses para seguir profundizando sobre el funcionamiento de su cuerpo, especialmente, sobre lo que vivenció en el ejercicio físico, siendo este clave para ubicar al estudiante en una situación fenoménica.

Por otro lado, frente a las comprensiones sobre la circulación de la sangre, y teniendo en cuenta el uso o visibilización de las estructuras, las sustancias y los recorridos, se evidenciaron unas tendencias particulares que responden a aquellas construcciones o

relaciones que tienen inicialmente los estudiantes con la circulación de la sangre y las variaciones de los signos vitales:

En cuanto a las estructuras, la tendencia que se evidencia a partir de los registros obtenidos es que *la circulación de la sangre es comprendida como un fenómeno en el cual participan unas estructuras específicas que presentan una disposición, cualidades y en las que suceden procesos.*

En efecto, la actividad física (ver figura 5) permitió el reconocimiento de algunas estructuras del sistema circulatorio. La toma de signos vitales fue clave para que los estudiantes en el tránsito de la experiencia básica hacia el cuestionamiento de la circulación, reconocieran estructuras como el corazón, los pulmones y los vasos sanguíneos, por ejemplo; en cuanto al corazón y los pulmones se acercaron a ideas iniciales sobre unos cambios sincronizados, los cuales se evidenciaban en la inspiración, expiración y latidos cardíacos, esto los llevó a repensar sobre procesos que podían existir entre estas estructuras, como lo son el intercambio de gases y la captación de oxígeno por células sanguíneas.

Es decir, que los estudiantes percibían una relación entre el intercambio de gases y el bombeo del corazón, pues en la toma de signos vitales se daban cuenta de que la inspiración y expiración tenía un ritmo similar a los latidos cardíacos, lo cual fue relevante para establecer una de las primeras relaciones entre estructuras del sistema circulatorio y respiratorio, que al actuar de manera conjunta permiten mantener ciertas condiciones cuando se realiza actividad física.

“Cuando hacemos ejercicio el corazón bombea sangre más rápido y nos aceleramos, el corazón late mucho más rápido y acelerado, el corazón hace que la sangre choque con las paredes de las venas y las arterias por la presión que tiene al bombear” (E2, G2)

“La actividad física fortalece el corazón, es el músculo que más trabaja cada contracción bombea más sangre a través de las venas y arterias hacia todo el cuerpo, lo que permite latir lentamente” (E2, G3)

“En cada latido, el corazón envía sangre a todo el cuerpo, transportando oxígeno a todas las células” (E4, G1)

## Figura 5

### *Toma de signos vitales*



*Nota.* Estudiantes tomándose los signos vitales en los diferentes momentos del Test de Ruffier. Se puede evidenciar que mientras unos estudiantes toman la Frecuencia respiratoria, otros controlan el tiempo para registrar el dato en la Guía.

Asimismo, la toma del pulso originó el cuestionamiento sobre el tema de las venas y las arterias, los estudiantes no concebían diferencia alguna entre las dos y al darse cuenta que en las venas no se siente pulso, empezaron a sentirse curiosos por conocer dichas diferencias. Aquí también es importante mencionar que, los estudiantes reconocían ahora una relación entre el pulso, el intercambio de gases y los latidos, puesto que, al acercar la yema de sus dedos a la arteria radial en diferentes momentos, el pulso cambiaba producto del bombeo del corazón.

“Los vasos sanguíneos transportan sangre por todo el cuerpo” (E4, G1)

“Los vasos sanguíneos transportan sangre desde el corazón hacia el corazón (pasan por todo el cuerpo)” (E4, G2)

Por otro lado, en las sustancias, la tendencia se refleja en que *la circulación de la sangre es comprendida como un fenómeno en el cual participan sustancias específicas que presentan unas cualidades, propiedades y componentes particulares.*

Por consiguiente, dentro de dicha experiencia inicial, los estudiantes utilizaban algunos conceptos dentro de su cotidianidad relacionado con las sustancias, como el oxígeno, el dióxido de carbono, los nutrientes y la sangre, sin embargo, no había un proceso claro o preciso que relacionara las sustancias con alguna estructura. Dentro de las ideas preconcebidas, el aire era importante para la vida, en algunos casos se precisaba el oxígeno y en otros no había diferencia entre este y el dióxido de carbono, de tal modo, los estudiantes no sabían qué procesos o transformaciones tenían dichas sustancias con el funcionamiento dentro de nuestro cuerpo y durante la actividad física.

“La sangre suministra oxígeno y nutrientes a todo el cuerpo y elimina el dióxido de carbono y los elementos residuales a medida que la sangre viaja por el cuerpo. El oxígeno se consume y la sangre se convierte en desoxigenada” (E2, G1)

“El CO<sub>2</sub> es expulsado por los pulmones y viaja en el plasma de la sangre” (E5, G2)

“El oxígeno entra por la nariz o boca, pasa por la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios, hasta los alvéolos al llegar a los pulmones, el oxígeno del aire pasa a la sangre y el dióxido de carbono pasa de la sangre al aire” (E2, G3)

Estas ideas se tuvieron en cuenta para la proyección del trabajo durante el resto de la ruta y como intención en el modelo de circulación propuesto a partir de las estructuras, sustancias y recorridos, debido a que los estudiantes expresaron confusión entre diferentes sustancias y funciones que no correspondían.

Por último, en la tendencia de los recorridos se recogen relaciones entre las estructuras y las sustancias que han venido caracterizando los estudiantes, en las que se *comprende la circulación de la sangre como un fenómeno en el cual sustancias específicas que son transportadas por la sangre, recorren una estructura particular generando un proceso fisiológico necesario para el funcionamiento del cuerpo.*

Aquí es importante mencionar que, la actividad desencadenante y la documentación teórica ofrecida a partir de la infografía y el documental sobre “viaje al interior del cuerpo humano” (ver imagen 2), le permitió al estudiante iniciar la construcción de ciertas explicaciones en las que relacionaría algunas estructuras y sustancias conocidas, a partir de la experiencia básica e ideas preconcebidas, así como la información suministrada por el vídeo.

El documental ofreció ampliar las respuestas a las preguntas que se habían planteado los estudiantes a partir del test de Ruffier; como los recorridos de los gases en el sistema respiratorio, conociendo algunos los alvéolos y los capilares en el intercambio de gases, también, la relación entre el corazón y los pulmones cuando se realiza actividad física por la demanda de oxígeno que necesitan los músculos y otras células de nuestro cuerpo, además, de identificar la relación de la circulación con otros sistemas que talvez no fueron notorios en el test, como por ejemplo; el digestivo y el excretor.

“La frecuencia respiratoria aumenta por el cambio de gases que ocurre más rápido para llevar el oxígeno más rápido a todo el cuerpo” (E2, G2)

“La circulación pulmonar moviliza la sangre entre el corazón y los pulmones. Transporta la sangre desoxigenada a los pulmones para absorber oxígeno y liberar dióxido de carbono” (E2, G1)

“El sistema circulatorio lleva oxígeno, nutrientes y hormonas a las células y descarta los productos de desecho, como el carbono” (E2, G2).

“Además de que en el sistema digestivo hay sangre, en este se separan los nutrientes de los desechos y mediante este mismo sistema se pasan los nutrientes a la sangre” (E3, G1).

“En el sistema excretor sale la orina, este se relaciona con la sangre porque aquí llegan los desechos y los nutrientes quedan en la sangre” (E3, G1)

## Figura 6

*Observación de documental “Viaje al interior del cuerpo humano”*



*Nota.* Los estudiantes observando el documental sobre el cuerpo, el cual permitió documentar la experiencia y comprender algunos aspectos fisiológicos en relación con el ejercicio físico.

Por ende, las actividades propuestas en esta fase y la intención de llevar al estudiante hacia el cuestionamiento del fenómeno deja en evidencia unos niveles de comprensión particulares, como lo son el reconocimiento de las estructuras que participan y el cambio que sufren en algunas condiciones, también una relación entre ciertas estructuras y algunas sustancias de forma específica, y por último, un acercamiento a los cambios en la composición de la sangre cuando recorren diferentes estructuras dentro del cuerpo.

De acuerdo con lo anterior, y como cierre de la fase 1, inició el punto de partida de trabajo con la realización de mapas corporales por equipos (ver imagen). Los estudiantes trazaron la silueta del estudiante que se sometió al test y en la primera capa consignaron descripciones sobre los signos vitales y los cambios que ocurrían cuando se realizaba actividad física, allí plasmaron todos aquellos aspectos que se han venido describiendo en torno a las estructuras, sustancias y recorridos.

Finalmente, el desarrollo de esta fase, da cuenta de lo señalado por Valencia *et al.* (2003) frente a la problematización de la experiencia básica como acción que moviliza el pensamiento. Se puede reconocer en los párrafos anteriores la riqueza de elementos que surgieron con la actividad desencadenante en torno al fenómeno de la circulación, provocando una serie de ideas y explicaciones que anteriormente no habían sido posibles, pues la actividad física en la vida cotidiana de los estudiantes no había sido puesta en cuestión para el estudio fisiológico del cuerpo.

### Figura 7

*Observación de documental “Viaje al interior del cuerpo humano”*



*Nota.* Los estudiantes realizando la primera capa de los mapas corporales. El estudiante que realizó el test fue el que sirvió como modelo para trazar la silueta en todas las capas.

## **ETIQUETA 2. ENRIQUECIENDO LA EXPERIENCIA: DOCUMENTACIÓN Y MONTAJES SOBRE LA CIRCULACIÓN DE LA SANGRE**

En este segundo agrupamiento, se da cuenta de la documentación teórica que permitió el enriquecimiento de la experiencia básica ya cuestionada. Aquí se utilizaron actividades de orden técnico y teórico que permitieron construir conocimiento frente a la circulación de la sangre y la elaboración de explicaciones que dieran cuenta de las comprensiones.

En palabras de Valencia *et al.* (2003):

En esta segunda instancia el sujeto se provee de elementos para la construcción de objetos de conocimiento y define estrategias para establecer variables, construir relaciones y derivar principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática de los fenómenos. El fenómeno deja de estar en el plano de la seguridad de los saberes sancionados y empieza a ser definido como objeto de estudio y como espacio de posibilidades a la acción constructiva del pensamiento. En otras palabras, el sujeto se ve en la necesidad de proponer modelos, diseñar experimentos, simular situaciones, acuñar conceptos, anticipar eventos, elaborar generalizaciones y definir criterios metodológicos que enriquecen las explicaciones al fenómeno conocido (p. 4).

En ese sentido, la fase 1 de la ruta deja en incertidumbre diferentes aspectos del fenómeno de la circulación de la sangre, para que en la fase 2 se puedan establecer mejores relaciones y significados en torno a las estructuras, las sustancias y los recorridos. Si bien habíamos mencionado que, la actividad desencadenante del ejercicio físico y parte de una documentación teórica, habían ofrecido problematizar el fenómeno y situar al estudiante en interrogantes que le permitieran entender y explicar el funcionamiento de su cuerpo, ahora, mediante actividades experimentales y teóricas dicha experiencia se empieza a documentar con el objetivo de construir referentes teóricos que permitieran construir explicaciones.

La actividad fuerte de esta fase, fue la práctica experimental y sistemática que se llevó a cabo entre la disección de órganos de res y la “vivisección” del cuerpo humano



mediante realidad aumentada. El tránsito que hubo entre la experiencia básica del ejercicio y el documental hacía la observación y manipulación de órganos, generó un enriquecimiento de conocimientos que permitió que los estudiantes ampliarán las comprensiones y relaciones entre la sangre y otros sistemas del cuerpo, logrando mayor complejidad en sus explicaciones frente a las estructuras, las sustancias y los recorridos.

En cuanto a las estructuras, la tendencia que se manifiesta a partir de los registros analizados es que *la circulación de la sangre es comprendida como un fenómeno en el cual se integran diferentes órganos y sistemas a través de los cuales fluye la sangre y se transforma su composición*. De acuerdo con esto, la tendencia refleja una intención clave y es construir una mirada sistémica sobre el cuerpo humano, tal cual como la máquina autopoietica que describe Maturana y Varela (2003):

Una máquina autopoietica es una máquina organizada como un sistema de procesos de producción de componentes concatenados de tal manera que producen componentes que: i) generan los procesos (relaciones) de producción que los producen a través de sus continuas interacciones y transformaciones, y ii) constituyen a la máquina como una unidad en el espacio físico (p.69).

Por tal motivo, para la práctica experimental de observación y disección, se llevó al aula un conjunto de órganos interconectados de res que comprendían: corazón, riñones, pulmones, tráquea y bazo, todos fueron ubicados en un torso humano de plástico con el objetivo de generar mayor impacto y significado en la experiencia de los estudiantes. Además de esto, para reconocer que estos órganos tienen una disposición específica en ciertas cavidades del cuerpo humano, aproximándose a una idea de la organización interna del cuerpo humano a partir del reconocimiento de la disposición de las diferentes estructuras.

Por consiguiente, la observación y disposición de los órganos de res en el torso, le permitió a los estudiantes complejizar algunas ideas relacionadas con las estructuras, como lo son su ubicación, características, propiedades y especificidad en relación con

la función del sistema, tal es el caso de particularidades del corazón y de los vasos sanguíneos:

“Corazón se encuentra en la mitad de los pulmones” (E4, G1)

“El corazón es un músculo porque se estira y se contrae como el resto de los músculos” (E4, G1)

“Las arterias llevan la sangre hacia fuera del corazón y las venas la llevan hacia adentro. El flujo de la sangre a través de los vasos y las cavidades del corazón es controlado por las válvulas” (E4, G1)

“Las arterias llevan sangre oxigenada (Sangre que se ha cargado de oxígeno en los pulmones) desde el corazón hasta el resto del cuerpo” (E4, G1).

“Las arterias son conductos elásticos y membranosos” “Las arterias transportan sangre desde el corazón” “Las arterias llevan sangre oxigenada” (E4, G3)

“Las venas son tubos con paredes finas” “Las venas llevan la sangre de regreso al corazón” “Las venas llevan sangre con poco oxígeno” (E4, G3)

“Las venas generalmente tienen formas más irregulares y un mayor tamaño que el de las arterias correspondientes, contienen aproximadamente 70% del volumen total de la sangre” (E4, G1)

La diferencia entre las arterias y las venas, a partir de sus propiedades y dirección de la sangre, constituía una idea importante sobre la organización del fenómeno de la circulación de la sangre, puesto que la idea de circulación se convertía en una representación más clara de que la sangre recorría el cuerpo en círculo sin cesar<sup>22</sup>. A través de la manipulación de órganos (ver imagen), los estudiantes reconocieron que los órganos se conectan mediante vasos sanguíneos, de igual forma si se realizaba un seguimiento a alguno de los vasos, encontraban que este se conectaba con otro órgano, tal como lo fue entre el corazón y el pulmón.

Del mismo modo, la caracterización de los vasos, permitió dar una idea más clara sobre la estructura interna del corazón. A través de ejercicios prácticos como la inserción de palillos por los vasos circundantes del corazón y la realidad aumentada, los estudiantes fueron reconociendo las cavidades internas; aurículas y ventrículos, por lo que, al realizar los cortes, se facilitaba la distinción de cada una de estas. Además de

---

<sup>22</sup> Cabe señalar que esta fue una de las condiciones técnicas en el descubrimiento de la circulación de la sangre por Harvey. Primero se ocupó de las arterias al estudiar la impulsión de la sangre por el corazón, y después de las venas, lo que provocó la idea del retorno de la sangre al corazón formando un circuito cerrado y circular. Tomado de Wright, 2016, pp. 188-204.

esto, entendiendo el funcionamiento de las válvulas en el flujo de la sangre por el corazón y en los movimientos de contracción y relajación.

“Las dos cavidades superiores son la aurícula derecha y la aurícula izquierda. Las aurículas reciben la sangre que entra en el corazón. La sangre que recibe tiene poco oxígeno” (E4, G3)

“Las dos cavidades inferiores son el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo. Estas cavidades bombean sangre hacia afuera del corazón, la sangre que expulsan tiene oxígeno y nutrientes” (E4, G3)

“Las válvulas del corazón ordenan la dirección de la sangre para que no retroceda cuando entra al corazón” (E4, G2)

“Las válvulas son puertas que hay entre las distintas cámaras y obligan a la sangre a continuar una dirección para que no retroceda” (E4, G3)

“A medida que el músculo del corazón se contrae y se relaja, las válvulas se abren y cierran, dejando entrar el flujo de sangre a los ventrículos y las aurículas en forma alternada” (E4, G1)

Cabe resaltar que, desde la observación y disección del corazón de res fue difícil comprender o diferenciar las cámaras del corazón, por ende, de forma simultánea, los estudiantes proyectaron mediante realidad aumentada el cuerpo humano y el corazón, en el que se pudo observar el movimiento de sístole y diástole en el funcionamiento sincronizado de las cámaras y las válvulas, lo cual les permitió complejizar los recorridos de la sangre, como lo veremos más adelante.

Por otra parte, al observar otras estructuras como los riñones, los pulmones y los intestinos, los estudiantes llevaron a cabo reflexiones en torno a la relación que tendría la circulación de la sangre con dichos órganos, estas ideas se fueron trazando en la misma relación microscópica en la que se entendió el intercambio de gases en los pulmones, a través de vasos sanguíneos finos llamados capilares, así, se construyeron las relaciones entre la filtración en los riñones y la absorción de nutrientes en el intestino delgado.

“A través de las delgadas paredes de los capilares, el oxígeno y los nutrientes pasan desde la sangre a los tejidos y los productos de desecho pasan desde los tejidos hacia la sangre” (E4, G1)

“A través de capilares arteriales llegan el oxígeno y los nutrientes a los tejidos y por medio de los venosos se eliminan desechos tisulares” (E4, G1)

“Los capilares son diminutos vasos sanguíneos que se encuentran cerca de la superficie de la piel” (E4, G1)

“Los capilares son vasos minúsculos con paredes extremadamente finas” “Los capilares rodean las células y a los tejidos del cuerpo para aportar y absorber oxígeno, nutrientes y entre otras sustancias” (E4, G3)

## Figura 8

*Observación y disección de órganos de res*



*Nota.* A la izquierda, el sistema de órganos ubicado en el torso de plástico y estudiantes alrededor observando. A la derecha, estudiante observando y señalando los pulmones.

## Figura 9

“Vivisección” mediante realidad aumentada



*Nota.* Estudiantes utilizando la aplicación móvil *Anatomy 4d* con una plantilla en la que observan sistemas de órganos en funcionamiento.

En el cierre de la práctica experimental, donde se realizó un ejercicio de organización y disposición de órganos, los estudiantes envolvieron en vinipel las estructuras que se habían observado, estudiado y diseccionado durante la práctica. Este ejercicio permitió que, los estudiantes construyeran una representación sobre la organización particular que tienen las estructuras y que las interrelaciones entre estas favorecen el funcionamiento sistémico del cuerpo humano, en palabras de Jacob (1999):

Ya no se pueden considerar por separado los pulmones o el estómago, el corazón o los riñones. Un ser vivo no representa ya una simple asociación de órganos que funcionan de manera autónoma. Es un todo cuyas partes dependen unas de otras y cada una de las cuales desempeña una función particular de interés general (p.61).

En efecto, la práctica experimental ofreció ampliar las comprensiones sobre el recorrido de la sangre por el cuerpo y su relación con diferentes sistemas de órganos, por lo que se puede ir afirmando que, el estudio del movimiento de la sangre permite llegar a comprensiones sobre procesos particulares que intervienen en funciones generales o sistémicas del cuerpo.

Por otra parte, no quedaba del todo claro los cambios en la composición de la sangre. Dentro de las ideas iniciales de los estudiantes, no se concebía a la sangre como un tejido en el que se encontraban diferentes componentes, por lo que el estudio de su composición iba a permitir la complejización entre la estructura y algunas sustancias.

A partir de la actividad de presentación de la composición de la sangre que se realizó mediante Genially y en contraste con la práctica experimental, se pudo evidenciar en términos de sustancias que *la circulación de la sangre fue comprendida como un fenómeno en el cual, a través de su recorrido por alguna estructura, se transforma la composición de la sangre liberando o integrando diferentes sustancias.*

Al haber identificado las estructuras, se procedería a estudiar la composición de la sangre. Debido a que ya se reconocía que la sangre circulaba en un circuito cerrado, no era la misma sangre todo el tiempo, por lo tanto, los estudiantes caracterizaron los componentes del tejido sanguíneo; los gases, las células y otros elementos que eran importantes para entender la circulación de la sangre y el funcionamiento del cuerpo:

“Hay muchos glóbulos rojos porque se necesita captar mucho oxígeno, entonces entre más glóbulos rojos más oxígeno deben captar” (E5, G1)

“Los glóbulos blancos son células protectoras del organismo, la mayoría de ellos transportan específicamente a zonas de infección e inflamación intensas” (E5, G2)

“Las plaquetas se dirigen a un orificio (herida) cambian su forma empezando a hincharse, atraen a muchos más hasta que tapan por completo la herida” (E5, G2)

“El CO<sub>2</sub> es expulsado por los pulmones y viaja en el plasma de la sangre” (E5, G2)

“Los glóbulos rojos transportan hemoglobina que a su vez transporta oxígeno desde los pulmones desde la sangre” (E5, G3)

“El CO<sub>2</sub> viaja diluido por el plasma ya que en los glóbulos rojos no puede ir” (E5, G3).

“Los desechos provenientes de las células como ácido úrico, minerales y exceso de agua son liberados para ser eliminados por la orina. Estos desechos vienen diluidos en el plasma de la sangre” (MC, G2).

De acuerdo con lo anterior, los estudiantes empezaron a comprender con mayor complejidad el intercambio de gases. Dentro de las actividades propuestas, se les demostró que el componente de mayor cantidad en la sangre eran los glóbulos rojos, al comprender que esta célula sanguínea captaba el oxígeno proveniente del exterior les permitió entender por qué había tantos y establecer relaciones con la demanda de oxígeno cuando se realizaba actividad física.

De igual modo, consideraron que el CO<sub>2</sub> también debía ser capturado por otro componente de la sangre, pero al estudiar los glóbulos blancos y las plaquetas, ninguno tenía relación con el dióxido de carbono, por lo que fue quedando claro que esta sustancia gaseosa de desecho viajaba diluida en el plasma; la parte líquida de la sangre, hacia los pulmones y ser expulsada mediante el intercambio de gases.

Asimismo, a través de imágenes y microfotografía se amplió el reconocimiento de diversas sustancias al tejido sanguíneo tales como: nutrientes, hormonas y elementos de desechos, los cuales iban ingresando a la sangre en diferentes estructuras y separados en otras. Este conocimiento sobre las sustancias amplió la comprensión sobre la sangre y su importancia en el transporte de elementos que necesita el cuerpo en diferentes momentos.

Por consiguiente, al tener definidas diversas comprensiones sobre las estructuras y la composición de la sangre, fue hora de trazar los recorridos. En este punto, *la circulación de la sangre empezó a ser comprendida como un fenómeno en el cual sustancias específicas que son transportadas por la sangre, recorren una estructura particular generando un proceso fisiológico necesario para el funcionamiento del cuerpo.*

En primera medida, se reconocía una comprensión de la anatomía y fisiología del corazón, al comprender a cabalidad la entrada y salida de sangre con un recorrido definido:

“Las dos cavidades inferiores son el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo. El ventrículo izquierdo es la cámara de bombeo del corazón que envía sangre rica en oxígeno al cuerpo. El ventrículo derecho es la cámara de bombeo que envía sangre pobre en oxígeno a los pulmones. El ventrículo izquierdo bombea sangre oxigenada hacia la aorta. Desde allí, la sangre pasa a través de las arterias principales, que se ramifican en arterias musculares y luego en arteriolas” (E4, G1)

“Las cavidades inferiores, los ventrículos derecho e izquierdo, bombean la sangre del corazón hacia afuera, el lado derecho del corazón bombea sangre desoxigenada desde el cuerpo a los pulmones, donde recoge nuevo oxígeno. El lado izquierdo del corazón bombea sangre oxigenada desde los pulmones al resto del cuerpo a través de las arterias” (E4, G2)

“La aurícula derecha recibe sangre con poco oxígeno del cuerpo y la bombea al ventrículo derecho. La aurícula izquierda recibe sangre rica en oxígeno de los pulmones y la bombea al ventrículo izquierdo. Las arterias pulmonares llevan la sangre desoxigenada desde el ventrículo derecho a los pulmones, donde el oxígeno ingresa al torrente sanguíneo” (E4, G1)

“Las cavidades superiores, la aurícula derecha e izquierda reciben la sangre entrante. La sangre desoxigenada regresa del resto de todo el cuerpo al corazón a través de la vena cava superior y la vena cava inferior; las dos venas principales que llevan la sangre devuelta al corazón” (E4, G2)

De acuerdo con lo anterior, los estudiantes al reconocer la estructura del corazón y de los vasos sanguíneos, daban cuenta de cómo recorría la sangre por este órgano, integrando también elementos de la composición de la sangre, como lo era la sangre oxigenada, desoxigenada o con nutrientes. De la misma forma, las comprensiones fueron dando lugar a la separación de dos tipos de circulación; la pulmonar y la sistémica.

Desde el inicio, los estudiantes suponían que la sangre tenía un recorrido hacia los pulmones para hacer intercambio de gases y otro hacía el resto del cuerpo para llevar elementos que se necesitasen y para traer desechos. Fue la actividad física y la práctica experimental, la que llevó a los estudiantes a suponer dos tipos de circulación, de la misma forma como le sucedió a Harvey a partir de sus observaciones y experimentos; “De tal suerte que la sangre trazaba un doble circuito: uno a través de los pulmones y otro a través del cuerpo. Y entonces -recordaba Harvey- empecé a cavilar si tal vez la sangre no tenía un movimiento circular” (Wright, 2016, p. 204).



Dentro del abordaje de los tipos de circulación, fue donde se profundizó en los aspectos de los cambios de la composición de la sangre, ya que estos recorridos les permitían a los estudiantes comprender en qué estado entraba la sangre al órgano y en qué estado salía:

“El oxígeno pasa por la nariz, pasa por la tráquea, cuando llega a los pulmones entra a la sangre donde es captado por la hemoglobina. El CO<sub>2</sub> diluido en el plasma ahí es cuando se libera” (MC, G2)

“La sangre sale del corazón a los pulmones con un bajo porcentaje de oxígeno y un alto grado de dióxido de carbono. Llega con alto grado de oxígeno y bajo dióxido de carbono” (MC, G2).

“Existen dos recorridos que parten del corazón: la circulación pulmonar es un circuito de corto recorrido que va del corazón a los pulmones y viceversa. La circulación sistémica transporta la sangre desde el corazón al resto del cuerpo y luego la lleva de vuelta al corazón” (E2, G3).

“Se transporta sangre desoxigenada a los pulmones para absorber el oxígeno y luego liberar dióxido de carbono; la circulación sistémica moviliza la sangre entre el corazón y el resto del cuerpo” (E3, G1)

La comprensión de los tipos de circulación, se realizó en contraste con la elaboración de una capa para el mapa corporal que estaba haciendo cada grupo. En el centro de la silueta se ubicó un corazón de papel con sus vasos circundantes, en el que, mediante lana de color azul y rojo, trazaron la circulación menor y mayor por el cuerpo, añadiendo descripciones sobre el cambio de composición de la sangre y su recorrido por órganos y cuerpo (ver imagen).

Del mismo modo, cabe resaltar que cuando extendían la lana roja (arterias) hacia la cabeza o las extremidades, la deshilachaban para conectarla con lana deshilachada de color azul (venas), representando un circuito cerrado por todo el cuerpo y la existencia de los capilares que interaccionaban con los tejidos.

## Figura 10

### *Recorridos de la circulación mayor y menor*



*Nota.* Estudiantes trazando con lana los recorridos de la circulación mayor y menos en una nueva silueta para el mapa corporal.

El desarrollo de actividades que nos deja esta fase, da cuenta de un enriquecimiento de la experiencia y un tránsito hacia la complejización de las explicaciones en torno al fenómeno de la circulación de la sangre. Aquí, se pone en relevancia el papel que juega la articulación de elementos de orden teórico y práctico en el aula de ciencias naturales, puesto que la actividad experimental, precisamente la práctica de disección de órganos, permitió complejizar las explicaciones acerca de la circulación de la sangre.

Lo anterior se relaciona con lo planteado por Malagon *et al.* (2013):

la práctica experimental tiene que ver principalmente con la construcción y comprensión de las fenomenologías en estudio, y con ello con la ampliación y organización de la experiencia de los sujetos, así como con la formalización de relaciones y con la concreción de supuestos conceptuales (p.24)

En efecto, las ideas iniciales sobre circulación, estructuras y recorrido de sustancias, se lograron abordar en esta fase al realizar un proceso de profundización mediante actividades teóricas y prácticas. El entendimiento de la estructura del corazón y su funcionamiento de bombeo se profundizó cuando se realizó la disección del mismo, así mismo, estas ideas se fueron articulando con los cambios en la composición de la sangre cuando recorrían algunos órganos, como los pulmones, los riñones o el intestino delgado, entendiendo que la circulación permitía de alguna forma mantener las condiciones adecuadas en todos los rincones del cuerpo y que por eso, cuando se realizaba ejercicio, la sangre debía acelerar para suplir con las necesidades.

### **ETIQUETA 3. ENRIQUECIMIENTO DE LAS EXPLICACIONES**

En este último agrupamiento, se pone en evidencia las comprensiones, significados y complejización de las relaciones que los estudiantes han venido construyendo a lo largo de la ruta en cuanto al fenómeno de circulación de la sangre. En palabras de Valencia *et al.* (2003):

En esta instancia de construcción del fenómeno se constatan los límites del pensamiento científico, el carácter limitado y suplementario de las teorías y la imposibilidad de atrapar el mundo en el discurso. En una renovada instancia la construcción del fenómeno es posible concebirla en su dimensión compleja lo cual demanda un cambio en las formas de mirar, de pensar y de hacer del sujeto que conoce (p. 5).

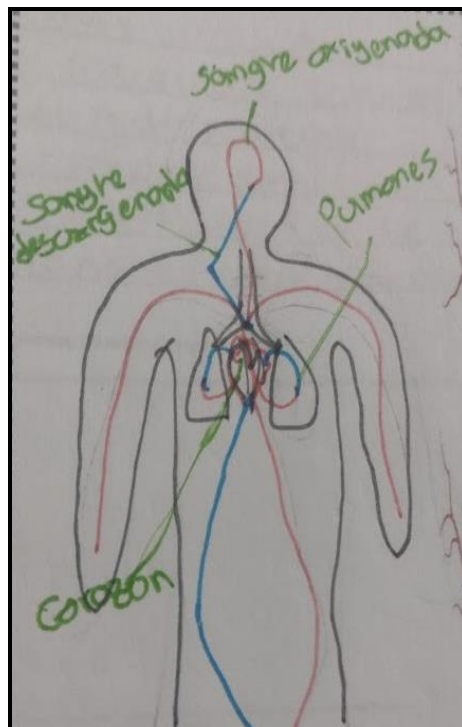
Luego de haber documentado la experiencia y de haber comprendido diferentes elementos relacionados con las estructuras, las sustancias y los recorridos, los estudiantes pueden construir explicaciones complejas en las que involucran diferentes aspectos que dan cuenta del funcionamiento sistémico del cuerpo, por ello, es que, en esta tercera etiqueta, el fenómeno de la circulación se encuentra concebido de una forma más compleja que ha trascendido la experiencia básica.

Las estructuras, las sustancias y los recorridos ya no son vistos por separados, sino que se integran de forma simultánea en las explicaciones para dar cuenta de la

circulación de la sangre como un proceso que mantiene una condición sistémica del cuerpo humano. Por ello, la tendencia que se evidencia en los registros obtenidos para esta etiqueta es que *la circulación de la sangre es comprendida como un fenómeno en el cual la sangre recorre diferentes sistemas de órganos del cuerpo de acuerdo con necesidades específicas, cambiando su composición al integrar y liberar diferentes sustancias y provocando un funcionamiento sistémico del cuerpo.*

### **Figura 11**

*Recorridos de la circulación mayor y menor*



*Nota.* Ilustración elaborada por un estudiante en donde da cuenta de la circulación mayor y menor, el reconocimiento de algunas estructuras y cambios en la composición de la sangre.

Para la recolección de estos registros, los estudiantes realizaron un ejercicio de relato individual en donde consignaron todas aquellas comprensiones sobre la circulación de

la sangre a lo largo de la intervención; los cambios ocurrentes en el test de Ruffier, las relaciones con diferentes órganos del cuerpo, el papel del corazón y los vasos sanguíneos en la circulación mayor y menor, y su incidencia en el funcionamiento sistémico del cuerpo, también algunas reflexiones sobre lo aprendido en relación con los hábitos de salud.

Además, es importante resaltar, la riqueza de elementos que se pueden extraer de dichos relatos, donde diferentes estudiantes profundizan en aspectos como las relaciones, las propiedades de las estructuras, las sustancias y sus recorridos, la circulación mayor y menor, los cambios en la composición de la sangre, etc. (Ver figura 11), por ello, a continuación, se exponen algunos relatos con análisis correspondientes:

El test de Ruffier fue un experimento para saber sobre los signos vitales (frecuencia respiratoria, pulso y coloración de la piel). Yo me cansé cuando corrí, mis signos vitales aumentaron a causa de que no recibí suficiente oxígeno, mi piel se puso pálida, en cambio mis compañeros no tenían tapabocas y su color de piel se puso más rojo, cuando descansé mis signos vitales volvieron a su ritmo normal [...] La sangre pasa por todo el cuerpo, a los pulmones llega sangre desoxigenada y aquí ocurre el intercambio de gases (co2, o2), después sale sangre oxigenada. En el intestino delgado se separan los nutrientes de los desechos, y los nutrientes llegan a la sangre mediante pequeñas vellosidades en el intestino. En los riñones se filtran los excesos de: agua, minerales y desechos en el plasma de la sangre y se expulsan mediante la orina. [...] Lo que aprendí sobre el movimiento de la sangre es que esta se mueve por todo el cuerpo mediante venas, que sirven para traer la sangre al corazón, arterias, que sirven para llevar la sangre al cuerpo, y capilares, que conectan las arterias con las venas. Las arterias llevan sangre oxigenada y las venas desoxigenada. Aprender de la sangre nos permite aprender de todo el cuerpo porque está en todos los órganos. Aprendí que la sangre es [...] indispensable para todo el cuerpo, gracias a esta podemos saber sobre nuestra salud mediante los signos vitales (R1)

De acuerdo con el relato 1 (R1) (y en otros relatos – ver anexos), se puede evidenciar la explicación de relaciones que los estudiantes construyeron en el recorrido de la sangre por diferentes órganos del cuerpo. Las actividades propuestas en la intervención contribuyeron a que los estudiantes comprendieran que el paso de la sangre por ciertos órganos; como los pulmones, riñones e intestinos, inciden en procesos que responden a necesidades sistémicas del cuerpo; como el intercambio de gases, la eliminación de desechos y la absorción de nutrientes para la obtención de energía.

De tal modo, se puede reconocer que el estudio de la circulación de la sangre aporta en la comprensión de lo que sucede al interior del cuerpo humano, en aspectos tales

como la obtención de oxígeno y eliminación de CO<sub>2</sub> en el intercambio de gases, la absorción de nutrientes y transporte de estos por todo el cuerpo, y la filtración de desechos para ser eliminados por la orina.

La sangre se dirige desde el corazón hasta los pulmones para ser oxigenada, la comida luego de su recorrido por otros órganos va hacia el intestino delgado, ahí con ayuda de unas vellosidades los nutrientes van hacia la sangre, los riñones recogen todos los desechos de la sangre y los expulsan mediante la orina. Las sustancias que viajan por la sangre son: hormonas, desechos y nutrientes, las hormonas en el caso de las mujeres ayudan a controlar la menstruación y los nutrientes nos ayudan a tener energía mientras los desechos esperan a salir del cuerpo. Aprendí que el corazón es un músculo que ayuda a bombear sangre a todo el cuerpo y que al realizar actividad física el flujo de la sangre aumenta [...] También que los pulmones ayudan a oxigenar la sangre y llevarla por las arterias, mientras que las venas llevan sangre con poco oxígeno [...] Se necesita hacer actividad física para que así los desechos no se acumulen tanto, también es bueno mantener una dieta saludable para tener energía suficiente para hacer diversas actividades y también ayudar a mejorar la eficiencia de algunos órganos y que no se acumule grasa en el corazón (R8)

Al mismo tiempo, en el relato 8 (R8), se pueden identificar las relaciones que se construyeron entre la circulación de la sangre y otros procesos al interior del cuerpo, llama la atención como elemento emergente, la búsqueda de otras relaciones que tiene el movimiento de la sangre con procesos como el de la menstruación. Algunas estudiantes, se cuestionaron el proceso de menstruar con el movimiento de la sangre, en donde relacionaron el transporte de hormonas y la estructura del sistema reproductor femenino. Esta indagación constituye otra relación e interés por parte de los estudiantes en los que vinculan un proceso experiencial de su cuerpo con la circulación de la sangre.

Aprendí que la sangre es importante ya que transporta diferentes tipos de sustancias que hacen que el cuerpo funcione bien, como los pulmones, intestino delgado y riñones etc... también la sangre pasa por las arterias y hace que pase por otros órganos y las venas hacen que se devuelva la sangre, también diferentes órganos como el corazón hacen que la sangre se dirija [...] En la sangre se transporta: nutrientes, desechos, agua y gases, todo eso necesario para el cuerpo ya que la sangre al llevar esas sustancias, hacen que los órganos funcionen [...] En el caso de los pulmones hay un intercambio de gases en el que la sangre llega desoxigenada (con dióxido de carbono) y sale con (O<sub>2</sub>), en los riñones la sangre se filtra y solo quedan los desechos, en el intestino delgado la sangre capta los nutrientes [...] hay cosas como la comida y bebidas que son importantes para la sangre ya que trae nutrientes, es importante tener buenos hábitos ya que la sangre va a estar todo el tiempo obteniendo nutrientes, va a estar limpiando, transportando y recorriendo el cuerpo humano, mientras que si no se tienen buenos hábitos a la sangre se le va a dificultar todas esas funciones (R6)

Por otro lado, en el relato 6 (R6), se puede identificar las comprensiones acerca de la composición de la sangre, es decir, de todas aquellas sustancias que se transportan por la sangre y que recorren determinadas estructuras para proporcionar una función

general. Se entiende que sustancias como los nutrientes obtenidos a partir de los alimentos, los gases (oxígeno y dióxido de carbono), agua y desechos, se transportan bien sea para ser utilizados por el cuerpo o para ser eliminados por que ya no se necesitan, asimismo, que estas sustancias tienen una relación particular con alguna estructura para su expulsión o recepción; como es el caso de los pulmones y los gases.

Durante este tiempo he aprendido que la sangre nos ayuda a distribuir nutrientes y oxígeno al resto del cuerpo. También aprendimos que la sangre está compuesta de plasma y que la hemoglobina le da el color rojo a la sangre, yo creo que a partir de la sangre si podemos aprender todo el cuerpo [...] La sangre sale del ventrículo derecho (sin oxígeno) a los pulmones allí se forma el intercambio de gases, la sangre vuelve por la aurícula izquierda ya oxigenada, de aquí pasa al ventrículo izquierdo para ir por la aorta al resto del cuerpo. La circulación pulmonar ocurre en los pulmones solamente mientras tanto la circulación mayor ocurre en todo el cuerpo menos en los pulmones [...] En los riñones se filtran y limpia la sangre de desechos, exceso de agua, etc. En el intestino delgado donde la sangre pasa, se absorben los nutrientes a través de sus vellosidades (R9)

En otros relatos, por ejemplo, en el relato 9 (R9), se puede evidenciar la profundización que se realiza entre la circulación mayor y menor en relación con el reconocimiento de estructuras, sustancias y recorridos. La circulación se reconstruye utilizando como punto de partida el corazón y sus cavidades (aurículas y ventrículos), a partir de allí, se inicia el recorrido de la sangre con cierta composición (sin oxígeno) hacía los pulmones para realizar el intercambio de gases, después, se describe el retorno de la sangre con otro tipo de composición a otra cavidad del corazón, donde procederá a ser bombeada por la arteria aorta a todo el cuerpo.

Estas comprensiones son significativas y responden a cabalidad en parte con el objetivo de la intervención y es que; se reconocen ciertas estructuras y se caracterizan ciertas sustancias y sus recorridos, lo que da cuenta de una complejización en la forma de entender la circulación, donde ya no se limita únicamente al sistema circulatorio y sus componentes, sino que se comprende como un fenómeno que recorre todo el cuerpo, actuando de diferentes formas en sistemas de órganos y generando cambios que permiten el funcionamiento sistémico del cuerpo.

Sobre el movimiento de la sangre aprendí que dependiendo del órgano las diferentes sustancias cambian pues sabiendo que las sustancias cambian y que hay intercambio de gases, puedo darme una idea de cómo funciona. Por ejemplo, se que cuando la sangre pasa por algunos órganos del cuerpo hay diferentes cambios en la sangre. En los pulmones la sangre recoge oxígeno y la sangre regresa al corazón por las venas pulmonares. En el intestino delgado recoge los nutrientes y los reparte con oxígeno por todo el cuerpo (R4)

Otro aspecto que se puede identificar, en el caso del relato 4 (R4), es la noción de cambio en la composición de la sangre. Si bien se reconoce que la sangre recorre el cuerpo en un circuito cerrado de tipo circular, no es la misma sangre todo el tiempo, sino que al recorrer diferentes estructuras su composición cambia, haciendo que se lleven a cabo procesos en los órganos con diferentes sustancias que se integraron o que van a ser expulsadas. Esta noción es importante en la medida en que el fenómeno de circulación de la sangre recorre todo el cuerpo; la mayor parte de sistemas de órganos y en cada uno de ellos incide transportando elementos para su funcionamiento.

Por último, se puede afirmar que, a lo largo de la intervención, los estudiantes construyeron un conocimiento complejo sobre el funcionamiento sistémico del cuerpo a partir de la comprensión del movimiento de la sangre. Si bien los estudiantes poseían inicialmente unas representaciones o ideas previas en las que no se precisaban de forma clara aspectos relacionados con las estructuras y las sustancias, al final tanto la experiencia básica como el conocimiento habían sido enriquecidos y el estudiante podía construir explicaciones.

En términos de Arca, Guidoni y Mazoli (1990) :

A partir del nivel de la experiencia, a través de un lenguaje hecho en palabras y de representaciones (y sin lenguaje no sería posible), se puede, por tanto, construir y controlar algo (a lo que llamamos conocimiento) desprendido tanto de la experiencia como del lenguaje; que no se identifica ni con el hecho individual ni con las palabras que lo describen; que es comunicable a otras personas, que se puede extender a otros hechos, modificar como consecuencia de otras experiencias, que puede ponerse de nuevo siempre en juego (p.7)

En efecto, el conocimiento sobre el movimiento de la sangre y su recorrido por diferentes sistemas de órganos, les permitió a los estudiantes ubicarse en diferentes zonas del cuerpo para dar explicaciones acerca de procesos sistémicos, buscando y profundizando en las relaciones que existen en los diferentes sistemas de órganos y la sangre.



### **Socialización de mapas corporales y de experiencia de aprendizaje**

Para el cierre de la fase 3 y de la intervención en el aula, es relevante mencionar que se realizó una actividad de socialización de experiencias, en la que cada grupo compartió los productos elaborados durante el proceso y contó algunas experiencias significativas. La socialización la llevaron a cabo con estudiantes de los grados 5° y 9° de la institución, allí cada uno expuso sus trabajos del mapa corporal hablando de las variaciones de los signos vitales cuando se hace ejercicio, de los sistemas de órganos, de los recorridos y cambios en la composición de la sangre y de los hábitos de salud.

### **Figura 12**

*Socialización de la experiencia*



*Nota.* Los estudiantes de 7° socializaron la experiencia vivida a lo largo de la intervención mediante la presentación de sus mapas corporales elaborados, compartieron las comprensiones a estudiantes de otros grados de la Institución.

Es importante decir que, al principio les costó bastante a los estudiantes socializar sus comprensiones, debido a que sus compañeros de otros cursos les ocasionaron timidez, sin embargo, cuando los mismos estudiantes les realizaban preguntas, ellos fueron desarrollando su discurso a partir de la narración de la experiencia; expresaron

aspectos sobre la práctica experimental, la actividad física y la elaboración de los mapas corporales, como actividades que les permitieron profundizar y comprender el movimiento de la sangre por el cuerpo.

De igual manera, es importante mencionar que, a partir de las actividades desencadenantes, las actividades de observación y experimentación, y de socialización, los estudiantes construyeron explicaciones complejas sobre el fenómeno de la circulación, donde a partir del reconocimiento de estructuras, sustancias y recorridos dieron cuenta de procesos que intervienen en el funcionamiento sistémico del cuerpo humano.

Asimismo, el proceso de recuperación de la experiencia, generó diferentes reflexiones en el proceder en la clase de ciencias, provocando una práctica alternativa para la enseñanza de la Biología sobre la circulación de la sangre como un objeto de estudio, sin embargo, de aquí quedan diferentes elementos que son importantes a considerar en la enseñanza del cuerpo humano, y es la noción de sistema, que se contrasta con este trabajo de la siguiente forma:

A través de la noción de sistema, es posible entender al ser vivo en un sentido más amplio, donde las relaciones entre la totalidad y las partes son dinámicas y complejas; de esta manera nos aproximamos a una concepción eco-organizadora de lo viviente (Valencia *et al.* 2001, p.13)

A manera de síntesis, se destaca el cuestionamiento de la experiencia básica como punto de partida para estudiar la circulación de la sangre desde lo fenoménico, debido a que permitió el planteamiento de preguntas e interrogantes sobre aspectos que ocurren al interior del cuerpo en actividades de la vida cotidiana de los estudiantes como es el ejercicio físico. Dicha actividad, cobra sentido al situar los cambios que ocurren en el cuerpo cuando se realiza actividad física, como situación desencadenante que permite aproximar a los estudiantes al fenómeno.

Igualmente, la experiencia básica cuestionada se encontraba ahora perceptible para ser enriquecida sobre el fenómeno. Aquí fue relevante el papel de la observación y la

actividad experimental para documentar dicha experiencia y llenarla de significados frente al movimiento de la sangre y todo lo que acontece al interior del cuerpo, para así, llegar a una complejización de las explicaciones en las que se involucran diferentes elementos que dan cuenta de un conocimiento complejo sobre el cuerpo humano y la circulación.

## PRODUCCIÓN DISCURSIVA

Este trabajo emergió de las múltiples tensiones que hacen parte de la cotidianidad del maestro de ciencias, en particular en la enseñanza de la Biología y en los contenidos relacionados con el cuerpo humano. Frente a dichas dificultades y preocupaciones fue pertinente considerar una transformación de las prácticas educativas en las que el rol del maestro se reconfigurara como un sujeto de conocimiento, propositivo y crítico frente a la enseñanza de las ciencias.

De este modo, las prácticas educativas propias y de otros permitieron problematizar la circulación de la sangre y su enseñanza, además de, los espacios académicos de la Maestría en Docencia de las Ciencias Naturales, las asesorías y la profundización teórica de tipo epistemológico, disciplinar y pedagógico, los cuales aportaron a la delimitación del trabajo y al establecimiento de las condiciones de orden técnico y teórico que dan cuenta de su configuración como objeto de estudio.

Además de ello, se utiliza como perspectiva compleja de enseñanza a los **problemas de conocimiento**, los cuales articulan la transformación de algunas concepciones relacionadas con el rol del maestro y del estudiante dentro del aula, la noción de ciencia, conocimiento, enseñanza y las formas de proceder. Por tal motivo, se ha concebido en este trabajo al conocimiento como una actividad cultural y a la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones, en la que el maestro y el estudiante se constituyen como sujetos de conocimiento.

De la misma manera, la profundización teórica disciplinar y pedagógica, permitieron la consolidación de una intervención en el aula en la que se buscaba reconocer la dinámica sistémica del cuerpo a partir de la descripción del movimiento de la sangre. Como resultado, se hace necesario realizar un proceso de sistematización entendido como la recuperación de la experiencia, en la que se evidenció la generación de un

conocimiento complejo sobre las relaciones que se establecen entre el movimiento de la sangre y otras funciones vitales para el cuerpo.

A partir de lo anterior, es pertinente realizar un proceso de reflexión sobre 3 aspectos claves que recogen los diferentes desarrollos a lo largo del trabajo, constituyendo así, este último capítulo de producción del discurso o de reflexiones finales frente a esta propuesta alternativa para la enseñanza de las Ciencias en la Educación Básica. El *primero*, la circulación en el ser humano como propuesta alternativa para la enseñanza de las ciencias; el *segundo*, el papel de la sistematización en la construcción de discurso pedagógico; y el *tercero*, los Problemas de Conocimiento y su aporte en la enseñanza de la circulación humana.

## **LA CIRCULACIÓN EN EL SER HUMANO: UNA PROPUESTA ALTERNATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Esta propuesta tuvo una intención importante desde un principio, y fue abordar la circulación de la sangre desde una perspectiva sistémica. De acuerdo con las prácticas tradicionales de enseñanza del cuerpo humano y de las dificultades encontradas en el propio ejercicio docente, en el que los contenidos sobre los sistemas del cuerpo se abordaban de forma desarticulada y fragmentada, este trabajo fue más allá y a partir de la circulación de la sangre, se logró comprender algunas relaciones que permitieron entender el funcionamiento sistémico del cuerpo.

Por lo tanto, es importante señalar que, al tener tal intención, las actividades propuestas para la intervención en el aula, fueron pertinentes para que los estudiantes entendieran el cuerpo como un sistema organizado en la que sus partes interactúan. Las actividades dejaron de lado la reproducción de contenidos que conllevaban a la memorización de los componentes del sistema circulatorio, y, por el contrario, permitió que los estudiantes a través de la observación empezaran a construir relaciones entre el movimiento de la sangre y otros sistemas del cuerpo.

Así que, se puede afirmar que la intención del maestro y las actividades propuestas, rompen con la enseñanza tradicional del sistema circulatorio, y se sitúa al estudiante en un ejercicio de problematización en el que él mismo se realiza preguntas a partir de lo que experimenta en su vida cotidiana, aportando así, que la intervención en el aula sea una apuesta y una alternativa para llevar la perspectiva sistémica del cuerpo a la clase de ciencias en la educación básica.

Por otra parte, la propuesta es posible desde que el maestro reflexiona sobre la enseñanza de las ciencias y la relación con el conocimiento, provocando una transformación de su rol como educador. En el momento en que el maestro reflexiona sobre las tensiones y dificultades que ocurren en el aula frente a la enseñanza de contenidos relacionados con el cuerpo humano, se convierte en un sujeto intelectual con capacidades investigativas que lo llevan a ser crítico y propositivo con la ciencia que enseña.

En efecto, dichas capacidades han permitido que, en este trabajo, se cuestionen las formas en las que se enseña la circulación de la sangre y el proceder en el aula teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes y del maestro. El maestro apropia un carácter investigativo que lo lleva a comprender el fenómeno de la circulación con unas visiones históricas, epistemológicas y filosóficas, y que, a partir de ciertos referentes pedagógicos, lleva el fenómeno de la circulación de la sangre al aula de clases con actividades innovadoras y significativas para los estudiantes.

De acuerdo con lo anterior, es necesario señalar la importancia que tiene la profundización teórica como uno de los referentes que aportan en las prácticas educativas del maestro. Por un lado, el aspecto disciplinar permite organizar el fenómeno, delimitar los intereses y establecer las condiciones técnicas y teóricas que lo llevan a situar como un objeto de estudio para la Biología, por otro lado, la profundización pedagógica brinda elementos para problematizar lo disciplinar y

proceder en el aula con una intervención que les permita a los estudiantes construir conocimiento significativo.

En ese sentido, dichos elementos se materializan en actividades como las prácticas de disección y “vivisección” por realidad aumentada. Debido a que los contenidos relacionados con el cuerpo humano, como lo es la circulación de la sangre, no se pueden observar a simple vista, se deben incorporar estrategias para que los estudiantes comprendan el funcionamiento de los órganos y las relaciones que se establecen entre ellos.

Para ello, se realizó la actividad de disección de órganos de res, ya que la observación de estos órganos permitió comprender y complejizar el funcionamiento de las estructuras en relación con el movimiento de la sangre, de igual manera, para que los estudiantes se llevarán una mejor idea sobre su funcionamiento y no quedará la imagen de la estructura inerte, fue relevante observar las estructuras a partir de la realidad aumentada.

Con el desarrollo tecnológico que existe actualmente, la realidad aumentada aportó para que los estudiantes logaran observar los órganos humanos en funcionamiento, como por ejemplo el movimiento cardiaco de contracción y relajación. Esta actividad se realizó de forma simultánea con la disección de órganos, entonces cuando se observaba el corazón de la res y se estudiaban sus cavidades, los estudiantes podían observar y contrastar en realidad aumentada cómo era que las cavidades bombeaban y recibían sangre de todo el cuerpo.

De esta forma, se entiende esta práctica como una actividad de “vivisección”, que permite caracterizar las estructuras y las sustancias, y comprender los recorridos que realizan las sustancias por las estructuras. De acuerdo con esto, estas prácticas permiten recrear en el aula las condiciones en las que Harvey construyó su idea

revolucionaria sobre la circulación de la sangre, realizando diversas prácticas de disección y vivisección.

De igual manera, estas actividades deben desarrollarse con estrategias como los roles para que sea lo más real posible. En este caso, los roles que se asignaron durante la práctica como el del médico residente, el cardiólogo, el enfermero y el reportero, permitió que la construcción del conocimiento fuera más compleja y colectiva entre todos los estudiantes. Es así como, la estrategia de roles les da sentido a los propósitos de las prácticas, debido a que el estudiante es protagonista en la apropiación de su propio conocimiento.

Por otro lado, y para terminar esta sección, es importante señalar que los estudiantes también renuevan su rol dentro del aula, abandonan ser sujetos que memorizan y reproducen contenidos y se convierten en sujetos de conocimiento. Los estudiantes dejan de ver a la ciencia como un consolidado de conocimientos acabados y un razonamiento basado en el método científico, y empiezan a cuestionar los fenómenos que ocurren en su vida cotidiana, construyendo preguntas, documentándose y complejizando las explicaciones.

En efecto, los estudiantes vivenciaron una actividad desencadenante que los llevó a problematizar los cambios ocurrentes en sus cuerpos, y a partir de allí, fueron respondiendo a cada pregunta y construyendo explicaciones sobre el movimiento de la sangre y sobre diversas relaciones entre este movimiento y otros sistemas del cuerpo humano.

De tal modo, es la transformación del rol del estudiante y del maestro en su forma de proceder, lo que convierte a esta propuesta en una alternativa para la enseñanza de la circulación sanguínea en la educación básica.



## **EL PAPEL DE LA SISTEMATIZACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE DISCURSO PEDAGÓGICO**

Recuperar las experiencias vividas durante la intervención, es un proceso reflexivo en el que se interpreta de forma crítica todo lo acontecido. A partir de los registros obtenidos y desde la experiencia vivida por el maestro, se realizó un ejercicio de sistematización que permitió describir las formas en que se comprendió el fenómeno, las relaciones que se construyeron entre la sangre y otros sistemas y algunos factores emergentes como el enriquecimiento de la experiencia después de la práctica de disección de órganos.

Cabe recordar que, la intervención en el aula se construyó a partir de la profundización pedagógica, específicamente recogiendo elementos de los problemas de conocimiento. Esto es importante porque fueron los referentes epistemológicos de los PC, los que permitieron organizar las fases de la intervención y brindar los criterios de lectura en la recuperación de la experiencia.

De esta forma, el maestro realiza una lectura crítica de los registros obtenidos y busca analizar el proceso de enriquecimiento que tuvo la experiencia de los estudiantes en cuanto a la comprensión de la circulación de la sangre. Aquí se pudo evidenciar cómo la experiencia básica inicial problematizó los cambios ocurrentes en el cuerpo y fue documentándose para dar explicación a dichos cambios, finalmente cómo resulta la construcción de explicaciones complejas sobre el funcionamiento del cuerpo.

De igual manera, dichas interpretaciones se materializaron en un ejercicio de escritura en el que se da cuenta del tránsito que tiene la experiencia a lo largo de la intervención. El relato es importante en este ejercicio, debido a que permitió recoger las experiencias vividas y dar cuenta de las comprensiones que se obtuvieron sobre la circulación de la sangre y la construcción de una perspectiva sistémica sobre el cuerpo humano.

En suma, la sistematización o recuperación de la experiencia es un ejercicio reflexivo que debe asignarse a las prácticas educativas de los maestros, debido a que permite analizar críticamente los procesos de aprendizaje; las comprensiones, dificultades y otros hallazgos que emerjan de la práctica, para así, aportar en la enseñanza de las ciencias con nuevas propuestas y elementos que estén a la base de otros maestros en contextos particulares.

## **LOS PROBLEMAS DE CONOCIMIENTO Y SU APOORTE EN LA ENSEÑANZA DE LA CIRCULACIÓN HUMANA**

Como bien se ha señalado a lo largo del documento, la circulación de la sangre se configuró como un problema de conocimiento y un objeto de estudio para la Biología en la Educación Básica. Esta perspectiva compleja de enseñanza de las ciencias permitió orientar las tensiones y dificultades que existe en la enseñanza de la circulación y darle el carácter de problema de conocimiento, pues a partir de sus referentes epistemológicos, pedagógicos y didácticos se llevó a cabo el desarrollo de este trabajo.

De este modo, fueron precisamente los referentes epistemológicos los que permitieron orientar la problematización del fenómeno de circulación y la intervención en el aula, en donde se determinó analizar la experiencia que los estudiantes van enriqueciendo a medida que aprenden sobre el movimiento de la sangre.

El aspecto de la experiencia fue clave para esta propuesta alternativa de enseñanza de la circulación. De acuerdo con los referentes epistemológicos, en los que se señala que todo sujeto tiene una experiencia básica o primera aproximación al mundo natural, de la misma manera, los estudiantes tenían una primera experiencia sobre los cambios que ocurrían al interior de su cuerpo, los que probablemente observaban cuando realizaban ejercicio en su vida cotidiana pero que no se habían cuestionado sobre dichas variaciones.

Por tal motivo, la actividad física que se utiliza como situación desencadenante permite que los estudiantes cuestionen su experiencia básica e inicien la movilización del pensamiento. Desde la caracterización de la población se habían notado los intereses por el ejercicio físico, aspecto pertinente para que los estudiantes problematizaran el movimiento de la sangre por el cuerpo a partir de los cambios observables. Dicha actividad fue propicia debido a que los estudiantes lograron experimentar los cambios que ocurren en el cuerpo.

De acuerdo con lo anterior, hay que señalar que, las actividades desencadenantes que se pueden utilizar para afectar la experiencia básica de los estudiantes, deben partir de los intereses de los estudiantes respecto a su vida cotidiana, es decir, que el maestro dentro de la caracterización de la población, debe analizar cuales actividades son afines a los intereses de los estudiantes y al fenómeno de estudio en cuestión. En el caso particular de este trabajo, el ejercicio físico se constituye como una actividad conveniente y oportuna para abordar el movimiento de la sangre y otros procesos vitales.

De esta manera, la actividad desencadenante, generó que los estudiantes se realizaran cuestionamientos sobre el aceleramiento del corazón, el intercambio de gases, el cambio de coloración en la piel y la temperatura, los cuales se lograron percibir con la toma de signos vitales. Fueron dichas preguntas, cuestionamientos y cambios los que dieron cuenta de la problematización del fenómeno y el inicio de documentar esa experiencia con la construcción de conocimiento sistémico sobre el cuerpo humano.

De acuerdo con lo anterior, y luego de desarrollar una situación desencadenante que cuestionara la experiencia básica de los estudiantes, los referentes señalan que en esta segunda instancia el sujeto se provee de elementos para la construcción de objetos de conocimiento y define estrategias para construir relaciones y derivar

principios en su tránsito hacia la comprensión sistemática del fenómeno (Valencia *et al.* 2003).

Tal instancia, es la que se constituye como la fase 2 en este trabajo, en la cual se elaboraron una serie de actividades sobre la circulación de la sangre y su relación con otros sistemas del cuerpo, que permitieran documentar y/o enriquecer la experiencia básica y en la que se aproximaran a la elaboración de explicaciones en torno a las preguntas iniciales sobre las variaciones que sufre el cuerpo cuando se realiza actividad física, es decir, que la situación desencadenante y lo que ellos vivieron permaneció presente a lo largo de la ruta para poder construir explicaciones sobre el fenómeno.

De esta manera, las actividades como la disección de órganos, la “vivisección” por realidad aumentada, la modelización y el uso de recursos audiovisuales, ofrecen amplios elementos para documentar la experiencia y construir explicaciones sobre el movimiento de la sangre; sus estructuras, las sustancias y los recorridos. Igualmente, el hecho de que el desarrollo de actividades fuese en grupos, permitió un contraste de conocimientos, complejización de las comprensiones sobre el fenómeno y mejor trabajo de acuerdo con los objetivos propuestos para cada sesión.

Así que, a partir de las actividades propuestas, los estudiantes iniciaron una caracterización de las estructuras que participan en el movimiento de la sangre, iniciando por el corazón y los vasos sanguíneos, aquí se fue enriqueciendo el conocimiento sobre las propiedades que poseían y que hacían posible que la sangre circulara por el cuerpo de acuerdo con las necesidades que este demandara. Después, empezaron a salir del sistema circulatorio para ir en búsqueda de las relaciones que tenía la sangre con sistemas como el respiratorio, el excretor y el urinario.

A medida que se iban estudiando las estructuras, surgió la necesidad de caracterizar todas aquellas sustancias que participaban en el funcionamiento de las estructuras,

inicialmente por los pulmones y después por los otros sistemas, complejizando así el tejido sanguíneo al imbuir diferentes componentes y sustancias que son necesarias para el funcionamiento sistémico del cuerpo humano.

Posterior a esto, los estudiantes empezaron a trazar los recorridos que tenían las sustancias por diferentes estructuras, aquí fue importante el reconocimiento de la circulación menor y mayor. En cuanto a la menor, se da cuenta de que emergen dos aspectos de gran importancia, el primero; que el recorrido por los pulmones se constituye como una parte del movimiento de la sangre en un circuito cerrado por el cuerpo, y el segundo; que dicha relación permite afirmar que los sistemas de nuestro cuerpo se encuentran interconectados de alguna forma y que el estudio de la sangre permite entender dichas relaciones.

En efecto, como parte del estudio de la circulación mayor, los estudiantes trazaron los recorridos por el resto de cuerpo, en el que profundizaron en el cambio de composición que la sangre tiene antes de ingresar a un órgano y posteriormente cuando sale. Aquí, inició la construcción de relaciones entre la sangre y otros sistemas del cuerpo, en el caso de los riñones, se construyeron comprensiones sobre la filtración de la sangre y la eliminación de desechos que el cuerpo ya no necesita, en cuanto al intestino, la absorción de nutrientes provenientes de los alimentos que se consumen a diario, para ser llevados a todas las células del cuerpo y aportar en las funciones vitales.

De esta manera, se promueve una nueva percepción sobre el cuerpo humano, en el que se abandona la visión fragmentada de sus partes y se comprende como una unidad altamente organizada y compleja, y que dicho patrón de organización, es la configuración de las relaciones entre sus componentes, que determina las características esenciales del sistema<sup>23</sup>. Por lo tanto, el estudio sistémico del cuerpo se puede comprender desde la circulación de la sangre, reconociendo estructuras, sustancias y recorridos.

---

<sup>23</sup> Tomado de Humberto Maturana y Francisco Varela. Citado en Capra (1998).

Retomando los problemas de conocimiento, al documentar la experiencia con los elementos anteriormente expuestos, los estudiantes complejizaron las explicaciones sobre el fenómeno de estudio. Es decir, que la documentación de la experiencia es un tránsito hacia una tercera instancia de construcción del fenómeno, en donde es posible concebir a la circulación de la sangre en su dimensión compleja, lo cual demandó un cambio en las formas de pensar, mirar y hacer<sup>24</sup>.

En consecuencia, los estudiantes al final de la intervención realizaron un proceso escritural en el que relataron todas aquellas comprensiones sobre el fenómeno de estudio (Ver anexo), en donde retomaban la actividad desencadenante y las experiencias de aprendizaje vivenciadas, para dar cuenta de la construcción de un conocimiento amplio y complejo, e incluso, describieron aspectos relacionados con los hábitos de salud, los cuales emergían en ideas que iban surgiendo en las discusiones de las clases.

De todo lo mencionado anteriormente, resulta necesario decir que, el desarrollo de este trabajo aporta de manera significativa en las prácticas educativas propias, en la medida en que se renuevan las visiones acerca de la ciencia, el conocimiento y la enseñanza. Dicho aporte, está centrado en los problemas de conocimiento, los cuales quedan como referentes fundamentales para abordar los fenómenos de estudio que hacen parte de la Biología y seguir contribuyendo a su enseñanza con nuevas propuestas alternativas.

Asimismo, permitió asumir un rol crítico frente a las formas de proceder en el aula y a la relación con los objetos de estudio, pues al concebir la ciencia como una actividad de construcción de explicaciones, el aula se convierte en un escenario en el que el maestro y los estudiantes son protagonistas del conocimiento. A lo que voy, es a que se abandona por completo las prácticas tradicionales en las que se reproducen

---

<sup>24</sup> Tomado de Valencia *et al.* (2003)

conocimientos que llevan al estudiante a memorizar, y se comienzan a proyectar propuestas en las que los estudiantes disfruten de la clase de ciencias y construyan conocimiento crítico, significativo y duradero.

Finalmente, se cierra este trabajo mencionando que, en el momento en que el maestro cuestiona y reconoce las tensiones y dificultades que ocurren en sus prácticas educativas, inicia un punto de transformación en el que se despliega una infinidad de posibilidades para construir conocimiento significativo y duradero en diferentes contextos, tal es el caso de la circulación de la sangre, en el que a partir de una profundización teórica disciplinar y pedagógica, toma de decisiones y diversas reflexiones por parte del maestro, se construye una propuesta alternativa que responde y aporta a la enseñanza de las ciencias en la educación básica.

Igualmente, se recomienda continuar indagando e investigando acerca de los fenómenos que ocurren al interior del cuerpo, tales como la nutrición, la respiración, la excreción, la comunicación, entre otros., los cuales, a pesar de la imposibilidad de verlos a simple vista, permita generar comprensiones complejas en el conocimiento de los estudiantes, y sin lugar a duda, que se fomente la mirada sistémica del cuerpo humano.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín Teulón, A. (1983). *La teoría celular*. Madrid: Alianza Editorial.
- Albarracín Teulón, A. (2001). *El movimiento del corazón y la sangre Harvey*. España: NIVOLA Libros y Ediciones, S.L. .
- Araujo, J. (2018). Aspectos históricos de la enseñanza de la anatomía humana desde la época primitiva hasta el siglo XXI en el desarrollo de las ciencias morfológicas. *Revista Argentina Anatomía Online*, 87-97.
- Arcá, M., Guidoni, P., & Mazzoli. (1990). *Enseñar ciencia. Cómo empezar: Reflexiones para una educación científica base*. Barcelona: Paidós.
- Baraona, J. (1991). *Historia de la Ciencia y de la Técnica. La fisiología: Origen histórico de una ciencia experimental*. Madrid: Ediciones Akal S.A.
- Barragan, Y., & Castellanos, L. (2016). *¿Cómo se mueve la sangre?* . Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional .
- Barutta, J. (2012). Triple argumentación en defensa de la circulación de la sangre. *Iatreia*, 25(1), 75-81.
- Bello, J., & Gamboa, N. (2019). *Implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza del Sistema Circulatorio; un aporte al cuidado de la salud en un grupo de estudiantes sordos del grado 801 de una Institución Educativa del Distrito Capital a través del software T-BOARD*. Bogotá D.C.: Universidad Pedagógica Nacional .
- Benítez, L. (2014). Sobre la polémica Descartes-Harvey al interior de la lucha entre mecanicismo y vitalismo. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 14(28), 25-35.
- Bohórquez, J. (2019). De la sangre en Circulación. Descartes y Harvey. *Discusiones Filosóficas* , 113-129.
- Candela, A. (1990). Cómo se aprende y se puede enseñar ciencias naturales. *Cero en conducta*, 144-149.
- Candela, A. (1991). Argumentación y conocimiento científico escolar. *Infancia y aprendizaje*, 13-28.
- Cangilhem, G. (2009). *Estudios de historia y de filosofía de las ciencias'*. Buenos Aires: Amorrortu editores.



- Canal CINNET. (06 de septiembre de 2022a). *Serie: Problemas de conocimiento I Episodio 2 I 2022-II*. Archivo de youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=jUYWIUxIuyM&t=2649s>.
- Canal CINNET. (24 de agosto de 2022b). *Serie: Problemas de Conocimiento I Episodio 1 I 2022-II*. Archivo de youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=1-m5pbdwVIM&t=3622s>.
- Capra, F. (1998). *La trama de la vida Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*. España: Editorial Anagrama, S.A.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (2011). El campo de la investigación cualitativa. Manual de investigación cualitativa. (Vol 1). Gedisa Editorial.
- De Micheli, A. (2005). William Harvey y los inicios de la Ciencia médica moderna. *Gac Méd Mex*, 233-237.
- Escobar, C. (2006). William Harvey: La circulación de la sangre y algunos de sus obstáculos epistemológicos. *Iatraia*, 19(2), 199-205.
- Gamarra, L. (2018). *Andrés Vesalio, fundador de la Anatomía Humana Moderna*. Bogotá: Academia Nacional de Medicina.
- Galagovsky, L., & Edelsztejn, V. (2018). Obstáculos de aprendizaje en niños de 10-12 años sobre el tema sistema circulatorio humano: una propuesta teórica en base a evidencias. *Ciência & Educação (Bauru)*, 283-299.
- García, E. (1977). Capítulo 1. Observación. En N. Hanson, *Patterns of Discovery. An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science* (págs. 1-25). Madrid: Alianza Editorial.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1995). Marco teórico: dimensiones conceptuales de la idea de "concepción personal". En A. Giordan, & G. De Vecchi, *Los Orígenes del saber*. Sevilla: Diada Editorial S. L. Sevilla.
- Guerrero, A. (2015). *La clase de Ciencias como contexto de vivencia de conocimiento*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Guyton, A., & Hall, J. (2001). *Tratado de Fisiología Médica*. (Décima ed). México D.F. : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. México: Paidós. Problemas científicos y filosóficos.
- Imbernón, F., Alonso, M., Arandia, M., Cases, I., Cordero., G., Fernández, I., Revenga, A., Ruiz, P. (2002). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado Reflexión y experiencias de investigación educativa*. España: Gráo.

- Izaguirre, R., & De Micheli, A. (2005). Evolución del conocimiento sobre la sangre y su movimiento. Parte II. El saber sobre su composición. Iatroquímica de la sangre. *Revista de investigación clínica*, 15(1), 85-97.
- Jacob, F. (1999). *La lógica de lo viviente*. España: Metatemas 59.
- Jara, O. (2009). La sistematización de experiencias y las corrientes innovadoras del pensamiento latinoamericano - una aproximación histórica. *Diálogo de Saberes*, 118-129.
- Kuhn, T. (1994). *¿Que son las revoluciones científicas?* Barcelona: Atalaya.
- Kuhn, T. (1996). *La tradición matemática y la tradición experimental en el desarrollo de la Física*. México : FCE.
- Lorduy, O. (2014). *Diseño de una propuesta didáctica utilizando el ABP como estrategia de enseñanza de la Circulación Sangínea en el ser humano, en estudiantes de grado sexto*. Medellín : Universidad Nacional de Colombia.
- Lozoya, X. (2001). *El médico del rey decapitado William Harvey*. Bogotá: Pangea Editores S.A.
- Martínez, N. (2022). *Estudio de los procesos y condiciones en la germinación de la semilla de Frijol (Phaseolus vulgaris) y su aporte para la enseñanza de la Biología en la educación básica*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Maturana, H., & Varela, F. (2003). *De máquinas y seres vivos: autopoiesis, la organización de lo vivo*. Buenos Aires: Editorial Universitaria Lumen.
- Ministerio de Educación Nacional. (2002). *Estándares básicos de competencia en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). *Derechos Básicos de Aprendizaje* . Bogotá: Ministerio de Educación Nacional.
- Mosquera, D. (2012). *Enseñanza-Aprendizaje del concepto de Circulación Sanguínea en el ser humano en estudiantes de primaria de zona rural* . Manizales : Universidad Nacional de Colombia.
- Murillo, G. (2019). Breve historia del descubrimiento de la circulación de la sangre y de las células circulantes. *Hematol Mex.*, 146-149.
- Romero, R. (2007). Andreas Vesalius (1514-1564). Fundador de la Anatomía Humana Moderna. *Int. J. Morphol*, 25(4), 847-850.
- Ruiz, L. D. (2001). *La sistematización de prácticas* . Medellín: Liceo Naconal Marco Fidel Suárez.

- Sampieri, R., Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
- Segura, D. (2000). *¿Es posible pensar otra escuela?* Bogotá: Escuela pedagógica Experimental.
- Valencia, S., Méndez, O., Garzón, P., & Jiménez, G. (2001). *De la contemplación a la comprensión de los seres vivos*. España: Universidad de Extremadura.
- Valencia, S., Orozco, J., Mendez, O., Jiménez, G., & Garzón, J. (2003). Los problemas de conocimiento una perspectiva compleja para la enseñanza de las ciencias. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 1-12.
- Wright, T. (2016). *La circulación de la sangre La revolucionaria idea de William Harvey*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

## ANEXOS

### ANEXO 1. Guía Sesión 1

#### ***DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR***

**Propósito:** Evidenciar cambios que ocurren en el cuerpo al realizar actividad física.

**INTRODUCCIÓN:** Bienvenidos equipo de deportólogos y deportistas, prepárense para el maravilloso viaje que vamos a realizar por el interior de nuestro cuerpo y en el que aprenderemos sobre el movimiento de la sangre. Una de las mejores alternativas para conocer el funcionamiento del cuerpo es analizando el comportamiento del mismo cuando realizamos actividad física, para ello, cada grupo debe elegir un equipo de médicos “deportólogos” y un paciente que se someterá a un Test.

**ACTIVIDAD 1.** Realiza el Test de Ruffier para calcular la capacidad de recuperación de tu corazón y otros cambios ocurrientes en tu cuerpo.






#### **PROCEDIMIENTO**

Controla las pulsaciones en la arteria carótida (al lado de prominencia laríngea o nuez) o en la arteria radial (en la muñeca, en la base del pulgar). Controla la frecuencia respiratoria (FR) ubicando el dedo pulgar debajo de las fosas nasales. Conoce la Temperatura corporal (T°).

1. Toma las pulsaciones en reposo, sentado en una silla y describe el estado de coloración de la piel. Toma la FR, la T° y la FC. (P1).
2. Haz flexiones de piernas (sentadillas) profundas, que los muslos queden justo por debajo de la horizontal, en un tiempo de 45 segundos, luego corre 5 vueltas por alrededor de la Cancha. Toma las pulsaciones, FR, T°, FC y describe el estado de coloración de la piel inmediatamente al finalizar (P2).
3. Vuelve a tomar pulsaciones, FR, FC, T° y describe el estado de coloración de la piel justo un minuto después de terminar (P3).
4. Aplica la fórmula de Ruffier, solamente con datos del Pulso  $(P1 + P2 + P3) - 200$
5. Anota los datos obtenidos de la prueba en el siguiente cuadro.

P1	P2	P3	FÓRMULA Y RESULTADO
Condición o estado el corazón: _____ _____			
T°1. _____ FR1. _____ FC1. _____ Coloración de la piel _____ _____ _____	T°2. _____ FR2. _____ FC2. _____ Coloración de la piel _____ _____ _____	T°2. _____ FR3. _____ FC3. _____ Coloración de la piel _____ _____ _____	

### TABLA DE RESULTADOS

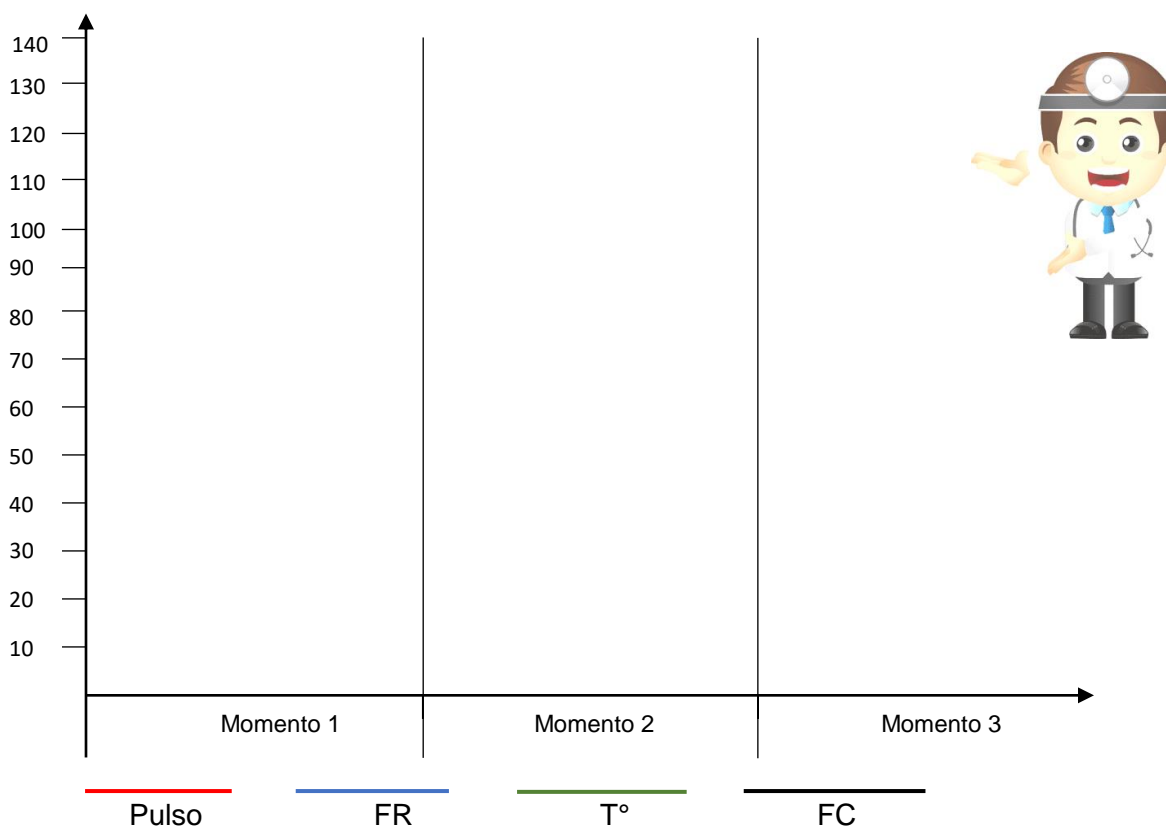
<b>0</b>	<b>Se encuentra en óptimas condiciones para la realización de esfuerzos físicos de corto plazo (corazón de atleta).</b>	
<b>0,1 a 5</b>	Tiene un corazón lo suficientemente apto para las actividades físicas.	
<b>5,1 a 10</b>	Corazón medio, debería realizar un plan para recuperar el estado físico adecuado	
<b>10,1 a 15</b>	Corazón medio a bajos aconsejable hacer una visita a un profesional de la salud antes de iniciar actividad física regular	
<b>Más de 15</b>	Es un índice de que revela mal estado o un corazón débil.	

**ACTIVIDAD 2.** Ahora dibuja los cambios que crees que ocurren en tu cuerpo en los tres momentos. Ten en cuenta las siguientes preguntas orientadoras: ¿Cuáles son las características visibles de mi cuerpo en los momentos 1, 2 y 3? ¿Cuáles cambios observables evidencio en el momento 2 y 3?

MOMENTO 1	MOMENTO 2	MOMENTO 3

Socializa los dibujos con tu maestro y compañeros

**ACTIVIDAD 3.** Grafica los datos obtenidos durante la actividad en el siguiente esquema. Utiliza regla y colores.



**ACTIVIDAD DE CIERRE.** Completa el siguiente cuadro teniendo en cuenta las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los órganos o partes que nos permiten obtener los datos? ¿Cuáles sustancias recorren los órganos?


<b>SIGNO</b>	<b>ESTRUCTURA INVOLUCRADA</b>	<b>SUSTANCIA</b>
<b><i>Pulso</i></b>		
<b><i>F. Cardíaca</i></b>		
<b><i>F. Respiratoria</i></b>		
<b><i>Otro:</i></b>		

## ANEXO 2. Guía Sesión 2

### *DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR*

**Propósito:** Documentar cambios ocurridos en la actividad física

**INTRODUCCIÓN.** El Test de Ruffier nos brindó un acercamiento a los cambios que ocurren en el cuerpo cuando se realiza actividad física, esto nos ha permitido preguntarnos sobre las variaciones de pulso, temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y coloración de piel, sin embargo, es momento de entrar a profundizar estos cambios en relación con el movimiento de la sangre.



**ACTIVIDAD 1.** Lee la Infografía sobre **Signos del cuerpo** y responde las siguientes preguntas:

¿Por qué ocurren cambios al realizar actividad física? Describe.

---

---

---

---

¿Por qué la frecuencia respiratoria aumenta al igual que el pulso en la actividad física?  
¿Cuál es la relación entre los dos signos?

---

---

---

---

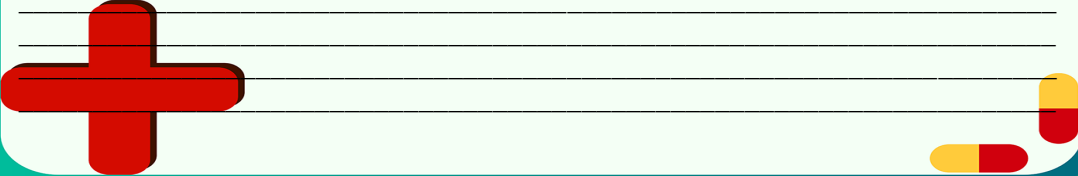
¿Cómo se vincula el cambio de coloración de piel y de temperatura con el movimiento de la sangre?

---

---


---

---





**ACTIVIDAD 2.** Observa el vídeo “Viaje al interior del cuerpo humano”. Completa el siguiente esquema escribiendo las estructuras, sustancias, recorridos y cambios que se presentan cuando hay actividad física. Recuerda retomar los datos del test de ruffier y la infografía.

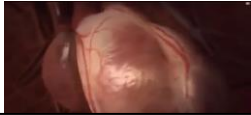


Estructura: \_\_\_\_\_

Sustancias que participan: \_\_\_\_\_

Recorridos de las sustancias por la estructura: \_\_\_\_\_

Cambios al realizar actividad física: Aumento en el intercambio de gases.




Estructura: \_\_\_\_\_

Sustancias que participan: \_\_\_\_\_

Recorridos de las sustancias por la estructura: \_\_\_\_\_

Cambios al realizar actividad física: \_\_\_\_\_




Estructura: Músculo

Sustancias que participan: \_\_\_\_\_

Recorridos de las sustancias por la estructura: \_\_\_\_\_

Cambios al realizar actividad física: \_\_\_\_\_




Estructura: \_\_\_\_\_

Sustancias que participan: Nutrientes

Recorridos de las sustancias por la estructura: \_\_\_\_\_

Cambios al realizar actividad física: \_\_\_\_\_



**Analiza el vídeo.** Responde las siguientes preguntas

¿Cuáles cambios o movimientos crees que tienen las venas, arterias, corazón y sangre cuando se realiza actividad física?



### ANEXO 3. Guía Sesión 3

#### *DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR*

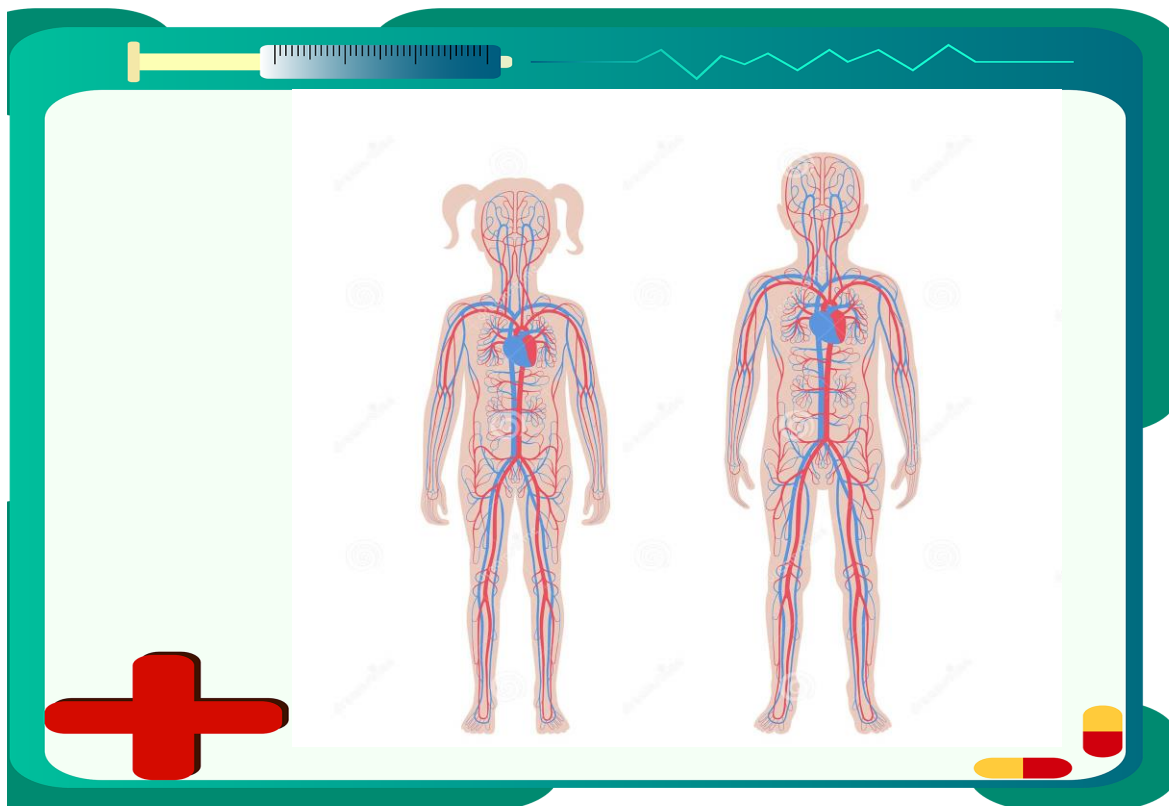
**Propósito:** Establecer relaciones entre los signos y la circulación de la sangre.

**INTRODUCCIÓN.** Hasta el momento reconocemos que el funcionamiento interno de nuestro cuerpo se expresa en unos signos y que al realizar actividad física estos varían como producto de un aumento en el intercambio de gases y en el movimiento de la sangre. Ahora, vamos a construir una ruta de trabajo que permita profundizar y construir relaciones entre el movimiento de la sangre y algunos órganos del cuerpo.

**ACTIVIDAD 1.** Trazar la silueta del estudiante que realizó el Test de Ruffier en papel pergamino.

En fichas bibliográficas construye ideas sobre los Signos del cuerpo y los datos que tomaste el día de la actividad. Pégalos en la silueta de forma creativa.

Completa la silueta ilustrando el sistema circulatorio. Ejemplo:



**ACTIVIDAD 2.** Describe las relaciones que el movimiento de la sangre establece con los siguientes sistemas:

Sistema Respiratorio:

---

---

---

---

---



Sistema Digestivo:

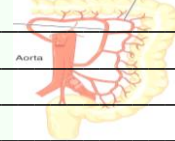
---

---

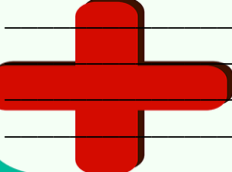
---

---

---



Sistema Excretor:



---

---

---

---

---



**ACTIVIDAD DE CIERRE.** Responde la siguiente pregunta'

¿Cómo el movimiento de la sangre se vincula a las condiciones internas del cuerpo humano?

---

---

---

---

---

---

## ANEXO 4. Guía Sesión 4

### **DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

**Propósito:** Identificar las estructuras que participan en la circulación de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Es hora de entrar a profundizar el movimiento de la sangre por nuestro cuerpo, los recorridos que realiza por diferentes órganos como corazón, pulmones, riñones e intestino y la importancia de su paso por estos. En esta oportunidad, realizaremos dos prácticas simultáneas para aprender sobre los órganos y su relación con la sangre; la primera una práctica de disección y la segunda una vivisección utilizando realidad aumentada. Todos seremos un equipo quirúrgico por lo que tendremos las siguientes funciones:

<b>Director:</b> supervisión, responsable del orden y limpieza del sitio de trabajo y del funcionamiento del grupo:	Profesor Eduardo Bello
<b>Médicos residentes:</b> Toma nota de las observaciones del grupo	Elizabeth Díaz, Juan José Sanabria y Alejandra Melo
<b>Cardiólogos:</b> Identifica las partes del corazón	Melanie Sánchez e Ilian Acosta
<b>Enfermeros:</b> responsable instrumental y de medir el corazón, el diámetro de las venas y arterias y otros órganos.	Samuel Guisado y Samuel rojas
<b>Reportero:</b> Saca fotos y toma vídeos.	Miguel Pedroza y Fernando Ayala

**Actividad 1.** Realiza la práctica de observación de órganos y disección de corazón. Ten en cuenta estos pasos:

**Paso 1.** Observar el sistema de órganos e identificar cada uno de ellos.

**Paso 2.** Observar el corazón. Medir su ancho, largo, color y otras observaciones. Medir diámetro de arterias y venas. Retirar grasa que se encuentra por el alrededor.

**Paso 3.** Identificar Aorta y arteria pulmonar. Realizar corte hasta los ventrículos y tomar fotografías.

**Paso 4.** Envolver los órganos en papel vinipel. Ubicarlos en prototipo de cuerpo humano.

**Paso 5.** Discutir la organización y disposición.



Responde las siguientes preguntas:

¿Cuáles órganos observamos en la práctica de disección? ¿Qué función tienen?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Cuál es la relación de los órganos observados con el movimiento de la sangre?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Por qué el corazón es un músculo?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

¿Qué función tienen los vasos sanguíneos que rodean al corazón?

---

---

---

---

---

---

---

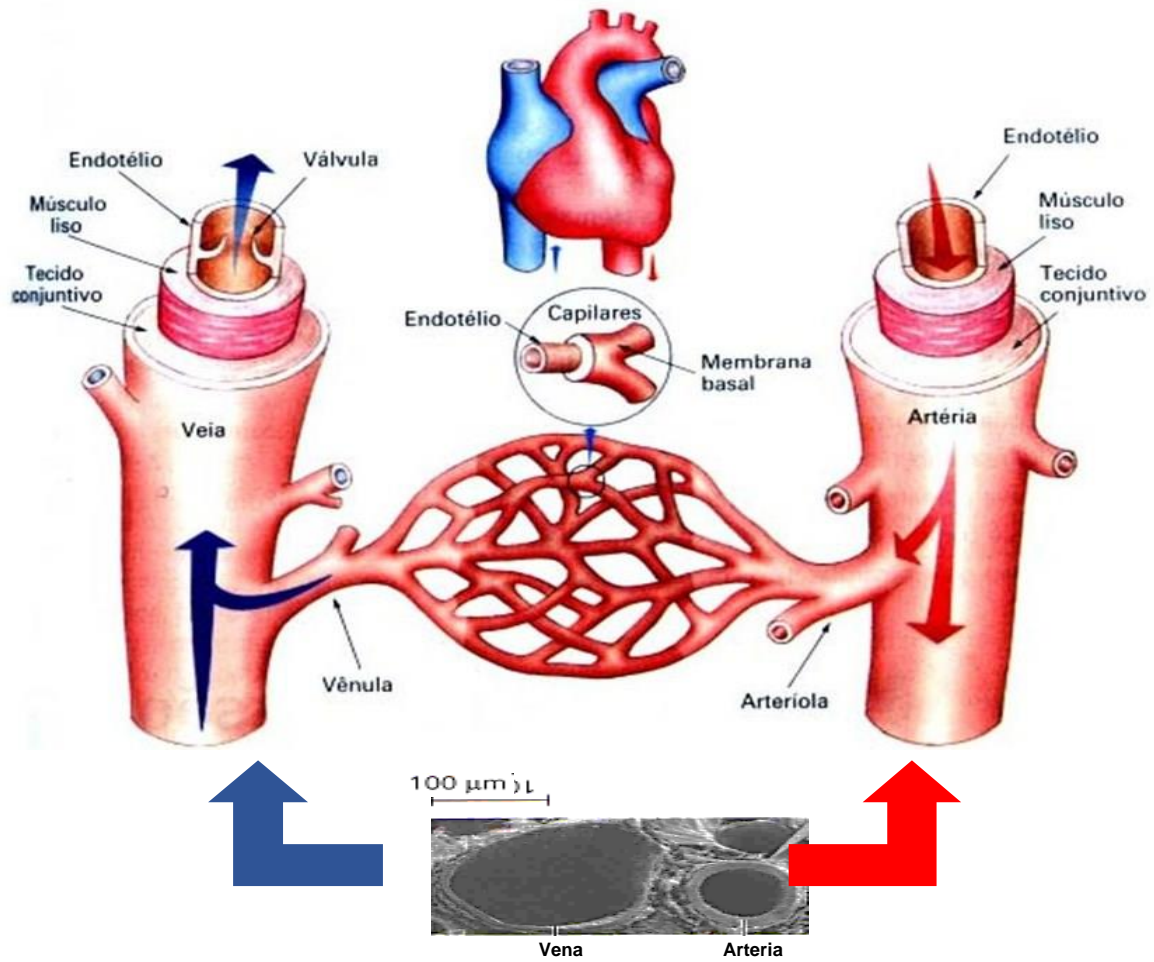
---

---

---



**ACTIVIDAD 2.** Observa la siguiente imagen y diferencia los tipos de vasos sanguíneos.



Completa el siguiente cuadro

Vaso Sanguíneo	Diferencia en las formas	Dirección de la sangre	Estado de la sangre
Arteria			
Vena			

Capilar

--	--	--

**ACTIVIDAD 3.** Abre la aplicación “Anatomy 4D” y ubica el visor de la cámara sobre la plantilla dada por el profesor. Navega por el corazón y sus partes.

Teniendo en cuenta la aplicación y la disección realizada en clase, responde las siguientes preguntas:

¿Cómo se llaman las cavidades que expulsan la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre expulsan? ¿Por cuál vaso sanguíneo salen?

---

---

---

---

---

---

¿Cómo se llaman las cavidades que reciben la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre reciben? ¿Por cuál vaso sanguíneo entran?

---

---

---

---

---

---

¿Cuál es la función de las válvulas dentro del corazón?

---

---

---

---

---

---

Si introduzco un lápiz por la Aorta a que cavidad llego

---

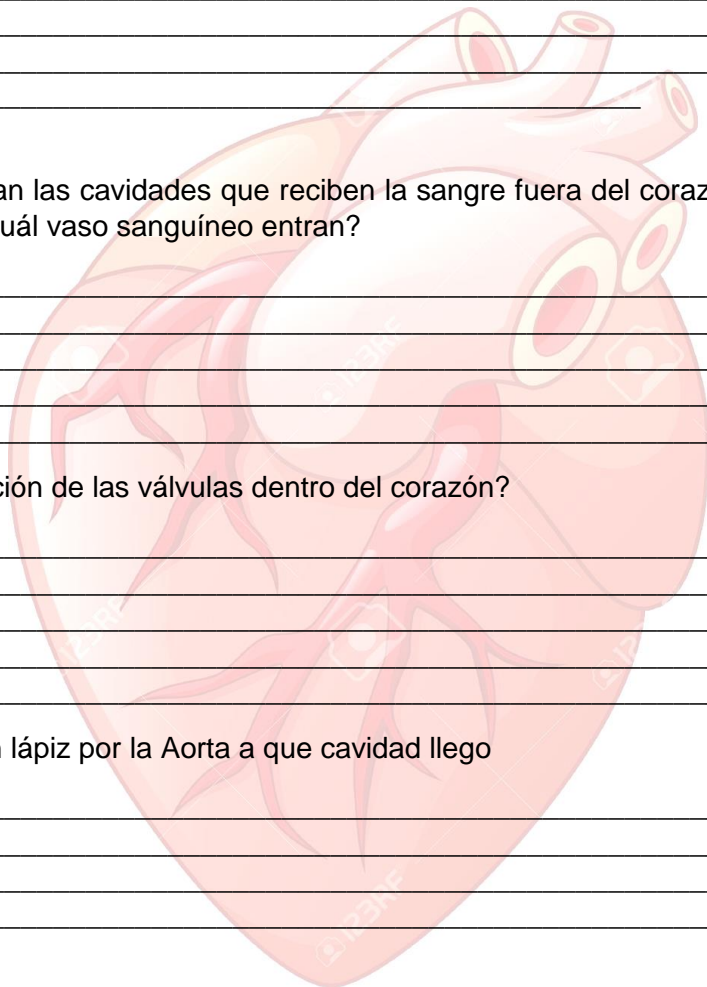
---

---

---

---

---





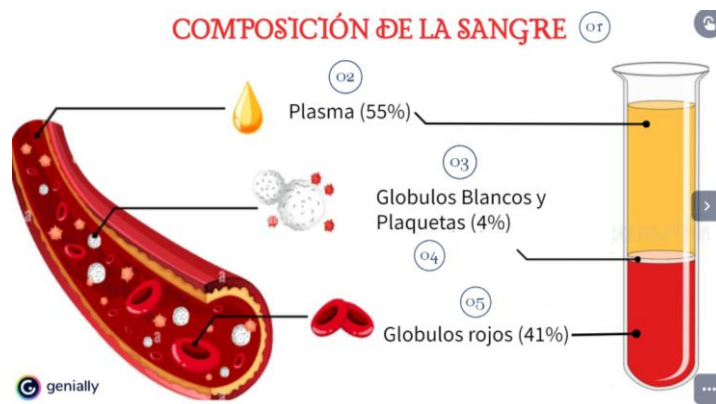
## ANEXO 5. Guía Sesión 5

### *DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR*

**Propósito:** Caracterizar los componentes de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Hasta el momento se han abordado diferentes órganos por los cuales la sangre realiza recorridos y nos hemos dado cuenta de que la sangre es diferente en cada uno de ellos, por lo tanto, la pregunta de esta sesión es ¿De que se compone la sangre?

**Actividad 1.** Escucha atentamente la Presentación sobre la composición de la sangre.





**Responde las siguientes preguntas**

¿Cuál es la relación entre los Glóbulos rojos y el oxígeno?

---

---

---

---

---

---

---





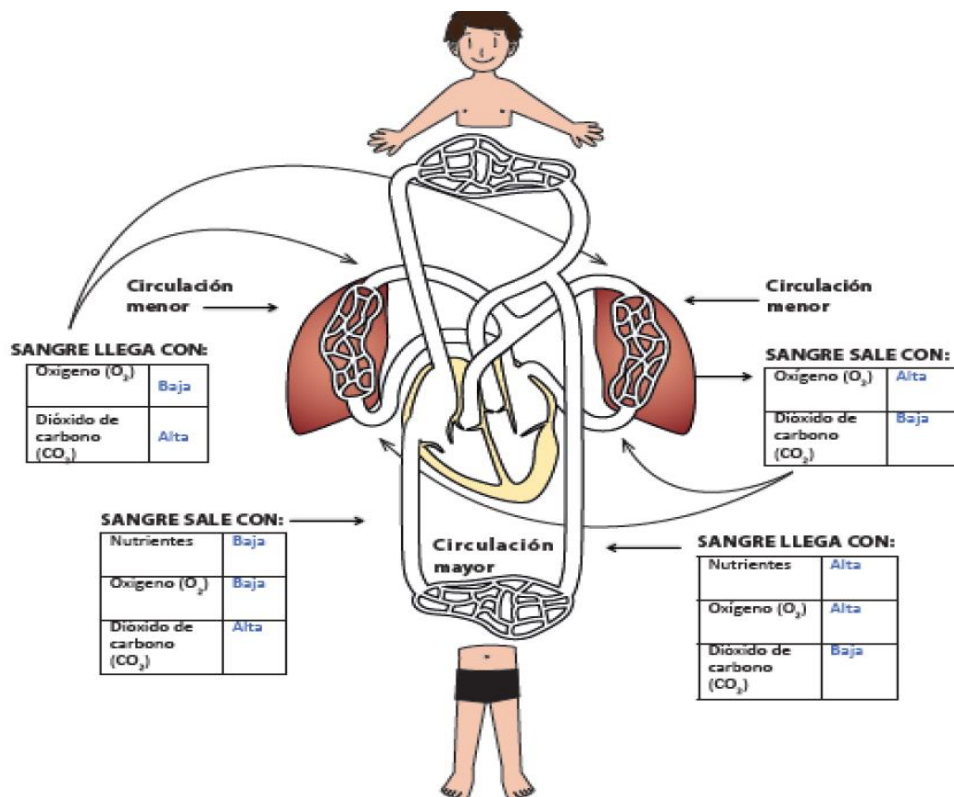
## ANEXO 6. Guía Sesión 6

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Reconocer los recorridos que realiza la sangre por el cuerpo

**INTRODUCCIÓN.** La circulación de la sangre puede abordarse desde dos recorridos principales denominados: Circulación mayor y menor. Al diferenciar cada uno de ellos, podemos organizar y profundizar las relaciones que tiene el movimiento de la sangre con los órganos que hemos venido estudiando.

**ACTIVIDAD 1.** Observa la imagen y con lana (Roja y azul) traza la circulación mayor y menor en la capa del cuerpo indicada por el profesor.



La circulación sanguínea tiene dos circuitos:

- **Circulación sistémica:** también conocido como circulación mayor, que se encarga de la circulación de la sangre por todo el cuerpo, excepto los pulmones.
- **Circulación pulmonar:** también conocida como circulación menor, que realiza la circulación hacia y desde los pulmones donde ocurre el intercambio gaseoso.

**ACTIVIDAD 2.** Agrega descripciones en fichas bibliográficas y ubícalas en la capa de circulación mayor y menor. Ten en cuenta las siguientes preguntas:

¿Por qué a un músculo llegan altas cantidades de nutrientes y de oxígeno?  
 ¿Por qué a los pulmones llega baja cantidad de oxígeno y alta cantidad de dióxido de carbono?

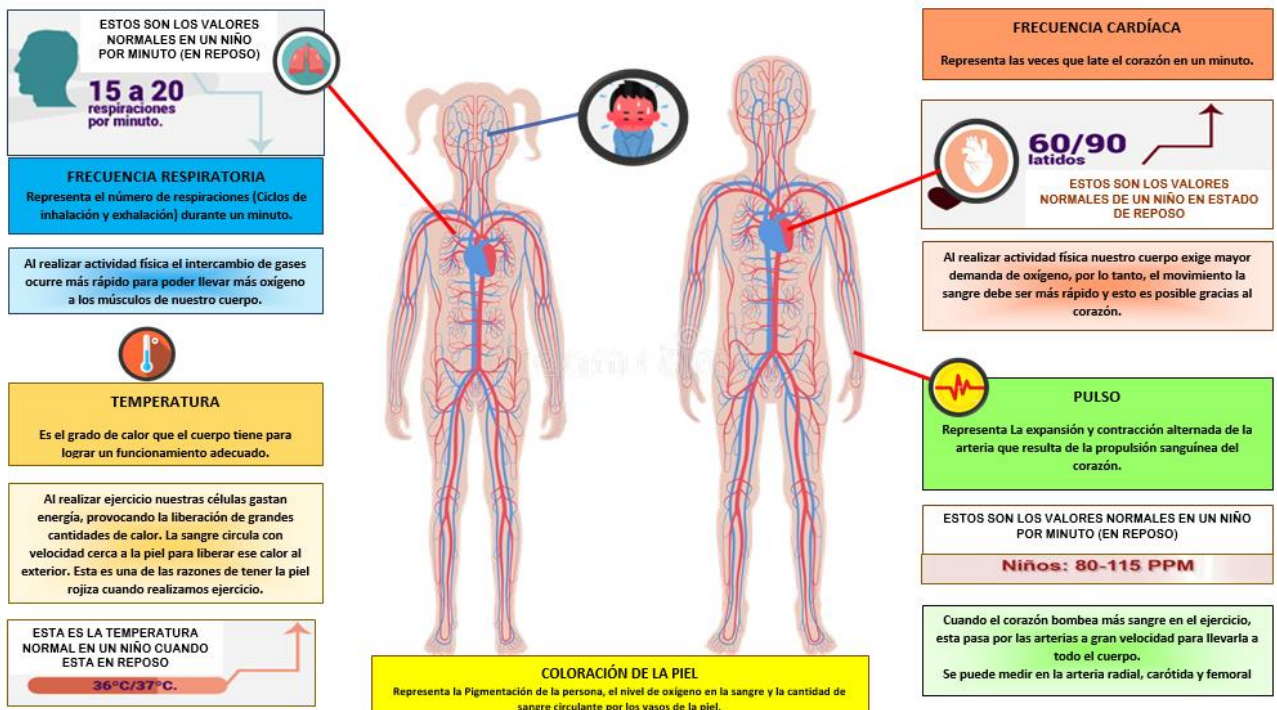
## ANEXO 7. Infografía sobre los signos vitales

Infografía sobre los signos vitales. Elaborado por Eduardo Bello

### SIGNOS DEL CUERPO HUMANO

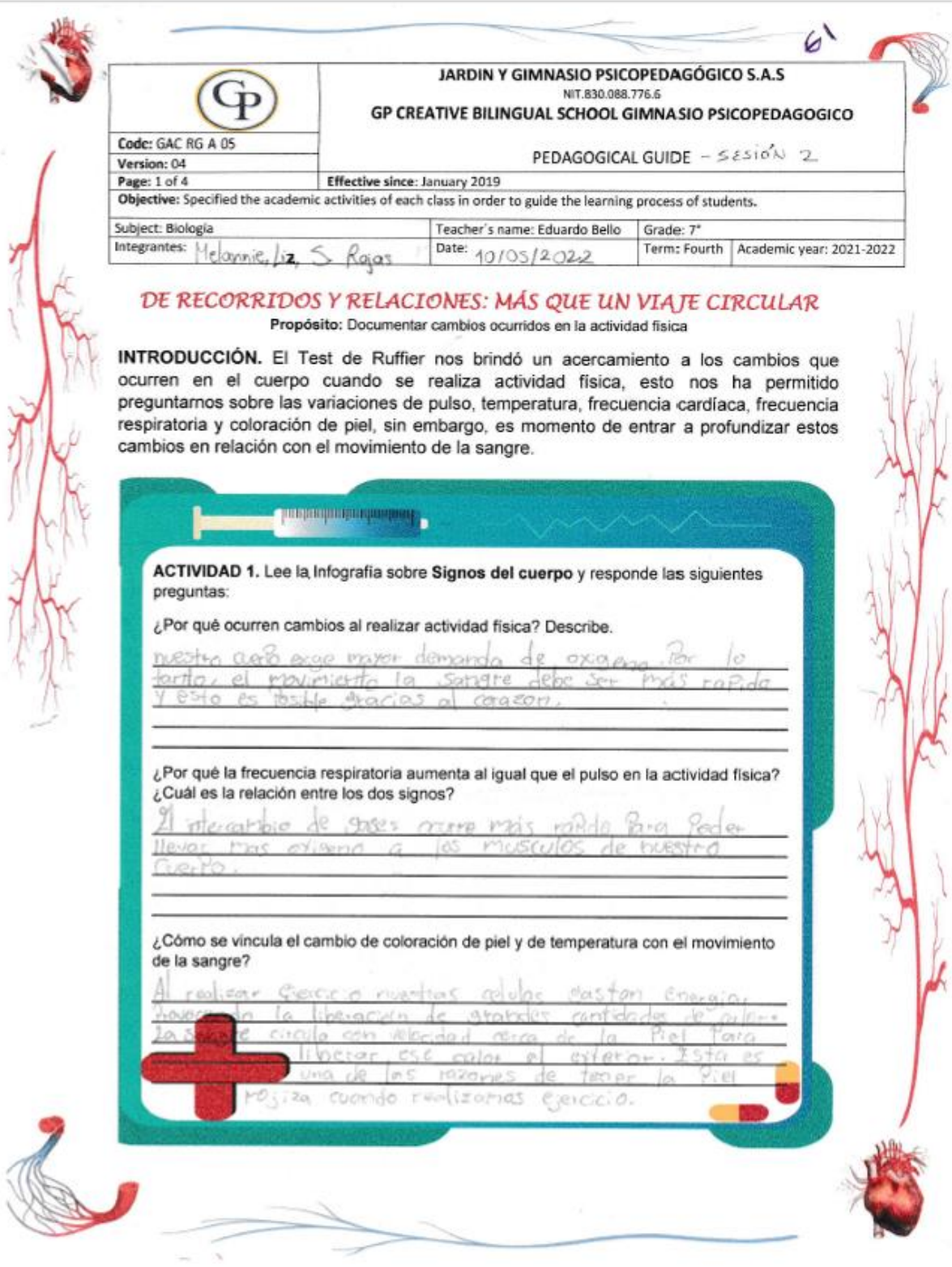
Los signos son parámetros clínicos que reflejan el estado fisiológico del cuerpo, y esencialmente proporcionan datos que permiten analizar diferentes estados de salud. La variación de estos signos refleja cambios que ocurren en nuestro cuerpo al realizar actividad física o al vivir una situación de pánico.


Los signos incluyen: Temperatura, Frecuencia respiratoria, Frecuencia Cardíaca, Pulso y Coloración de la piel.



Bibliografía: Reyes, R. (2022). Signos vitales por Edad. Recuperado de: <http://emssolutionsint.blogspot.com/2017/01/signos-vitales-por-idades>. García, J. (2019). Signos vitales. Recuperado de: <http://emssolutionsint.blogspot.com/2017/01/signos-vitales-por-idades>

## ANEXO 8. Registros de la sesión 2 por el grupo 1



	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
	PEDAGOGICAL GUIDE - <i>SESIÓN 2</i>		
Code: GAC RG A 05	Effective since: January 2019		
Version: 04	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Page: 1 of 4	Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7*
	Integrantes: Melannie, Liz, S Rojas	Date: 10/05/2022	Term: Fourth Academic year: 2021-2022

DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

Propósito: Documentar cambios ocurridos en la actividad física

**INTRODUCCIÓN.** El Test de Ruffier nos brindó un acercamiento a los cambios que ocurren en el cuerpo cuando se realiza actividad física, esto nos ha permitido preguntarnos sobre las variaciones de pulso, temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y coloración de piel, sin embargo, es momento de entrar a profundizar estos cambios en relación con el movimiento de la sangre.

**ACTIVIDAD 1.** Lee la Infografía sobre **Signos del cuerpo** y responde las siguientes preguntas:

¿Por qué ocurren cambios al realizar actividad física? Describe.

*nuestro cuerpo exige mayor demanda de oxígeno por lo tanto, el movimiento la sangre debe ser más rápida y esto es posible gracias al corazón.*

---

¿Por qué la frecuencia respiratoria aumenta al igual que el pulso en la actividad física?  
¿Cuál es la relación entre los dos signos?


*El intercambio de gases ocurre más rápido para poder llevar más oxígeno a los músculos de nuestro cuerpo.*

---

¿Cómo se vincula el cambio de coloración de piel y de temperatura con el movimiento de la sangre?

*Al realizar ejercicio nuestras células gastan energía, favoreciendo la liberación de grandes cantidades de calor. La sangre circula con velocidad cerca de la piel para liberar ese calor al exterior. Esta es una de las razones de tener la piel roja cuando realizamos ejercicio.*



		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6	
<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>	
Code: GAC-RG-A-05		Effective since: January 2019	
Version: 04		Page: 2 of 4	
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Observa el video "Viaje al interior del cuerpo humano". Completa el siguiente esquema escribiendo las estructuras, sustancias, recorridos y cambios que se presentan cuando hay actividad física. Recuerda retomar los datos del test de ruffier y la infografía.



Estructura: Pulmónes  
 Sustancias que participan: Oxígeno, dióxido de carbono  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: Entra el oxígeno y llega sale el dióxido de carbono.  
 Cambios al realizar actividad física: Aumento en el intercambio de gases.



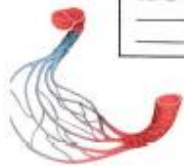
Estructura: Corazón  
 Sustancias que participan: Sangre  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: Bombea la sangre a través de algunos vasos sanguíneos.  
 Cambios al realizar actividad física: Este aumenta su ritmo para así bombear más sangre al cuerpo




Estructura: Músculo  
 Sustancias que participan: Sangre, Oxígeno  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: En algunas partes del cuerpo, se mueve la sangre y el oxígeno por los vasos.  
 Cambios al realizar actividad física: Hay algunos casos en los que nuestros músculos se tensan.



Estructura: Aparato digestivo  
 Sustancias que participan: Nutrientes  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: Se ingieren y se trituran alimentos, baja a el estomago donde se disuelven, va al intestino delgado para la absorción de nutrientes y luego  
 Cambios al realizar actividad física: Los nutrientes que se ingieren son necesarios para hacer actividad física.





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
Version: 04			
Page: 3 of 4	Effective since: January 2019		
<b>Objective:</b> Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**Analiza el video. Responde las siguientes preguntas**

¿Cuales cambios o movimientos crees que tienen las venas, arterias, corazón y sangre cuando se realiza actividad física?

La mayoría de cambios o movimientos son generados gracias a estas partes ya que al realizar fuertes actividades el pulso aumenta ya que el corazón aumenta su ritmo cardiaco

¿Cómo se relacionan los pulmones con la sangre?

La circulación pulmonar moviliza la sangre entre el corazón y los pulmones transporta la sangre desoxigenada a los pulmones para absorber oxígeno y liberar dióxido de carbono.

¿Cómo se relaciona el intestino delgado con la sangre?

El intestino delgado absorbe la mayoría de los nutrientes en los alimentos y el sistema circulatorio los pasa a otras partes del cuerpo. Hay células especiales que ayudan a que los nutrientes absorbidos crucen el revestimiento intestinal para pasar al torrente sanguíneo.

Menciona todo aquello que viaja por la sangre

La sangre suministra oxígeno y nutrientes a todo el cuerpo y elimina el dióxido de carbono y los elementos residuales. A medida que la sangre viaja por el cuerpo, el oxígeno se consume y la sangre se convierte en desoxigenada.







JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
 NIT. 830.088.776.6  
 GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05

Version: 04

PEDAGOGICAL GUIDE

Page: 4 of 4

Effective since: January 2019

Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022


¿Por qué cuando se hace ejercicio el corazón se vuelve más eficiente?

La capacidad de tu ventrículo izquierdo aumentará y tus músculos ventriculares se fortalecerán, lo que conduce a un aumento de volumen sistólico.



## ANEXO 9. Registros de la sesión 2 por el grupo 2



		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		PEDAGOGICAL GUIDE - SESIÓN 2	
Code: GAC-RG-A-05		Effective since: January 2019	
Version: 04		Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.	
Page: 1 of 4		Subject: Biología	
Integrantes: Luna, Iván, Juan Sg. Ferrando		Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°
		Date:	Term: Fourth Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Documentar cambios ocurridos en la actividad física

**INTRODUCCIÓN.** El Test de Ruffier nos brindó un acercamiento a los cambios que ocurren en el cuerpo cuando se realiza actividad física, esto nos ha permitido preguntarnos sobre las variaciones de pulso, temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y coloración de piel, sin embargo, es momento de entrar a profundizar estos cambios en relación con el movimiento de la sangre.

**ACTIVIDAD 1.** Lee la Infografía sobre **Signos del cuerpo** y responde las siguientes preguntas:

¿Por qué ocurren cambios al realizar actividad física? Describe.

Las células gastan energía y eso brinda calor al cuerpo, y también la sangre circula con velocidad cerca de la piel, y causa calor en el exterior del cuerpo, por esto ocurre el cambio de color en la piel.


¿Por qué la frecuencia respiratoria aumenta al igual que el pulso en la actividad física?  
¿Cuál es la relación entre los dos signos?

El pulso aumenta por que el corazón se acelera bombeando más sangre por segundo. La frecuencia respiratoria aumenta por el cambio de gases que ocurre más rápido para llevar el oxígeno más rápido en todo el cuerpo.

¿Cómo se vincula el cambio de coloración de piel y de temperatura con el movimiento de la sangre?

Porque la sangre circula con mayor velocidad y genera calor en el cuerpo.



		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>	
<b>Code:</b> GAC-RG-A-05 <b>Version:</b> 04 <b>Page:</b> 2 of 4		<b>Effective since:</b> January 2019	
<b>Objective:</b> Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
<b>Subject:</b> Biología <b>Integrantes:</b>		<b>Teacher's name:</b> Eduardo Bello <b>Date:</b>	<b>Grade:</b> 7° <b>Term:</b> Fourth <b>Academic year:</b> 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Observa el video "Viaje al interior del cuerpo humano". Completa el siguiente esquema escribiendo las estructuras, sustancias, recorridos y cambios que se presentan cuando hay actividad física. Recuerda retomar los datos del test de ruffier y la infografía.



Estructura: Pulmones  
 Sustancias que participan: Oxígeno  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: El oxígeno entra por la nariz y llega a los pulmones para ser transportado a los otros órganos.  
 Cambios al realizar actividad física: Aumento en el intercambio de gases.  
Intercambio mayor cantidad de oxígeno y otros nutrientes más oxígeno.



Estructura: Corazón  
 Sustancias que participan: Sangre  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: El corazón bombea sangre mediante venas y arterias.  
 Cambios al realizar actividad física: El corazón bombea y hace que bombee más sangre.

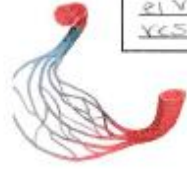
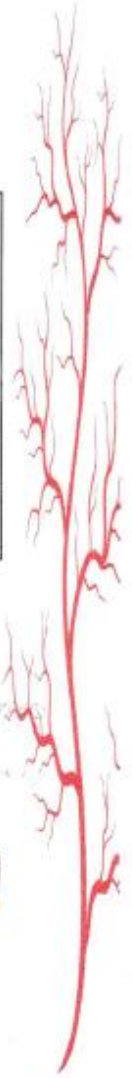


Estructura: Músculo  
 Sustancias que participan: celulas, proteínas  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: En una herida las proteínas ayudan para curar la herida y los vasos sanguíneos forman una barrera para detener el sangrado.  
 Cambios al realizar actividad física: los músculos se fortalecen, se aumenta el volumen y la resistencia.



Estructura: Intestino  
 Sustancias que participan: Nutrientes  
 Recorridos de las sustancias por la estructura: La comida entra a la boca y se desmenuza con los dientes para salir bajo por el esfínter al estómago y así al intestino delgado.  
 Cambios al realizar actividad física: La comida se metaboliza más rápidamente que es necesario la energía.

Después pasa por el páncreas donde hay jugo pancreático para neutralizar el ácido gástrico, y luego pasar al intestino delgado donde se absorben nutrientes.  
Segue al intestino grueso y después los nutrientes van al





JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
NIT. 830.088.776.6  
GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05

PEDAGOGICAL GUIDE

Version: 04

Page: 3 of 4

Effective since: January 2019

Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7\*

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

**Analiza el video.** Responde las siguientes preguntas

¿Cuales cambios o movimientos crees que tienen las venas, arterias, corazón y sangre cuando se realiza actividad física?

cuando hacemos ejercicio el corazón bombea sangre más rápido y nos aceleramos.  
El corazón late mucho más rápido + acelerado.  
A corazón hace que la sangre circule con las paredes de las venas y arterias por la presión que tiene al bombear.

¿Cómo se relacionan los pulmones con la sangre?

El corazón manda sangre desoxigenada a los pulmones para absorber oxígeno y liberar dióxido de carbono. La sangre oxigenada después regresa al corazón. La circulación sistémica moviliza la sangre entre el corazón y el resto del cuerpo.

¿Cómo se relaciona el intestino delgado con la sangre?

El sistema circulatorio transporta los nutrientes de los alimentos entonces por medio de vellosidades intestinales en el intestino delgado se pasa nutrientes a la sangre para distribuirlos por el resto del cuerpo.

Menciona todo aquello que viaja por la sangre

el sistema circulatorio lleva oxígeno, nutrientes y hormonas a las células y descarta los productos de desecho, como el dióxido de carbono.





JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
 NIT. 830.088.776.6  
 GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05		PEDAGOGICAL GUIDE		
Version: 04				
Page: 4 of 4		Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.				
Subject: Biología		Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7*	
Integrantes:		Date:	Term: Fourth Academic year: 2021-2022	

¿Por qué cuando se hace ejercicio el corazón se vuelve más eficiente?

cuando hacemos ejercicio el corazón se acelera la dilatación permite al corazón aumentar el volumen que empuja con cada latido, por lo que necesita latir menos veces por minuto para hacer el mismo trabajo.



## ANEXO 10. Registros de la sesión 2 por el grupo 3



DERECHOS HUMANOS

### Actividad 2:

Estructura  $\Rightarrow$  Pulmones

Sustancias que participan: Oxígeno

Recorridos de las sustancias por

la estructura: El oxígeno entra por la nariz o boca, pasa por la faringe, la laringe, la tráquea, los bronquios, hasta los alveolos. Al llegar a los pulmones, el oxígeno del aire pasa a la sangre y el dióxido de carbono pasa de la sangre al aire (se expulsa al exterior).

Cambios al realizar actividad física:

Aumento en el Intercambio de gases.

Estructura  $\Rightarrow$  Corazón

Sustancias que participan: Sangre

Recorridos de las sustancias por la estructura: Existen dos recorridos que parten del corazón: La circulación pulmonar es un circuito de corto recorrido que va del corazón a los pulmones y viceversa. La circulación sistémica transporta la sangre desde el corazón al resto del cuerpo y luego la lleva de vuelta al corazón.



PROSPERIDAD  
PARA TODOS



### Cambios al realizar actividad física:

Aumenta los niveles de oxígeno en la sangre. Varía la frecuencia cardíaca, aumenta los latidos. Fortalece el corazón

La sangre recorre de la aurícula llegando al ventrículo izquierdo, a través de la válvula mitral. A través de la válvula aórtica, la sangre pasa del ventrículo izquierdo a la aorta. De la aorta sale la sangre a todos los órganos y tejidos.

### Estructura $\Rightarrow$ Músculos

Sustancias que participan: Sangre, nutrientes y oxígeno.

Recorridos de la sustancia por la estructura: La sangre circula a través de los vasos sanguíneos (arterias, venas, capilares), con el impulso de las contracciones rítmicas del corazón, que permite fluir la sangre por todo el cuerpo humano.

### Cambios al realizar actividad física:

Incremento de la masa muscular



## Estructura: Intestino delgado

Sustancias que participan: Nutrientes

Recorridos de las sustancias por la estructura:

Los músculos del intestino delgado mezclan los alimentos con jugos digestivos del páncreas, hígado e intestino y empujan la mezcla hacia adelante para continuar el proceso de digestión.

Las paredes del intestino delgado absorben el agua y los nutrientes digeridos incorporándolos al torrente sanguíneo.

Cambios al realizar actividad física:

Aumenta el metabolismo y acelera el proceso digestivo.

Analiza el video: Responde la siguientes preguntas.

¿Cuáles cambios o movimientos crees que tienen la venas, arterias, corazón y sangre cuando se realiza actividad física?

La actividad física fortalece el corazón, es el músculo que más trabaja. Cada contracción bombea más sangre.







a través de las venas y arterias hacia todo el cuerpo, lo que permite latir lentamente.

¿Cómo se relacionan los pulmones con la sangre?

- Cuando el bebé está en el vientre, tiene dos orificios, uno en la aorta y otro en el mismo corazón, y su finalidad es desviar la sangre de los inactivos pulmones.
- El aire pasa por la tráquea, fluye a través de las ramificaciones de los bronquios y de ahí pasa a los alveolos, estos absorben el oxígeno hacia la sangre.

¿Cómo se relaciona el intestino delgado con la sangre?

Los nutrientes digeridos son absorbidos al torrente sanguíneo por medio de las vellosidades que cubren el intestino delgado.





Menciona todo aquello que viaja por la sangre

Oxígeno, nutrientes

Elimina el dióxido de carbono y los elementos residuales


¿ Por qué cuando se hace ejercicio el corazón se vuelve más eficiente?

El corazón se vuelve más eficiente porque con cada contracción bombea más sangre lo que le permite latir más lentamente.





63

		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		<b>PEDAGOGICAL GUIDE - SESIÓN 2</b>	
Code: GAC-RG-A-05		Effective since: January 2019	
Version: 04			
Page: 1 of 4			
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes: Samuel G. Shavron, Miguel	Date: 10/05/22	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

Propósito: Documentar cambios ocurridos en la actividad física

**INTRODUCCIÓN.** El Test de Ruffier nos brindó un acercamiento a los cambios que ocurren en el cuerpo cuando se realiza actividad física, esto nos ha permitido preguntarnos sobre las variaciones de pulso, temperatura, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y coloración de piel, sin embargo, es momento de entrar a profundizar estos cambios en relación con el movimiento de la sangre.

**ACTIVIDAD 1.** Lee la Infografía sobre **Signos del cuerpo** y responde las siguientes preguntas:

¿Por qué ocurren cambios al realizar actividad física? Describe.

Esto ocurre por que Al realizar actividad física nuestro cuerpo exige mayor demanda de oxígeno, por lo tanto, el movimiento la sangre debe ser más rapido y esto es posible gracias al corazón

¿Por qué la frecuencia respiratoria aumenta al igual que el pulso en la actividad física?  
¿Cuál es la relación entre los dos signos?

Mientras que en el pulso la sangre más rapido por las arterias en la F.R. el intercambio de gases se ocurre más rapido eso quiere decir que al realizar ejercicio nuestro pulso y F.R. se aceleran

¿Cómo se vincula el cambio de coloración de piel y de temperatura con el movimiento de la sangre?

Esto sucede por que al realizar ejercicio los vasos sanguíneos se calientan y la llevan através de la temperatura

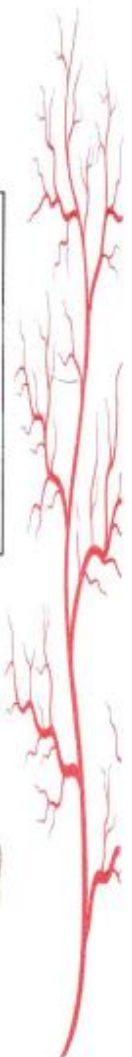




JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
 NIT. 830.088.776.6  
 GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05		PEDAGOGICAL GUIDE	
Version: 04			
Page: 2 of 4	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Observa el video "Viaje al interior del cuerpo humano". Completa el siguiente esquema escribiendo las estructuras, sustancias, recorridos y cambios que se presentan cuando hay actividad física. Recuerda retomar los datos del test de ruffier y la infografía.



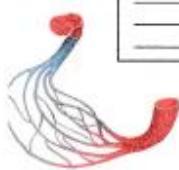
Estructura: Pulmones  
 Sustancias que participan: Oxígeno  
 Recorridos de las sustancias por la estructura:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Cambios al realizar actividad física:  
Aumento en el intercambio de gases.  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Estructura: Corazón  
 Sustancias que participan: Sangre  
 Recorridos de las sustancias por la estructura:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Cambios al realizar actividad física:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_




Estructura: Músculo  
 Sustancias que participan: Sangre, nutrientes y Oxígeno  
 Recorridos de las sustancias por la estructura:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Cambios al realizar actividad física:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Estructura: Intestino delgado  
 Sustancias que participan: Nutrientes  
 Recorridos de las sustancias por la estructura:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Cambios al realizar actividad física:  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



## ANEXO 11. Registros de la sesión 3 por el grupo 1



		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		PEDAGOGICAL GUIDE - <i>SESIÓN 3</i>	
Code: GAC-RG-A-05			
Version: 04			
Page: 1 of 3	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7*	
Integrantes: <i>Los niños y niñas</i>	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

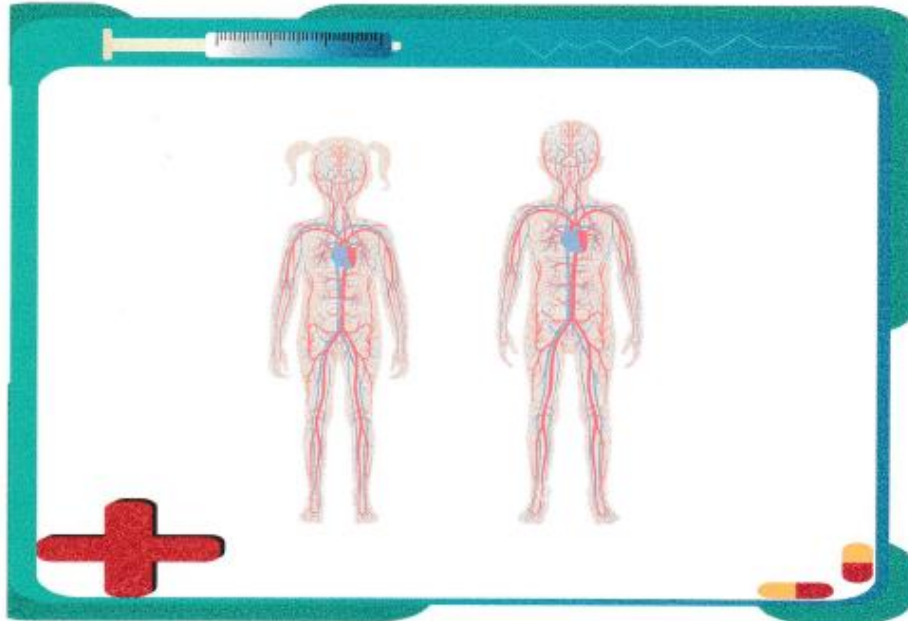
**Propósito:** Establecer relaciones entre los signos y la circulación de la sangre.

**INTRODUCCIÓN.** Hasta el momento reconocemos que el funcionamiento interno de nuestro cuerpo se expresa en unos signos y que al realizar actividad física estos varían como producto de un aumento en el intercambio de gases y en el movimiento de la sangre. Ahora, vamos a construir una ruta de trabajo que permita profundizar y construir relaciones entre el movimiento de la sangre y algunos órganos del cuerpo.

**ACTIVIDAD 1.** Trazar la silueta del estudiante que realizó el Test de Ruffier en papel pergamino.

En fichas bibliográficas construye ideas sobre los Signos del cuerpo y los datos que tomaste el día de la actividad. Pégalos en la silueta de forma creativa.

Completa la silueta ilustrando el sistema circulatorio. Ejemplo:





JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
NIT. 830.088.776.6  
GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05

Version: 04

Page: 2 of 3

Effective since: January 2019

PEDAGOGICAL GUIDE

Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Describe las relaciones que el movimiento de la sangre establece con los siguientes sistemas:

**Sistema Respiratorio:**

Se transporta sangre desoxigenada a los pulmones para absorber el oxígeno y luego liberar dióxido de carbono; la circulación sistémica moviliza la sangre entre el corazón y el resto del cuerpo.



**Sistema Digestivo:**

Un ejemplo es en el intestino delgado. Donde los nutrientes viajan a través de células para ir a la sangre.



**Sistema Excretor:**

Los riñones actúan como un tipo de filtro, el cual ayuda a que solo pasen los desechos que trae la sangre para así luego poder expulsarlos.



**ACTIVIDAD DE CIERRE.** Responde la siguiente pregunta'

¿Cómo el movimiento de la sangre se vincula a las condiciones internas del cuerpo humano?





**JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S**  
 NIT.830.088.776.6  
**GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO**

Code: GAC-RG-A-05

Version: 04

**PEDAGOGICAL GUIDE**

Page: 3 of 3

Effective since: January 2019

**Objective:** Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°
Integrantes:	Date:	Term: Fourth Academic year: 2021-2022

En el caso de la temperatura los vasos sanguíneos se acercan a la piel para expulsar calor.


En frecuencia respiratoria al estar muy agitado la sangre circula más rápido.

En frecuencia cardíaca al estar haciendo ejercicio el corazón va latiendo más rápido. Eso hace que al tomar el pulso se sienta acelerado.



## ANEXO 12. Registros de la sesión 4 por el grupo 1

61

	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE <span style="float: right;">Sesión 4</span>
Version: 04	
Page: 1 of 5	Effective since: January 2019
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.	
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello
Integrantes: Samuel, Adonne, Jhonel	Date: 23/04/2022
	Grade: 7*
	Term: Fourth
	Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Identificar las estructuras que participan en la circulación de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Es hora de entrar a profundizar el movimiento de la sangre por nuestro cuerpo, los recorridos que realiza por diferentes órganos como corazón, pulmones, riñones e intestino y la importancia de su paso por estos. En esta oportunidad, realizaremos dos prácticas simultáneas para aprender sobre los órganos y su relación con la sangre; la primera una práctica de disección y la segunda una vivisección utilizando realidad aumentada. Todos seremos un equipo quirúrgico por lo que tendremos las siguientes funciones:

<b>Director:</b> supervisión, responsable del orden y limpieza del sitio de trabajo y del funcionamiento del grupo:	Profesor Eduardo Bello
<b>Médicos residentes:</b> Toma nota de las observaciones del grupo	Elizabeth Díaz, Juan José Sanabria y Alejandra Melo
<b>Cardiólogos:</b> Identifica las partes del corazón	Melanie Sánchez e Ilian Acosta
<b>Enfermeros:</b> responsable instrumental y de medir el corazón, el diámetro de las venas y arterias y otros órganos.	Samuel Guisado y Samuel rojas
<b>Reportero:</b> Saca fotos y toma videos.	Miguel Pedroza y Fernando Ayala

**Actividad 1.** Realiza la práctica de observación de órganos y disección de corazón. Ten en cuenta estos pasos:

*hace falta el intestino delgado y los riñones*


**Paso 1.** Observar el sistema de órganos e identificar cada uno de ellos. *vejo sanabrias y los pulmones*

**Paso 2.** Observar el corazón. Medir su ancho, largo, color y otras observaciones. Medir diámetro de arterias y venas. Retirar grasa que se encuentra por el alrededor.

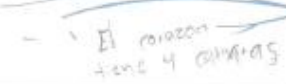
**Paso 3.** Identificar Aorta y arteria pulmonar. Realizar corte hasta los ventrículos y tomar fotografías.

**Paso 4.** Envolver los órganos en papel vinipel. Ubicarlos en prototipo de cuerpo humano.


**Paso 5.** Discutir la organización y disposición.



*El corazón se encuentra en la mitad de los pulmones*




*El corazón tiene 4 cámaras*







	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
Version: 04			
Page: 2 of 5	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7*	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

Responde las siguientes preguntas:

¿Cuáles órganos observamos en la práctica de disección? ¿Qué función tienen?

Corazon, traquea, Pulmones  
 Corazon: bombear la sangre  
 Pulmones: captar oxigeno  
 Traquea: es lo que lleva el oxigeno a los pulmones

¿Cuál es la relación de los órganos observados con el movimiento de la sangre?

Vasos sanguíneos: los vasos sanguíneos transportan sangre por todo el cuerpo  
 Pulmones: al inhalar, el aire ingresa a los pulmones y el oxígeno de ese aire pasa a la sangre  
 Corazon: En cada latido, el corazon envia sangre a todo el cuerpo, transportando oxígeno a todos los celulas

¿Por qué el corazón es un músculo?

Por que se contrae y se contrae como el resto de los musculos

¿Qué función tienen los vasos sanguíneos que rodean al corazón?

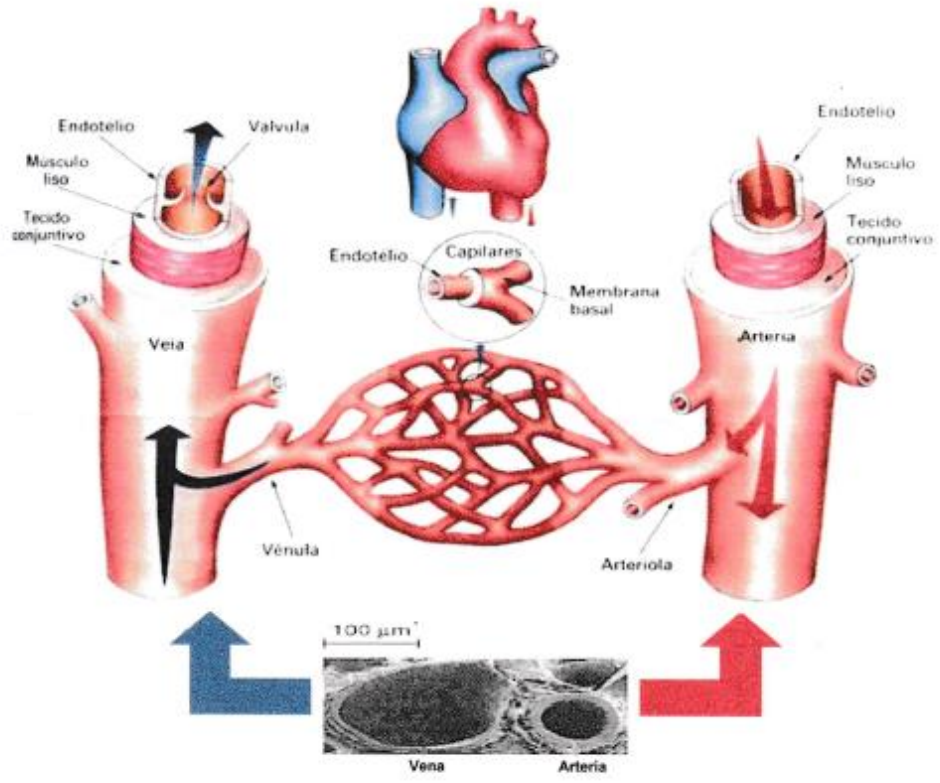
hacen que salga y entre la sangre





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE		
Version: 04			
Page: 3 of 5	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Observa la siguiente imagen y diferencia los tipos de vasos sanguíneos.



Completa el siguiente cuadro

Vaso Sanguíneo	Diferencia en las formas	Dirección de la sangre	Estado de la sangre
Arteria	una arteria es cada uno de los vasos que a través de los cuales fluye la sangre oxigenada	las arterias llevan la sangre hacia fuera del corazón y los vasos la llevan hacia adentro. El flujo de sangre a través de los vasos y las cavidades del corazón es controlado por valvulas.	las arterias llevan sangre oxigenada (sangre que se ha cargado de oxígeno en los pulmones) desde el corazón hasta el resto del cuerpo





		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>	
Code: GAC-RG-A-05			
Version: 04			
Page: 4 of 5		Effective since: January 2019	
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología		Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>a</sup>
Integrantes:		Date:	Term: Fourth Academic year: 2021-2022

<b>Vena</b>	las venas generalmente tienen formas más irregulares y un mayor tamaño que el de las arterias correspondientes, contienen aproximadamente 70% del volumen total de sangre.	las arterias llevan la sangre hacia fuera del corazón y las venas la llevan hacia adentro. El flujo de sangre a través de los vasos y las cavidades del corazón es controlado por válvulas.	las arterias transportan sangre rica en oxígeno del corazón y las venas transportan sangre pobre en oxígeno al corazón.
<b>Capilar</b>	Existen 2 tipos de capilares, venales y arteriales. A través de capilares arteriales llegan el oxígeno y los nutrientes a los tejidos y por medio de los venosos se eliminan los desechos tisulares.	los capilares son diminutas vasos sanguíneos que se encuentran cerca de la superficie de la piel.	A través de las débiles paredes de los capilares, el oxígeno y los nutrientes pasan desde la sangre a los tejidos y los productos de desecho pasan desde los tejidos de la sangre.

**ACTIVIDAD 3.** Abre la aplicación "Anatomy 4D" y ubica el visor de la cámara sobre la plantilla dada por el profesor. Navega por el corazón y sus partes.

Teniendo en cuenta la aplicación y la disección realizada en clase, responde las siguientes preguntas:

¿Cómo se llaman las cavidades que expulsan la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre expulsan? ¿Por cuál vaso sanguíneo salen?


las dos cavidades inferiores son el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo. El ventrículo izquierdo es la cámara de bombeo del corazón que envía sangre rica en oxígeno al cuerpo. El ventrículo derecho es la cámara de bombeo que envía sangre pobre en oxígeno a los pulmones. El ventrículo izquierdo bombea sangre oxigenada hacia la aorta. Desde allí, la sangre pasa a través de las arterias principales, que se ramifican en arterias musculares y luego en arteriolas.

¿Cómo se llaman las cavidades que reciben la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre reciben? ¿Por cuál vaso sanguíneo entran?

las aurículas derecha e izquierda. La aurícula derecha recibe sangre con poco oxígeno del cuerpo y la bombea al ventrículo derecho. La aurícula izquierda recibe sangre rica en oxígeno de los pulmones y la bombea al ventrículo izquierdo. las arterias pulmonares llevan la sangre desoxigenada desde el ventrículo derecho a los pulmones, donde el oxígeno ingresa al torrente sanguíneo.





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE		
Version: 04	Effective since: January 2019		
Page: 5 of 5	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es la función de las válvulas dentro del corazón?

A medida que el musculo del corazon se contrae y se relaja, las valvulas se abren y cierran, dejando entrar el flujo de sangre a los ventriculos y las auriculas en forma alternada.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Si introduzco un lápiz por la Aorta a que cavidad llego

se trababa pero al moverlo un poco el lápiz se caia

\_\_\_\_\_


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## ANEXO 13. Registros de la sesión 4 por el grupo 2



	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
	PEDAGOGICAL GUIDE <i>Sesión 4</i>		
Code: GAC-RG-A-05			
Version: 04			
Page: 1 of 5	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>a</sup>	
Integrantes: <i>Lion A. Juangose S. Fernando A.</i>	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Identificar las estructuras que participan en la circulación de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Es hora de entrar a profundizar el movimiento de la sangre por nuestro cuerpo, los recorridos que realiza por diferentes órganos como corazón, pulmones, riñones e intestino y la importancia de su paso por estos. En esta oportunidad, realizaremos dos prácticas simultáneas para aprender sobre los órganos y su relación con la sangre; la primera una práctica de disección y la segunda una vivisección utilizando realidad aumentada. Todos seremos un equipo quirúrgico por lo que tendremos las siguientes funciones:


<b>Director:</b> supervisión, responsable del orden y limpieza del sitio de trabajo y del funcionamiento del grupo:	Profesor Eduardo Bello
<b>Médicos residentes:</b> Toma nota de las observaciones del grupo	Elizabeth Díaz, Juan José Sanabria y Alejandra Melo
<b>Cardiólogos:</b> Identifica las partes del corazón	Melanie Sánchez e Ilian Acosta
<b>Enfermeros:</b> responsable instrumental y de medir el corazón, el diámetro de las venas y arterias y otros órganos.	Samuel Guisado y Samuel rojas
<b>Reportero:</b> Saca fotos y toma videos.	Miguel Pedroza y Fernando Ayala

**Actividad 1.** Realiza la práctica de observación de órganos y disección de corazón. Ten en cuenta estos pasos:

- Paso 1.** Observar el sistema de órganos e identificar cada uno de ellos.
- Paso 2.** Observar el corazón. Medir su ancho, largo, color y otras observaciones. Medir diámetro de arterias y venas. Retirar grasa que se encuentra por el alrededor.
- Paso 3.** Identificar Aorta y arteria pulmonar. Realizar corte hasta los ventrículos y tomar fotografías.
- Paso 4.** Envolver los órganos en papel vinipel. Ubicarlos en prototipo de cuerpo humano.
- Paso 5.** Discutir la organización y disposición.





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
<b>Code:</b> GAC-RG-A-05	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
<b>Version:</b> 04			
<b>Page:</b> 2 of 5	<b>Effective since:</b> January 2019		
<b>Objective:</b> Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
<b>Subject:</b> Biología	<b>Teacher's name:</b> Eduardo Bello	<b>Grade:</b> 7°	
<b>Integrantes:</b>	<b>Date:</b>	<b>Term:</b> Fourth	<b>Academic year:</b> 2021-2022



Responde las siguientes preguntas:

¿Cuáles órganos observamos en la práctica de disección? ¿Qué función tienen?

Corazón, tráquea y pulmones.  
 Corazón: bombea sangre a todo el cuerpo  
 pulmones: intercambiar gases  
 Tráquea: llevar oxígeno a los pulmones

¿Cuál es la relación de los órganos observados con el movimiento de la sangre?

El corazón bombea sangre a todo el cuerpo.  
 En los pulmones sale sangre oxigenada.  
 La tráquea permite la respiración y transporta oxígeno para poder tener sangre oxigenada.

¿Por qué el corazón es un músculo?

Porque se puede estirar y contraer


¿Qué función tienen los vasos sanguíneos que rodean al corazón?

Transportan la sangre desde el cuerpo hacia el corazón (pasan por todo el cuerpo)

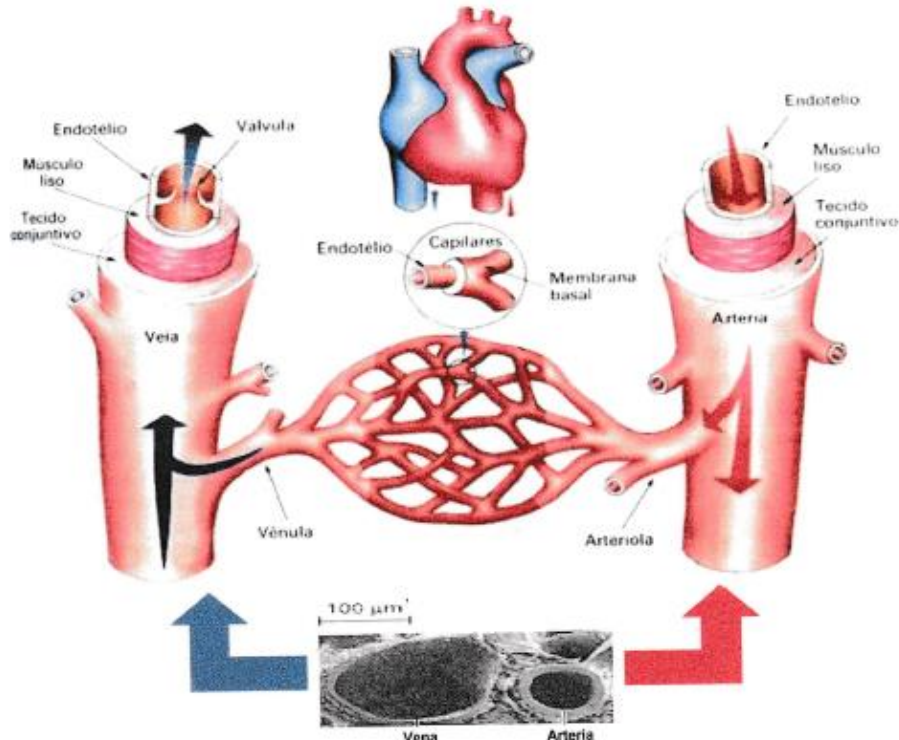
Ancho  
14,5  
Largo  
30,2





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE		
Version: 04	Effective since: January 2019		
Page: 3 of 5	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7º	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Observa la siguiente imagen y diferencia los tipos de vasos sanguíneos.




Completa el siguiente cuadro

Vaso Sanguíneo	Diferencia en las formas	Dirección de la sangre	Estado de la sangre
Arteria	Recuperan su forma al ser deformadas. Las paredes de las arterias son mas gruesas	va desde el corazón hacia los capilares del cuerpo	oxigenada





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE		
Version: 04			
Page: 4 of 5	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

Vena	No recupera su forma. Tiene sistema de válvulas para el transporte de la sangre.	Empuja la sangre hacia arriba para llegar al corazón.	Loco oxígeno de la
Capilar	No recupera su forma. Paredes finas, conductos más estrechos.	La sangre va para todo el cuerpo mediante ramificaciones pequeñas.	Reciben oxígeno y expulsan dióxido de carbono.

**ACTIVIDAD 3.** Abre la aplicación "Anatomy 4D" y ubica el visor de la cámara sobre la plantilla dada por el profesor. Navega por el corazón y sus partes.

Teniendo en cuenta la aplicación y la disección realizada en clase, responde las siguientes preguntas:

¿Cómo se llaman las cavidades que expulsan la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre expulsan? ¿Por cuál vaso sanguíneo salen?

Las cavidades inferiores, los ventrículos derecho e izquierdo, bombean la sangre del corazón hacia afuera. El lado derecho del corazón bombea sangre desoxigenada desde el cuerpo a los pulmones, donde recibe nuevo oxígeno. El lado izquierdo del corazón bombea sangre oxigenada desde los pulmones al resto del cuerpo (atrás de las arterias).

¿Cómo se llaman las cavidades que reciben la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre reciben? ¿Por cuál vaso sanguíneo entran?

Las cavidades superiores, los aurículas derecha e izquierda, reciben la sangre entrante. La sangre desoxigenada regresa del resto del cuerpo al corazón a través de la vena cava superior y la vena cava inferior, las dos venas principales que llevan la sangre de vuelta al corazón.







**JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S**  
 NIT. 830.088.776.6  
**GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO**

Code: GAC-RG-A-05

Version: 04

Page: 5 of 5

**PEDAGOGICAL GUIDE**

Effective since: January 2019

**Objective:** Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7<sup>o</sup>

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

---



---

¿Cuál es la función de las válvulas dentro del corazón?

*ordenar la dirección de la sangre para que no retroceda cuando entra en el corazón*

---



---



---



---

Si introduzco un lápiz por la Aorta a que cavidad llego

*A ventrículo izquierdo*

---



---



---




---



## ANEXO 14. Registros de la sesión 4 por el grupo 3

G3

	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE <span style="float: right;">Sesión 4</span>		
Version: 04			
Page: 1 of 5	Effective since: January 2019		
Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes: Samuel G. Miguel P Alejandra H	Date: 23/05/2022	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**  
**Propósito:** Identificar las estructuras que participan en la circulación de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Es hora de entrar a profundizar el movimiento de la sangre por nuestro cuerpo, los recorridos que realiza por diferentes órganos como corazón, pulmones, riñones e intestino y la importancia de su paso por estos. En esta oportunidad, realizaremos dos prácticas simultáneas para aprender sobre los órganos y su relación con la sangre; la primera una práctica de disección y la segunda una vivisección utilizando realidad aumentada. Todos seremos un equipo quirúrgico por lo que tendremos las siguientes funciones:

<b>Director:</b> supervisión, responsable del orden y limpieza del sitio de trabajo y del funcionamiento del grupo:	Profesor Eduardo Bello
<b>Médicos residentes:</b> Toma nota de las observaciones del grupo	Elizabeth Díaz, Juan José Sanabria y Alejandra Melo
<b>Cardiólogos:</b> Identifica las partes del corazón	Melanie Sánchez e Ilian Acosta
<b>Enfermeros:</b> responsable instrumental y de medir el corazón, el diámetro de las venas y arterias y otros órganos.	Samuel Guisado y Samuel rojas
<b>Reportero:</b> Saca fotos y toma videos.	Miguel Pedroza y Fernando Ayala

**Actividad 1.** Realiza la práctica de observación de órganos y disección de corazón. Ten en cuenta estos pasos:

**Paso 1.** Observar el sistema de órganos e identificar cada uno de ellos.

**Paso 2.** Observar el corazón. Medir su ancho, largo, color y otras observaciones. Medir diámetro de arterias y venas. Retirar grasa que se encuentra por el alrededor.

**Paso 3.** Identificar Aorta y arteria pulmonar. Realizar corte hasta los ventrículos y tomar fotografías.

**Paso 4.** Envolver los órganos en papel vinipel. Ubicarlos en prototipo de cuerpo humano.

**Paso 5.** Discutir la organización y disposición.



JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
 NIT.830.088.776.6  
 GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05

Version: 04

Page: 2 of 5

Effective since: January 2019

PEDAGOGICAL GUIDE

Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7\*

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022



Responde las siguientes preguntas:

¿Cuáles órganos observamos en la práctica de disección? ¿Qué función tienen?

Traquea, Corazón, Pulmon, Sistema digestivo.

la traquea lleva el oxígeno a los pulmones y en los pulmones ocurre el intercambio de gases.

El corazón es una especie de bomba la cual bombea la sangre al resto del cuerpo.

Los pulmones transportan la sangre al corazón.

¿Cuál es la relación de los órganos observados con el movimiento de la sangre? <sup>continuación → atrás)</sup>

La relación que podemos observar es que los órganos transportan, reciben y absorben los nutrientes de la sangre.

¿Por qué el corazón es un músculo?

Porque se puede estirar o contraer.

¿Qué función tienen los vasos sanguíneos que rodean al corazón?

reservir y bombear la sangre.

Ancho  
14,5

Algo

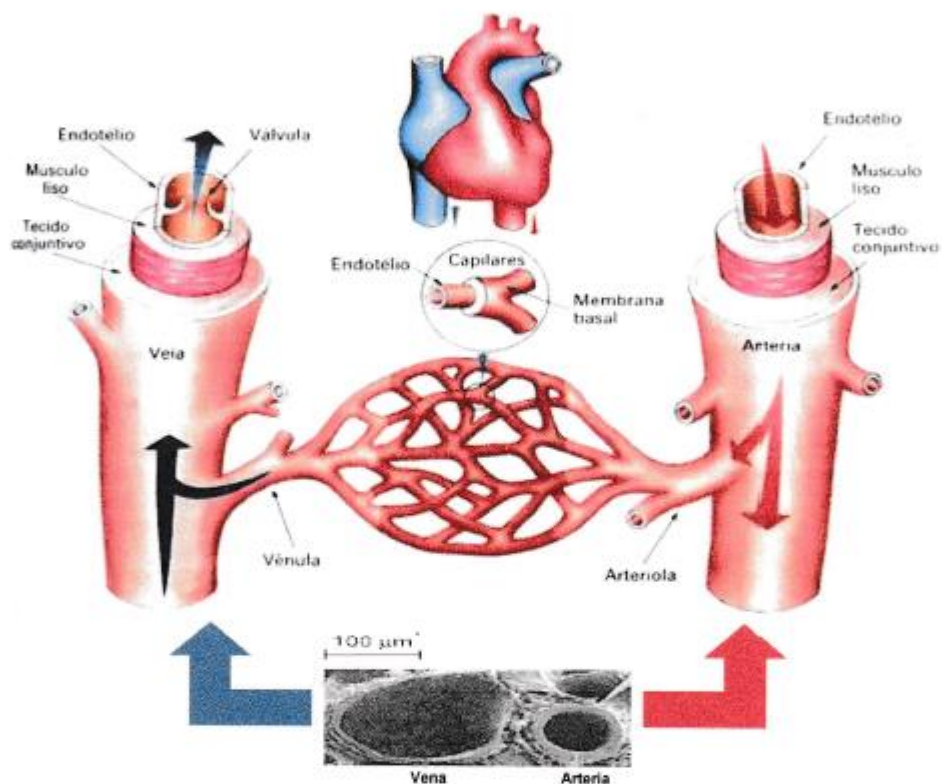
30,9





	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
Code: GAC-RG-A-05	Effective since: January 2019		
Version: 04	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Page: 3 of 5	Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>o</sup>
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**ACTIVIDAD 2.** Observa la siguiente imagen y diferencia los tipos de vasos sanguíneos.



Completa el siguiente cuadro

Vaso Sanguíneo	Diferencia en las formas	Dirección de la sangre	Estado de la sangre
Arteria	las arterias son condo los elasticos y membranosos.	las arterias transportan sangre desde el corazón.	las arterias llevan sangre oxigenada.





**JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S**  
 NIT. 830.088.776.6  
**GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO**

<b>Code:</b> GAC-RG-A-05	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
<b>Version:</b> 04			
<b>Page:</b> 4 of 5	<b>Effective since:</b> January 2019		
<b>Objective:</b> Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
<b>Subject:</b> Biología	<b>Teacher's name:</b> Eduardo Bello	<b>Grade:</b> 7°	
<b>Integrantes:</b>	<b>Date:</b>	<b>Term:</b> Fourth	<b>Academic year:</b> 2021-2022

<b>Vena</b>	las venas son tubos con paredes finas.	las venas llevan la sangre de regreso al corazón.	las venas llevan sangre con poco oxígeno.
<b>Capilar</b>	los capilares son vasos minúsculos con paredes extraordinariamente finas.	los capilares rodean las células y a los tejidos del cuerpo para aportar y absorber oxígeno, nutrientes entre otras sustancias.	los capilares llevan sangre con nutrientes.

**ACTIVIDAD 3.** Abre la aplicación "Anatomy 4D" y ubica el visor de la cámara sobre la plantilla dada por el profesor. Navega por el corazón y sus partes.

Teniendo en cuenta la aplicación y la disección realizada en clase, responde las siguientes preguntas:

¿Cómo se llaman las cavidades que expulsan la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre expulsan? ¿Por cuál vaso sanguíneo salen?

las dos cavidades inferiores son el ventrículo derecho y el ventrículo izquierdo. Estas cavidades bombean sangre hacia afuera del corazón. la sangre que expulsan tiene oxígeno y nutrientes.

¿Cómo se llaman las cavidades que reciben la sangre fuera del corazón? ¿Qué tipo de sangre reciben? ¿Por cuál vaso sanguíneo entran?

las dos cavidades superiores son la aurícula derecha y la aurícula izquierda. las aurículas reciben la sangre que entra en el corazón. la sangre que recibe tiene poco oxígeno.



JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
 NIT.830.088.776.6  
 GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-05

Version: 04

Page: 5 of 5

PEDAGOGICAL GUIDE

Effective since: January 2019

Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

¿Cuál es la función de las válvulas dentro del corazón?

Las válvulas son puertas que hay entre las distintas  
 cámaras y obligan a la sangre a continuar una  
 dirección para que no retroceda.

Si introduzco un lápiz por la Aorta a que cavidad llego

Cuando introducimos el lápiz se trababa en algunas  
 partes pero cuando removíamos el lápiz seguía


\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



# ANEXO 15. Registros de la sesión 5 por el grupo 1

		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>			
		PEDAGOGICAL GUIDE		Sesión 5	
Code: GAC-RG-A-05		Effective since: January 2019			
Version: 04		Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.			
Page: 1 of 2		Subject: Biología		Teacher's name: Eduardo Bello	
Integrantes: Melannie, Liz, S. Rojas		Date: 1-Junio-2022		Grade: 7°	
				Term: Fourth	
				Academic year: 2021-2022	

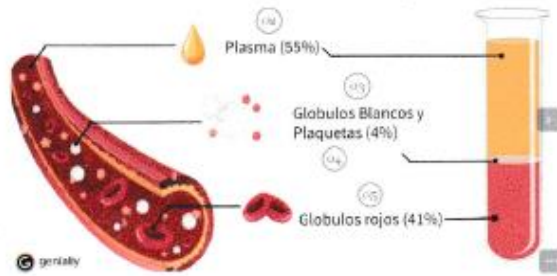
## DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Caracterizar los componentes de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Hasta el momento se han abordado diferentes órganos por los cuales la sangre realiza recorridos y nos hemos dado cuenta de que la sangre es diferente en cada uno de ellos, por lo tanto, la pregunta de esta sesión es ¿De que se compone la sangre?

**Actividad 1.** Escucha atentamente la Presentación sobre la composición de la sangre.

### COMPOSICIÓN DE LA SANGRE




#### Responde las siguientes preguntas


¿Cuál es la relación entre los Glóbulos rojos y el oxígeno?

los glóbulos rojos están relacionados con el oxígeno debido a que estos ayudan a transportar este por nuestro cuerpo



	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
Version: 04	Effective since: January 2019		
Page: 2 of 2	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022





¿Cuál es la relación entre los glóbulos blancos y el sistema inmune?  
los glóbulos blancos defienden nuestro cuerpo  
de ciertos tipos de enfermedades con ayuda  
de otras células

---

¿Cómo participa la sangre cuando ocurren heridas?  
los plaquetas ayudan a cicatrizar y eso es  
bueno para la salud, ya que está relacionado en la  
sangre.



---

¿Por qué hay tantos glóbulos rojos?  
porque se necesita captar mucho oxígeno, entonces  
entre más glóbulos rojos más oxígeno deben captar

---

¿Cómo viaja el CO2 por la sangre?  
viaja a través de los glóbulos rojos

---






**Actividad 2.** Realizar Descripciones sobre el estado de composición de la sangre cuando pasa por algunos órganos del cuerpo. Agregar descripciones al cuerpo humano.






## ANEXO 16. Registros de la sesión 5 por el grupo 2



	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE <i>Sesión 5</i>		
Version: 04	Effective since: January 2019		
Page: 1 of 2	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes: <i>Fernando, Jairo, Lidian</i>	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022




### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Caracterizar los componentes de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Hasta el momento se han abordado diferentes órganos por los cuales la sangre realiza recorridos y nos hemos dado cuenta de que la sangre es diferente en cada uno de ellos, por lo tanto, la pregunta de esta sesión es ¿De que se compone la sangre?

**Actividad 1.** Escucha atentamente la Presentación sobre la composición de la sangre.



**Responde las siguientes preguntas**

¿Cuál es la relación entre los Glóbulos rojos y el oxígeno?

*Los glóbulos rojos transportan el oxígeno de los pulmones a la sangre.*

---





---




---




---



	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	<b>PEDAGOGICAL GUIDE</b>		
Version: 04	Effective since: January 2019		
Page: 2 of 2	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022





¿Cuál es la relación entre los glóbulos blancos y el sistema inmune?  
Son células protectoras del organismo, la mayoría de ellos transportan específicamente a zonas de infección e inflamación intensas.

---

¿Cómo participa la sangre cuando ocurren heridas?  
Los plaquetas se dirigen a un orificio (herida) cambian su forma empezando a incrustarse, atraen a muchas más hasta que tapan por completo la herida.



---

¿Por qué hay tantos glóbulos rojos?  
Los glóbulos rojos nos ayudan a transportar el oxígeno, por lo cual es necesario tener varios.

---

¿Cómo viaja el CO2 por la sangre?  
El CO2 es expulsado de los pulmones y viaja en el plasma de la sangre.

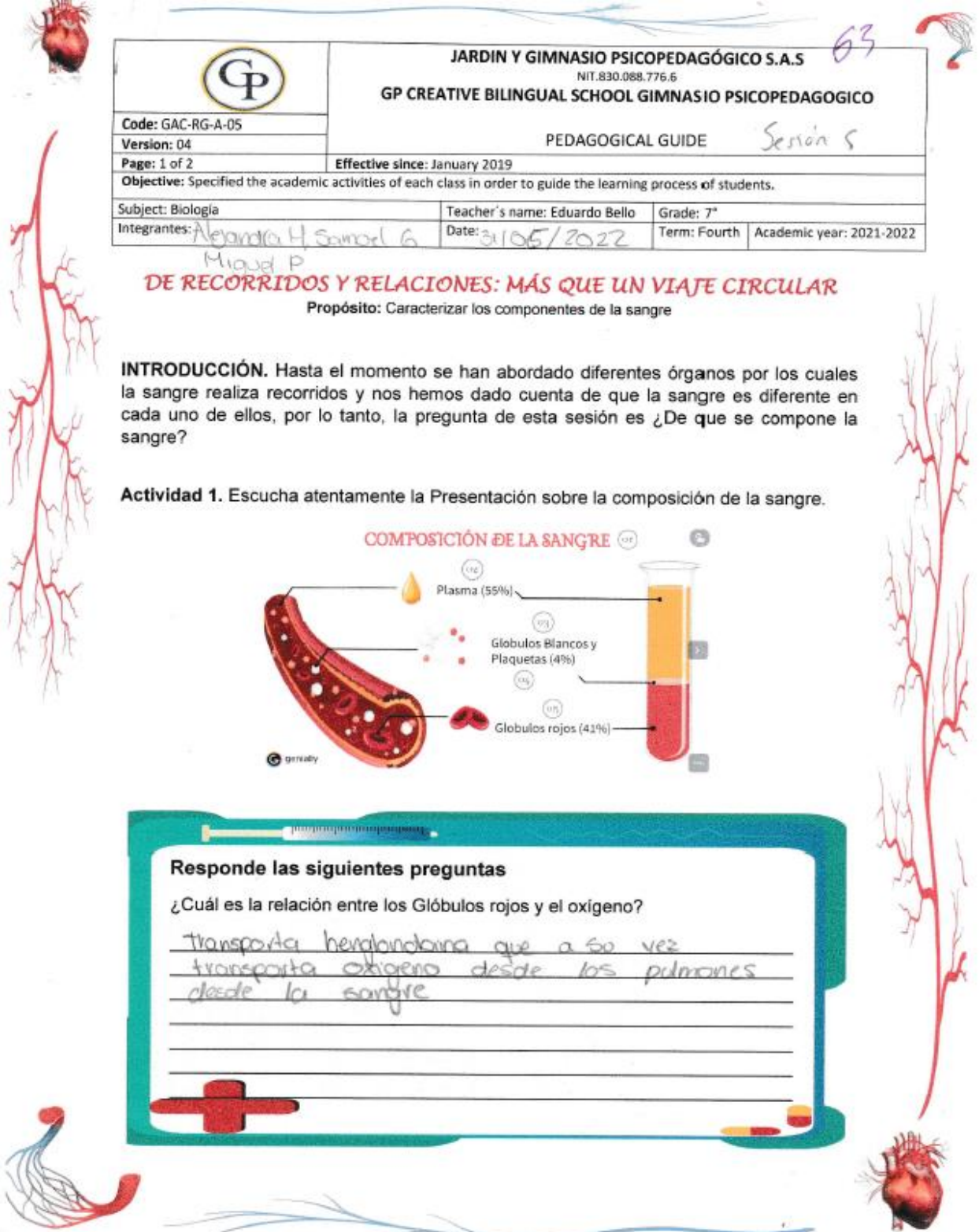
---





**Actividad 2.** Realizar Descripciones sobre el estado de composición de la sangre cuando pasa por algunos órganos del cuerpo. Agregar descripciones al cuerpo humano.



# ANEXO 17. Registros de la sesión 5 por el grupo 3



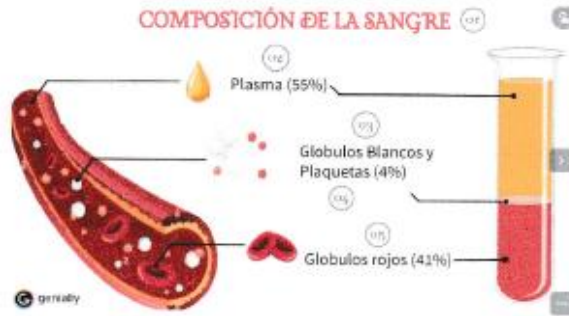
		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		PEDAGOGICAL GUIDE <i>Sesión 5</i>	
Code: GAC-RG-A-05		Effective since: January 2019	
Version: 04		Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.	
Page: 1 of 2		Subject: Biología	
Integrantes: <i>Alexandra H. Samoré G</i> <i>Miguel P</i>		Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>a</sup>
		Date: <i>31/05/2022</i>	Term: Fourth Academic year: 2021-2022

## DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

**Propósito:** Caracterizar los componentes de la sangre

**INTRODUCCIÓN.** Hasta el momento se han abordado diferentes órganos por los cuales la sangre realiza recorridos y nos hemos dado cuenta de que la sangre es diferente en cada uno de ellos, por lo tanto, la pregunta de esta sesión es ¿De que se compone la sangre?

**Actividad 1.** Escucha atentamente la Presentación sobre la composición de la sangre.



**Responde las siguientes preguntas**

¿Cuál es la relación entre los Glóbulos rojos y el oxígeno?

*Transporta hemoglobina que a su vez transporta oxígeno desde los pulmones desde la sangre.*

---



---




---




---



	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6		
	<b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
Code: GAC-RG-A-05	PEDAGOGICAL GUIDE		
Version: 04	Effective since: January 2019		
Page: 2 of 2	Objective: Specified the academic activities of each class in order to guide the learning process of students.		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7*	
Integrantes:	Date:	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022







¿Cuál es la relación entre los glóbulos blancos y el sistema inmune?  
 los glóbulos blancos protegen el cuerpo de infecciones y enfermedades

¿Cómo participa la sangre cuando ocurren heridas?  
 las plaquetas se agrupan en la apertura de la herida y evita que salga la sangre y luego se repara

¿Por qué hay tantos glóbulos rojos?  
 Para transportar oxígeno, por que transportan el oxígeno mayor capacidad de oxígeno


¿Cómo viaja el CO2 por la sangre?  
 Disuelto por el plasma ya que en los glóbulos rojos no puede ir





**Actividad 2.** Realizar Descripciones sobre el estado de composición de la sangre cuando pasa por algunos órganos del cuerpo. Agregar descripciones al cuerpo humano.




# ANEXO 18. Relato 1





**JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S**  
NIT. 830.088.776.6  
**GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO**



Code: GAC-RG-A-07		<b>EVALUATION</b>	
Version: 04			
Page: 1 of 3		Effective since: January 2019	
Objective: Student Assessment			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>a</sup>	
Integrantes: <u>Jhan Acosta</u>	Date: <u>06-06-2022</u>	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022


**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

**Título:** La sangre, una forma de conocer el funcionamiento de nuestro cuerpo.  
Colorea un título creativo a la experiencia que tuviste aprendiendo sobre el cuerpo humano

**Palabras clave:** Sangre, Plasma, intercambio de gases, Signos vitales, órganos.  
Escribe 5 palabras que resuman lo escrito

El Test Ruffier fue un experimento para saber sobre los Signos vitales (Frecuencia respiratoria, Pulso, y coloración de la piel). Ya me cansé cuando corrí, mis signos vitales aumentaron y a causa de que no recibí suficiente oxígeno, mi piel se puso pálida, en cambio mis compañeros no tenían tapabocas y su color de piel se puso más roja cuando descanse mis signos vitales volvieron a su ritmo normal.  
Describe tu experiencia con el Test de Ruffier involucrando aspectos relacionados con los Signos vitales. Párrafo de 6 líneas

La sangre pasa por todo el cuerpo. A los pulmones llega sangre desoxigenada, y aquí ocurre el intercambio de gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>), después sale sangre oxigenada. En el intestino delgado se absorben los nutrientes de los desechos, y los nutrientes llegan a la sangre mediante pequeñas bombitas en el intestino. En los riñones se filtran los excesos de agua, minerales, y desechos en el plasma de la sangre y se los eliminan mediante la orina.  
Explica a través de un párrafo de diez renglones ¿Cuáles son los cambios en la composición de la sangre al recorrer diferentes órganos del cuerpo? (Ejemplo: Pulmones, Intestino Delgado, Riñones)



Representa a través de un diagrama la relación de la sangre con un órgano (Recuerda incluir palabras o frases que expliquen tu imagen)



Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 2 of 3

Objective: Student Assessment

EVALUATION

Effective since: January 2019

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7<sup>o</sup>

Integrantes:

Date:

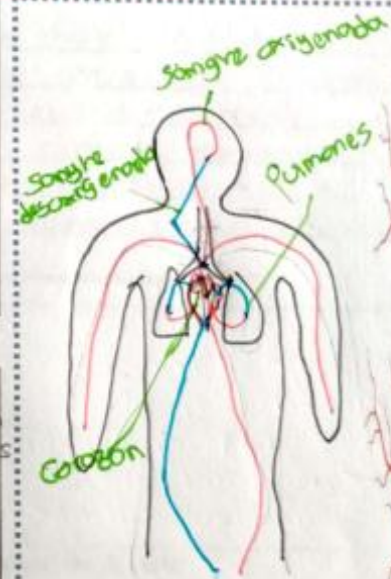
Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

La circulación Mayor es cuando la sangre circula por todo el cuerpo, excepto los pulmones. La circulación menor es cuando la sangre circula solo por los pulmones.

Describe lo que sucede durante la circulación mayor y menor incluyendo aspectos relacionados con las estructuras, las sustancias y los recorridos. Párrafo de 4 líneas



Representa a través de un diagrama la circulación mayor y menor. Señala estructuras, sustancias y recorridos

En la sangre hay glóbulos rojos que transportan el oxígeno, que nos ayuda al intercambio de gases y cuando expulsamos el aire sale CO<sub>2</sub>. La sangre también transporta nutrientes, que nos ayudan a tener más energía. También transporta desechos que no necesita el cuerpo.

Describe las sustancias que son transportadas por la sangre y su relación con las necesidades del cuerpo. Párrafo de 7 líneas

Lo que aprendí sobre el movimiento de la sangre es que esta se mueve por todo el cuerpo mediante, venas, que sirven para traer la sangre al corazón, Arterias, que sirven para llevar la sangre al cuerpo, y capilares, que conectan las Arterias con las venas. Las arterias llevan sangre oxigenada, y las venas sangre desoxigenada. Aprender de la sangre nos permite aprender de todo el cuerpo por que esta esta en todos los organos, y el cuerpo.

¿Qué aprendiste sobre el movimiento de la sangre? y ¿Cómo eso que aprendiste te permite explicar el funcionamiento de todo el cuerpo? Escribe un párrafo de 8 líneas (Palabras claves para incluir: signos vitales, órganos del cuerpo, vasos sanguíneos, componentes y cambios en la sangre)



Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 3 of 3

Effective since: January 2019

EVALUATION

Objective: Student Assessment


Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°
Integrantes:	Date:	Term: Fourth   Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

Aprendí que la sangre es en realidad muy importante para nuestro cuerpo, ya que sin ella ni siquiera podríamos hacer el cambio de gases. La sangre es indispensable para el funcionamiento de todo el cuerpo. Gracias a esta podemos saber sobre nuestra salud mediante los signos vitales. Aprender de la sangre es una forma de aprender sobre todo el cuerpo.

Escribe un párrafo de 6 líneas donde cuentes algunas reflexiones sobre lo aprendido en relación con los hábitos de salud.

ANEXO 19. Relato 8

		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		<b>EVALUATION</b>	
Code: GAC-RG-A-07	Effective since: January 2019		
Version: 04			
Page: 1 of 3	Objective: Student Assessment		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes: <u>Melannie Sánchez J</u>	Date: <u>6 Junio 2022</u>	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

**Título:** La sangre y su recorrido en el cuerpo  
Consigue un título creativo a la experiencia que tuviste aprendiendo sobre el cuerpo humano

**Palabras clave:** Nutrientes, desecho, aprendizaje, cuerpo, corazón  
Escribe 5 palabras que resuman tu escrito

En este test los pacientes tenían que hacer actividad física, para que luego los doctores pudieran tomar sus signos vitales, esto lo hicimos para evidenciar el cambio (aumenta) en los signos al realizar actividad física y también ver como se comportaba el cuerpo estando en estado de reposo.

Describe tu experiencia con el Test de Ruffier involucrando aspectos relacionados con los Signos vitales. Párrafo de 6 líneas


Pulmones: la sangre se dirige desde el corazón hasta los pulmones. Para así ser oxigenada.

Intestino delgado: la comida luego de su recorrido por otros órganos va hacia el intestino delgado, ahí con ayuda de unas vellosidades los nutrientes van hacia la sangre.

Riñones: Los riñones recogen todos los desechos de la sangre y los expulsan en orina.

Explica a través de un párrafo de diez renglones ¿Cuáles son los cambios en la composición de la sangre al recorrer diferentes órganos del cuerpo? (Ejemplo: Pulmones, Intestino Delgado, Riñones)

la sangre va hacia los pulmones



la sangre va hacia el resto del cuerpo.

Representa a través de un diagrama la relación de la sangre con un órgano (Recuerda incluir palabras o frases que expliquen tu imagen)





Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 2 of 3

Objective: Student Assessment

EVALUATION

Effective since: January 2019

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7<sup>a</sup>

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

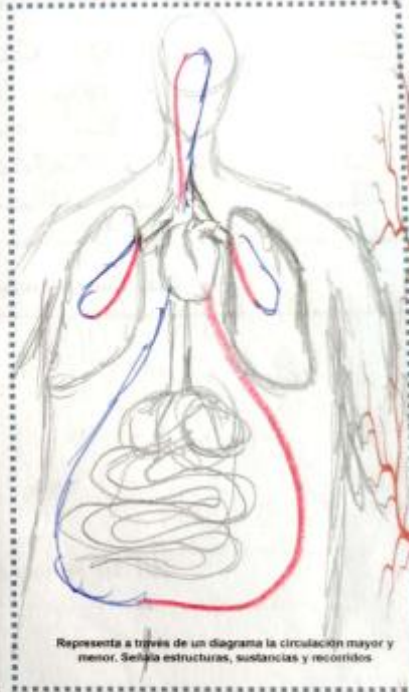
DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

La circulación mayor lleva la sangre a todo el cuerpo, mientras que la menor la lleva a los pulmones. Luego retoman esta sangre al corazón.

Describe lo que sucede durante la circulación mayor y menor incluyendo aspectos relacionados con las estructuras, las sustancias y los recorridos. Párrafo de 8 líneas

Las sustancias que viajan por la sangre son: Hormonas, desechos y nutrientes. Las hormonas en el caso de las mujeres ayudan a controlar la menstruación y los nutrientes nos ayudan a tener energía mientras los desechos esperan salir del cuerpo.

Describe las sustancias que son transportadas por la sangre y su relación con las necesidades del cuerpo. Párrafo de 7 líneas



Representa a través de un diagrama la circulación mayor y menor. Señala estructuras, sustancias y recorridos

Aprendí que el corazón es un músculo que ayuda a bombear sangre a todo el cuerpo, y que al realizar actividad física el flujo de la sangre aumenta. Por lo tanto signos vitales tales como: el pulso, la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura. También que los pulmones ayudan a oxigenar la sangre y llevarla por las arterias, mientras que las venas llevan sangre con poco oxígeno.

¿Qué aprendiste sobre el movimiento de la sangre? y ¿Cómo eso que aprendiste te permite explicar el funcionamiento de todo el cuerpo? Escribe un párrafo de 8 líneas (Palabras claves para incluir: signos vitales, órganos del cuerpo, vasos sanguíneos, componentes y cambios en la sangre)



JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
NIT.830.088.776.6  
GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 3 of 3

EVALUATION

Effective since: January 2019

Objective: Student Assessment

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth


Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

Se necesita hacer actividad física para que así los desechos no se acumulen tanto, también es bueno mantener una dieta saludable para tener energía suficiente para hacer diversas actividades y también ayudar a mejorar la eficiencia de algunos órganos y que no se acumule grasa en el corazón.

Escribe un párrafo de 6 líneas donde cuentes algunas reflexiones sobre lo aprendido en relación con los hábitos de salud.

ANEXO 20. Relato 6

	<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT.830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>		
	EVALUATION		
Code: GAC-RG-A-07			
Version: 04			
Page: 1 of 3	Effective since: January 2019		
Objective: Student Assessment			
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7°	
Integrantes: Ana Elizabeth Diaz N.	Date: 06/06/2022	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

**Título:** Recorrido del cuerpo humano  
Coloca un título creativo a la experiencia que tuviste aprendiendo sobre el cuerpo humano


**Palabras clave:** Experiencias, opiniones, conocimientos  
Escribe 5 palabras que resuman tu escrito

Nosotros eramos un equipo:  
 Melanie y yo eramos doctoras y samuel era el paciente, el paciente dio 5 vueltas a la cancha y se le vio que:  
 Se le aceleró la frecuencia cardiaca, respiratoria y el pulso, tambien se veia que la cara del paciente se habia tornado de color rojo, pero despues de que el paciente desahsara los signos vitales volvieron a su velocidad normal.  
Describe tu experiencia con el Test de Ruffier involucrando aspectos relacionados con los Signos vitales. Párrafo de 4 líneas

**Pulmones:** En el caso de los pulmones hay un intercambio de gases en el que la sangre llega desoxigenada (dioxido de carbono) y sale CO<sub>2</sub>. Pero la sangre sale con poco dioxido de carbono.

**Riñones:** En los riñones la sangre se filtra y solo quedan los desechos

**Intestino delgado:** La sangre catta los nutrientes y al llegar al intestino delgado libera los nutrientes y se vuelven desechos y la sangre sale sin nutrientes.  
Escribe a través de un párrafo de diez renglones ¿Cuáles son los cambios en la composición de la sangre al recorrer diferentes órganos del cuerpo? (Ejemplo: Pulmones, Intestino Delgado, Riñones)



Representa a través de un diagrama la relación de la sangre con un órgano (Recuerda incluir palabras o frases que expliquen tu imagen)



Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 2 of 3

Effective since: January 2019

EVALUATION

Objective: Student Assessment

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

La circulación menor lleva la sangre a los pulmones y la lleva nuevamente al corazón. La mayor lleva toda la sangre a todo el cuerpo.

Describe lo que sucede durante la circulación mayor y menor incluyendo aspectos relacionados con las estructuras, las sustancias y los recorridos. Párrafo de 8 líneas

En la sangre se transporta: nutrientes, desechos, agua y gases, todo eso es necesario para el cuerpo ya que la sangre al llevar esas sustancias hacen que los órganos funcionen y transporten esas sustancias por todo el cuerpo.

Describe las sustancias que son transportadas por la sangre y su relación con las necesidades del cuerpo. Párrafo de 7 líneas



Representa a través de un diagrama la circulación mayor y menor. Señala estructuras, sustancias y recorridos

Aprendí que la sangre es importante ya que transporta diferentes tipos de sustancias que hacen que el cuerpo funcione bien como los pulmones, intestino delgado, riñones etc... también la sangre pasa por las arterias y hacen que pasen por otros órganos y las venas hacen que se devuelva la sangre, también diferentes órganos como el corazón hacen que la sangre funcione (en ese caso la dirección) y también sustancias como la hemoglobina que le da color a la sangre y hace que la sangre sea importante.

¿Qué aprendiste sobre el movimiento de la sangre? y ¿Cómo eso que aprendiste te permite explicar el funcionamiento de todo el cuerpo? Escribe un párrafo de 8 líneas (Palabras claves para incluir: vasos vitales, órganos del cuerpo, vasos sanguíneos, componentes y cambios en la sangre)



JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
NIT.830.088.776.6  
GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 3 of 3

Effective since: January 2019

EVALUATION

Objective: Student Assessment

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth


Academic year: 2021-2022

**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

hay cosas como la comida y bebidas que son importantes para la sangre ya que trae nutrientes, es importante tener buenos hábitos ya que la sangre va a estar todo el tiempo obteniendo nutrientes, va estar limpiando, transportando y recorriendo el cuerpo humano. Mientras que si no se tienen buenos hábitos a la sangre se le va a dificultar todas esas funciones.

Escribe un párrafo de 6 líneas donde cuentes algunas reflexiones sobre lo aprendido en relación con los hábitos de salud.

ANEXO 21. Relato 9

		<b>JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S</b> NIT. 830.088.776.6 <b>GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO</b>	
		<b>EVALUATION</b>	
Code: GAC-RG-A-07	Effective since: January 2019		
Version: 04			
Page: 1 of 3	Objective: Student Assessment		
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>a</sup>	
Integrantes: Alejandra Melo	Date: 06-06-2022	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

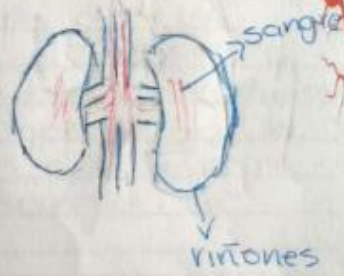
**Título:** El gran recorrido de la sangre.  
Colócale un título creativo a la experiencia que viviste aprendiendo sobre el cuerpo humano

**Palabras clave:** sangre, nutrientes, órganos, ejercicio.  
Escribe 5 palabras que resuman tu escrito

El test de Ruffier lo realizamos en la mañana. Aunque yo no realice el test, si tome los signos vitales (Pulso, temperatura, coloración de la piel, F.C y F.R) de nuestro paciente que en este caso es Samuel Guisado. En este a. Samuel se le pusieron rojos las mejillas luego del ejercicio y su F.C aumento.  
Describe tu experiencia con el Test de Ruffier involucrando aspectos relacionados con los Signos vitales. Párrafo de 6 líneas

Pulmones: la sangre sale del ventriculo derecho (sin oxigeno) a los pulmones allí se forma el intercambio de gases, la sangre vuelve por la auricula izquierda ya oxigenada. De aqui pasa al ventriculo izquierdo para ir por todo el cuerpo. Riñones: los riñones filtran, limpian la sangre de desechos, exceso de agua, etc. En el intestino delgado donde la sangre pasa y el intestino absorbe los nutrientes a travez de sus vellosidades  
Explica a través de un párrafo de diez renglones ¿Cuáles son los cambios en la composición de la sangre al recorrer diferentes órganos del cuerpo? (Ejemplo: Pulmones, Intestino Delgado, Riñones)

los riñones limpian y filtran la sangre



Representa a través de un diagrama la relación de la sangre con un órgano (Recuerda incluir palabras o frases que expliquen tu imagen)



Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 2 of 3

Objective: Student Assessment

EVALUATION

Effective since: January 2019

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

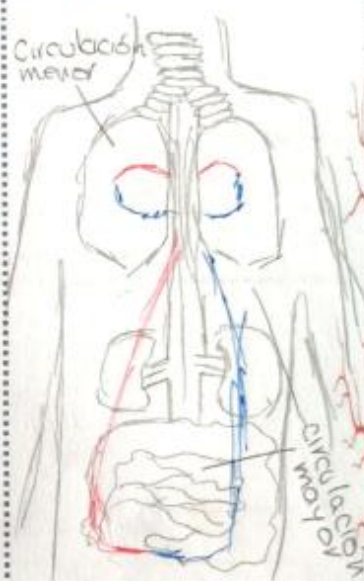
Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

La circulación menor ocurre en los pulmones solamente. Mientras tanto la circulación mayor ocurre en todo el cuerpo menos en los pulmones.

Describe lo que sucede durante la circulación mayor y menor incluyendo aspectos relacionados con las estructuras, las sustancias y los recorridos. Párrafo de 8 líneas



Representa a través de un diagrama la circulación mayor y menor. Señala estructuras, sustancias y recorridos

La sangre transporta nutrientes, oxígeno, dióxido de carbono, etc. también lleva hemoglobina, la cual le da el color rojo a la sangre. La sangre está compuesta por un tejido extracelular llamado plasma.

Describe las sustancias que son transportadas por la sangre y su relación con las necesidades del cuerpo. Párrafo de 7 líneas

La sangre y sus cualidades durante este tiempo he aprendido que la sangre nos ayuda a distribuir nutrientes y oxígeno al resto del cuerpo. También aprendimos que la sangre está compuesta de plasma y que la hemoglobina le da el color rojo a la sangre. Ya sé que a partir de la sangre si podemos aprender todo el cuerpo.

¿Qué aprendiste sobre el movimiento de la sangre? y ¿Cómo eso que aprendiste te permite explicar el funcionamiento de todo el cuerpo? Escribe un párrafo de 8 líneas (Palabras claves para incluir: signos vitales, órganos del cuerpo, vasos sanguíneos, componentes y cambios en la sangre)



JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
NIT.830.088.776.6  
GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 3 of 3

Objective: Student Assessment

Effective since: January 2019

EVALUATION

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

### DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR


Conclusión: ¿Que hemos aprendido?

En est tiempo hemos aprendido que cuando una persona no tiene buena alimentación, ni realiza ejercicio no tiene un buen funcionamiento mientras que alguien que se alimenta y realiza ejercicios tiene un buen funcionamiento del cuerpo

Escribe un párrafo de 6 líneas donde cuentes algunas reflexiones sobre lo aprendido en relación con los hábitos de salud.



**ANEXO 22. Relato 4**

		NIT. 830.088.776.6	
		GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO	
Code: GAC-RG-A-07		EVALUATION	
Version: 04		Effective since: January 2019	
Page: 1 of 3		Objective: Student Assessment	
Subject: Biología	Teacher's name: Eduardo Bello	Grade: 7 <sup>a</sup>	
Integrantes: Samuel Rojas Pérez	Date: 06/06/22	Term: Fourth	Academic year: 2021-2022

**DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR**

**Título:** La sangre y sus sustancias y recorridos.  
Califícale un título creativo a la experiencia que tuviste aprendiendo sobre el cuerpo humano


**Palabras clave:** Sangre, oxígeno, dióxido de carbono, nutrientes  
Escribe 5 palabras que resuman tu escrito

Estuve bien además de que me cansé y mis signos vitales se aceleraron mucho por lo que mis músculos necesitan oxígeno para poder tener más energía. Después de esto me sentí cansado y recuperarme para seguir corriendo.

Describe tu experiencia con el Test de Ruffier involucrando aspectos relacionados con los Signos vitales. Párrafo de 6 líneas

En los pulmones la sangre recoge oxígeno y la sangre regresa al corazón por las venas pulmonares. En el intestino delgado recoge las sustancias y las reparte con oxígeno por todo el cuerpo.

Explica a través de un párrafo de diez renglones ¿Cuáles son los cambios en la composición de la sangre al recorrer diferentes órganos del cuerpo? (Ejemplo: Pulmones, Intestino Delgado, Riñones)



Representa a través de un diagrama la relación de la sangre con un órgano (Recuerda incluir palabras o frases que expliquen tu imagen)



Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 2 of 3

Effective since: January 2019

EVALUATION

Objective: Student Assessment

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7\*

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

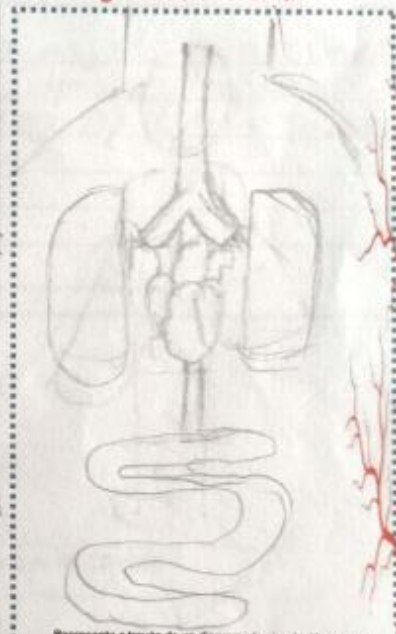
DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

La circulación mayor es el recorrido que hace la sangre desde el corazón hacia el resto del cuerpo y la circulación menor es la que hace el recorrido desde el corazón hasta los pulmones.

Describe lo que sucede durante la circulación mayor y menor incluyendo aspectos relacionados con las estructuras, las sustancias y los recorridos. Párrafo de 8 líneas.

origeno, nutrientes.  
 Yo necesito oxígeno para obtener energía, yo necesito nutrientes para crecer también para desarrollarme.

Describe las sustancias que son transportadas por la sangre y su relación con las necesidades del cuerpo. Párrafo de 7 líneas.



Representa a través de un diagrama la circulación mayor y menor. Señala estructuras, sustancias y recorridos.

sobre el movimiento de la sangre aprendí que dependiendo del órgano las diferentes sustancias cambian. pues sabiendo que las sustancias cambian y que hay intercambio de gases, puedo darme una idea de cómo funciona. por ejemplo se que cuando la sangre pasa por algunos órganos del cuerpo hay diferentes componentes y cambios en la sangre.

¿Qué aprendiste sobre el movimiento de la sangre? y ¿Cómo eso que aprendiste te permite explicar el funcionamiento de todo el cuerpo? Escribe un párrafo de 8 líneas (Palabras claves para incluir: signos vitales, órganos del cuerpo, vasos sanguíneos, componentes y cambios en la sangre).



JARDIN Y GIMNASIO PSICOPEDAGÓGICO S.A.S  
NIT.830.088.776.6  
GP CREATIVE BILINGUAL SCHOOL GIMNASIO PSICOPEDAGOGICO

Code: GAC-RG-A-07

Version: 04

Page: 3 of 3

Effective since: January 2019

EVALUATION

Objective: Student Assessment

Subject: Biología

Teacher's name: Eduardo Bello

Grade: 7°

Integrantes:

Date:

Term: Fourth

Academic year: 2021-2022

DE RECORRIDOS Y RELACIONES: MÁS QUE UN VIAJE CIRCULAR

Aprendí que el cuerpo humano es el muy complejo y se le tiene que cuidar. También aprendí que hay que aprender a manejarlo bien. También a conocer nuestro propio cuerpo.

Escribe un párrafo de 6 líneas donde cuentes algunas reflexiones sobre lo aprendido en relación con los hábitos de salud.