



**El valor educativo de la historia y la filosofía de la ciencia para la enseñanza,
aprendizaje y evaluación del concepto homeostasis en el aula**

Lizeth Cabal Aza

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

2025



**El valor educativo de la historia y la filosofía de la ciencia para la enseñanza,
aprendizaje y evaluación del concepto homeostasis en el aula**

Lizeth Cabal Aza

Trabajo de grado para optar el título de

Licenciada en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Director

Alfonso Claret Zambrano Chagüendo

Profesor titular distinguido – Investigador Emérito Min Ciencias

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

2025

Agradecimientos

Agradezco profundamente al profesor Alfonso Claret Zambrano Chagüendo, Profesor Titular Distinguido e Investigador Emérito de Min Ciencias, por su invaluable apoyo y acompañamiento a lo largo de mi proceso de formación e investigación. Su guía, desde aquel curso de Valores en la Enseñanza de las Ciencias en quinto semestre, cuando fui su estudiante por primera vez, fue determinante para mi crecimiento académico. Más allá del aula, su confianza en mi potencial, su constante motivación y su interés genuino en mi desarrollo me impulsaron a asumir este reto con compromiso y entusiasmo. Sin necesidad de tener una asignatura conmigo, siempre estuvo atento a mi proceso, brindándome orientación y aliento en cada etapa. Su influencia ha sido clave para la realización de este trabajo, y por ello, le estaré eternamente agradecida.

Tabla de contenido

Resumen.....	8
Abstract	9
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras.....	11
Introducción	12
Justificación.....	14
Antecedentes	16
Construcción histórico-filosófica del concepto	17
Hipócrates y los escritos Hipocráticos: Origen de la Medicina Científica. López Ferez, Juan Antonio. (1986). La medicina hipocrática. Laín Entralgo, Pedro. (1970)	17
El significado de la obra de Claude Bernard. Houssay, Bernardo. (1972). La epistemología médica de Claude Bernard. Lorenzano, César. (2015)	19
Carl Ludwig y el fenómeno de la institucionalización como triunfo del mecanicismo fisiológico. Ortega Lozano, Ramón. (2013).....	21
El cuerpo como un todo y no como una suma de partes: la propuesta holista de Walter B. Cannon. Ortega Lozano, Ramón. (2022)	23
La Historia y la Filosofía de la Ciencia para la Educación en Ciencias.....	25
Aportes de la historia y la filosofía de la ciencia a la estructuración del contenido disciplinar biológico. Chaves Mejía, Germán Alberto. (2016)	25
¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. Castro Moreno, Julio Alejandro; Valbuena Ussa, Édgar Orlay. (2007)	27

La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. Godoy Morales, Olga Lucia. (2015).....	30
Aportes para la enseñanza del concepto homeostasis derivados de su análisis histórico. Cabrera Castillo, Henry Giovany; Hernández, Gilberto Manuel. (2016).....	32
Homeostasis y enfermedad, una estrategia de aula para promover el autocuidado. González Velandia, Oswaldo Javier. (2015)	34
Problema de investigación	36
Pregunta de investigación.....	39
Marco conceptual de referencia	39
Línea de investigación.....	40
Fundamentos teórico-conceptuales	42
La Historia y Filosofía de la Ciencia como un medio para la selección y organización del contenido a enseñar	43
Aportes de la Historia y la Filosofía de la Ciencia para la enseñanza del contenido biológico	44
La constitución del concepto “homeostasis” y su lugar en el currículo	46
La incorporación de la HFC en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la homeostasis	47
Objetivos de la investigación	54
Objetivo general.....	55
Objetivos específicos	55
Aspectos metodológicos.....	55

Hipótesis	55
Metodología.....	56
Tipo de metodología	56
Verificación de la hipótesis	58
Población	59
Técnicas para la recolección de información.....	61
Instrumentos de recolección de datos	65
Resultados	68
Fase 1: Planificación de la propuesta	69
Objetivo específico #1: Construcción histórica-filosófica del concepto homeostasis	69
Objetivo específico #2: Incorporación de la HFC para la enseñanza desde un enfoque sistémico	98
Objetivo específico #3: Incorporación de la HFC para el aprendizaje de tipo relacional	99
Objetivo específico #4: Incorporación de la HFC para la evaluación basada en la resolución de problemas	101
Diseño de la propuesta de intervención	102
Fase 2: Aplicación y resultados obtenidos de la propuesta de intervención	118
Resultados significantes de la fase de exploración	118
Resultados significantes de la fase de estructuración	120
Resultados significantes de la fase de transferencia	122

Análisis de resultados.....	126
Análisis de la fase de exploración	126
Análisis de la fase de estructuración	129
Análisis de la fase de transferencia	135
Conclusiones	144
Referencias bibliográficas.....	146

Resumen

El siguiente documento presenta el resultado tras el análisis del concepto de homeostasis desde la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) para el reconocimiento de su valor educativo en la enseñanza, aprendizaje y evaluación en ciencias. Se examinaron los aportes de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon, quienes sentaron las bases del concepto; además, la investigación se adoptó la perspectiva filosófica de Thomas Kuhn e Ian Hacking. Actualmente, la enseñanza de la homeostasis es expositiva y fragmentada, el aprendizaje es memorístico y superficial, y la evaluación se limita a la memorización. Para resignificar estos procesos, se propone integrar la HFC mediante un enfoque sistémico, un aprendizaje relacional y una evaluación basada en la resolución de problemas.

La investigación cualitativa, de tipo exploratorio y descriptivo, incluyó una revisión documental que consolidó el estado del arte en dos apartados: recopilación de textos fundamentales y análisis de antecedentes sobre la enseñanza de la biología. Se diseñó y aplicó una intervención con estudiantes de octavo grado de la I.E Normal Superior Farallones de Cali, delimitando cuatro niveles de construcción del concepto basados en los aportes de cada autor. Se propusieron estrategias específicas para la enseñanza (enfoque sistémico e integración conceptual), el aprendizaje (conexiones entre ideas y comprensión global del cuerpo humano) y la evaluación (aplicación en la resolución de problemas).

El análisis de la intervención evidenció mejoras en la interconexión conceptual y una comprensión más integrada de la homeostasis. Sin embargo, persisten desafíos metodológicos y conceptuales que requieren mayor exploración para una implementación efectiva en el aula.

Palabras clave: homeostasis, historia y filosofía de la ciencia, enseñanza sistémica, aprendizaje relacional, evaluación por resolución de problemas y construcción conceptual.

Abstract

The following document presents the results of an analysis of the concept of homeostasis from the perspective of the History and Philosophy of Science (HFS) to recognize its educational value in teaching, learning, and assessment in science. The contributions of Hippocrates, Claude Bernard, Carl Ludwig, and Walter Cannon, who laid the foundations of the concept, were examined. Furthermore, the research was based on a philosophical perspective based on the approaches of Thomas Kuhn and Ian Hacking. Currently, the teaching of homeostasis is expository and fragmented, learning is rote and superficial, and assessment is limited to memorization. To redefine these processes, we propose integrating HFS through a systemic approach, relational learning, and problem-solving-based assessment.

This qualitative, exploratory, and descriptive research included a documentary review that consolidated the state of the art in two sections: the compilation of fundamental texts and the analysis of background information on biology education. An intervention was designed and implemented with eighth-grade students at I.E Normal Superior Farallones de Cali, defining four levels of concept construction based on each author's contributions. Specific strategies were proposed for teaching (systemic approach and conceptual integration), learning (connections between ideas and a global understanding of the human body), and assessment (application in problem-solving).

The analysis of the intervention showed improvements in conceptual interconnection and a more integrated understanding of homeostasis. However, methodological and conceptual challenges remain, requiring further exploration for effective implementation in the classroom.

Keywords: homeostasis, history and philosophy of science, systemic teaching, relational learning, problem-solving assessment, and conceptual construction.

Índice de tablas

Tabla 1	Rejilla de observación del plan de área.....	63
Tabla 2	Aportes de los autores a la construcción del concepto de homeostasis	95
Tabla 3	Criterios de selección de niveles para organización del contenido.....	97
Tabla 4	Niveles de comprensión del concepto para las actividades de enseñanza	99
Tabla 5	Actividades para promover un aprendizaje de tipo relacional	99
Tabla 6	Actividades para una evaluación basada en la resolución de problemas.....	101

Índice de figuras

Ilustración 1 Dibujo de las y los estudiantes, cómo actúa la nicotina en el cuerpo	67
Ilustración 2 Definición de homeostasis desde un ejemplo	68
Ilustración 3 Nota de las y los estudiantes, cómo actúan los receptores en el cuerpo ..	68
Ilustración 4 Imagen para la actividad #1- deshidratación.....	103
Ilustración 5 Imagen para la actividad #1 - fiebre.....	103
Ilustración 6 Imagen para la actividad #1 - hipertensión	104
Ilustración 7 Video para la actividad #1 - video homeostasis 1.....	104
Ilustración 8 Video para la actividad #1 - Video 2 homeostasis.....	104
Ilustración 9 Esquema para la actividad #5 - Interacción de sistemas/aparatos	109
Ilustración 10 Video para la actividad #7 - hipoglucemia	111
Ilustración 11 Video para la actividad #7 - deshidratación.....	111
Ilustración 12 Video para la actividad #7 - relación sistema nervioso y endocrino ..	112
Ilustración 13 Imagen para la actividad #8 - eje hipotálamo-hipófisis	113

Introducción

Los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación que se llevan a cabo al interior de las aulas de Ciencias Naturales desde hace ya un tiempo se han visto cuestionados desde su proceder, ya que, dichas clases se perciben pesadas y abrumadoras debido al constante flujo de información que se da dentro de ellas. Sumado a esto, los contenidos abordados suelen ser presentados al estudiantado de manera plana y descontextualizada, lo que da lugar a una enseñanza tradicional y transmisiva en la cual el o la docente se centra en la exposición de conceptos y datos; las y los estudiantes acogen un aprendizaje memorístico y superficial mediante la repetición o el almacenamiento de información sin analizarla profundamente ni relacionarla con otros conocimientos; por último, partiendo de dichas clases pesadas y abrumadoras, la evaluación suele centrarse en medir la memorización de datos (fechas, definiciones, conceptos aislados) en lugar de la comprensión profunda o la capacidad de aplicar lo aprendido.

Pese a la situación planteada, hoy en día se ha hecho necesario que las y los estudiantes adquieran desde la educación en los establecimientos educativos herramientas para comprender su contexto e intervenir en él en calidad de ciudadanos desde la aplicación de los conocimientos construidos. En cuanto al área de Ciencias Naturales, conformada por biología, química, física y educación ambiental es fundamental que estas disciplinas se enseñen de manera integrada y contextualizada, promoviendo la conexión entre los fenómenos naturales y los problemas reales de la sociedad, resaltando en este punto la salud. Ahora bien, en cuanto a la química, física y educación ambiental ha sido posible denotar que quizás por la manera en la cual le asumen las y los docentes han representado una posibilidad de participación más amplia para las y los estudiantes en cuanto a la construcción de conocimiento e intervención en el contexto partiendo de las necesidades que se logran ver en él. Por el contrario, en el caso de la biología los fenómenos biológicos se asumen como están en el libro de texto y se abordan los contenidos

de manera plana y descontextualizada sin hilar con la realidad que rodea al grupo de estudiantes.

Continuando con la idea, ha sido común que a cada disciplina que conforma el área de Ciencias Naturales se le adjudique una lista de contenidos o temas explícitos para bordar, como, por ejemplo, el tema de la salud a la biología y los contenidos relacionados con los sistemas y aparatos del cuerpo humano, los cuales se han presentado desde los procesos educativos que previamente se enunciaron como cuestionados donde lo más importante recae en abordar la larga lista de contenidos en un lapso de tiempo y, frente a esto, Chaves (2016) identificó que, parte de la problemática alrededor del cómo se aborda la biología en el aula recae en que no se han considerado los aportes de la HFC de la misma para el replanteamiento de sus contenidos (p. 871), gran parte desde los denominados conceptos estructurantes, como, lo es la homeostasis.

La Historia y la Filosofía de la Ciencia (HFC) tienen un valor educativo fundamental en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación en Ciencias Naturales. En la enseñanza, permiten presentar los conceptos científicos en su dimensión histórica y filosófica, favoreciendo una comprensión crítica, contextualizada y menos fragmentada del conocimiento. En el aprendizaje, promueven el desarrollo del pensamiento relacional y la construcción de significados más profundos, al facilitar la conexión entre ideas científicas y situaciones reales, así como la identificación de la ciencia como una construcción dinámica y en evolución. En cuanto a la evaluación, la HFC brinda elementos para valorar no solo la adquisición de información, sino la capacidad de interpretación, argumentación y aplicación del conocimiento en contextos diversos. Desde esta perspectiva, se reconoce que la inclusión de la HFC en la educación científica no solo enriquece el contenido, sino que transforma los modos de enseñar, aprender y evaluar, contribuyendo a una educación más reflexiva, significativa y formativa.

Bajo esta concepción, se plantea el presente trabajo como el fundamento de una futura propuesta de educación en biología discente para la enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis a partir del reconocimiento del valor educativo de la HFC a partir de un análisis histórico-filosófico a la luz de autores como Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon desde una perspectiva filosófica basada en los planteamientos de Thomas Khun (1971) e Ian Hacking (1983, 1999). Lo anterior, atendiendo especialmente a que los insumos que se logran derivar de la HFC van orientados hacia la selección y organización del contenido para abordar dentro del aula.

Justificación

La enseñanza, el aprendizaje y la evaluación en el aula de Ciencias Naturales han sido objeto de constantes críticas debido a la tendencia a presentar los contenidos de manera descontextualizada y fragmentada, lo que contribuye a una visión reduccionista y superficial de la ciencia. En muchos casos, las clases se caracterizan por un enfoque tradicional y expositivo, donde el docente asume el rol de transmisor de información y las y los estudiantes se limitan a memorizar conceptos sin establecer conexiones significativas con su entorno (Hennessy y Osborn, 2003, p. 4). Este modelo limita el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión profunda de los fenómenos naturales, lo que impacta tanto en el aprendizaje como en la evaluación, ya que esta última se centra en la reproducción de información en lugar de valorar la aplicación del conocimiento en contextos diversos. Específicamente, en el contexto de la biología, los temas se presentan de manera aislada, como ocurre con los relacionados con la salud y los sistemas del cuerpo humano, lo que impide a las y los estudiantes desarrollar una comprensión integrada del conocimiento científico.

Desde un enfoque filosófico, se retoma la perspectiva de Thomas Khun e Ian Hacking. Acorde con lo anterior, el conocimiento científico no es estático ni absoluto, sino que evoluciona a lo largo del tiempo mediante procesos de construcción y validación colectiva

(Kuhn, 1971; Lakatos, 1978). Este planteamiento permite repensar la enseñanza de la biología, no solo como la transmisión de hechos establecidos, sino como una oportunidad para que las y los estudiantes comprendan cómo se generan y modifican las ideas científicas. El concepto de homeostasis, por ejemplo, tiene una historia rica y compleja que ilustra cómo la ciencia avanza mediante la interacción de diferentes enfoques teóricos y experimentales (Hacking, 1983, 1999). Desde Hipócrates y su teoría de los cuatro humores, pasando por Claude Bernard y su concepto del “medio interno” (1865), hasta las investigaciones de Carl Ludwig (1852) y Walter Cannon (1932), la homeostasis se ha construido como una idea clave en la biología y la medicina. Incluir estos referentes históricos en los procesos educativos no solo favorece una mayor comprensión del concepto, sino que también permite desarrollar habilidades analíticas y críticas.

Continuando con la idea, el aprendizaje debe ser concebido como un proceso activo en el que las y los educandos construyen su propio conocimiento a partir de la interacción con su entorno, el análisis de situaciones problemáticas y la reflexión sobre los modelos científicos existentes. La incorporación de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) en la enseñanza de la biología facilita este proceso, ya que ofrece herramientas para cuestionar y contextualizar el conocimiento científico, comprendiendo su evolución y su impacto en la sociedad. De acuerdo con Matthews (1994), la enseñanza de la ciencia desde una perspectiva histórica y filosófica permite entender que el conocimiento científico no surge de manera espontánea ni definitiva, sino que es resultado de debates, experimentación y reformulación de teorías previas (p.35). Esto implica que la evaluación del aprendizaje no puede limitarse a la memorización de definiciones y datos, sino que debe valorar la capacidad de las y los estudiantes para analizar, argumentar y aplicar los conceptos científicos en distintos contextos.

Por último, la evaluación, podría transformarse en un proceso formativo y reflexivo que permita a las y los estudiantes demostrar su comprensión de manera integral. Black y William

(1998) sostienen que la evaluación debe ir más allá de los exámenes escritos y las preguntas cerradas (p. 143), incorporando estrategias como el análisis de casos históricos, la resolución de problemas y la argumentación científica. Además, se plantea que la evaluación debe ser un proceso continuo e integral que valore no solo el resultado del aprendizaje, sino también el proceso mediante el cual las y los estudiantes construyen su conocimiento. Siendo así, una evaluación alineada con la HFC y el aprendizaje significativo debería incluir estrategias como proyectos de investigación, debates, análisis de textos históricos y experimentos prácticos que permitan a los estudiantes demostrar su comprensión desde diferentes perspectivas.

Así, la Historia y la Filosofía de la Ciencia representa una posibilidad educativa que permite enriquecer el abordaje de los contenidos escolares al considerar la ciencia como una construcción histórica, situada y sujeta a revisión. Su valor educativo radica en que brinda herramientas para seleccionar, organizar y presentar los conceptos de manera más significativa, lo cual impacta directamente en los procesos de enseñanza al propiciar clases más contextualizadas y reflexivas; en los procesos de aprendizaje, al favorecer una comprensión profunda, crítica y relacional del saber científico; y en los procesos de evaluación, al permitir valorar no solo la memorización de datos, sino también la argumentación, la comprensión de la naturaleza del conocimiento y la capacidad de establecer conexiones significativas. De esta forma, se constituye en una vía para fortalecer el sentido formativo del área de Ciencias Naturales, favoreciendo la reflexión crítica, el análisis de los saberes científicos y el reconocimiento de sus dimensiones filosóficas, culturales y sociales, orientando los procesos educativos de manera coherente con la naturaleza de la ciencia y con las necesidades formativas del estudiantado.

Antecedentes

A continuación, se presentan los antecedentes que dan cimiento al presente trabajo de investigación. Los documentos están organizados en dos grupos específicos. El primer grupo

comprende los 4 antecedentes relacionados con la base teórica que orientaron la construcción histórica-filosófica del concepto de homeostasis desde autores como Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon. En cuanto al segundo grupo, los documentos recopilados se relacionan con las implicaciones de la Historia y la Filosofía de la Ciencia para la enseñanza, aprendizaje y evaluación en la Educación en Ciencias, así como también se hace un contraste de otros antecedentes que no incluyen dentro de sus propuestas la HFC.

Construcción histórico-filosófica del concepto

Hipócrates y los escritos Hipocráticos: Origen de la Medicina Científica. López Ferez, Juan Antonio. (1986). La medicina hipocrática. Laín Entralgo, Pedro. (1970)

Autores como Pedro Laín Entralgo y Juan Antonio López Ferez han presentado documentos de interés que posibilitan el reconocimiento del trabajo hipocrático y su valor dentro de la historia y en lo que concierne a este trabajo, para un análisis de tipo histórico-filosófico del concepto de homeostasis. Por ende, los dos documentos expuestos en este apartado fueron fundamentales para comprender la evolución histórico-filosófica del concepto de homeostasis, ya que permitieron rastrear sus antecedentes en la medicina hipocrática y su posterior desarrollo en la fisiología moderna.

Acorde con lo anterior, Laín (1970) planteó que, desde la antigüedad, la medicina ha buscado explicar el equilibrio del cuerpo humano y su capacidad de autorregulación. Hipócrates, considerado el padre de la medicina científica, propuso una visión en la que la physis (naturaleza) mantiene el orden interno del cuerpo a través de un principio de armonía entre los humores. Este pensamiento se encuentra desarrollado en sus textos y en los escritos de su escuela, donde la salud es entendida como un equilibrio dinámico que el organismo busca mantener de manera natural (pp. 46-70). Siendo así, el autor plantea dentro del escrito que uno de los conceptos fundamentales en la medicina hipocrática es el “calor implantado” (émphyton thermòn), el cual reside en el corazón y cumple una función reguladora dentro del organismo.

Esta idea puede considerarse un antecedente de la homeostasis, ya que describe un mecanismo interno que mantiene la estabilidad del cuerpo frente a cambios ambientales (Laín, 1970, pp. 163-167). En este mismo sentido, según López (1986) Hipócrates afirmaba que la naturaleza del cuerpo busca corregir sus propios desajustes (p. 165), lo que se alinea con la concepción moderna de mecanismos de autorregulación fisiológica.

Para Hipócrates, la enfermedad se produce cuando se rompe el equilibrio natural del cuerpo. En sus tratados, se menciona que la alteración de los humores conduce a un estado de *dyskrasia* (falta de mezcla adecuada), mientras que la salud es un estado de *eukrasia* (equilibrio correcto). Estos términos reflejan la noción de que el cuerpo humano posee una capacidad inherente para regularse y restaurar su estabilidad interna, concepto que siglos después sería reformulado en términos fisiológicos como homeostasis (López, 1986, pp. 168-170), hecho que fue traducido al término de autorregulación para su adopción dentro de este trabajo de investigación. Sumado a esto, los autores mencionados también permitieron reconocer que, la medicina hipocrática también incorporó la observación del entorno como un factor crucial en la salud, lo que se evidencia en tratados como *Sobre los aires, aguas y lugares*, donde se explica que el clima, la dieta y el estilo de vida influyen en el estado del cuerpo (López, 1986, p. 165). Esta idea anticipa la importancia del ambiente en la regulación fisiológica del organismo, consolidando la idea de que la salud es un equilibrio dinámico influenciado tanto por factores internos como externos.

Desde una perspectiva histórico-filosófica, la influencia del pensamiento hipocrático en la formulación del concepto de homeostasis es innegable. Hipócrates introdujo la idea de que el cuerpo humano es un sistema regulado internamente, que responde a perturbaciones mediante ajustes fisiológicos; además, ambos documentos analizados son esenciales para comprender la evolución del concepto de homeostasis desde una perspectiva histórico-filosófica. Ambos textos destacan el papel de Hipócrates en la transición de una medicina

basada en mitos y supersticiones hacia una medicina racional y científica, donde el cuerpo es visto como un sistema con mecanismos internos de autorregulación. La conexión entre la medicina hipocrática y la homeostasis moderna demuestra cómo el pensamiento médico ha evolucionado a lo largo de los siglos, pero mantiene principios fundamentales que fueron establecidos en la antigüedad (Laín, 1970, p. 168; López, 1986, p. 166). Por lo anterior, es posible delimitar que, la medicina hipocrática sentó las bases para la comprensión del cuerpo humano como un sistema autorregulado. A través de sus ideas sobre la physis, la teoría humoral, la importancia del equilibrio dinámico y la mínima intervención médica.

El significado de la obra de Claude Bernard. Houssay, Bernardo. (1972). La epistemología médica de Claude Bernard. Lorenzano, César. (2015)

El concepto de homeostasis, central en la biología y la medicina moderna, tiene sus raíces en la noción de milieu intérieur (medio interno) propuesta por Claude Bernard en el siglo XIX. Comprender la evolución histórica y filosófica de esta idea requiere analizar tanto su desarrollo experimental como su impacto epistemológico. En este sentido, los documentos revisados ofrecen una base fundamental: el primero (Houssay, 1972) presenta un estudio detallado sobre la vida y obra de Bernard, destacando sus contribuciones a la fisiología experimental y al entendimiento de la regulación interna del organismo; el segundo (Lorenzano, 2016) analiza la estructura metodológica de su pensamiento, estableciendo un paralelismo con el método hipotético-deductivo y resaltando su influencia en la epistemología médica y en otras disciplinas como la cibernética y la economía.

Claude Bernard (1813-1878) es reconocido como una de las figuras centrales en la historia de la fisiología y la medicina experimental. Su trabajo fue fundamental para la formulación del concepto de milieu intérieur, el cual establece que los organismos vivos mantienen un entorno interno estable a pesar de las fluctuaciones externas. Este principio sentó las bases para el concepto posterior de homeostasis, desarrollado por Walter Cannon en el siglo

XX (Houssay, 1972, p. 14). Desde una perspectiva fisiológica, Bernard demostró que la estabilidad del medio interno es crucial para la vida independiente. Su investigación sobre el metabolismo de la glucosa reveló que el hígado no solo almacena azúcar, sino que la produce incluso en ausencia de ingesta alimentaria. Esto le permitió identificar mecanismos de regulación fisiológica que garantizan la constancia de variables internas como los niveles de glucosa en sangre (Lorenzano, 2016, p. 50). Su descubrimiento de la secreción interna amplió el conocimiento sobre la función hepática y permitió diferenciar entre órganos que liberan sustancias al medio externo y aquellos que regulan la composición interna del cuerpo (Houssay, 1972, p. 16).

El método experimental de Bernard también representó un avance metodológico clave en la ciencia. Su enfoque, basado en la formulación de hipótesis y su contrastación empírica, anticipó en casi 70 años el método hipotético-deductivo de Karl Popper (Lorenzano, 2016, p. 51). Bernard rechazó el inductivismo puro y argumentó que el conocimiento en fisiología debía estructurarse en torno a hipótesis refutables, lo que lo convirtió en un precursor del racionalismo crítico en la medicina (Lorenzano, 2016, p. 53). Desde una perspectiva social y cultural, Bernard transformó la visión de la medicina al desligarla del empirismo y consolidarla como una disciplina científica autónoma. La integración de la experimentación con una teoría fisiológica bien estructurada permitió que su obra tuviera un impacto duradero no solo en la biología y la medicina, sino también en otras disciplinas como la cibernética y la economía, donde la noción de homeostasis ha sido reinterpretada como retroalimentación y regulación, respectivamente (Lorenzano, 2016, p. 61). Siendo así, la relevancia de su trabajo radica en que explicó cómo el cuerpo responde a las fluctuaciones externas mediante mecanismos internos de compensación y regulación. Su énfasis en la constancia del medio interno permitió el desarrollo de la fisiología moderna y estableció las bases para la comprensión de la homeostasis como un principio fundamental de la biología (Houssay, 1972, p. 26; Lorenzano, 2016, p. 57).

Carl Ludwig y el fenómeno de la institucionalización como triunfo del mecanicismo fisiológico. Ortega Lozano, Ramón. (2013)

El concepto de homeostasis, fundamental en la fisiología moderna, tiene sus raíces en los estudios mecanicistas del siglo XIX. Carl Ludwig (1816-1895) desempeñó un papel crucial en este desarrollo, particularmente a través de su investigación en fisiología cardiovascular y renal. Su trabajo no solo sentó las bases para la comprensión del equilibrio interno del organismo, sino que también marcó un punto de inflexión en la institucionalización de la fisiología experimental, consolidando un enfoque basado en la medición y la cuantificación de los procesos biológicos.

El artículo de Ortega (2013) y el documento de Beneke, González y Valentinuzzi (2012) analizan la relevancia del legado de Ludwig desde una perspectiva histórica y filosófica. Ambos textos destacan cómo sus estudios transformaron la fisiología en una disciplina experimental rigurosa, reemplazando explicaciones vitalistas con modelos basados en la física y la química. Según Ortega (2013) la creación de laboratorios como el Instituto de Leipzig, fundado por Ludwig en 1869, desempeñó un papel clave en esta transición (p. 78). Estos espacios no solo proporcionaban infraestructura para la investigación, sino que también promovían un nuevo paradigma en la enseñanza de la fisiología, donde las y los estudiantes participaban activamente en el desarrollo del conocimiento a través de la experimentación sistemática. Ludwig fue un firme defensor del mecanicismo fisiológico, argumentando que los procesos vitales podían explicarse mediante leyes físicas y químicas sin necesidad de recurrir a fuerzas vitalistas. Además, desarrolló instrumentos como el quimógrafo, que permitían registrar de manera precisa fenómenos fisiológicos como la presión arterial y el flujo sanguíneo (Beneke, González y Valentinuzzi, 2012, p. 2). Estas innovaciones consolidaron su enfoque basado en la medición y reforzaron la idea de que los procesos fisiológicos podían estudiarse bajo principios estrictamente mecanicistas.

Si bien el término "homeostasis" fue acuñado por Walter Cannon en el siglo XX, muchos de los principios subyacentes fueron establecidos por Ludwig en el siglo XIX. Sus estudios sobre la circulación sanguínea y la función renal fueron esenciales para comprender cómo el organismo mantiene la estabilidad de su medio interno. De acuerdo con los documentos, uno de los descubrimientos más importantes de Ludwig fue la localización del centro vasomotor en la médula oblongada, un hallazgo clave en la comprensión de la regulación de la presión arterial (Beneke, González y Valentinuzzi, 2012, p. 3). Sus experimentos demostraron que la presión arterial no era un fenómeno puramente mecánico, sino que estaba regulada por señales nerviosas y reflejos fisiológicos. Además, Ludwig y sus colaboradores identificaron el "reflejo depresor", un mecanismo mediante el cual el cuerpo puede reducir la presión arterial en respuesta a estímulos específicos. Este descubrimiento es fundamental para la homeostasis cardiovascular, ya que demuestra cómo el sistema nervioso autónomo contribuye al mantenimiento del equilibrio interno del organismo.

El análisis de los textos de Ortega (2013) y Beneke, González y Valentinuzzi (2012) permitió comprender cómo la institucionalización de la fisiología experimental fue crucial para el desarrollo del concepto de homeostasis. Ludwig no solo contribuyó con descubrimientos específicos en fisiología, sino que también estableció un marco metodológico que permitió abordar el estudio del medio interno desde una perspectiva científica rigurosa. Desde un punto de vista filosófico, su trabajo representa una manifestación del positivismo del siglo XIX, donde el conocimiento debía basarse en la observación empírica y la cuantificación de los fenómenos naturales. Ludwig enfatizaba la importancia de conectar la teoría con la experimentación. Diseñar actividades donde los estudiantes analicen datos fisiológicos reales puede fortalecer su comprensión de la homeostasis. Dado que Ludwig construyó su trabajo a partir de preguntas experimentales específicas, una estrategia de evaluación efectiva podría

consistir en presentar a los estudiantes escenarios clínicos o experimentales donde deban aplicar principios de homeostasis para interpretar datos o proponer soluciones.

El legado de Carl Ludwig es fundamental para comprender la evolución del concepto de homeostasis en la historia y filosofía de la ciencia. Su enfoque mecanicista, basado en la cuantificación y experimentación rigurosa, permitió establecer los principios fisiológicos que hoy explican la regulación del medio interno del organismo.

El cuerpo como un todo y no como una suma de partes: la propuesta holista de Walter B. Cannon. Ortega Lozano, Ramón. (2022)

El artículo de Ortega (2022), titulado "El cuerpo como un todo y no como una suma de partes: la propuesta holista de Walter B. Cannon", es una contribución fundamental para la Historia y Filosofía de la Ciencia en relación con el concepto de homeostasis. A través de un análisis detallado, el texto resalta cómo Cannon transformó la fisiología al proponer una visión holista e integradora del cuerpo, alejándose del mecanicismo reduccionista que dominaba la fisiología del siglo XIX. En sus primeras investigaciones, Cannon seguía la tradición reduccionista heredada de Carl Ludwig y la escuela alemana, en la que los procesos fisiológicos eran vistos como el resultado de la interacción de partes aisladas bajo leyes físicas y químicas. Sin embargo, a medida que avanzó en sus estudios sobre el sistema digestivo, Cannon comprendió que los órganos no pueden estudiarse de manera separada, sino que deben analizarse dentro de un sistema interconectado (Ortega, 2022, p. 32). Este cambio de perspectiva lo llevó a formular el concepto de homeostasis, con el que describió la capacidad del cuerpo para mantener un estado de equilibrio dinámico a través de la interacción coordinada entre el sistema nervioso, el sistema hormonal y otros sistemas fisiológicos.

Desde un punto de vista histórico y filosófico, el documento subraya la importancia de la teoría de la emergencia de Cannon, la cual explica cómo los mecanismos fisiológicos actúan

de manera integrada (Ortega, 2022, p. 36) para responder a desafíos internos y externos. Esta teoría es crucial para entender el desarrollo de la homeostasis, pues demuestra que el cuerpo no solo reacciona pasivamente a cambios en su entorno, sino que anticipa y regula activamente sus condiciones internas. Un ejemplo de ello es la respuesta de lucha o huida, en la que el sistema nervioso simpático y las glándulas suprarrenales trabajan conjuntamente para preparar al cuerpo ante una situación de peligro.

El artículo es particularmente relevante para la enseñanza de la homeostasis desde un enfoque sistémico y relacional. La fisiología holista de Cannon demuestra que los sistemas del cuerpo no pueden comprenderse de manera aislada, sino como partes de un todo interdependiente. Esta perspectiva es clave en la educación científica, ya que permite diseñar estrategias de enseñanza que resalten las interacciones entre diferentes procesos biológicos. Aplicar este enfoque en el aula implica utilizar modelos integradores, en los que las y los estudiantes puedan visualizar cómo los sistemas corporales cooperan para mantener la estabilidad interna. Además, el artículo sugiere que el aprendizaje de la homeostasis puede fortalecerse mediante la resolución de problemas, un método que permite a las y los estudiantes analizar situaciones en las que el equilibrio corporal se ve comprometido, como la deshidratación, el estrés o enfermedades metabólicas. Al presentar estudios de caso y situaciones reales, los docentes pueden fomentar el pensamiento crítico y la capacidad de interconectar conocimientos, permitiendo que los estudiantes comprendan la homeostasis no solo como un concepto teórico, sino como un proceso fundamental para la vida.

El artículo también resultó fundamental para rastrear la influencia de Walter Cannon en la fisiología moderna y su impacto en disciplinas como la neurociencia, la endocrinología y la cibernética, hecho que aportó al momento de realizar el análisis de tipo histórico-filosófico del concepto de homeostasis. Al analizar la transición de la fisiología mecanicista al holismo, el artículo permitió identificar las conexiones entre Cannon y otros fisiólogos influyentes, como

Claude Bernard, John Scott Haldane y Arturo Rosenblueth, así como su influencia en áreas como la biología de sistemas y la fisiología evolutiva. De esta manera, el documento no solo contribuyó a una mejor comprensión del impacto de Cannon en la ciencia, sino que también facilita el acceso a otras fuentes clave para quienes deseen profundizar en el estudio de la homeostasis y su relevancia en la biología contemporánea.

La Historia y la Filosofía de la Ciencia para la Educación en Ciencias

Aportes de la historia y la filosofía de la ciencia a la estructuración del contenido disciplinar biológico. Chaves Mejía, Germán Alberto. (2016)

En el presente artículo, Chaves (2016) reconoce la problemática creciente alrededor de la necesidad de un replanteamiento de las prácticas de enseñanza de la biología; por ello, en el documento se presenta de qué forma las relaciones existentes entre la Historia y la Filosofía de la Biología (HFB) pueden servir de insumo para estructurar el contenido disciplinar biológico en las aulas de clase a partir de los insumos aportados a las y los docentes para la selección, transposición y transformación del mismo (p. 871). Por lo anterior, el proceso llevado a cabo consistió en una revisión documental orientada a dos aspectos en especial. En primer lugar, al reconocimiento de la Historia y la Filosofía de la Ciencia para la mejora de los procesos educativos de las ciencias, así como también al análisis de lo que es el contenido disciplinar biológico y su relación con la HFB.

Respecto al primer aspecto, desde la revisión documental Chaves (2016) encontró que, la importancia de la HFC desde su perspectiva educativa radica en su capacidad para promover una comprensión adecuada de la naturaleza de la ciencia, destacando que el conocimiento científico es una construcción social, provisional y determinada por factores sociohistóricos y culturales (Chaves, 2016, p. 872). Además, el autor subraya que, la HFC humaniza la ciencia al enfatizar las contradicciones, controversias y contextos históricos que han influido en su desarrollo, contrarrestando la idea de que la ciencia es producto exclusivo de individuos con

habilidades superiores. En el mismo sentido, resalta cómo la ciencia se ha constituido a través del tiempo, evitando una visión distorsionada de ella. Finalmente, Chaves (2016) afirma que, la incorporación de la HFC en la formación de las y los profesores puede transformar la enseñanza de las Ciencias Naturales al proporcionar estrategias orientadas a una transposición didáctica efectiva del contenido (p. 872).

Continuando con la idea, referente al conocimiento disciplinar biológico y sus relaciones con la HFB se enuncia que, aunque la perspectiva tradicional sugiere que basta con conocer la disciplina, las visiones educativas contemporáneas plantean lo contrario. Razón de lo anterior vino del reconocer que el contenido disciplinar en la biología se estructura en dos dimensiones. La sustantiva, que organiza los conceptos y principios básicos, y la sintáctica, que se refiere a cómo se verifican o invalidan estos contenidos (Chaves, 2016, p. 873). Partiendo de esta idea, el autor identifica que la HFB puede enriquecer ambas estructuras al contextualizar históricamente y filosóficamente los contenidos biológicos. Además, el conocimiento de las peculiaridades históricas y filosóficas de la biología puede iluminar la enseñanza al reconocer condiciones y obstáculos en la producción del conocimiento biológico, proporcionando una visión que puede ayudar a superar obstáculos similares en el aprendizaje de las y los estudiantes (Matthews, 1991 citado en Chaves, 2016, p. 874).

Respecto a lo anterior, para el presente trabajo de grado resultó de interés el artículo, especialmente porque las conclusiones ofrecidas por el autor denotan la importancia del uso de la HFB para el fortalecimiento y resignificación del proceso de transposición; este último entendido desde Chevallard (1985) como el conjunto de transformaciones adaptativas que son aplicadas a un objeto saber de la ciencia para convertirlo en un objeto apto para la enseñanza en el aula de clase (p. 39 citado en Gómez, 2005, p. 87). Por lo anterior, permiten a las y los docentes mejorar las prácticas de enseñanza de las Ciencias Naturales y, en especial de los

contenidos biológicos desde el saber identificar cuáles son relevantes para su selección y organización al interior del aula.

¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar.

Castro Moreno, Julio Alejandro; Valbuena Ussa, Édgar Orlay. (2007)

En el artículo, Castro y Valbuena (2007) reconocen la problemática existente respecto a la enseñanza de la biología, esto debido al desconocimiento de sus particularidades, las cuales le han configurado como una ciencia autónoma a lo largo de la historia. Por lo anterior, su pregunta de investigación fue: ¿Qué es lo propio de la biología que deba tenerse en cuenta para guiar los contenidos y los procesos de su enseñanza? Bajo el propósito de responder la consigna, los encargados del escrito realizaron una revisión documental, cuyo eje estuvo orientado hacia dos aspectos, la estructura sustantiva y sintáctica de la biología. Respecto al primero, se abordó la caracterización de lo que es un concepto estructurante en biología; en cuanto al segundo, los autores identifican algunas formas de proceder de la biología para la construcción de conocimiento y sus implicaciones para la enseñanza de la misma.

De acuerdo con el primer punto, se reconoce que la estructura sustantiva de la biología hace referencia a la selección y organización de los contenidos. Por lo anterior, Castro y Valbuena (2007) desde la revisión documental lograron identificar algunas de las posibles clasificaciones u organizaciones de la estructura sustantiva de la biología atendiendo especialmente a que ésta disciplina es altamente diversificada, debido a la cantidad y variabilidad de organismos que estudia, los niveles jerárquicos que aborda y la diversidad de campos de estudio. Por esa razón, ofrecieron como complemento un apartado dentro del artículo para explicar lo que es un concepto estructurante en biología y sus implicaciones para la enseñanza, entendiendo este término desde Gagliardi (1986) citado en el presente artículo como aquel concepto “cuya construcción transforma el sistema cognitivo, permite adquirir

nuevos conocimientos, organizar los datos de otra manera, transformar incluso los conceptos anteriores” (p. 31).

Por lo anterior, Castro y Valbuena (2007) compartieron una lista de los conceptos estructurantes en la biología que posibilitarían crear una red conceptual para visibilizar sus interconexiones. Dichos conceptos estructurantes y sus puntos de interconexión son: la organización, en lo que compete a la distinción de unos organismos a otros y la manera en la cual diferentes integrones se agrupan para otorgar ciertas interacciones que no tienen lugar sino a un nivel más amplio que el fisicoquímico; los sistemas, concepto desde el cual se hace especial énfasis en los biosistemas compuestos por ácidos nucleicos y proteínas, la obtención de dichos componentes desde el ambiente y su capacidad para automantenerse y autorepararse (p. 131); la transformación, como concepto que indica que los biosistemas no son estáticos debido a los cambios evolutivos, del metabolismo y las funciones; la diversidad, aludiendo a los procesos de clasificación y sistematización de los organismos vivos; y, por último, el concepto de autopoiesis, dentro del cual es posible abordar los aspectos relacionados con la homeostasis, el equilibrio dinámico y la regulación, los cuales aluden a los organismos vivientes como sistemas en equilibrio dinámico inestable (p. 132)

Ahora bien, los conceptos mencionados previamente fueron delimitados por los autores del artículo con la intención de poder proponer una posible organización conceptual (estructura sustantiva) de la biología a enseñar, haciendo un énfasis muy especial en la necesidad de que las y los docentes elijan qué enseñar de la disciplina. Seguido a lo anterior, considerar el segundo aspecto que fue de interés para Castro y Valbuena (2007), siendo este el cómo procede la biología para la construcción de conocimiento y sus implicaciones para la enseñanza. Como resultado de ello, se identificaron la experimentación, las narraciones históricas, el trabajo de campo y la modelización como formas de producir conocimiento en los contextos tanto científico como escolar (p. 133).

Acorde con la experimentación, se sostiene la importancia de la problematización del fenómeno contrario a hacer uso de ella para corroborar la teoría (p. 138). Desde la narración histórica, se acepta que aun cuando podría ser difícil saber si un discurso histórico es verídico o no, se valora el fundamento con el cual se le constituye y se comparte en el aula para generar espacios de reflexión (p. 139). Otros caracteres son los de trabajo de campo, observación del mundo viviente y la modelización, entendiendo que los dos primeros sugieren o no la intervención de las y los estudiantes, sea dirigida o libre; mientras que el último posibilita a las y los educandos dar a conocer a la o el docente el avance de su proceso de producción de conocimiento lo cual les permite ser conscientes de sus alcances, limitaciones y posibilidades de sus explicaciones (p. 143).

Por último, los autores logran concluir que, la necesidad de una didáctica autónoma para la biología se vuelve imperativa cuando se considera que las particularidades de una ciencia demandan una filosofía específica. La Biología, con sus conceptos y procedimientos únicos, requiere un enfoque didáctico propio, el cual sugiere reconocer que la manera de construir conocimiento es diferente a como se construye en otras ciencias. Esta reflexión no proporciona fórmulas mágicas para ser mejores profesores de la disciplina, sino que abre un espacio para discutir las cualidades inherentes a esta ciencia que deben orientar su enseñanza. Por lo anterior, para este trabajo de investigación resultó importante considerar el artículo, puesto que, en el contexto de abordar el contenido de homeostasis desde los aportes de la historia y la filosofía de la ciencia, esta reflexión es crucial. La homeostasis, como concepto central en la biología, tiene una rica historia que se entrelaza con los avances en fisiología y medicina. Comprender su desarrollo histórico y filosófico permite a las y los educadores construir una propuesta educativa que no solo transmita conocimientos científicos, sino que también contextualice su evolución y relevancia.

La didáctica de las ciencias y su relación con la historia y la filosofía de la ciencia. Godoy Morales, Olga Lucia. (2015)

El documento de Godoy Morales (2015) explora la relación entre la didáctica de las ciencias (DdC) y la historia y filosofía de la ciencia (HFC), destacando cómo esta interacción influye en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. La autora presenta una revisión sobre la evolución de la DdC (Didáctica de las ciencias) como disciplina autónoma y argumenta que su consolidación ha estado marcada por la construcción de marcos epistemológicos propios, el desarrollo de comunidades académicas y la definición de líneas de investigación específicas. En este sentido, la DdC asume que no debe considerarse una extensión de la pedagogía general (Godoy Morales, p. 21)., sino una ciencia del diseño que busca mejorar la enseñanza de las ciencias mediante modelos teóricos y estrategias metodológicas

El problema de investigación que aborda el documento se centró en la manera en que la HFC puede contribuir al desarrollo de la DdC y mejorar la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. La pregunta que se puede inferir guío esta indagación fue: ¿De qué manera la historia y la filosofía de la ciencia pueden fortalecer la enseñanza de las ciencias y mejorar la formación científica de los estudiantes? Para responder a esta cuestión, la autora realizó un análisis teórico basado en una revisión bibliográfica de estudios nacionales e internacionales que han incorporado la HFC en la enseñanza de las ciencias. Se analizaron experiencias en países como Brasil, Italia, Francia, Alemania y Portugal, en las que se han implementado estrategias didácticas que incluyen controversias históricas, reconstrucción de experimentos, análisis de documentos históricos y uso de materiales artísticos como películas y obras de teatro para contextualizar el desarrollo de la ciencia.

Los resultados de la investigación destacaron que la integración de la HFC en la enseñanza de las ciencias favorece el aprendizaje de los estudiantes al proporcionar una comprensión más profunda sobre la naturaleza de la ciencia (NdC). La inclusión de episodios

históricos permite que las y los estudiantes comprendan la ciencia como un proceso dinámico, influenciado por factores socioculturales y económicos, en lugar de verla como un conjunto de verdades absolutas. Además, se observa que la HFC promueve el desarrollo del pensamiento crítico y mejora la percepción de los estudiantes sobre la ciencia, al relacionarla con el contexto histórico y cultural en el que se generó el conocimiento. En cuanto a la formación docente, el documento señala que la HFC contribuye a mejorar la enseñanza de las ciencias al proporcionar a las y los profesores herramientas para reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento científico y su enseñanza. Estudios previos han demostrado que las y los docentes que incorporan elementos históricos y filosóficos en sus clases desarrollan una visión más flexible y contextualizada de la ciencia, lo que les permite diseñar estrategias pedagógicas más efectivas (Matthews, 1994, citado en Godoy, 2015, p. 29).

Asimismo, se destaca que la inclusión de la HFC en la formación docente contribuye a superar enfoques tradicionales y fomenta una enseñanza basada en la construcción del conocimiento a partir de la exploración y el análisis crítico de los conceptos científicos. Finalmente, las conclusiones del documento sugieren que la integración de la HFC en la enseñanza de las ciencias es una estrategia clave para mejorar la educación científica y fomentar una ciudadanía informada y crítica. En este sentido, la propuesta de utilizar insumos educativos basados en autores como Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon para la construcción del concepto de homeostasis se alinea con los hallazgos de la investigación. La historia del concepto de homeostasis y su desarrollo a lo largo del tiempo pueden servir como un eje estructural para diseñar estrategias que permitan a las y los estudiantes comprender mejor su importancia en la biología. Así, la aplicación de la HFC en la enseñanza de la homeostasis podría fortalecer la comprensión de las y los estudiantes y mejorar su percepción sobre el carácter dinámico y en evolución del conocimiento científico.

Aportes para la enseñanza del concepto homeostasis derivados de su análisis histórico.

Hernández, Gilberto Manuel; Cabrera Castillo, Henry Giovany. (2017)

El artículo explora cómo la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) pueden contribuir a mejorar la enseñanza del concepto de homeostasis en el ámbito educativo. Se parte de la premisa de que la enseñanza tradicional de las ciencias ha promovido una visión descontextualizada y ahistórica de los conceptos científicos, lo que limita la comprensión de su evolución y significado. En este sentido, el estudio planteó la necesidad de integrar el desarrollo histórico de la homeostasis en los procesos de enseñanza y aprendizaje para favorecer una comprensión más profunda del concepto y su relevancia en la fisiología. Por lo anterior, el problema central del artículo radicó en la enseñanza fragmentada y poco contextualizada del concepto de homeostasis. Los autores argumentaron que este concepto, pese a ser fundamental en biología, es enseñado de manera reduccionista, sin abordar su evolución histórica ni las controversias científicas que lo han moldeado. En consecuencia, la pregunta de investigación que guió el estudio fue ¿qué aportes para la enseñanza del concepto homeostasis se derivan del estudio de su desarrollo histórico? (Hernández y Cabrera, 2017, p. 3). A partir de esta cuestión, los autores buscaron establecer conexiones entre la evolución del concepto y estrategias didácticas que pudieran enriquecer su enseñanza en el aula.

Para responder a esta pregunta, los autores adoptaron un enfoque descriptivo y cualitativo, basado en el análisis de fuentes primarias y secundarias. Se estudiaron los trabajos fundamentales de Claude Bernard (1865) y Walter Cannon (1929), quienes desempeñaron un papel clave en la formulación del concepto de homeostasis. Bernard introdujo la noción de secreción interna y medio interno, destacando la importancia del equilibrio en los organismos vivos. Cannon, por su parte, consolidó el concepto de homeostasis al explicar los mecanismos fisiológicos que permiten la regulación del medio interno frente a factores externos e internos (Hernández y Cabrera, 2017, p. 64). La metodología utilizada en el estudio se basó en la

formulación de preguntas orientadoras que permitieron reconstruir el desarrollo histórico del concepto, estructurado en cuatro momentos clave.

Los resultados del análisis permitieron identificar la evolución del concepto de homeostasis en cuatro etapas fundamentales. En primer lugar, la noción de secreción interna, propuesta por Bernard, la cual permitió comprender la regulación de sustancias dentro del organismo y su relación con órganos como el hígado y las glándulas (Hernández y Cabrera, 2017, p. 66). En segundo lugar, se produjo la transición a la noción de medio interno, donde Bernard estableció que el entorno líquido dentro del organismo es fundamental para la estabilidad fisiológica, comparándolo con el mar en el que habitan los peces (Hernández y Cabrera, 2017, p. 67). Posteriormente, Walter Cannon amplió esta idea y formuló la teoría de la homeostasis, argumentando que todos los sistemas del organismo trabajan en conjunto para mantener un equilibrio dinámico (Hernández y Cabrera, 2017, p. 68). Finalmente, la homeostasis se consolidó como un principio fundamental de la fisiología, integrando mecanismos de retroalimentación negativa y positiva que regulan las condiciones internas del organismo.

Uno de los aportes más significativos del estudio radicó en las implicaciones pedagógicas que derivan del análisis histórico del concepto. Los autores sugirieron que el desarrollo del concepto de homeostasis puede ser utilizado como una herramienta didáctica para la enseñanza de la biología, permitiendo a las y los estudiantes comprender la ciencia como un proceso en constante evolución. Para ello, se proponen diversas estrategias, como el uso de analogías, situaciones problema y experiencias prácticas. Por ejemplo, se planteó la analogía entre el medio interno de un organismo y el mar en el que habitan los peces, con el fin de ilustrar la importancia del equilibrio en la regulación fisiológica (Hernández y Cabrera, 2017, p. 70). Asimismo, se presentaron situaciones problema en las que las y los estudiantes

deben analizar casos relacionados con la homeostasis, como el efecto de la fiebre o la regulación de la glucosa en el cuerpo (Hernández y Cabrera, 2017, p. 71).

En relación con la presente propuesta de investigación, que busca utilizar la Historia y Filosofía de la Ciencia para la construcción del concepto de homeostasis desde autores como Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon, este artículo representó un insumo valioso. Los autores destacaron que la enseñanza de la homeostasis puede beneficiarse significativamente del enfoque histórico, ya que permite superar la visión memorística y descontextualizada predominante en la educación científica. Además, se enfatiza la importancia de abordar el desarrollo de los conceptos científicos desde una perspectiva filosófica, lo que contribuye a la resignificación de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación (Hernández y Cabrera, 2017, p. 72). En este sentido, el documento refuerza la pertinencia de incorporar la HFC en la enseñanza de la biología, proporcionando herramientas para la construcción de propuestas didácticas innovadoras.

Homeostasis y enfermedad, una estrategia de aula para promover el autocuidado.

González Velandia, Oswaldo Javier. (2015)

El documento "Homeostasis y enfermedad, una estrategia de aula para promover el autocuidado" de Oswaldo Javier González Velandia (2015) tuvo como propósito diseñar una estrategia didáctica para facilitar la enseñanza del concepto de homeostasis en estudiantes de séptimo grado, relacionándolo con la salud, la enfermedad y el autocuidado (González, 2015, p. 13). La investigación partió de la necesidad de fortalecer la comprensión de este concepto, ya que su enseñanza suele abordarse de manera fragmentada, lo que dificulta su apropiación y aplicación en la vida cotidiana. La homeostasis es un proceso fundamental en los seres vivos, pues permite regular las condiciones internas del organismo a pesar de los cambios del entorno, garantizando el equilibrio necesario para el mantenimiento de la vida. Entender este proceso

no solo contribuye a la formación científica de las y los estudiantes, sino que también promueve hábitos saludables y una mejor toma de decisiones respecto a su bienestar.

A partir de esta problemática, la investigación el autor planteó la siguiente pregunta central: "¿Cómo construir una estrategia de aula para potenciar la comprensión del concepto de homeostasis asociado a la enfermedad como síntoma de desequilibrio en el funcionamiento sistémico del organismo humano y que a la vez contribuya con prácticas saludables para el mejoramiento de las condiciones de vida desde el autocuidado y conservación de la salud en estudiantes del grado séptimo?". El autor buscó responder esta cuestión mediante el diseño de una estrategia que permitiera a las y los estudiantes desarrollar una comprensión más profunda de la homeostasis desde una perspectiva sistémica, promoviendo la conexión entre el conocimiento científico y su vida cotidiana.

La investigación siguió un enfoque proyectivo (González, 2015, p. 36), centrado en la formulación de propuestas educativas sin que estas requieran ser implementadas a gran escala. El estudio se llevó a cabo en la Institución Educativa Distrital El Porvenir, ubicada en la localidad de Bosa, Bogotá, y se estructura en tres fases principales. En la primera, se realizó una caracterización del grupo y su contexto, analizando las condiciones socioeconómicas de los estudiantes y su acceso a la educación en ciencias. En la segunda fase, se aplicaron pruebas para identificar los conocimientos previos de las y los estudiantes sobre homeostasis, enfermedad y autocuidado. Finalmente, en la tercera fase, se diseñó una estrategia didáctica basada en mapas conceptuales, resolución de problemas cotidianos y aprendizaje cooperativo, con el fin de reforzar el concepto de homeostasis y su relación con la salud y la enfermedad.

El análisis de los resultados obtenidos en el diagnóstico inicial reveló que los estudiantes poseen algunas nociones sobre procesos biológicos, pero su comprensión de la homeostasis es parcial y fragmentada. En general, tienden a asociar la enfermedad solo con

factores externos y no con alteraciones en los mecanismos de regulación del cuerpo. La aplicación de la estrategia de enseñanza permitió que mejoraran su capacidad para relacionar la homeostasis con el equilibrio dinámico del organismo, comprendiendo la interacción entre los diferentes sistemas biológicos. Asimismo, el uso de situaciones problemáticas y actividades de trabajo cooperativo favoreció el aprendizaje significativo y la construcción de un pensamiento más estructurado sobre el tema. Sin embargo, persistieron ciertas dificultades, como la tendencia a interpretar la homeostasis como un proceso aislado y la dificultad para aplicar el conocimiento en la resolución de problemas reales.

Dado lo anterior, el estudio enfatiza la necesidad de repensar la enseñanza de la homeostasis como un concepto estructurante (González, 2015, p. 55), y para interés de esta propuesta dicha recomendación desde un enfoque histórico y filosófico. La incorporación del trabajo de Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon en el currículo escolar permitiría que las y los estudiantes comprendan cómo ha evolucionado el concepto de homeostasis a lo largo del tiempo, favoreciendo una visión más integrada de la biología. Hipócrates, con su teoría de los humores, estableció una primera idea sobre el equilibrio del cuerpo como clave para la salud, mientras que Claude Bernard introdujo el concepto del medio interno, fundamental para el estudio de la regulación fisiológica. Carl Ludwig contribuyó con estudios sobre la circulación y los mecanismos de regulación del cuerpo, y Walter Cannon acuñó el término homeostasis, explicando sus principios de control.

Problema de investigación

La enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis presentan diversas problemáticas que afectan su apropiación significativa en el ámbito educativo. Tradicionalmente, la enseñanza ha sido expositiva y fragmentada, centrada en la descripción anatómica sin una visión relacional y sistémica. En cuanto al aprendizaje, este se ha limitado a la memorización de definiciones, lo que impide a las y los estudiantes establecer conexiones

entre la homeostasis y otros procesos biológicos. Finalmente, la evaluación ha sido predominantemente sumativa, basada en pruebas que priorizan la reproducción de información en lugar de la resolución de problemas o la aplicación del conocimiento en contextos reales.

La problemática radica en que estos enfoques reduccionistas han sido perpetuados por la falta de incorporación de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) del concepto de homeostasis. Los contenidos en biología suelen presentarse de manera disgregada y desarticulada, lo que limita la posibilidad de organizarlos a partir de un concepto estructurante. Este enfoque ha contribuido a una visión fragmentada de la biología, dificultando la comprensión de la homeostasis como un principio fundamental en la regulación del cuerpo humano. Como consecuencia de lo anterior, aun cuando en quinto grado de primaria se abordan los contenidos relacionados con el cuerpo humano, es posible evidenciar que al llegar a séptimo y octavo estos siguen siendo un misterio para los estudiantes. Esto se debe a que, en gran medida, lo que se exigió en grados anteriores fue la repetición de líneas dictadas por el docente, cuyo único propósito era responder exámenes con precisión memorística para obtener la calificación más alta. Sin embargo, esto no garantiza la construcción de un conocimiento biológico funcional del cual los estudiantes puedan hacer uso para interpretar situaciones cotidianas. Por ejemplo, comprender qué sucede en su propio cuerpo cuando cambios externos alteran su equilibrio interno.

Ahora bien, desde una perspectiva de aprendizaje, Mayr (2006, citado en Castro y Orlay, 2018, p. 271) advierte sobre los peligros del reduccionismo en biología, destacando que la emergencia de propiedades en los organismos resulta de la interacción entre sus componentes y no de la simple acumulación de información. Como señala el propio Mayr:

"Una de las cualidades de la Biología es la emergencia de propiedades ausentes en los elementos básicos, pero que se manifiestan a partir de las interacciones entre dichos

componentes. Desde este punto de vista, el autor en cuestión critica el uso del reduccionismo en Biología, sin negar que, en esta ciencia, en ocasiones, se acuda a una perspectiva analítica, a la hora de hacer determinadas explicaciones" (citado en Castro y Orlay, 2018, p. 271).

En este sentido, Capra (1998, citado por González, 2015, p. 23) enfatiza que "los organismos son totalidades integradas donde sus propiedades no se pueden reducir a la suma de sus partes", lo que sugiere la necesidad de un aprendizaje basado en relaciones sistémicas y no en la memorización aislada de conceptos. Esta visión permite que las y los estudiantes analicen las interrelaciones entre los sistemas y aparatos del cuerpo humano en función de su mantenimiento de la homeostasis, lo que posibilita una comprensión más profunda del funcionamiento biológico.

Por otro lado, la evaluación del concepto de homeostasis basada en pruebas sumativas, no favorecen el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo. Chaves (2016) señala que la omisión de la HFC en el diseño de estrategias evaluativas ha limitado la posibilidad de generar aprendizajes significativos. Guridi (2004, citado en García, 2009, p. 33) argumenta que "la historia y filosofía de la ciencia se utilizan como respuesta a la necesidad de erradicar esa imagen estereotipada de la ciencia y su método de trabajo, para dar paso a una más realista acerca del quehacer científico y posibilitar un pensamiento crítico en el estudiante". Esto indica que un modelo de evaluación basado en la resolución de problemas y en la aplicación del conocimiento contribuiría a una mejor apropiación del concepto de homeostasis.

La persistencia de enfoques fragmentados, memorísticos y sumativos en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis refleja una desconexión con la dimensión histórica y filosófica del conocimiento científico. Esta ruptura limita la posibilidad de que docentes y estudiantes comprendan la homeostasis como un concepto

dinámico, construido a lo largo del tiempo y con implicaciones sistémicas. Por lo anterior, se consideró necesaria una perspectiva histórico-filosófica del conocimiento científico, apoyada en los planteamientos de Kuhn (1971) e Ian Hacking (1983; 1999). Ya que, desde el primero, se asume que la homeostasis forma parte de un cambio de paradigma en fisiología, lo que permite enseñar este concepto como resultado de la evolución del pensamiento científico, y no como un dato fijo. En cuanto al segundo, se destaca que la ciencia es una práctica situada, por lo cual el aprendizaje debe conectar conceptos con su contexto histórico y su aplicación real.

En este escenario, la Historia y la Filosofía de la Ciencia (HFC) adquieren un valor educativo fundamental, ya que ofrecen insumos que permiten resignificar dichos procesos, al vincular el desarrollo del concepto con las prácticas científicas, los marcos teóricos y las controversias que le dieron forma. Reconocer y evidenciar este valor se vuelve imprescindible para transformar los modos en que se enseña, se aprende y se evalúa la homeostasis en el aula, contribuyendo a una formación más crítica, comprensiva e integrada.

Pregunta de investigación

Teniendo en cuenta el planteamiento del problema, la pregunta de investigación planteada es la siguiente:

¿Cómo pueden los aportes de Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon, analizados desde la historia y la filosofía de la ciencia, evidenciar el valor educativo de esta perspectiva para resignificar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis en el aula?

Marco conceptual de referencia

A continuación, en el presente capítulo se comparten los conocimientos pedagógicos construidos desde el acogimiento de la línea de investigación de Historia y Filosofía de la

Ciencia, los cuales contribuyen a la resolución de la pregunta de investigación planteada en el apartado anterior.

Línea de investigación

El presente trabajo se inscribe dentro de la línea de investigación de la Historia y la Filosofía de la ciencia (HFC), partiendo de la perspectiva educativa que de ella se podría derivar para la transformación de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, en especial de la biología; disciplina que habitualmente al interior de las aulas de clase no presenta a las y los estudiantes posibilidades de ser entes activos de su proceso educativo. La razón de lo anterior se encuentra íntimamente relacionada con, el cómo se asumen los procesos de enseñanza, así como también la manera en la cual se abordan los contenidos. Aspectos que dan lugar a escenarios educativos pesados y abrumadores para las y los estudiantes. Por ello, es de interés denotar cómo es posible construir espacios dentro del aula para la resignificación de la biología escolar, atendiendo al enfoque liberal y contextual que plantea Mathews (1994) desde el uso de la Historia y la Filosofía para la enseñanza de la Ciencia (p. 294).

De acuerdo con Mathews (1994), “se reconoce que existen problemas en la enseñanza de la ciencia; la cual, ortodoxa, técnica y descontextualizada no está cumpliendo su tarea de entusiasmar a los estudiantes o de promover el conocimiento y la apreciación de la ciencia” (p. 37). Y, aun cuando la cita se toma de un texto que ha sido escrito hace muchos años, es posible identificar dentro de los contextos educativos actuales tal situación aún existente. Al mismo tiempo que, desde aquel entonces se ha procurado por acoger diferentes alternativas educativas para la transformación de los procesos al interior de las aulas. Acorde con esto, se ha enmarcado la necesidad principal de presentar la ciencia como una construcción humana y, por ello, Mathews (1994) argumenta que la Historia y la Filosofía de la Ciencia tienen un papel crucial en la enseñanza de las ciencias (p. 47).

Sin embargo, es importante señalar los aportes que cada una de las disciplinas trae consigo. Desde la historia, Matthews en su libro *"Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science"* (1994) argumenta que, la historia de la ciencia es crucial en la educación científica porque permite contextualizar el desarrollo del conocimiento científico, mostrando cómo las teorías y conceptos han evolucionado con el tiempo. Subraya que estudiar la historia de la ciencia ayuda a los estudiantes a ver cómo los científicos han cometido errores, revisando sus teorías y progreso, humanizando así la ciencia y haciéndola más accesible (p. 204). Además, utilizar estudios de casos históricos facilita una comprensión más profunda del proceso científico, destacando su naturaleza tentativa y autocorrectiva. Esto no solo desarrolla habilidades críticas y reflexivas en las y los estudiantes, sino que también promueve una apreciación más rica de la ciencia como una empresa humana influenciada por factores sociales, culturales y personales.

Por otro lado, Matthews (1994) también enfatiza la importancia de la filosofía de la ciencia en la educación científica, destacando que esta disciplina ayuda a las y los estudiantes a comprender la naturaleza del conocimiento científico, incluyendo sus fundamentos epistemológicos y metodológicos. La filosofía de la ciencia les permite diferenciar entre ciencia y pseudociencia al comprender los criterios de demarcación y explorar cómo se construyen, prueban y revisan las teorías científicas (p. 224). De acuerdo con el mismo autor, esto fomenta una comprensión profunda de los conceptos científicos y desarrolla la capacidad de reflexión crítica sobre la práctica científica, incluyendo sus implicaciones éticas y sociales. Así, la filosofía de la ciencia promueve una actitud científica basada en la apertura al cuestionamiento y la revisión continua de conocimientos y métodos.

Lo planteado anteriormente da cuenta de la caracterización aislada tanto de la historia como de la filosofía de la ciencia y su aporte para la Educación en Ciencias; sin embargo, el interés del presente documento viene dado por reconocer “diferentes formas de ‘mirar’ el

contenido científico a enseñar desde la historia y la filosofía sinérgicamente combinadas” (Aduriz, 2010, p. 128) atendiendo al aporte de Lakatos (1981) cuando parafraseaba a Immanuel Kant en cuanto a que “la filosofía sin la historia de la ciencia es vacía y la historia de la ciencia sin la filosofía es ciega” (Aduriz, 2010, p. 128). Es ahí donde Mathews reconoce el valor educativo de ambas disciplinas unidas.

Dicho valor o papel educativo alude a que, la Historia y la Filosofía de la Ciencia son dos disciplinas que, aunque distintas, se complementan y a menudo se estudian conjuntamente. Como línea de investigación, buscan entender cómo se desarrollan y funcionan las ciencias, así como los contextos históricos, sociales y filosóficos en los que se producen los conocimientos científicos. Por ende, al reconocer sus implicaciones para la enseñanza de la ciencia es posible encontrar que, integrar estas disciplinas en la educación científica no solo mejora la comprensión de los conceptos científicos, sino que también promueve una visión más completa y crítica de la ciencia (Mathews, 1994, p. 47) desde las herramientas que tanto la historia como la filosofía ofrecen para dar sentido al contenido que se aborda en clase desde una mejor comprensión de la estructura de la ciencia y su lugar en el currículo.

Fundamentos teórico-conceptuales

Ahora bien, atendiendo a los objetivos anteriormente propuestos y la línea de investigación eje del presente trabajo de investigación se hizo necesario dilucidar los siguientes puntos: La Historia y Filosofía de la Ciencia como un medio para la selección y organización del contenido a enseñar, Aportes de la Historia y la Filosofía de la Ciencia para la enseñanza del contenido biológico, La constitución del concepto “homeostasis” y su lugar en el currículo y La incorporación de la HFC en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la homeostasis. Estos aspectos presentan en común la construcción de conocimiento en el aula, el cual se considera pertinente para el análisis de los resultados.

La Historia y Filosofía de la Ciencia como un medio para la selección y organización del contenido a enseñar

Desde el uso de la historia de la ciencia para la enseñanza se tiene que esta posibilita a las y los docentes la recopilación de escenarios donde se llevó a cabo la construcción del conocimiento científico para de esa forma dinamizar el proceso de enseñanza ya que se procura por presentar el contenido de una más humana y cercana a las y los estudiantes, por ende, poder presentar que la ciencia no es inmutable, sino más dinámica y/o cambiante (Matthews, 1994, p. 5). Por otro lado, desde la filosofía de la ciencia el alcance de la misma viene dado por permitir denotar cómo se ha construido el conocimiento científico y de esa forma tomar influencia en lo que es la toma de decisiones frente al qué ciencia enseñar y cómo enseñarla (Rengifo y Zambrano, 2009, p. 125).

Lo planteado anteriormente da cuenta de la caracterización aislada tanto de la historia como de la filosofía de la ciencia y su aporte para la didáctica de la ciencia; sin embargo, el interés del presente documento viene dado por reconocer “diferentes formas de ‘mirar’ el contenido científico a enseñar desde la filosofía y la historia de la ciencia sinérgicamente combinadas”. Por lo anterior, para mi documento fue de interés abordar la idea propuesta por Mathews (1994) cuando afirmaba que la Historia y la Filosofía de la Ciencia en conjunto busca entender cómo y por qué surgen las teorías científicas, así como examinar las suposiciones, métodos e implicaciones filosóficas subyacentes a la práctica científica (p. 35). De la misma forma, el autor destaca la importancia de combinar el estudio histórico con el análisis filosófico para obtener una comprensión más profunda y completa de la ciencia y su papel en la sociedad; siendo así, para mi sistematización fue clave realizar previo a las intervenciones en el aula, un análisis de tipo histórico-filosófico del concepto estructurante de interés (homeostasis), entendiendo que:

Tiene por objetivo entender su naturaleza, su significado y sentido al determinar las causas que posibilitaron su aparición, identificar las diferentes etapas de su construcción en el ámbito científico, así como las condiciones de sus transformaciones sucesivas hasta llegar al aula como objeto de enseñanza (Martínez-Sierra y Poirier, 2008, p.202 citados en Aduriz, Meinardi y Revel 2013, p. 13).

Lo anterior, subraya la importancia de entender no solo los conceptos científicos en sí mismos, sino también el contexto histórico y filosófico que permitió su desarrollo y transformación. Aplicado a la enseñanza de la homeostasis, este enfoque implica explorar cómo se desarrolló el concepto a lo largo del tiempo, qué descubrimientos clave y debates filosóficos contribuyeron a su formulación, y cómo estos conocimientos han sido adaptados y enseñados en el aula. Por ejemplo, la homeostasis, un concepto central en la biología y la medicina, puede ser mejor comprendido y enseñado al considerar los trabajos pioneros de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon, quienes establecieron los principios fundamentales de la regulación interna del cuerpo y aportaron a la construcción del concepto que hoy en día circula por los diferentes libros y textos académicos.

Aportes de la Historia y la Filosofía de la Ciencia para la enseñanza del contenido

biológico

La biología, como campo de las Ciencias Naturales ha resultado muchas veces ser algo confuso para las y los estudiantes dentro de las aulas de clase, e incluso, llega a ser “cansón” y “sofocante”, siendo así que representa para las y los educandos una carga y obstáculo en sus diferentes niveles de escolaridad, por mostrarse a partir de gran cantidad de conceptos muchas veces abstractos. Sumado a esto, numerosos factores influyen en la enseñanza y el aprendizaje, entre ellos: la falta de interés y curiosidad de los estudiantes por la biología, la tendencia a memorizar los contenidos de los libros de texto, la comprensión deficiente de los textos, y el tiempo limitado dedicado a las actividades prácticas.

Es así que, la terminología y en sí el lenguaje científico se torna como punto de interés para este trabajo, puesto que, no se trata solamente de que las y los estudiantes adquieran y almacenen dentro de su esquema conceptual una lista de palabras y modelos representacionales; la idea es plantear y/o propiciar espacios donde los términos tomen sentido y se permita visibilizar la oportunidad de establecer una relación entre el mundo de la vida y el mundo de las ideas científicas sobre él. Es por esa razón que, desde la Historia y la Filosofía de la Biología se encontró que esta permite a las y los estudiantes “comprender la naturaleza de la ciencia, lo cual conduce a comprenderla como una construcción social falible, provisional y determinada” (Chaves, 2016, p. 372) por más factores como los socioculturales, políticos y económicos; por otro lado, respecto al papel de las y los docentes el conocimiento de la HFB brinda la oportunidad de mejorar las prácticas de enseñanza (Chaves, 2016, p. 371) , teniendo en consideración que no es simplemente saberse como docente los hechos históricos de manera correcta cronológicamente, sino más el saber identificar cuáles son relevantes para su selección, transformación y transposición de los contenidos para ser enseñados, razón por la cual se optó dentro del proceso realizado en práctica dirigir las intervenciones en el aula al trabajo de la “homeostasis” como concepto estructurante.

Para lo anterior, es necesario tener en consideración que parte de los procesos que se vienen adelantando dentro del campo de la Educación en Ciencias sugieren una resignificación de la biología escolar, por lo cual, para mi sistematización fue importante considerar desde la Historia y la Filosofía que la narración histórica y la modelización son fundamentales para enseñar el concepto de homeostasis. La narración histórica permite a los estudiantes entender cómo se desarrolló el concepto y su importancia en la evolución del conocimiento científico; la modelización ayuda a visualizar y comprender los mecanismos de regulación internos (Castro y Valbuena, 2007, p. 139). Además, el uso de analogías facilita la conexión de conceptos abstractos con experiencias cotidianas y los debates fomentan el pensamiento crítico,

permitiendo un aprendizaje más profundo y reflexivo sobre la homeostasis al identificar algunos hitos importantes en la historia que le dieron forma.

La constitución del concepto “homeostasis” y su lugar en el currículo

El concepto de homeostasis ha sido desarrollado a lo largo de la historia por Claude Bernard en 1865 y Walter Cannon en 1929. Bernard, reconocido como el padre de la fisiología, investigó la producción de azúcar en organismos vivos y estableció la noción de secreción interna, demostrando que los organismos mantienen condiciones internas constantes. Sus experimentos revelaron la relación entre el hígado, las sustancias en la orina y el sistema nervioso en la regulación del azúcar en el organismo. Igualmente, identificó el medio interno como un líquido que mantiene la estabilidad del organismo frente a factores internos y externos, como la temperatura y la nutrición celular. Sin embargo, no logró comprender la relación entre los diferentes sistemas del organismo.

Cannon, por otro lado, en 1929, introdujo el término "homeostasis", definiéndolo como un equilibrio dinámico entre la cinética interna y las variaciones del medio externo. Este concepto permitió entender la relación entre la estabilidad del medio interno y los sistemas del cuerpo, destacando que los diferentes sistemas del organismo contribuyen a la regulación para mantener la homeostasis completa. Podría decirse que, Cannon enfatizó en que la homeostasis implica un equilibrio total entre elementos estructurales, funcionales e internos del organismo, lo que sugiere que fragmentar el conocimiento en el currículo escolar puede no ser beneficioso para comprender este concepto complejo.

Continuando con la línea, la homeostasis se define como la autorregulación para mantener la estabilidad del medio interno en interacción con el entorno. Se enfatiza la necesidad de abordar este concepto de manera general y no fragmentada, considerando que un organismo es un sistema compuesto por subsistemas interrelacionados. Sin embargo, el

currículo suele enfocarse en enseñar los sistemas y órganos por separado, lo que dificulta la comprensión de la homeostasis como un proceso integrado. Es crucial que las y los estudiantes comprendan cómo los sistemas del cuerpo se relacionan para realizar funciones específicas, alejándose de una mera descripción anatómica. Para lograr esto, es necesario replantear el currículo y enseñar la homeostasis desde la perspectiva de los diferentes sistemas y aparatos del cuerpo, mostrando cómo están involucrados en mantener la estabilidad interna. Esto ayudará a los estudiantes a entender que la homeostasis no es un proceso aislado, sino que está intrínsecamente relacionado con la complejidad del organismo.

La incorporación de la HFC en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la homeostasis

La educación científica en el ámbito de la biología enfrenta el reto constante de fomentar en las y los estudiantes no solo la adquisición de contenidos, sino una comprensión profunda, crítica y contextualizada de los fenómenos vitales. En este marco, el concepto de homeostasis se presenta como una noción integradora que permite articular múltiples dimensiones del conocimiento biológico desde una mirada sistémica. Para potenciar su enseñanza, aprendizaje y evaluación, la incorporación de la Historia y la Filosofía de la Ciencia (HFC) se plantea como una vía fértil y transformadora. Este marco teórico no solo enriquece la comprensión del concepto, sino que aporta herramientas que permiten resignificar los procesos educativos, al conectar el conocimiento escolar con las dinámicas históricas, filosóficas y sociales de la ciencia. En lo que sigue, se presenta la manera en la cual es posible evidenciar el valor educativo de la HFC en los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis, resaltando su potencial para promover una educación científica más reflexiva, relacional y significativa:

Enfoque sistémico en la enseñanza de la homeostasis.

La enseñanza de la homeostasis en el aula puede beneficiarse significativamente de un enfoque que integre la historia y la filosofía de la ciencia, dentro de un modelo de enseñanza sistémico. Este enfoque permite que las y los estudiantes comprendan la ciencia no solo como un cuerpo de conocimientos fijos, sino como una construcción dinámica que ha evolucionado a lo largo del tiempo. La homeostasis, entendida como la capacidad de los organismos para mantener un equilibrio interno frente a cambios en su entorno, se ajusta de manera natural a este modelo, ya que involucra la interacción de múltiples sistemas fisiológicos. De acuerdo con la Teoría General de los Sistemas de Ludwig Von Bertalanffy mencionado por Arias, Bonan y Gonçalves (2019, p. 7) los organismos vivos deben ser estudiados en su totalidad y no como la simple suma de sus partes, ya que las propiedades emergentes de los sistemas biológicos dependen de la organización y la interacción de sus componentes.

Desde la perspectiva de la enseñanza sistémica, se ha propuesto que la Educación en Ciencias Naturales debe alejarse del reduccionismo y enfocarse en relaciones complejas, considerando tanto la historia de la ciencia como su impacto en la sociedad. La homeostasis puede ser abordada desde esta perspectiva, no solo explicando los mecanismos fisiológicos que la regulan, sino también analizando cómo el concepto ha evolucionado históricamente. En este sentido, el trabajo de Claude Bernard en el siglo XIX marcó un punto crucial en la comprensión de la regulación interna del organismo. Bernard desarrolló la idea del "medio interno" y demostró experimentalmente que los organismos mantienen su estabilidad mediante mecanismos de compensación fisiológica. De acuerdo con Mathews (1994) la inclusión de estos aspectos históricos en la enseñanza de la homeostasis permite que las y los estudiantes comprendan cómo se construyen y transforman las teorías científicas a lo largo del tiempo, reforzando así una visión más crítica del conocimiento (p. 104).

La filosofía de la ciencia también desempeña un papel fundamental en la enseñanza de la homeostasis, al proporcionar herramientas para reflexionar sobre la naturaleza del conocimiento científico y la forma en que se construyen los modelos en biología. Según Matthews (1994), la enseñanza de la ciencia debe abordar cuestiones filosóficas fundamentales, como la forma en que los científicos generan y validan conocimiento, el papel de la experimentación y la importancia de la modelización en biología. Desde esta perspectiva, se asume una base filosófica que articula los aportes de Thomas Kuhn e Ian Hacking.

Continuando con la idea, Kuhn (1971) permite comprender la homeostasis como parte de un cambio de paradigma en fisiología, lo cual transforma la enseñanza en una oportunidad para mostrar el conocimiento como una construcción histórica y dinámica. Hacking (1983, 1999) aporta una mirada práctica y contextualizada de la ciencia, que refuerza el valor educativo de enseñar conceptos como la homeostasis vinculados a las condiciones o modelos sociales, tecnológicos e históricos que los hicieron posibles. En el caso de la homeostasis, estos modelos han sido esenciales para representar la compleja interacción entre los diferentes sistemas fisiológicos. Por ejemplo, la regulación de la temperatura corporal, el equilibrio osmótico y la regulación de la glucosa en sangre han sido descritos mediante modelos que han evolucionado con el desarrollo de nuevas tecnologías y enfoques experimentales.

Desde una perspectiva más amplia, la enseñanza de la homeostasis debe considerar las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. En el mundo actual, donde el cambio climático, la contaminación y las enfermedades metabólicas representan desafíos importantes; por ello, comprender la homeostasis desde un enfoque sistémico permite establecer conexiones con problemas socioambientales. Arias Regalía, Bonan y Gonçalves (2019, p. 12) señalan que la educación científica debe promover una alfabetización científica que capacite a los ciudadanos para tomar decisiones informadas sobre temas como la sostenibilidad ambiental y la salud pública. La homeostasis no solo es un concepto biológico, sino también un principio

que rige el equilibrio de los ecosistemas y del planeta en su conjunto, lo que hace que su enseñanza sea clave para comprender el impacto de la actividad humana en la biosfera.

En este sentido, la enseñanza de la homeostasis dentro de un marco histórico, filosófico y sistémico permite conectar el conocimiento científico con su dimensión cultural y social. Esto responde a la necesidad de formar ciudadanos con una comprensión más profunda de la ciencia y su relevancia en la vida cotidiana. Además, contribuye a superar visiones simplistas de la biología, fomentando una comprensión más integrada de los sistemas vivos y de los procesos que garantizan su estabilidad. De ahí que, Matthews (1994) sostiene que la enseñanza de la ciencia debe ir más allá de la memorización de conceptos y fórmulas, promoviendo la reflexión sobre cómo se genera y aplica el conocimiento en diferentes contextos (p. 137).

Siendo así, incorporar la Historia y la Filosofía de la Ciencia (HFC) en la enseñanza de la homeostasis no solo enriquece la comprensión conceptual, sino que también aporta un profundo valor educativo al permitir que los estudiantes comprendan cómo los saberes científicos emergen, se transforman y se relacionan con contextos históricos y culturales específicos. Esta perspectiva histórica y filosófica posibilita una enseñanza que no se reduce a la exposición lineal de contenidos, sino que promueve la problematización de los conceptos, revelando tensiones, controversias y transformaciones en el tiempo. Así, la homeostasis puede ser presentada como una noción construida colectivamente a través de experimentación, debate e innovación científica, lo cual contribuye a formar sujetos críticos capaces de cuestionar, reinterpretar y contextualizar el conocimiento, favoreciendo una alfabetización científica comprometida con los retos actuales.

Aprendizaje orientado a la integración del conocimiento.

El aprendizaje relacional es un enfoque cognitivo que enfatiza la construcción de relaciones entre conceptos, fenómenos y problemas, permitiendo una comprensión más

profunda de la realidad. Este modelo de aprendizaje se fundamenta en el pensamiento relacional y crítico, los cuales se complementan con la pedagogía dialógica para facilitar un aprendizaje significativo (Morales, 2017, p. 126). En este sentido, la Historia y la Filosofía de la Ciencia (HFC) juegan un papel fundamental al proporcionar herramientas que permiten integrar conocimientos de manera coherente y fomentar el pensamiento relacional. La integración de la HFC en la construcción del conocimiento ha sido destacada como un recurso esencial para la mejora de los procesos de aprendizaje. Matthews (1994) argumenta que el conocimiento científico no puede desvincularse de su historia y filosofía, ya que estos elementos no solo explican el desarrollo de las ideas científicas, sino que también brindan un marco conceptual que permite comprender la ciencia como una disciplina en constante evolución (p. 28). En este sentido, el concepto de homeostasis, ampliamente estudiado en la fisiología y en la biología, puede asimilarse de manera más efectiva si se contextualiza históricamente, mostrando cómo ha sido interpretado y reformulado a lo largo del tiempo.

Desde un enfoque relacional, como menciona Emirbayer (1997, p. 285 citado en Morales, 2017, p. 127), la relacionalidad en la ciencia permite superar concepciones substancialistas que presentan los conceptos científicos como verdades aisladas; además, Hacking (1983) subraya que el aprendizaje debe incluir las prácticas, herramientas y contextos históricos que dan forma a los conceptos científicos (citado en Martínez, 2005, p. 157). Por lo anterior, el aprendizaje de la homeostasis no debería limitarse a la memorización de su definición, sino a su análisis dentro de un entramado de relaciones que incluyan sus implicaciones fisiológicas, históricas y filosóficas. Ahora bien, el pensamiento sistémico también es clave en el aprendizaje de la homeostasis, ya que permite comprender cómo los sistemas biológicos regulan su equilibrio interno a través de interacciones dinámicas y constantes con su entorno. Ante esto, la Teoría General de Sistemas (TGS) de Bertalanffy (1976) sostiene que los sistemas deben entenderse como unidades organizadas (p. 2) que

dependen de sus elementos constituyentes e interacciones. Aplicado al estudio de la homeostasis, esto implica reconocer que el equilibrio interno del organismo no es un estado estático, sino el resultado de procesos adaptativos que responden a variaciones en el medio interno y externo.

La complejidad del aprendizaje de la homeostasis se relaciona con la idea de que los sistemas son más que la suma de sus partes. El reduccionismo limita la comprensión de los fenómenos biológicos, ya que fragmenta su estudio y deja de lado las interacciones fundamentales entre los elementos del sistema. En este sentido, un aprendizaje basado en la integración del conocimiento permite captar la naturaleza holística de la homeostasis, considerando sus interacciones con otros sistemas biológicos y con el ambiente. Asimismo, la homeostasis puede analizarse en términos de estabilidad y cambio dentro de un sistema dinámico. La teoría del umbral, desarrollada en la TGS, establece que los sistemas presentan puntos críticos en los cuales pueden experimentar cambios cualitativos significativos (Bertalanffy, 1976, p. 32). Aplicado a la biología, esto significa que el equilibrio homeostático se mantiene hasta que un umbral es superado, lo que puede llevar a respuestas compensatorias o, en casos extremos, al colapso del sistema.

El pensamiento relacional permite conectar el conocimiento científico con su contexto sociocultural, lo que favorece una comprensión más amplia y crítica de los fenómenos estudiados. El conocimiento no debe considerarse como una acumulación de datos, sino como un sistema de relaciones en constante construcción. Por otro lado, Matthews (1994) señala que la inclusión de la historia y la filosofía en el proceso de construcción del conocimiento no solo mejora la comprensión conceptual, sino que también fortalece la capacidad de evaluar críticamente el conocimiento científico (p. 33). En el caso de la homeostasis, comprender su desarrollo histórico permite cuestionar cómo han cambiado las interpretaciones sobre el equilibrio en los sistemas biológicos.

En conclusión, el aprendizaje del concepto de homeostasis adquiere un valor educativo superior cuando se fundamenta en los aportes de la Historia y la Filosofía de la Ciencia. Esta perspectiva no solo promueve una comprensión más profunda y contextualizada, sino que también estimula el desarrollo de habilidades cognitivas complejas como el pensamiento relacional, la argumentación y la integración de saberes. Al reconocer que los conceptos científicos son construcciones dinámicas y no verdades absolutas, el estudiante deja de ser un receptor pasivo de información para convertirse en un sujeto activo que interpreta, conecta y resignifica los conocimientos. De este modo, la HFC ofrece las bases para un aprendizaje que no solo es significativo, sino transformador, pues contribuye a formar una ciudadanía crítica capaz de comprender y participar en los debates científicos de su tiempo o los retos planteados al interior del aula de clase.

Evaluación basada en la resolución de problemas.

La evaluación en Ciencias Naturales ha evolucionado hacia modelos que integran la resolución de problemas como herramienta para medir el pensamiento crítico y la comprensión conceptual. En este contexto, la Historia y la Filosofía de la Ciencia pueden ofrecer un marco enriquecedor para resignificar la evaluación de conceptos fundamentales, como la homeostasis. Castellanos, Jessup y Oviedo (2000, p. 3) destacan que "la resolución de problemas constituye un punto central de referencia para la evaluación del desarrollo de pensamiento complejo y la apropiación de habilidades y competencias". Esto sugiere que evaluar la homeostasis desde una perspectiva de resolución de problemas no solo implica comprobar el conocimiento del concepto, sino también la capacidad de las y los estudiantes para aplicarlo en contextos biológicos y ambientales reales.

Desde la HFC, Matthews (1994) señala que "las preguntas filosóficas han sido tradicionalmente ignoradas en la evaluación científica, pero son esenciales para comprender la estructura de las disciplinas científicas" (p. 40). En este sentido, evaluar la homeostasis con un

enfoque histórico permite analizar su desarrollo teórico desde Hipócrates hasta Walter Cannon, facilitando la comprensión de su naturaleza dinámica y su relación con la adaptación de los organismos. Por ende, un modelo de evaluación basado en la HFC podría incluir el análisis de dilemas científicos sobre la homeostasis en situaciones ecológicas contemporáneas, como el cambio climático o la contaminación ambiental. Según Castellanos, Jessup y Oviedo (2000) "el problema de evaluar la resolución de problemas en ciencias naturales radica en su complejidad y la necesidad de enfoques integradores" (p. 5). Esto sugiere que una evaluación efectiva de la homeostasis no debe centrarse solo en definiciones fijas, sino en la capacidad de argumentar su importancia en sistemas biológicos cambiantes.

Desde una perspectiva conclusiva, el valor educativo de la HFC en los procesos de evaluación radica en su potencial para resignificar este componente como una práctica formativa, reflexiva y contextualizada. La inclusión de herramientas evaluativas inspiradas en el análisis histórico y filosófico —como el estudio de controversias científicas, la reconstrucción de trayectorias conceptuales o la formulación de preguntas— permite valorar no solo los conocimientos adquiridos, sino la comprensión crítica de los procesos que los originan (Hacking, 1999). Así, evaluar el aprendizaje del concepto de homeostasis desde la HFC posibilita no solo verificar saberes, sino también promover capacidades interpretativas, éticas y argumentativas. En este sentido, la evaluación se transforma en una oportunidad para visibilizar la ciencia como una empresa humana en constante revisión, favoreciendo una formación más integral, crítica y comprometida.

Objetivos de la investigación

Los objetivos que se comparten a continuación se derivan de las posibilidades desde la línea de investigación de Historia y Filosofía de la Ciencia.

Objetivo general

Evidenciar el valor educativo de la Historia y la Filosofía de la Ciencia mediante el análisis de los aportes de Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon, con el fin de sustentar una propuesta que enriquezca la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de homeostasis en el aula.

Objetivos específicos

- ✓ Desarrollar la construcción histórica-filosófica del concepto de homeostasis desde los autores Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon.
- ✓ Identificar estrategias para integrar el conocimiento histórico y filosófico de la ciencia en la enseñanza de la homeostasis.
- ✓ Identificar cómo las ideas previas de las y los estudiantes influyen en su aprendizaje sobre la homeostasis y cómo pueden conectarse con el conocimiento científico mediante algunos insumos obtenidos de la HFC.
- ✓ Explorar formas de evaluar la comprensión de la homeostasis usando la resolución de problemas, integrando lo que saben los estudiantes y los docentes.

Aspectos metodológicos

Hipótesis

Teniendo en cuenta que la pregunta a la cual se buscó dar solución es ¿Cómo pueden los aportes de Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon, analizados desde la historia y la filosofía de la ciencia, evidenciar el valor educativo de esta perspectiva para resignificar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis en el aula? Se planteó la siguiente hipótesis de investigación: el valor educativo de la Historia y la Filosofía de la Ciencia se expresa en su capacidad para ofrecer insumos conceptuales y didácticos, a partir de los aportes de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon, que permiten

resignificar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis en el aula, al favorecer una comprensión sistémica, contextual y crítica del cuerpo humano, superando enfoques tradicionales, fragmentados y memorísticos. Generándose de esta manera una posibilidad de replanteamiento futuro del contenido de homeostasis al interior de las aulas de clase.

Metodología

En consonancia con el propósito general de esta investigación, orientado a proponer el valor educativo de la Historia y la Filosofía de la Ciencia a través de los aportes de figuras clave en la construcción del concepto de homeostasis, el desarrollo del estudio incluyó el diseño y la implementación de una propuesta de intervención en el aula. Por ende, a continuación se presentan los aspectos metodológicos que le dieron lugar.

Tipo de metodología

El enfoque escogido es el cualitativo, entendiendo que este, se centra en la exploración y comprensión profunda de fenómenos complejos dentro de sus contextos específicos (Baptista, Fernández y Hernández, 2014, p. 358). A diferencia del enfoque cuantitativo, que busca medir y analizar variables a través de métodos estadísticos, el enfoque cualitativo se interesa por los significados, experiencias, percepciones, y la construcción de realidades sociales y culturales. Siendo entonces que, para interés de la presente investigación permitió explorar y comprender en profundidad las dimensiones históricas, filosóficas y educativas del concepto de homeostasis, proporcionando una base sólida para evaluar la posible transformación de los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación.

Bajo el enfoque cualitativo se adoptó un diseño de tipo exploratorio y descriptivo, los cuales desde Baptista, Fernández y Hernández (2014) se entiende por los primeros que “se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado,

del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes” (p. 91) y, en cuanto a los segundos, son aquellos que “son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación” (p. 92). En otras palabras, el diseño de tipo exploratorio para el interés de esta investigación permitió indagar en profundidad sobre cómo se ha desarrollado y transformado el concepto de homeostasis a lo largo de la historia y, por otro lado, el diseño de tipo descriptivo posibilitó el detallar cómo se abordan actualmente los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación, para de esa forma delimitar cuáles son las necesidades en cada uno que podrían verse satisfechas mediante la incorporación de la HFC.

Acorde con lo anterior, el método cualitativo escogido fue el estudio de caso, el cual dentro de la metodología cualitativa se relaciona directamente con los enfoques exploratorio y descriptivo, ya que permite una investigación profunda de un fenómeno dentro de su contexto específico. El estudio de caso es una estrategia metodológica dentro de la investigación cualitativa que implica el análisis exhaustivo de una unidad específica, ya sea una persona, grupo, organización o evento, con el objetivo de comprender en profundidad sus características y dinámicas. Según Saavedra (2017), el estudio de caso permite explorar fenómenos complejos en su contexto real (p. 74).

Al implementar un estudio de caso, se puede analizar detalladamente cómo la Historia y la Filosofía de la Ciencia han sido integradas o se pueden integrar en contextos educativos específicos, permitiendo identificar prácticas exitosas, desafíos enfrentados y estrategias efectivas para la enseñanza del concepto de homeostasis desde un enfoque sistémico. Así como también facilita la comprensión de cómo las y los docentes utilizan estos insumos educativos para promover un aprendizaje relacional y sistémico, así como para diseñar evaluaciones basadas en la resolución de problemas. Además, el estudio de caso permite recoger percepciones y experiencias de docentes y estudiantes, proporcionando una visión integral de

la aplicación de una nueva iniciativa en el aula. Esta comprensión profunda es esencial para proponer mejoras y adaptaciones que enriquezcan los procesos educativos.

Verificación de la hipótesis

Con el propósito de alcanzar el objetivo general y comprobar la hipótesis, a continuación, se describe el proceso llevado a cabo para cada uno de los objetivos específicos. En primer lugar, para la construcción histórica-filosófica del concepto de homeostasis, se llevó a cabo una revisión exhaustiva de la literatura existente, con el objetivo de identificar las principales contribuciones de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon en la formación del concepto actual. Se seleccionaron textos clave y se extrajeron fragmentos representativos que permitieron comprender cómo estos autores influyeron en la conceptualización de la homeostasis, con especial atención a las teorías y enfoques de cada uno en su contexto histórico y científico.

Además, se realizó una revisión de fuentes actuales que proporcionan la definición más reciente de homeostasis, con el fin de realizar una comparación con las conceptualizaciones previas. Esto permitió identificar los niveles que hicieron parte del proceso de comprensión de la homeostasis a lo largo del tiempo y entender cómo estos niveles se han integrado y transformado en el conocimiento contemporáneo. Para organizar esta información, se elaboró un escrito cronológico que refleja el proceso de construcción del concepto de homeostasis, destacando las contribuciones clave de los autores seleccionados y cómo sus ideas se han entrelazado a lo largo de la historia científica.

En segundo lugar, partiendo de los niveles de comprensión identificados en la construcción histórica-filosófica del concepto se organizó el contenido a abordar donde se sigue una progresión lógica desde la idea más general (autorregulación) hasta la integración de sistemas, destacando cómo el cuerpo es un sistema complejo con múltiples niveles de

organización que pudiera fundamentarse en una enseñanza con enfoque sistémico. En cuanto al tercer objetivo, se tuvieron en cuenta el proponer ciertas actividades que pueden promover un aprendizaje de tipo relacional al permitir que las y los estudiantes establezcan conexiones entre conceptos, niveles de organización y sistemas fisiológicos. Cada actividad facilita la integración del conocimiento a través de interacciones significativas, analogías y modelos dinámicos.

Por último, para la evaluación basada en la resolución de problemas, se revisaron diversas metodologías evaluativas que promueven el análisis crítico y la aplicación del conocimiento en situaciones nuevas. Se examinaron enfoques como el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el uso de estudios de caso, los cuales permiten que las y los estudiantes apliquen sus conocimientos de homeostasis en contextos prácticos y complejos. El análisis de estos métodos evidenció que, al incorporar la resolución de problemas en la evaluación, se favorece una comprensión más profunda y contextualizada del concepto, lo que permite a las y los estudiantes abordar problemas biológicos de manera reflexiva y analítica. En resumen, la verificación de la hipótesis se apoyó en una revisión documental exhaustiva y en un análisis teórico de la literatura existente sobre la historia y filosofía de la ciencia, así como de los enfoques pedagógicos y evaluativos vinculados al concepto de homeostasis en los diferentes procesos educativos (enseñar, aprender y evaluar) que permitieran evidenciar el valor educativo de la HFC. Esto permitió fundamentar el diseño y la aplicación de una propuesta de intervención en el aula, cuyos resultados serían posteriormente analizados.

Población

La I.E Normal Superior Farallones de Cali se encuentra ubicada en la ciudad de Cali, en el barrio Libertadores y se identifica como un establecimiento formador de maestros el cual brinda los niveles de primera infancia, básica primaria, básica secundaria, media y el Programa de Formación Complementaria que al culminar dicho proceso otorga el título de Normalista

Superior. Cabe señalar que, la I.E cuenta con doble jornada en la sede principal donde en horas de la mañana brinda la atención de noveno a once, mientras que en la tarde de sexto a octavo; sumado a ello, cercanas a la sede se encuentran las escuelas anexas, siendo estas 7 en las cuales se brinda la atención a los diferentes grados que conforman la básica primaria. Ahora bien, las visitas y procesos de observación realizados se llevaron a cabo en los grados séptimo y octavo. Sin embargo, la intervención se hizo sólo en el grado mayor en la jornada de la tarde durante las clases de Ciencias Naturales donde se desarrollan los contenidos relacionados a la química, física y biología.

Continuando con la idea, desde lo observado se pudo identificar cierta particularidad en el desarrollo de los contenidos en física y química y por otro lado los de biología. Respecto a los primeros se percibe un intento constante por parte de la educadora a establecer las relaciones entre los conceptos y algunos hechos de la vida cotidiana como parte de introducción al tema, para posteriormente presentar la fórmula matemática y lograr propiciar a las y los estudiantes un nivel de cierta facilidad frente a la comprensión de lo que dice la expresión; además, también fue posible notar que al resultado numérico se le orienta a las y los estudiantes la construcción de una explicación de tipo cualitativa que le dé sentido como parte de la comprensión de la situación que se les demanda solucionar.

Por otro lado, en cuanto al desarrollo del contenido biológico, tanto en grado séptimo como en octavo se abordan los temas relacionados a los sistemas y aparatos del cuerpo humano haciendo énfasis en que desde los planes de área la meta del grado séptimo se enfoca hacia lograr que las y los educandos les identifiquen desde un punto de vista anatómico, mientras que en el grado octavo la meta va más dirigida hacia la posibilidad de lograr que ellas y ellos logren establecer ciertas relaciones entre ellos para el reconocimiento de las funciones vitales que desempeñan en el organismo humano, para de esa forma trabajar a nivel institucional los espacios que la I.E demanda respecto a la toma de decisiones fundamentada para el cuidado de

la salud. Sin embargo, desde los procesos de observación realizados se pudo denotar que la manera de abordar dichos temas en grado octavo no se alejaba de la abordada en grado séptimo, por ende, se inició el proceso de revisar documentos curriculares de organización del temario de Ciencias Naturales en compañía de la docente acompañante y de esa forma identificar que no había aspectos relacionados con la HFC. Por ello, y aprovechando que las y los estudiantes venían de un grado séptimo donde previamente se abordaron los diferentes sistemas y aparatos del cuerpo humano, se escogió el grado octavo.

Técnicas para la recolección de información

La observación.

De acuerdo con Baptista, Fernández y Hernández (2014), la presente propuesta de investigación tuvo como interés de análisis de manera conjunta dos unidades: prácticas y procesos (p. 396). La relación entre el enfoque metodológico y el propósito de la investigación radica en la necesidad de comprender en profundidad los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis, considerando tanto las prácticas como los procesos involucrados en su desarrollo. De acuerdo con Baptista, Fernández y Hernández (2014), el análisis conjunto de estas unidades permite identificar cómo se configuran y transforman dentro del contexto educativo. Las prácticas, entendidas como actividades continuas y rutinarias dentro del sistema educativo (p. 396), reflejan la manera en que docentes y estudiantes interactúan con el conocimiento sobre homeostasis. A través de la exploración de estas prácticas, es posible reconocer los enfoques pedagógicos predominantes, así como las estrategias utilizadas para facilitar la enseñanza de este concepto dentro del aula desde un enfoque sistémico.

Por otro lado, los procesos educativos comprenden las tareas y acciones que se llevan a cabo de manera sucesiva o simultánea con un propósito determinado (p. 397). En este caso, el interés de la investigación radicó en examinar cómo se desarrollan estos procesos en torno a la

enseñanza de la homeostasis, permitiendo identificar fortalezas y oportunidades de mejora en su abordaje didáctico. Asimismo, este análisis posibilitó evaluar el impacto del aprendizaje relacional y del enfoque sistémico en la construcción del conocimiento científico por parte del estudiantado. En cuanto a la evaluación, el estudio de los procesos educativos permite analizar los métodos utilizados para valorar la comprensión de la homeostasis y su aplicación en contextos diversos. Esto resultó clave para determinar la pertinencia de estrategias basadas en la resolución de problemas y en la integración de la Historia y la Filosofía de la Ciencia, favoreciendo una evaluación que no solo mida conocimientos aislados, sino que promueva una comprensión más profunda y contextualizada del fenómeno.

Partiendo de lo anterior, la técnica utilizada durante el proceso de investigación más importante fue la observación donde el observador fue un participante completo. La observación cualitativa desempeñó un papel fundamental en el propósito principal de esta investigación, ya que permitió explorar y comprender en profundidad los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis. Como se señala en la literatura, la observación investigativa va más allá de la simple percepción visual; implica el uso de todos los sentidos para captar los detalles, sucesos e interacciones que estructuran un entorno educativo determinado (Baptista, Fernández y Hernández (2014), p. 399).

En primer lugar, la observación posibilitó la exploración y descripción de ambientes educativos, identificando las dinámicas sociales y pedagógicas que influyen en la enseñanza de la homeostasis. Al prestar atención a los patrones de vinculación entre docentes y estudiantes, se pudieron analizar las estrategias pedagógicas utilizadas, la manera en que se estructura el conocimiento en el aula y las formas de interacción que favorecen o dificultan un aprendizaje relacional y sistémico, dando así lugar a la identificación del problema de interés.

Asimismo, la observación cualitativa contribuyó a la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo identificar cómo las y los estudiantes construyen significados en torno al concepto de homeostasis y de qué manera las y los docentes podrían articular la Historia y la Filosofía de la Ciencia en sus metodologías. En el ámbito de la evaluación, la observación fue clave para analizar la aplicación de estrategias basadas en la resolución de problemas. Permitió reconocer si las dinámicas evaluativas promueven una comprensión profunda del concepto o si, por el contrario, se centran en la memorización de información, como era la costumbre habitual al interior del aula.

Revisión de documentos curriculares.

Desde la Guía de Fortalecimiento Curricular (2017), el plan de área se define como “la planificación anual de cada una de las áreas definidas en coherencia con el PEI” (p. 21). Por esa razón al momento de revisar el documento proporcionado por la docente acompañante fue posible denotar la manera en la cual se intenta vincular los contenidos del área con los propósitos generales de la I.E los cuales responden o buscan responder a las problemáticas del contexto. De ahí fue posible identificar que la manera en la cual estaba organizado el contenido reflejaba una visión fragmentada del concepto de homeostasis y no había ideas o aspectos que dieran cuenta de la inclusión de la HFC.

La rejilla de observación que fue utilizada y que permitió llegar a dicha conclusión es la siguiente:

Tabla 1 Rejilla de observación del plan de área

Criterio	Descripción	Observaciones
Coherencia con el PEI (Proyecto Educativo Institucional)	El plan de área debe alinearse con los propósitos y valores del PEI de la institución, buscando responder a las necesidades y problemáticas del contexto.	¿El plan de área refleja claramente los objetivos del PEI? ¿Se identifican acciones y estrategias dirigidas a abordar las problemáticas contextuales en la planificación?
Vinculación de contenidos con los propósitos generales	Se debe asegurar que los contenidos del área estén relacionados con los objetivos generales de la institución.	¿Los contenidos abordados en el plan de área están directamente conectados con los fines educativos globales? ¿Se refleja en el contenido el propósito de responder a las necesidades del contexto?
Estructura del contenido	El contenido debe estar organizado de manera clara y coherente, evitando la fragmentación y favoreciendo una visión integral de los conceptos clave.	¿La organización del contenido es lógica y secuencial? ¿El concepto de homeostasis se presenta de forma continua o fragmentada? ¿Existe una conexión fluida entre los temas?

Inclusión de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC)	El plan de área debe integrar aspectos relacionados con la historia y filosofía de la ciencia para enriquecer la comprensión de los contenidos.	¿El plan de área incluye elementos de la historia y filosofía de la ciencia (HFC) que permitan a los estudiantes comprender el contexto histórico y filosófico de los conceptos enseñados?
Desarrollo de conceptos clave (homeostasis)	El concepto de homeostasis debe ser desarrollado de manera clara y profunda, conectando diferentes aspectos del tema de forma integral.	¿El concepto de homeostasis está adecuadamente desarrollado o se presenta de manera superficial o fragmentada? ¿Se abordan las interconexiones entre sistemas y la importancia de este concepto?
Vinculación con el contexto de los estudiantes	El plan debe ser relevante para los estudiantes, mostrando cómo los conceptos se aplican a su vida diaria y al contexto social.	¿El plan de área incluye ejemplos y situaciones relevantes para los estudiantes? ¿Se vincula el concepto de homeostasis con problemas y situaciones del entorno de los estudiantes?
Enfoque pedagógico y metodológico	El plan de área debe detallar las estrategias pedagógicas utilizadas para la enseñanza de los contenidos, incluyendo enfoques que promuevan el aprendizaje activo.	¿El plan especifica las metodologías a utilizar para abordar los contenidos? ¿Se fomenta la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento?
Evaluación de aprendizaje	El plan debe incluir formas de evaluar el aprendizaje que reflejen tanto el conocimiento teórico como la capacidad de aplicar los conceptos en contextos prácticos.	¿El plan de área detalla los métodos de evaluación? ¿Se evalúan tanto la comprensión teórica de la homeostasis como la capacidad de aplicar el concepto en situaciones reales?

Tras haber realizado el proceso de revisión, se pudo llegar a lo siguiente:

Al realizar la revisión del plan de área proporcionado, se observó que aunque se intenta alinear los contenidos con los propósitos generales del Proyecto Educativo Institucional (PEI), la vinculación entre ambos es algo superficial y no se profundiza lo suficiente en cómo los contenidos de biología, especialmente los relacionados con la homeostasis, abordan de manera eficaz las problemáticas del contexto local de los estudiantes. Aunque se hace mención de los objetivos generales de la institución, el plan carece de una reflexión explícita sobre cómo los conocimientos que se están enseñando responden a las necesidades y realidades inmediatas del entorno estudiantil. Este vacío hace que las y los estudiantes puedan ver los conceptos como algo aislado y distante de su vida cotidiana.

El concepto de homeostasis también se presenta de manera fragmentada en el plan de área. A pesar de su importancia central, no se desarrolla de forma coherente ni integral, lo que puede generar dificultades en la comprensión por parte de los estudiantes. En lugar de ser tratado como un concepto que interrelaciona diversos aspectos de los procesos biológicos, se aborda de manera dissociada (aparatos y sistemas del cuerpo humano por separado), lo que impide que las y los educandos logren ver las conexiones y la relevancia del concepto en los distintos sistemas biológicos. Además, uno de los aspectos más relevantes que se detectó en la

revisión es la ausencia de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) dentro del plan de área. Esta omisión es significativa, ya que los procesos educativos de enseñanza, aprendizaje y evaluación no se ven influenciados por el valor educativo de la HFC.

En lugar de incentivar a las y los estudiantes a explorar las raíces históricas y filosóficas de los conceptos biológicos, el plan se limita a presentar la información de manera objetiva, sin invitar a los estudiantes a reflexionar sobre el origen, los debates y las implicancias de los descubrimientos científicos. Esto reduce las posibilidades de que estudiantes desarrollen una comprensión más profunda y crítica de los contenidos, ya que no se les invita a cuestionar, investigar y conectar los conceptos con sus contextos históricos y filosóficos. En conclusión, aunque el plan de área tiene una base sólida, requiere ajustes significativos para mejorar la vinculación de los contenidos con los propósitos del PEI y con el contexto de los estudiantes. La organización fragmentada del concepto de homeostasis y la falta de inclusión de la Historia y Filosofía de la Ciencia limitan las posibilidades de generar un aprendizaje significativo.

Instrumentos de recolección de datos

Diario de campo.

La observación de clases y la revisión del plan de área constituyeron métodos esenciales para la recolección de insumos tanto en la fase de diseño de la propuesta de intervención, la cual incluyó el desarrollo de los objetivos y la construcción del marco teórico como en la etapa de análisis de su impacto. En este proceso, la observación no solo permitió describir las dinámicas del aula, sino que también propicia la reflexión sobre los procesos educativos en función de la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de homeostasis.

El diario de campo, como señala Zabalza (2004, citado en Jarpa y Haas, 2017), es un instrumento clave en este proceso, ya que permite registrar las impresiones del observador sobre lo que ocurre en el aula. A través de este registro, es posible identificar momentos

significativos en la enseñanza del concepto, destacando aquellos que se alinean con el conocimiento previo del observador y aquellos que se apartan de este, lo que ayuda a delimitar áreas de mejora y a estructurar la propuesta de intervención con base en evidencias concretas. Por lo anterior, en la fase inicial, la observación de clases y la revisión del plan de área permitieron analizar cómo se presentaba el concepto de homeostasis en el aula, qué estrategias pedagógicas se empleaban y cómo respondían las y los estudiantes a ellas. Esta información fue fundamental para detectar necesidades y oportunidades de mejora que guiaran el diseño de la intervención.

Grabadora de voz

La grabadora de voz se ha consolidado como una herramienta fundamental en la recolección de información cualitativa dentro de investigaciones en el ámbito educativo, permitiendo registrar de forma fidedigna las interacciones verbales y los comentarios espontáneos de los participantes. Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), el uso de dispositivos de grabación en investigaciones cualitativas garantiza la obtención de datos precisos, lo que facilita una posterior transcripción y análisis riguroso del contenido (p. 6). De igual manera, Flick (2015) destaca que la grabadora permite captar no solo las palabras, sino también el tono, pausas y énfasis del discurso, elementos esenciales para interpretar el significado profundo de las intervenciones orales en contextos educativos (p. 8).

Además, utilizar la grabadora en distintas fases del trabajo de campo —inicio, desarrollo y cierre de una intervención pedagógica— contribuye a una comprensión más amplia de las percepciones, cambios de actitud y niveles de participación de los y las estudiantes. Tal como afirman Guber (2011, p. 2)) y Taylor y Bogdan (1992, p. 5), el registro auditivo facilita la identificación de patrones comunicativos, resistencias, reflexiones y transformaciones en el discurso del estudiantado a lo largo del proceso. Esto permite al investigador captar cómo

evolucionan sus opiniones, expectativas y experiencias, generando insumos valiosos para evaluar el impacto de las estrategias implementadas y reorientar la intervención si es necesario.

Trabajos de las y los estudiantes

Los dibujos y notas elaborados por las y los estudiantes constituyen un recurso altamente significativo para la recolección de información en investigaciones educativas, ya que permiten acceder a formas de pensamiento que no siempre se expresan verbalmente. Según Eisner (2002), el arte y la representación visual deben ser considerados formas legítimas de conocimiento, pues ofrecen a las y los estudiantes la posibilidad de expresar sus ideas, emociones y comprensiones desde otros lenguajes más cercanos a su experiencia (p. 4). En este sentido, los dibujos no solo permiten identificar concepciones previas o representaciones mentales sobre fenómenos naturales o sociales, sino también observar cómo estas representaciones cambian a lo largo del proceso de intervención educativa.

El análisis de las notas y dibujos recolectados al inicio, durante y al final de una actividad o secuencia didáctica permite al investigador identificar progresos, tensiones, persistencias o transformaciones en la comprensión del estudiantado. Para autores como Prats (2010), estas producciones son huellas del proceso de aprendizaje y permiten interpretar cómo los sujetos construyen significados desde su perspectiva (p. 6). Además, los dibujos pueden revelar aspectos emocionales, sociales o culturales que influyen en la manera en que ellas y ellos viven y representan los contenidos escolares.

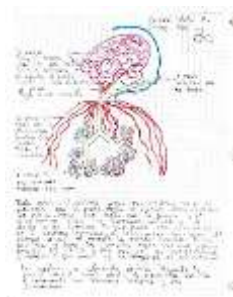


Ilustración 1 Dibujo de las y los estudiantes, cómo actúa la nicotina en el cuerpo

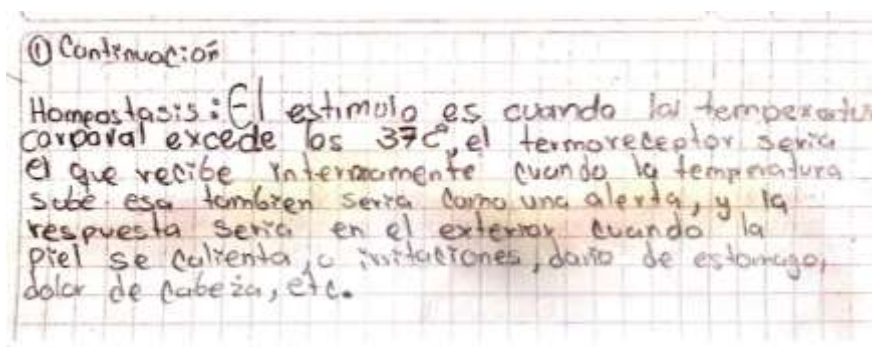


Ilustración 2 Definición de homeostasis desde un ejemplo

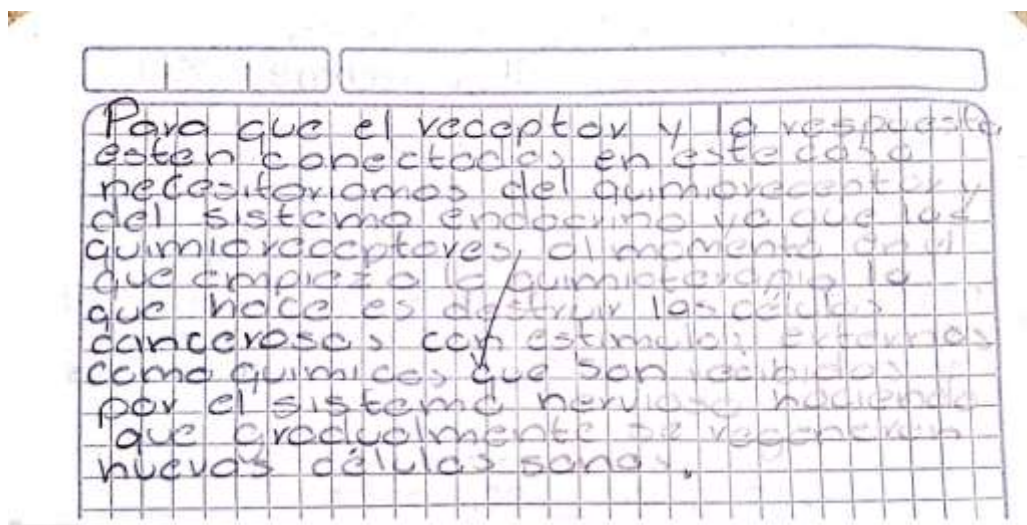


Ilustración 3 Nota de las y los estudiantes, cómo actúan los receptores en el cuerpo

Una vez implementada la propuesta, estos mismos instrumentos permitieron evaluar su impacto, identificando cambios en las dinámicas de enseñanza, aprendizaje y evaluación. La observación de clases posibilitó analizar si los enfoques didácticos propuestos han generado modificaciones en la interacción docente-estudiante, en la comprensión del concepto y en la forma en que se desarrollan los procesos de evaluación.

Resultados

A continuación, en el siguiente capítulo se presentan los resultados obtenidos en cada uno de los objetivos específicos. Cabe señalar que, al final de este capítulo se presenta el producto final construido a partir de lo desarrollado en cada objetivo.

Fase 1: Planificación de la propuesta

Para la planificación de la propuesta fue necesario delimitar los resultados correspondientes a cada uno de los objetivos específicos planteados para la investigación. A continuación, se presenta lo correspondiente a cada uno y al final la propuesta de intervención que fue posible construir a partir de ellos.

Objetivo específico #1: Construcción histórica-filosófica del concepto homeostasis

La homeostasis, es un concepto fundamental en biología y medicina. Este concepto no surgió de manera aislada, sino que es el resultado de una trayectoria de desarrollo histórico y filosófico. La construcción de la idea de homeostasis ha sido influenciada por múltiples disciplinas y pensadores a lo largo de los siglos, comenzando con las teorías de los cuatro humores de Hipócrates y pasando por las contribuciones de Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon en la fisiología moderna; hitos claves que serán abordados partiendo de la definición del concepto con la cual hoy en día se cuenta y denotando la manera en la cual cada uno de los autores previamente mencionados aportaron a su construcción a lo largo del tiempo.

La evolución del concepto de homeostasis refleja no solo los avances en el conocimiento científico, sino también los cambios en la manera de entender el cuerpo humano y su relación con el entorno. Desde las primeras concepciones holísticas de la salud hasta las modernas teorías de regulación biológica, el estudio de la homeostasis ofrece una ventana única a la intersección entre la ciencia y la filosofía. Este apartado se propone explorar esta construcción histórica y filosófica, examinando las ideas clave y los experimentos que han dado forma a nuestro entendimiento actual de la homeostasis. Al hacerlo, se busca no solo trazar una línea cronológica de desarrollo, sino también resaltar las implicaciones históricas y filosóficas que han acompañado a este concepto a lo largo del tiempo.

El concepto de homeostasis hoy en día.

Nuestro cuerpo se encuentra constituido por billones de pequeñas células. Estas células de manera constante se encuentran en funcionamiento y la mayoría del tiempo cumple con sus labores sin cometer errores, siempre y cuando las condiciones internas del cuerpo se puedan mantener óptimas a pesar de los cambios en el mundo exterior desde la homeostasis. Dicho concepto y su traducción literal es “inmutable” (Marieb, 2008, p. 12), sin embargo, la autora Marieb (2008) plantea que no alude a un estado inmóvil del organismo, puesto que, sería tanto como decir que las fluctuaciones del exterior no influyen en él o se mantienen siempre iguales. Por ello, en primer lugar, hay que considerar la idea de “condición interna óptima” que se mencionó en las primeras líneas de este fragmento para especificar que, son aquellas las que deben permanecer inmutables.

Seguido a lo anterior, la expresión “condiciones internas inmutables” no indica que dichas condiciones siempre van a ser las mismas. Esto teniendo en cuenta que, de manera regular el ambiente externo siempre va presentar variaciones y por ello influirá en ellas. Sin embargo, si pensamos un poco en cómo los organismos vivos han evolucionado a lo largo de la historia, podremos notar que gran parte del tiempo, por no decir siempre, se han visto sometidos a cambios drásticos a sus alrededores que les han obligado o llevado a procesos de adaptación. Dichos procesos de adaptación sugirieron y sugieren el mantenimiento de unas condiciones internas inmutables (Marieb, 2008, p. 12) en el sentido de que se permita de la mejor manera el funcionamiento de todas las células del cuerpo pese a los cambios externos.

Entonces, teniendo en consideración lo anterior Audesirk, Audesirk y Byers (2017) señalan que el término de homeostasis indica “la capacidad de un organismo para mantener su ambiente interno dentro de los estrechos límites que permiten el funcionamiento celular óptimo” (p. 605), dicha definición al enunciar “estrechos límites” hace parte de lo que en fragmentos anteriores se enunció como “condición interna inmutable”, haciendo referencia a

que las células son capaces de cumplir con sus funciones de manera óptima siempre y cuando dicho rango no varíe demasiado y/o se mantenga inmutable. En concordancia con lo anterior, otros autores, como Marieb (2008) define la homeostasis como “un estado de equilibrio dinámico o un equilibrio en el cual las condiciones internas cambian y varían, pero siempre entre límites relativamente estrechos” (p. 12), nótese que al referirse a un estado dinámico se alude a que las condiciones internas varían y las células siguen funcionando de manera habitual generando así el equilibrio del organismo desde el cumplimiento de las funciones de cada uno de los aparatos y sistemas del cuerpo.

Pero, ¿cómo hace un organismo para percibir las condiciones internas de su cuerpo y las ajusta de ser necesario? Por ejemplo, ¿Cómo logra un organismo nivelar su temperatura una vez esta se eleva y altera las condiciones internas óptimas? Para este caso, Marieb (2008) define como mecanismos de control homeostáticos (p. 12), aquellos que se encargan de mantener en equilibrio dinámico las condiciones internas óptimas para el funcionamiento de las células, en otras palabras, para mantener la homeostasis. Estos mecanismos se basan en sistemas de realimentación, los cuales pueden ser positivos o negativos. De acuerdo con Audesirk, Audesirk y Byers (2017) ambos tipos de realimentación son esenciales, pero funcionan de maneras opuestas para regular los procesos biológicos.

La realimentación positiva amplifica una respuesta inicial, llevándola a un extremo antes de detenerse. Este tipo de realimentación no es común en la regulación homeostática debido a su potencial de generar inestabilidad (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017, p. 608). Un ejemplo clásico de realimentación positiva es la coagulación sanguínea. Cuando se produce una herida, las plaquetas en la sangre se activan y liberan sustancias químicas que atraen más plaquetas al sitio de la lesión. Este proceso continúa amplificándose hasta que se forma un coágulo completo que detiene la hemorragia. Otro ejemplo es el proceso de parto (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017, p. 608), donde la liberación de oxitocina provoca contracciones

uterinas, que a su vez estimulan la producción de más oxitocina, intensificando las contracciones hasta el nacimiento del bebé.

En contraste, la realimentación negativa busca mantener la estabilidad regulando las variaciones y devolviendo el sistema a su punto de equilibrio (Audesirk, Audesirk y Byers, 2017, p. 606). Un ejemplo claro es la regulación de la temperatura corporal. Cuando el cuerpo se calienta, los receptores de temperatura en la piel y el cerebro (sensores) detectan este cambio y envían señales al hipotálamo (centro de control). El hipotálamo, actuando como el centro de control, procesa esta información y desencadena respuestas a través de los efectores, como la dilatación de los vasos sanguíneos y la producción de sudor. Estas respuestas permiten la disipación del calor y el enfriamiento del cuerpo, devolviendo la temperatura a su nivel normal.

Como puede apreciarse en lo descrito, el proceso involucra tres componentes esenciales: sensores, centro de control y efectores. Los sensores son receptores especializados que detectan cambios en una variable específica, como la temperatura, los niveles de glucosa, o la presión arterial. El centro de control, que puede ser una región del cerebro como el hipotálamo, recibe y evalúa la información de los sensores, comparándola con el punto de ajuste, que es el valor óptimo o rango deseado para esa variable. Si se detecta una desviación, el centro de control envía señales a los efectores, que son estructuras como músculos o glándulas que ejecutan la respuesta necesaria para contrarrestar el cambio y restaurar el equilibrio.

Por último, La diferencia fundamental entre la realimentación positiva y la negativa radica en su función dentro del organismo. La realimentación positiva amplifica un proceso hasta un evento culminante, lo que puede ser útil en situaciones específicas como la coagulación o el parto, pero podría ser desestabilizadora si no se controla adecuadamente. Por otro lado, la realimentación negativa es crucial para el mantenimiento de la homeostasis, ya

que su objetivo es minimizar las desviaciones del punto de ajuste y mantener la estabilidad interna, permitiendo que el organismo funcione eficientemente y responda adecuadamente a los cambios del entorno.

En los fragmentos anteriores se procuró definir cómo hoy en día en algunos libros de biología se comprende la homeostasis y sus puntos más importantes. En los siguientes párrafos se presentan los aportes que le dieron forma como concepto a lo largo de la historia por autores como Hipócrates y su teoría de los cuatro humores, Claude Bernard y su propuesta de “medio interno” y/o “secreción interna”, Carl Ludwig cuyo trabajo estuvo orientado hacia la identificación de los mecanismos que mantienen las funciones vitales y, por último, Walter Cannon, reconocido por ser la primer persona en acuñar el término de homeostasis a partir de sus ideas relacionadas con “lucha y huida” desde lo que genera el estrés en los organismos. Lo anterior a partir de un análisis de tipo histórico-filosófico.

Hipócrates y la idea de autorregulación.

Laín Entralgo, Pedro. (1970). La medicina Hipocrática.

No fue sino hasta antes del siglo V a.C. cuando grandes pensadores de las civilizaciones antiguas como, por ejemplo, la griega y la egipcia, establecieron explicaciones de tipo mitológico y divino acerca de la enfermedad y la curación. Sin embargo, fue hasta los últimos decenios del mismo siglo que el surgimiento de la Medicina Racional de la mano de Hipócrates sentó las bases de un futuro conocimiento científico (López, 1986, p. 158), el cual dejaba de lado consideraciones supersticiosas y otorgaba un significado más humano (Fortanet, 2021, p. 1) a la consideración de lo que era una enfermedad y cómo debía tratarse. Aun cuando de entrada se ha mencionado que será Hipócrates el centro de este apartado, es necesario realizar una revisión breve de cuál fue el suelo cimientado de su teoría.

Fue en 1988 cuando se consolidó como patrimonio de la humanidad el Templo de Epidauro, aquel en el cual se llevaban a cabo prácticas sanatorias desde la superstición y la magia en nombre del griego Asclepio, a quien presuntamente se le reconoce como el dios de la medicina y la curación. En dicho sitio del paciente enfermo se presumía su estado era producto de un castigo divino, fuese por un error propio o de sus padres antepasados (López, 1986, p. 158). Ante ello, la tasa sacerdotal que atendía el espacio bajo el ideal de Asclepio ejecutaba el rito del sueño sanador donde el paciente mientras dormía soñaba con el dios Asclepio y la propia curación. Y, así como ese grupo de sacerdotes realizaba la práctica, había muchas personas en las ciudades cercanas al templo que se formaban como médicos bajo las ideas de Asclepio o de escuelas cercanas, como, por ejemplo, Hipócrates.

De Hipócrates son muy pocos los datos precisos que se tienen de él. Se sabe que nació en la Isla de Cos en Grecia en el año siglo V en el año 460 a.C y que actualmente existe un compendio de escritos atribuidos a su autoría denominado como Corpus Hippocraticum. Dentro de dichos documentos se denotan algunos puntos importantes que fueron desarrollados por Hipócrates bajo la influencia del creciente pensamiento racional cerca de Jonia desde la primera mitad del siglo V que buscaron de alguna manera cuestionar la autoridad epistemológica de lo sagrado. Dichos aspectos importantes son las ideas alrededor del cosmos, la naturaleza, la noción de causa y el arte; estos de alguna manera le dan forma a ciertos pasajes dentro de los documentos que dan cuenta de cómo es el trabajo del médico desde el elevado sentido de observación y meticulosidad (López, 1986, p. 164) basada en el razonamiento, aspecto que le diferenciaba de otras prácticas ejercidas, como, por ejemplo, de la denominada rito del sueño sanador del Templo de Epidauro.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario desarrollar los puntos que le dan forma a los pasajes. Siendo así, en cuanto al cosmos, esta idea se ha consolidado como la relación que se establece entre el hombre y su medio ambiente. Por ello, López (1986) enuncia que

Hipócrates señala que aquel que se precisara de ser médico, al momento de abordar a una persona consideraba su constitución y por ende las peculiaridades del sitio que habitaba para de esa forma tomar las medidas terapéuticas más apropiadas (p. 165). Acorde con esto, podríamos hacer mención del segundo aspecto, la naturaleza, la cual centrada en el cuerpo humano se refiere a su constitución de tipo armónica, ordenada y regular (López, 1986, p. 165). Ante esto y en relación con que el humano comparte una relación con el medio, su constitución puede verse alterada y ante ello, es el médico como un asistente que trabaja en armonía con la naturaleza para restaurar y mantener el equilibrio de su cuerpo.

De la mano de lo planteado por Demócrito, Hipócrates retoma dentro de sus documentos la noción de causa, la cual debiera atribuirse a todo fenómeno visible. Por ello, los tratados hipocráticos rechazan las explicaciones sobrenaturales de las enfermedades y se centran en causas naturales y pueden ser comprendidas a través de la observación y el razonamiento. Por último, En los tratados hipocráticos, el concepto de arte o techné es central para la práctica de la medicina. La techné se refiere a una habilidad o conjunto de habilidades que se basan en conocimientos sistemáticos y principios racionales. En el contexto de la medicina hipocrática, la techné implica una combinación de conocimiento teórico, observación cuidadosa y práctica empírica, todo orientado a la promoción de la salud y el tratamiento de enfermedades desde el reconocimiento del cuerpo humano y sus funciones.

Hasta el momento, se ha procurado por desarrollar las ideas más generales que Hipócrates aborda dentro de los escritos reconocidos como propios. Resulta importante mencionar que parte de su trabajo estuvo motivado por la necesidad de otorgar una explicación no supersticiosa a la alteración de la naturaleza armónica, ordenada y regular del cuerpo humano. Por ello, para interés del presente trabajo de investigación y en pro de identificar el aporte realizado por Hipócrates desde su trabajo a la construcción del concepto de homeostasis,

se retoma su teoría de los cuatro humores y se entiende mejor dentro del marco más amplio de las ideas de cosmos, naturaleza, noción de causa y techné o arte.

Esta teoría sostiene que la salud y la enfermedad del cuerpo humano están determinadas por el equilibrio y el desequilibrio (mezclados) de cuatro fluidos corporales o humores: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra (López, 1986, p. 168). Los cuatro humores corresponden a los cuatro elementos básicos del cosmos (tierra, agua, aire, fuego) y a sus cualidades (calor, frío, humedad, sequedad) y cada uno de ellos tiene una cualidad dominante:

- ✓ **Sangre:** Asociada con el corazón y vinculada a las cualidades de calor y humedad. Se pensaba que la sangre promovía una personalidad alegre y optimista (sanguínea).
- ✓ **Flema:** Asociada con el cerebro y vinculada a las cualidades de frío y humedad. La flema se consideraba responsable de una personalidad calmada y apática (flemática).
- ✓ **Bilis Amarilla:** Asociada con el hígado y vinculada a las cualidades de calor y sequedad. La bilis amarilla se creía que causaba una personalidad irritable y colérica (colérica).
- ✓ **Bilis Negra:** Asociada con el bazo y vinculada a las cualidades de frío y sequedad. La bilis negra se pensaba que llevaba a una personalidad melancólica y depresiva (melancólica).

Ahora bien, si hablamos del cómo las ideas de cosmos, naturaleza, noción de causa y techné o arte se involucran dentro de la teoría, será posible denotar una visión de la salud y la enfermedad más racional y menos supersticiosa y mágica, como era la pretensión de Hipócrates. Siendo así, la salud se concibe como un equilibrio dinámico de humores que refleja el orden y la armonía del cosmos. La naturaleza del cuerpo humano busca mantener este equilibrio, y las enfermedades son vistas como desequilibrios que tienen causas naturales identificables. La práctica médica (techné) se centra en restaurar este equilibrio a través de diagnósticos precisos, tratamientos adecuados y recomendaciones de estilo de vida, basados en

un profundo conocimiento de la interacción entre el cuerpo humano y su entorno natural y cósmico.

Lo anterior presupone de acuerdo con Fortanet (2021) a la “retirada de los dioses” propuesta por Hipócrates como el abandono a la cosmovisión médico-religiosa, a partir de lo cual se propone desligar la enfermedad del ser (p. 11). Y, sobre todo considerar que, el cuerpo humano debía ser considerado como un microcosmos y por ello se establece la idea de los 4 humores en su interior en equilibrio, así como al hablar del macrocosmos se enuncian los 4 elementos. Por ello, al hablar de una enfermedad a la luz de los tratados hipocráticos se hace referencia a un desequilibrio (como la causa) en dichos humores que generan un desorden de la naturaleza corporal. Así, la explicación de la causa ya no va de la mano de algún castigo divino por parte de los dioses; así como tampoco el pronóstico o la cura de la enfermedad que inician con un diagnóstica de la mano de la *techné* propia del médico racional.

Así, es cómo se dio el cambio de paradigma respecto a qué se consideraba enfermedad y cómo tratarla, desde lo cual ha sido posible evidenciar que con las ideas de Hipócrates, reconocido hoy en día como el padre de la medicina, se procuró en sí por denotar cómo la naturaleza corporal al ser alterada por un desequilibrio de los 4 humores en su interior respondía a la necesidad de superarse sea con medicamentos o, con un cambio en el modo de vida de la persona tanto a nivel social como individual (Fortanet, 2021, p. 12). Sin embargo, Hipócrates planteó al mismo tiempo la imperiosa necesidad del cuerpo humano por la autorregulación, como idea temprana de mantener el equilibrio y ser un microcosmos estable. Por ello, era relevante en este punto reconocer que, la práctica médica hipocrática como *techné* implicaba no solo intervenir en el cuerpo, sino también apoyar y facilitar sus procesos naturales de autorregulación, concepto que anticipó la idea del concepto de homeostasis y que, aun hace parte del mismo.

Los tratados hipocráticos y su aporte al concepto de homeostasis

Poco a poco se desglosará en este espacio cómo la autorregulación de manera precisa se relaciona con las ideas de cosmos, naturaleza, noción de causa y techné para poder finalizar con la influencia del aporte de Hipócrates en la construcción del concepto de homeostasis.

Siendo así, para Hipócrates, el cuerpo humano era un microcosmos que reflejaba el macrocosmos del universo. Esto significa que las mismas leyes naturales que gobiernan el universo también gobiernan el cuerpo humano. Por ende, la idea de que el cuerpo puede autorregularse se deriva de esta visión, ya que al igual que el cosmos tiende hacia el orden y el equilibrio, también lo hace el cuerpo humano, el cual puede ver alterada dicha naturaleza corporal influenciada por los cambios externos a él. Al mismo tiempo, este pensador adoptó una perspectiva racional y empírica para entender las causas de las enfermedades, alejándose de explicaciones sobrenaturales. Consideraba que las enfermedades tenían causas naturales que podían ser observadas y entendidas y, por esto, la autorregulación del cuerpo implicaba identificar y corregir las causas del desequilibrio de los humores, permitiendo que el cuerpo recuperara su estado de equilibrio.

Por último, la techné, o el arte de la medicina, según Hipócrates, se basa en el conocimiento y la habilidad para observar y entender las causas naturales de las enfermedades y aplicar tratamientos adecuados para restaurar el equilibrio. El médico hipocrático debía tener un profundo conocimiento de los procesos naturales del cuerpo y cómo influir en ellos para fomentar la autorregulación; siendo así, la práctica médica no era solo un conjunto de técnicas, sino una aplicación racional y científica del conocimiento natural para promover la salud.

Ahora bien, Marieb (2008) y Audesirk, Audesirk y Byers (2017) han señalado que hoy en día el concepto de homeostasis alude a “un estado de equilibrio dinámico o un equilibrio en el cual las condiciones internas cambian y varían, pero siempre entre límites relativamente

estrechos” (p. 12) y “la capacidad de un organismo para mantener su ambiente interno dentro de los estrechos límites que permiten el funcionamiento celular óptimo” (p. 605) respectivamente. Teniendo en consideración estos fragmentos y el recorrido realizado por los planteamientos de Hipócrates en su momento histórico, se logra identificar que sus aportes desde el planteamiento de la autorregulación a la construcción del concepto de homeostasis van dirigidos desde los siguientes puntos:

✓ **Equilibrio Dinámico:**

1. Hipócrates: La teoría de los cuatro humores de Hipócrates enfatiza que la salud es el resultado de un equilibrio entre los diferentes humores del cuerpo. Este equilibrio no es estático; los humores pueden variar en cantidad y calidad, pero deben mantenerse dentro de ciertos límites para que el cuerpo funcione adecuadamente, esto posible desde la autorregulación del mismo organismo.
2. Marieb (2008) y Audesirk, Audesirk y Byers (2017): La homeostasis se describe como un estado de equilibrio dinámico, donde las condiciones internas cambian y varían, pero siempre dentro de límites estrechos. Esta idea de variabilidad controlada (autorregulación) se deriva del concepto hipocrático de un equilibrio interno flexible y ajustable.

✓ **Ambiente Interno y Funcionamiento Celular Óptimo:**

1. Hipócrates: Al considerar el cuerpo humano como un microcosmos que refleja el macrocosmos, Hipócrates implicaba que las leyes naturales que regulan el universo también se aplican al cuerpo humano. Así, el equilibrio interno es esencial para el funcionamiento óptimo del organismo.
2. Audesirk, Audesirk y Byers (2017): Describen la homeostasis como la capacidad de un organismo para mantener su ambiente interno dentro de límites estrechos, permitiendo así el funcionamiento celular óptimo. Esta capacidad para mantener un ambiente

interno estable, a pesar de los cambios externos, está en línea con la idea hipocrática de que el cuerpo regula sus humores para mantener la salud.

Claude Bernard y la idea de medio interno.

La fisiología moderna y la medicina experimental deben a Claude Bernard (1813-1878) una transformación filosófica profunda. Su obra no solo sentó las bases de la fisiología experimental, sino que también estableció un modelo metodológico para la investigación en biología y medicina. Bernard defendió la necesidad de estudiar los procesos fisiológicos mediante la experimentación rigurosa y la observación controlada, alejándose del empirismo y las tradiciones especulativas que habían dominado la medicina hasta el siglo XIX.

En su obra *Introducción al estudio de la medicina experimental* (1865), Bernard enfatiza que la medicina ha transitado por siglos de empirismo, basándose en observaciones clínicas sin un método sistemático de validación. Según Bernard, la medicina debía evolucionar hacia una ciencia experimental, donde la fisiología, la patología y la terapéutica se interrelacionaran a partir de la experimentación rigurosa (Bernard, 1865, p. 2). Esto marcó un cambio de paradigma en la investigación médica, alineándola con los principios de las ciencias físico-químicas y promoviendo una aproximación basada en el método experimental.

Desde una perspectiva filosófica, la obra de Bernard representa un punto de inflexión en la historia de la ciencia, al demostrar que los fenómenos biológicos pueden analizarse con la misma rigurosidad metodológica que los fenómenos físicos y químicos. Su enfoque permitió superar el dualismo entre el vitalismo y el mecanicismo, proponiendo una visión integradora en la que la regulación fisiológica es un proceso que puede investigarse experimentalmente. Como señala Bernard, *"el método experimental no es otra cosa que un razonamiento con cuya ayuda sometemos metódicamente nuestras ideas a la experiencia de los hechos"* (Bernard, 1865, p. 3). Como producto de lo anterior, el concepto de *milieu intérieur* o medio interno,

introducido por Bernard, fue una de sus contribuciones más importantes y sentó las bases para el desarrollo posterior del concepto de homeostasis. Bernard argumentó que la estabilidad del medio interno es un requisito fundamental para la vida y que los organismos poseen mecanismos de regulación que les permiten mantener sus funciones vitales a pesar de los cambios en el entorno externo (Bernard, 1865, p. 4).

El estado de la fisiología antes de Bernard

Antes de los aportes de Claude Bernard, la fisiología se encontraba fragmentada entre dos grandes corrientes filosóficas opuestas: el mecanicismo y el vitalismo. Estas corrientes definían el modo en que se comprendían los procesos biológicos y su relación con las leyes naturales.

El mecanicismo, heredero del pensamiento cartesiano y newtoniano, consideraba que los organismos vivos podían explicarse exclusivamente en términos de leyes físico-químicas, sin necesidad de recurrir a principios especiales de la vida. Para los mecanicistas, los seres vivos eran sistemas complejos cuyos movimientos y funciones podían analizarse del mismo modo que las máquinas. Esta visión se vio reforzada, de acuerdo con el texto de Zalaquett (2016) por los avances en anatomía y fisiología realizados por William Harvey, quien en el siglo XVII describió la circulación de la sangre en términos de un sistema de bombeo gobernado por el corazón (p.191).

Por otro lado, el vitalismo defendía la existencia de una fuerza vital irreductible a los principios físico-químicos (Junior y Puttini, 2009, p. 453). Según esta perspectiva, los procesos biológicos no podían ser completamente explicados mediante leyes mecánicas, ya que la vida poseía propiedades intrínsecas y autónomas. Esta visión, que tuvo su mayor auge en los siglos XVIII y XIX, fue defendida por figuras como Xavier Bichat, quien distinguió entre vida orgánica (involuntaria) y vida animal (voluntaria), y argumentó que la muerte de los tejidos

obedecía a principios vitales independientes de las leyes de la física y la química. Ambas corrientes presentaban limitaciones epistemológicas. El mecanicismo reducía la complejidad de los sistemas biológicos a simples interacciones físicas, ignorando los aspectos autorreguladores de la vida. El vitalismo, en cambio, carecía de un método experimental riguroso y se basaba en especulaciones filosóficas sobre la existencia de una fuerza vital no demostrable. Como señala Junior y Puttini (2009) en su texto, la oposición entre estas dos visiones generó un estancamiento en la comprensión de lo normal y lo patológico en los organismos vivos, al no considerar la capacidad de autorregulación de los sistemas biológicos (p. 458).

¿Qué relación se encuentra con la primera idea de autorregulación del cuerpo planteada por Hipócrates?

Hipócrates, con su teoría de los cuatro humores, propuso que la salud dependía del balance de estos fluidos y que el organismo tenía una capacidad inherente para restaurar dicho equilibrio. Esta idea primitiva de autorregulación es, en esencia, un antecedente de la homeostasis moderna. La crítica al mecanicismo y al vitalismo en los fragmentos anteriores es relevante porque ambas posturas presentaban limitaciones para explicar este fenómeno. El mecanicismo, al reducir los organismos a meras interacciones físicas y químicas, no consideraba la dinámica autorreguladora del cuerpo. Por otro lado, el vitalismo apelaba a una "fuerza vital" indetectable y sin base experimental, lo que dificultaba una comprensión científica de la autorregulación biológica. La oposición entre estas visiones llevó a un estancamiento en la comprensión de lo normal y lo patológico, ya que ninguna de ellas abordaba adecuadamente la capacidad de los organismos para mantener su estabilidad interna.

El método experimental de Claude Bernard

Bernard defendió que la medicina debía basarse en la fisiología experimental, distanciándose de la medicina tradicional basada en la simple observación clínica. En su obra *Introducción al estudio de la medicina experimental* (1865), estableció los principios de su método: la observación de los hechos, la formulación de hipótesis y la verificación experimental. Según Mejía-Rivera (2021), Bernard concebía la investigación como un proceso dinámico en el que el investigador debía estar atento a los fenómenos inesperados que surgieran en sus experimentos, un enfoque que hoy se reconoce como serendipia científica (p. 104).

Uno de sus experimentos más reveladores fue el estudio del metabolismo de los hidratos de carbono en el organismo animal. Bernard demostró que el hígado tenía la capacidad de producir glucosa a partir del glucógeno, un hallazgo que contradecía la creencia de que los animales obtenían azúcares exclusivamente de la dieta. Como señaló Ardila (2015), en 1853 Bernard publicó su tesis *Recherches sur une nouvelle fonction du foie*, donde estableció que la glucogénesis era una función hepática propia de los animales, cambiando así la visión sobre la nutrición y el metabolismo (p. 52).

Otro descubrimiento clave de Bernard fue la función vasomotora del sistema nervioso simpático. En 1852, diseñó un experimento en el que seccionó el nervio simpático cervical de un conejo, esperando observar enfriamiento y vasoconstricción en la oreja del animal. Sin embargo, ocurrió lo contrario: la oreja se puso caliente y presentó vasodilatación. Este resultado inesperado lo llevó, años después, a desarrollar la teoría de la regulación vasomotora y a demostrar el control nervioso sobre los vasos sanguíneos (Mejía-Rivera, 2021, p. 107)

¿Cómo responde el cuerpo a las fluctuaciones externas?

Bernard observó que las células no están en contacto directo con el entorno externo, sino que dependen de un líquido que las rodea, compuesto principalmente por la sangre y la linfa. Este líquido proporciona los nutrientes y el oxígeno necesarios para la vida celular, al

mismo tiempo que elimina los desechos metabólicos. A partir de estas observaciones, formuló la idea de que este medio interno es esencial para la vida, ya que protege a las células de las fluctuaciones del ambiente externo y les permite funcionar correctamente.

Otro aspecto clave de sus investigaciones fue el estudio de la regulación de la temperatura y la circulación sanguínea. Bernard encontró que los vasos sanguíneos pueden dilatarse o contraerse en respuesta a cambios en la temperatura del entorno, lo que ayuda a mantener una temperatura corporal estable. Esta capacidad del organismo para autorregularse reforzó su idea de que la estabilidad del medio interno es fundamental para la supervivencia. Bernard sintetizó sus hallazgos en una de sus frases más célebres: "La estabilidad del medio interno es la condición para la vida libre e independiente." Con esta afirmación, estableció el principio de que los organismos vivos deben mantener un equilibrio interno para sobrevivir, independientemente de los cambios externos.

La influencia de Bernard en la filosofía de la ciencia

De acuerdo con Mejía-Rivera (2021) Bernard adoptó un enfoque experimental similar al positivismo de Auguste Comte, al enfatizar la necesidad de la observación y la experimentación en la ciencia (p. 112). Sin embargo, se diferenció de Comte en que no rechazó la formulación de hipótesis como parte del proceso de descubrimiento científico. Para Bernard, la experimentación debía estar guiada por ideas previas, lo que lo acerca más al falsacionismo propuesto posteriormente por Karl Popper.

Ahora bien, si bien Bernard promovió la idea de que los procesos biológicos podían ser explicados mediante leyes físico-químicas, no adoptó un mecanicismo reduccionista extremo. Reconoció la complejidad de los sistemas vivos y la necesidad de estudiarlos de manera integral, anticipándose a enfoques modernos como la biología de sistemas y la cibernética aplicada a la biología (Ardila, 2015, p. 58).

¿Cómo se dio continuidad a la idea propuesta por Hipócrates?

La idea del medio interno de Claude Bernard dio continuidad a la noción de autorregulación propuesta por Hipócrates al profundizar en los mecanismos fisiológicos que permiten a los organismos mantener su equilibrio interno. Hipócrates, en su teoría de los cuatro humores, sostenía que la salud dependía del equilibrio entre la sangre, la bilis negra, la bilis amarilla y la flema. Según él, el cuerpo tenía la capacidad de regularse a sí mismo para restablecer este equilibrio cuando se alteraba, un concepto que anticipa la idea moderna de homeostasis. Claude Bernard, basándose en experimentos científicos, refinó esta idea al demostrar que el cuerpo no solo busca el equilibrio, sino que lo hace a través de mecanismos fisiológicos específicos que regulan el medio interno. Sus hallazgos representan una evolución de la idea hipocrática, ya que, en lugar de depender de una armonía abstracta de humores, Bernard explica la autorregulación en términos de procesos biológicos medibles.

Otro punto de continuidad es la relación entre la circulación sanguínea y la regulación del cuerpo. Hipócrates y los médicos de su escuela ya consideraban la sangre como un elemento clave en el mantenimiento de la salud. Bernard, con sus estudios sobre la composición de la sangre y su papel en la distribución de nutrientes y eliminación de desechos, confirmó que la estabilidad del medio interno es esencial para la vida. Así, mientras Hipócrates hablaba de la salud como un equilibrio dinámico entre los humores, Bernard proporcionó evidencia científica de que este equilibrio es mantenido activamente por el organismo a través de procesos fisiológicos. Se podría decir entonces que, la concepción de Bernard no contradice la visión hipocrática, sino que la perfecciona y la transforma en una teoría científica basada en observaciones experimentales.

Los mecanismos de regulación fisiológica descritos por Carl Ludwig.

El siglo XIX fue testigo de un cambio paradigmático en la fisiología, donde la disciplina pasó de ser una extensión de la anatomía descriptiva a una ciencia experimental basada en principios físico-químicos. Antes de Ludwig de acuerdo con la traducción de su texto hecha por Joyce y Morton (s.f.) la fisiología estaba dominada por una visión vitalista, donde los procesos biológicos eran explicados mediante fuerzas especiales irreductibles a las leyes de la física y la química (p. 76). Carl Ludwig (1816-1895) desempeñó un papel clave en la transformación de la fisiología en una disciplina científica cuantitativa y mecanicista. Su enfoque experimental y su énfasis en la medición objetiva lo colocaron en oposición a la visión vitalista tradicional. Ludwig, junto con Claude Bernard en Francia y Emil Du Bois-Reymond en Alemania, formó parte de un movimiento que buscaba explicar los procesos fisiológicos en términos de principios físico-químicos (Ludwig, 1858 traducido por Joyce y Morton, s.f., p. 79) eliminando cualquier noción de fuerzas vitales inmedibles.

Uno de los aspectos fundamentales del pensamiento de Ludwig fue su rechazo a explicaciones basadas en principios abstractos o entidades metafísicas. Según Burdon-Sanderson, su obra "dio el golpe de gracia al vitalismo en el sentido antiguo de la palabra". Esta nueva orientación metodológica tenía profundas implicaciones filosóficas, ya que implicaba que la vida no era más que una serie de procesos físico-químicos, en contraste con la visión aristotélica y vitalista que dominaba la fisiología hasta mediados del siglo XIX, como fue señalado igualmente en el apartado correspondiente a Bernard.

El siglo XIX fue también un período de intensa industrialización y desarrollo tecnológico, lo que influyó en la manera en que los fisiólogos abordaron el estudio de la vida. Ludwig aprovechó las innovaciones en la medición y la instrumentación científica para desarrollar herramientas como el quimógrafo, un dispositivo que permitió registrar de manera precisa las variaciones en la presión sanguínea y otras funciones fisiológicas (Beneke,

González y Valentinuzzi, 2012, p. 2). Además, el contexto social e intelectual de la época estuvo marcado por el positivismo, un enfoque filosófico que enfatizaba la observación empírica y el uso del método científico para explicar la realidad. Ludwig adoptó plenamente esta perspectiva, buscando establecer principios universales y cuantificables para los fenómenos fisiológicos.

Carl Ludwig y la fisiología experimental

La contribución de Ludwig a la fisiología experimental fue multifacética, abarcando desde la invención de nuevas tecnologías hasta la formulación de teorías sobre la regulación de los procesos fisiológicos.

Ludwig insistió en que la fisiología debía basarse en mediciones precisas y reproducibles. Esto lo llevó a diseñar varios instrumentos para la investigación fisiológica, como el quimógrafo, el flujómetro y la bomba de gases sanguíneos (Beneke, González y Valentinuzzi, 2012, p. 4). Su laboratorio en Leipzig, fundado en 1869, se convirtió en un centro de referencia para la fisiología experimental, atrayendo estudiantes de toda Europa y América. En dicho laboratorio se llevaron a cabo algunos de sus más reconocidos trabajos experimentales. Uno de los descubrimientos más influyentes de Ludwig fue su teoría sobre la formación de la orina en los riñones. Propuso que la filtración de la sangre en los glomérulos renales era impulsada por la presión hidrostática, lo que permitió una explicación físico-química de la función renal. Esta teoría representó un avance crucial sobre las concepciones previas, que consideraban que la orina se formaba mediante procesos puramente vitalistas (Beneke, González y Valentinuzzi, 2012, p. 4).

Ludwig y sus estudiantes realizaron importantes investigaciones sobre la dinámica de la circulación sanguínea. Fue pionero en describir el "reflejo depresor" (Beneke, González y Valentinuzzi, 2012, p. 3), un mecanismo por el cual la estimulación de ciertos nervios puede

reducir la presión arterial y la frecuencia cardíaca, lo que sentó las bases para la comprensión del control nervioso de la circulación. Sumado a lo anterior, Ludwig aplicó sistemáticamente el mecanicismo a la fisiología, argumentando que todos los procesos vitales podían explicarse mediante leyes físicas y químicas. En su *Lehrbuch der Physiologie* (1852), presentó una visión de la fisiología basada en la interacción de átomos y fuerzas físico-químicas, eliminando cualquier referencia a fuerzas vitales misteriosas (Ludwig, 1858 traducido por Joyce y Morton, s.f., p. 78).

¿Cómo logra el cuerpo mantener en equilibrio el medio interno?

Claude Bernard formuló la idea del *milieu intérieur* o medio interno, afirmando que los organismos mantienen un entorno fisiológico estable para asegurar su funcionamiento adecuado. Este concepto fue clave para el desarrollo posterior del término *homeostasis* por Walter Cannon. Carl Ludwig, aunque no formuló explícitamente la idea de un "medio interno", realizó descubrimientos fundamentales que contribuyeron a su comprensión y consolidación. Uno de los aportes más significativos de Ludwig fue su estudio sobre la regulación de la circulación sanguínea. Desarrolló el quimógrafo, un instrumento que permitía registrar de manera precisa la presión arterial y las variaciones en la circulación sanguínea (Beneke, González y Valentinuzzi, 2012, p. 4). Estos estudios mostraron que el cuerpo humano posee mecanismos que regulan automáticamente el flujo sanguíneo para adaptarse a diferentes condiciones fisiológicas, lo que refuerza la noción de un sistema de autorregulación que mantiene la estabilidad del medio interno.

Otro de los aportes fundamentales de Ludwig fue su estudio sobre la función renal. Propuso la teoría de la filtración glomerular, en la cual la orina se forma a partir de la filtración del plasma sanguíneo en los riñones, impulsada por la presión hidrostática. Esto representó un cambio radical con respecto a concepciones anteriores, que consideraban que los riñones

sintetizaban la orina como un proceso vitalista. Esta visión mecanicista permitió entender cómo los riñones regulan la concentración de agua, sales y otras sustancias en la sangre, asegurando la estabilidad del medio interno. Si bien Ludwig y Bernard compartían el interés por la regulación fisiológica, su enfoque difería en ciertos aspectos. Bernard adoptó un punto de vista más holístico y centrado en la idea de que el cuerpo debía mantener una constancia en su entorno interno, mientras que Ludwig aplicó un enfoque más mecanicista y experimental, buscando explicar cada función en términos de principios físico-químicos.

Relevancia filosófica del trabajo de Ludwig

Desde una perspectiva filosófica, el trabajo de Ludwig representa una transición clave en la historia de la ciencia. Su rechazo al vitalismo y su defensa del empirismo y el mecanicismo reflejan la influencia del positivismo en la ciencia del siglo XIX. Algunos autores han comparado su enfoque con el de filósofos como Auguste Comte, quien defendía que el conocimiento debía basarse en hechos verificables y no en especulaciones metafísicas. Sin embargo, la visión estrictamente mecanicista de Ludwig también ha sido cuestionada en tiempos recientes, ya que muchos procesos biológicos exhiben propiedades emergentes que no pueden explicarse únicamente en términos físico-químicos.

Ya de manera más precisa se podría decir entonces que, el trabajo de Carl Ludwig fue fundamental para la consolidación de la fisiología como ciencia experimental. Su énfasis en la cuantificación y su rechazo al vitalismo marcaron un cambio de paradigma que sigue influyendo en la investigación biomédica. Su relación con la noción de medio interno fue clave, ya que sus estudios sobre la circulación y la función renal proporcionaron la base experimental para el concepto de homeostasis. Filosóficamente, su trabajo representa la culminación del mecanicismo en la biología, pero también plantea preguntas sobre los límites de este enfoque en la comprensión de los fenómenos vitales.

¿Cómo se dio continuidad a la propuesta de Hipócrates y Claude Bernard?

Hipócrates introdujo la idea de que la salud dependía del equilibrio de los humores, sugiriendo implícitamente que el cuerpo tenía mecanismos de autorregulación. Siglos después, Claude Bernard transformó esta idea con su concepto de *milieu intérieur*, afirmando que el organismo mantiene un ambiente interno constante mediante procesos fisiológicos. Sin embargo, Bernard no detalló los mecanismos específicos de regulación, dejando un vacío que sería llenado por Carl Ludwig. Este último con sus hallazgos demostró los procesos específicos que regulan la estabilidad interna aun cuando fuese desde un punto de vista mecanicista.

El concepto de lucha y huida: el término de homeostasis por Walter Cannon.

Walter Cannon desarrolló sus estudios fisiológicos en un período en el que la fisiología estaba en transición entre el mecanicismo reduccionista y una aproximación más holista. Su formación inicial estuvo influenciada por la escuela mecanicista alemana, representada por Carl Ludwig y su enfoque basado en la física y la química aplicadas a la biología (Ortega, 2022, p. 31). Sin embargo, Cannon se apartó progresivamente de este enfoque reduccionista, comprendiendo que los procesos fisiológicos no podían analizarse de manera aislada, sino que debían ser entendidos en su conjunto.

Cannon realizó sus estudios en la Universidad de Harvard, donde comenzó investigando los movimientos peristálticos del sistema digestivo mediante el uso de rayos X (Cannon, 1911 citado en Ortega, 2019, p. 261). Su interés por la regulación fisiológica lo llevó a estudiar las respuestas del organismo ante situaciones de emergencia, lo que lo condujo al desarrollo de su teoría de la emergencia y, posteriormente, al concepto de homeostasis (Cannon, 1932 citado en Ortega, 2019, p. 277). Sus trabajos sobre la regulación del equilibrio interno del organismo fueron fundamentales para la transición de una fisiología mecanicista a una integradora.

Trabajo experimental de Cannon

El trabajo experimental de Cannon se centró en la respuesta del organismo ante situaciones de peligro o estrés. A través de sus estudios sobre el sistema nervioso autónomo y las glándulas suprarrenales, descubrió la importancia de la adrenalina en la activación de la respuesta de "lucha o huida" (Cannon, 1915 citado en Ortega, 2019, p. 263). Mediante experimentos con gatos y perros, Cannon observó que, ante estímulos amenazantes, el cuerpo liberaba adrenalina, aumentando la frecuencia cardíaca y la presión arterial para preparar al organismo para una acción inmediata (Cannon, 1932 citado en Ortega, 2019, p. 263). Además, estudió cómo el estrés crónico podía afectar la regulación homeostática del cuerpo. Descubrió que los procesos de retroalimentación negativa jugaban un papel clave en la regulación de la fisiología, ayudando a restaurar el equilibrio después de una respuesta de estrés (Ortega Lozano, 2019, p. 264).

De manera un poco más detallada...

Cannon realizó una serie de experimentos con animales para estudiar la influencia del sistema nervioso simpático en la fisiología. Descubrió que, en situaciones de estrés o peligro, las glándulas suprarrenales liberaban adrenalina, lo que causaba una serie de cambios fisiológicos como el aumento del ritmo cardíaco y la suspensión del peristaltismo digestivo. Entre sus hallazgos más importantes que le llevaron a formular la teoría de la emergencia, según la cual el organismo activa mecanismos específicos en momentos de crisis para asegurar su supervivencia se encuentra:

- ✓ La relación entre la excitación emocional y la liberación de adrenalina.
- ✓ La inhibición de la digestión en respuesta al estrés.
- ✓ La aceleración de la coagulación sanguínea en situaciones de emergencia.

Continuando con la idea, Cannon acuñó el término "fight or flight response" (respuesta de lucha y huida) para describir el conjunto de reacciones fisiológicas que preparan al

organismo para enfrentar o escapar de un peligro (Ortega, 2019, p. 263). En sus experimentos, observó que la activación del sistema nervioso simpático redirigía la sangre hacia los músculos esqueléticos, aumentando la fuerza y la velocidad de reacción. En sus propias palabras:

En momentos de dolor o excitación, las descargas del nervio simpático, probablemente ayudadas por la secreción de adrenalina, impulsarán la sangre hacia los músculos esqueléticos que tienen que librar la urgente demanda que implica el luchar o el huir (Cannon, 1915, p. 215).

El concepto de estrés, tal como lo entendemos hoy, tiene sus raíces en los estudios de Cannon sobre el sistema nervioso autónomo. Identificó que el estrés prolongado podía alterar la homeostasis y conducir a enfermedades crónicas. Además, Cannon formuló la idea de retroalimentación (feedback), un mecanismo de regulación en el que el cuerpo ajusta sus respuestas para mantener el equilibrio interno. Este principio es fundamental en la fisiología y ha sido ampliamente aplicado en la cibernética y la teoría de sistemas.

Teniendo en consideración lo descrito hasta el momento, Cannon adoptó una perspectiva holista y teleológica en su trabajo, considerando al cuerpo humano como una entidad integrada en la que cada parte cumple una función específica para mantener la estabilidad del organismo. Explicó que las respuestas fisiológicas tienen un propósito definido y están orientadas hacia la supervivencia y el bienestar del individuo. Por ejemplo, la tos es una respuesta refleja que expulsa cuerpos extraños de las vías respiratorias, demostrando una acción coordinada con un fin específico.

¿Cómo se coordinan las respuestas del cuerpo para mantener una condición interna óptima?

Walter Cannon llegó a definir la homeostasis a partir de su interés por comprender cómo el cuerpo mantiene un estado interno estable a pesar de las fluctuaciones externas. Su punto de

partida fueron sus estudios sobre el sistema digestivo, donde observó que el peristaltismo intestinal se detenía cuando un animal estaba sometido a estrés emocional, como el miedo o el dolor. Este hallazgo lo llevó a indagar más sobre la influencia del sistema nervioso y las glándulas suprarrenales en la regulación de las funciones corporales.

A partir de una serie de experimentos, Cannon descubrió que la adrenalina, liberada en momentos de excitación emocional, no solo afectaba el sistema digestivo, sino que también regulaba otros procesos fisiológicos esenciales, como la frecuencia cardíaca y la presión arterial. Estos hallazgos fueron fundamentales para su formulación de la teoría de la emergencia y el concepto de lucha o huida, donde el organismo activa respuestas específicas para enfrentar situaciones de peligro. Con el tiempo, Cannon amplió su visión y comenzó a estudiar cómo el cuerpo regula de manera coordinada múltiples sistemas fisiológicos para mantener una condición interna óptima. Fue entonces cuando acuñó el término homeostasis (del griego *homeo*, "similar", y *stasis*, "estado estable"), el cual describió como el conjunto de mecanismos fisiológicos que trabajan de manera integrada para preservar la estabilidad del organismo. En *The Wisdom of the Body* (1932), Cannon argumentó que este equilibrio no era estático, sino dinámico, y que dependía de la interacción de diversos órganos y sistemas, incluyendo el cerebro, los nervios, el corazón, los pulmones, los riñones y el bazo, que operaban de manera coordinada para responder a las demandas del ambiente.

Así, Cannon logró integrar su enfoque experimental con una visión holista del organismo, proponiendo que la regulación fisiológica no podía entenderse solo desde la perspectiva de los mecanismos individuales, sino que debía abordarse como una red interconectada de procesos diseñados para mantener la vida. Su concepto de homeostasis fue revolucionario, ya que desplazó la visión mecanicista tradicional y sentó las bases para el estudio moderno de la regulación biológica y el equilibrio interno.

Partiendo de lo anterior, se podría decir entonces que, el trabajo de Walter Cannon fue clave en la transformación de la fisiología en el siglo XX. Su enfoque experimental le permitió describir procesos fundamentales que siguen vigentes en la medicina y la biología moderna. Desde una perspectiva filosófica, su trabajo refuerza la importancia de un enfoque integrador en la ciencia, donde los organismos son vistos como sistemas interconectados. Su concepto de homeostasis y su teoría de la emergencia siguen siendo pilares en la comprensión de la regulación biológica y la adaptación al entorno. La relevancia de Cannon trasciende la fisiología, influyendo en disciplinas como la psicología, la neurociencia y la teoría de sistemas. Su legado demuestra cómo la investigación experimental puede integrarse con una visión filosófica más amplia para ofrecer una comprensión profunda de la vida y sus procesos.

¿Cómo se dio continuidad a la propuesta de Hipócrates, Claude Bernard y Carl Ludwig?

Walter Cannon consolidó el concepto de homeostasis al integrar los trabajos de Hipócrates, Claude Bernard y Carl Ludwig, quienes sentaron las bases de la fisiología y la regulación del medio interno. Desde la antigüedad, Hipócrates propuso la teoría de los cuatro humores, sugiriendo que la salud dependía del equilibrio entre los fluidos corporales. Aunque esta idea era rudimentaria, introdujo el concepto de estabilidad fisiológica que sería refinado siglos después.

En el siglo XIX, Claude Bernard avanzó en esta noción con su concepto del "medio interno", afirmando que los organismos mantienen un ambiente interno constante a pesar de los cambios externos. Bernard observó que esta estabilidad era esencial para la vida y la atribuyó a mecanismos reguladores del cuerpo, aunque no llegó a explicar completamente cómo operaban. Por su parte, Carl Ludwig introdujo un enfoque mecanicista, desarrollando métodos experimentales para estudiar la fisiología, como la medición de la presión arterial y el

flujo sanguíneo. Su trabajo influyó en la forma en que se entendían los procesos regulatorios en los organismos.

Walter Cannon retomó estas ideas y, mediante una perspectiva experimental e integradora, demostró que la regulación del medio interno no era un proceso pasivo, sino dinámico y coordinado. Sus estudios sobre la respuesta de lucha o huida revelaron que el cuerpo activaba una serie de reacciones fisiológicas ante situaciones de estrés, como la liberación de adrenalina y el aumento del ritmo cardíaco, lo que permitía la supervivencia del organismo en condiciones adversas. Cannon avanzó más allá de Bernard al demostrar que estos mecanismos de regulación no solo mantenían la estabilidad interna, sino que funcionaban a través de circuitos de retroalimentación. En *The Wisdom of the Body* (1932), acuñó el término homeostasis, enfatizando que la estabilidad fisiológica es un estado dinámico en el que los sistemas corporales trabajan en conjunto para compensar cambios internos y externos.

Contribuciones clave de cada autor.

Teniendo en cuenta el recorrido histórico-filosófico realizado a través de autores como Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon y el resultado de cada uno de los otros tres objetivos, en la siguiente tabla se presentan los elementos derivados más importantes. La tabla 1 presenta por cada autor una pregunta que con su aporte intentó responder, esto con la intención de dilucidar el camino que poco a poco se fue marcando a lo largo del tiempo hasta llegar a la definición que hoy en día se tiene del término, la cual también es posible de visualizar:

Tabla 2 Aportes de los autores a la construcción del concepto de homeostasis

DEFINICIÓN ACTUAL
La homeostasis es el proceso mediante el cual un organismo regula activamente su ambiente interno para mantener condiciones estables y óptimas para el funcionamiento celular. Aunque las condiciones internas pueden variar, estos cambios ocurren dentro de un rango estrecho que asegura el bienestar de las células y el organismo en su conjunto. Según Audesirk, Audesirk y Byers (2017), este proceso permite mantener el equilibrio necesario para la vida (p. 605), mientras que Marieb (2008) lo describe como un equilibrio dinámico en el

que las condiciones internas fluctúan, pero siempre dentro de límites relativamente estrechos (p. 12). Los mecanismos de control homeostáticos son responsables de mantener este equilibrio ajustando las condiciones internas a lo largo del tiempo (Marieb, 2008, p. 12).	
AUTOR	APORTE A LA CONSTRUCCIÓN DEL CONCEPTO
Hipócrates	¿Cómo se podría entender la salud de los cuerpos fuera de ideas supersticiosas? Hipócrates introdujo un enfoque más racional y observacional, sentando las bases para una comprensión más científica de la fisiología humana y anticipando la noción de homeostasis como un proceso de autorregulación de un equilibrio necesario.
Claude Bernard	¿Cómo responde el cuerpo a las fluctuaciones externas? Desde una perspectiva social y cultural, Bernard introdujo la idea de secreción interna y posteriormente el concepto de "milieu intérieur" (medio interno) destacando la importancia de mantener condiciones estables dentro del cuerpo para la salud.
Carl Ludwig	¿Cómo logra el cuerpo mantener en equilibrio el medio interno? El aporte de Ludwig al concepto actual de homeostasis se enfoca en su investigación de los mecanismos fisiológicos (a nivel local) que mantienen el equilibrio interno del cuerpo, específicamente en el sistema cardiovascular y renal, que contribuyeron al desarrollo de la comprensión de la regulación del ambiente interno del organismo .
Walter Cannon	¿Cómo se coordinan las respuestas del cuerpo para mantener una condición interna óptima? Homeostasis: estado de equilibrio dinámico. Respuesta de lucha y huida: una reacción fisiológica del cuerpo ante situaciones de estrés que permite al cuerpo adaptarse rápidamente a una amenaza percibida. Interacción del Sistema Nervioso y Hormonal: Esto contribuyó a la comprensión moderna de que la homeostasis no solo depende de ajustes locales, sino también de respuestas integradas y coordinadas entre diferentes sistemas corporales. Retroalimentación Negativa: la retroalimentación negativa es un proceso por el cual el cuerpo detecta cambios en el ambiente interno y toma medidas para corregirlos, devolviendo el sistema a su estado óptimo.

De acuerdo con la tabla anterior, a lo largo de la historia, el concepto de homeostasis ha evolucionado a partir de diversas contribuciones científicas que han marcado su desarrollo. Hipócrates sentó las bases de una comprensión racional de la salud, alejándose de explicaciones supersticiosas y sugiriendo la existencia de mecanismos internos que regulan el equilibrio del cuerpo. Claude Bernard profundizó en esta idea con su concepto de "milieu intérieur", resaltando la importancia de mantener condiciones estables dentro del organismo para su correcto funcionamiento. Carl Ludwig aportó al entendimiento de los mecanismos fisiológicos específicos, particularmente en el sistema cardiovascular y renal, que permiten la regulación

del medio interno. Walter Cannon consolidó el concepto moderno de homeostasis como un estado de equilibrio dinámico, integrando la interacción del sistema nervioso y hormonal en la regulación del organismo. Además, introdujo la idea de la retroalimentación negativa, un mecanismo clave mediante el cual el cuerpo detecta y corrige desviaciones para mantener la estabilidad. De esta manera, la evolución del concepto de homeostasis refleja un proceso continuo de refinamiento y profundización en la comprensión de cómo los organismos regulan su ambiente interno para garantizar su supervivencia.

Se presenta la siguiente tabla, donde es posible visibilizar los criterios que fueron tenidos en cuenta respecto a la organización del contenido para su incorporación a los procesos educativos. Es importante señalar que, en dicha tabla se hace referencia a algunos aspectos curriculares propios tenidos en cuenta desde la planeación en la I.E sugeridos por la docente acompañante.

Tabla 3 Criterios de selección de niveles para organización del contenido

Criterio	Aspectos históricos del concepto	Aspecto filosófico considerado (Kuhn y Hacking)	Valor educativo para los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación
1. Evolución conceptual del término "homeostasis"	Hipócrates introduce la noción de equilibrio natural; Bernard define el "medio interno"; Ludwig y Cannon profundizan la regulación con base empírica.	Kuhn: cambio de paradigma; Hacking: construcción situada y práctica de la ciencia.	Permite enseñar la homeostasis como una idea en evolución, favoreciendo el aprendizaje crítico y la evaluación de la comprensión como proceso, no como resultado fijo. El contenido se organiza para mostrar la ciencia como una construcción histórica.
2. Gradualidad en la complejidad sistémica	De la idea de equilibrio en el cuerpo (Hipócrates) a la integración neuroendocrina (Cannon).	Kuhn: reorganización conceptual progresiva; Hacking: adaptación de la ciencia a nuevos contextos.	Facilita una enseñanza escalonada y relacional. El aprendizaje avanza desde nociones simples hacia estructuras complejas, y la evaluación puede centrarse en la integración progresiva del conocimiento.
3. Coherencia con los niveles de organización biológica	Hipócrates = organismo; Bernard = medio interno; Ludwig = órganos; Cannon = sistemas.	Kuhn: evolución de los marcos explicativos; Hacking: papel de instrumentos y prácticas.	Apoya la organización curricular por niveles de complejidad biológica. La enseñanza conecta con modelos concretos, el aprendizaje vincula teoría y función, y la evaluación puede abordar la aplicación en diferentes escalas organizativas.
4. Potencial didáctico de cada aporte histórico	Bernard permite modelar la regulación de la glucosa; Cannon se presta para abordar el estrés y la coordinación de sistemas.	Kuhn: transformación de las ideas; Hacking: relevancia del contexto y las prácticas.	Refuerza una enseñanza basada en problemas y experimentación. El aprendizaje es activo y contextual, y la evaluación puede incluir actividades como modelación, debates y resolución de casos reales.
5. Conexión entre historia de la ciencia y comprensión actual	Las raíces históricas de la homeostasis moderna como resultado de múltiples perspectivas.	Kuhn: herencia conceptual y rupturas; Hacking: contingencia histórica y diversidad de enfoques.	Favorece una enseñanza que no fragmenta los conceptos. El aprendizaje se vuelve interpretativo y contextualizado, y la evaluación puede centrarse en la reconstrucción de trayectorias conceptuales y el análisis crítico.
6. Articulación con el currículo	Regula aspectos como el control del medio interno, la	Kuhn: influencia de los paradigmas en la selección de contenidos; Hacking:	Facilita una selección de contenidos coherente con los estándares, pero enriquecida con reflexiones históricas y

nacional (DBA y EBC)	función de los sistemas, y el mantenimiento de la salud.	formación científica crítica y situada.	filosóficas. La enseñanza adquiere sentido social, el aprendizaje se conecta con la vida real, y la evaluación puede incluir juicios argumentativos.
7. Inclusión del pensamiento filosófico en la ciencia	Hipócrates parte de una filosofía naturalista; Bernard y Ludwig introducen empirismo experimental; Cannon articula fisiología y psicología.	Kuhn: paradigmas influidos por supuestos filosóficos; Hacking: las prácticas científicas reflejan decisiones culturales.	Enriquece la enseñanza al hacer visibles los supuestos detrás del conocimiento. El aprendizaje fomenta el pensamiento crítico, y la evaluación puede integrar análisis de posturas, debates y dilemas científicos.

Objetivo específico #2: Incorporación de la HFC para la enseñanza desde un enfoque sistémico

Teniendo en cuenta la construcción histórica-filosófica realizada del concepto homeostasis a partir de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon fue posible seleccionar las contribuciones clave de cada autor que han dado lugar a la conceptualización actual que se tiene del término, las cuales se presentaron en la tabla 1 y que fueron insumos suficientes para seleccionar y organizar el contenido de homeostasis pensando en la resignificación de los procesos educativos, teniendo en consideración que desde el proceso de práctica pedagógica realizada, los apuntes que fueron posibles recopilar y la revisión de algunos documentos curriculares como los Estándares Básicos de Competencias EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), es el grado escolar designado para abordar el concepto de homeostasis.

Ahora bien, la tabla que se presenta a continuación se derivó del criterio de gradualidad en la complejidad sistémica y de la coherencia con los niveles de organización biológica presentes en la tabla 3 orientados hacia la incorporación de la HFC al proceso de enseñanza. Siguiendo una lógica inspirada en Kuhn, se planteó una progresión conceptual desde explicaciones más simples (Hipócrates) hasta enfoques complejos e integradores (Cannon), lo cual facilita una enseñanza que muestra cómo cambian los marcos teóricos a lo largo del tiempo. A partir de Hacking, esta secuencia se fundamentó también en las prácticas concretas

y empíricas que permitieron la construcción del concepto de homeostasis, de ahí que se lograron establecer 4 niveles de comprensión para la dirección de las actividades de enseñanza:

Tabla 4 Niveles de comprensión del concepto para las actividades de enseñanza desde un enfoque sistémico

IDEA CLAVE	AUTOR HISTÓRICO	RELACIÓN SISTÉMICA
Introducción a la noción de regulación	Hipócrates	Introducción a la homeostasis
Comprender la necesidad de un ambiente interno estable	Claude Bernard	Regulación de la glucosa y temperatura como ejemplos
Reconocimiento de la regulación fisiológica	Carl Ludwig	Procesos de regulación fisiológica
Integración de los sistemas de regulación (Interacción neuroendocrina)	Walter Cannon	Coordinación del Sistema Nervioso y Endocrino

Como se mencionó anteriormente, esta tabla organiza la enseñanza desde un enfoque sistémico de manera progresiva, alineado con los niveles históricos del concepto de homeostasis. En el aula, esto es posible de visibilizar al introducir primero la noción de regulación con Hipócrates, permitiendo que las y los estudiantes exploren la idea de equilibrio en la salud. Luego, se avanza con Bernard, mostrando cómo el cuerpo mantiene un ambiente estable, ejemplificado con la glucosa y la temperatura (u otros). Posteriormente, con Ludwig, se identifican los sistemas específicos que contribuyen a esta regulación, y finalmente, con Cannon, se integran los procesos neuroendocrinos, siendo que fueron el punto central de su trabajo en cuanto al direccionamiento de la homeostasis dentro del cuerpo. Lo que se pretende con esta organización del contenido es estructurar la propuesta de enseñanza desde la observación de fenómenos simples hasta la integración de sistemas más complejos.

Objetivo específico #3: Incorporación de la HFC para el aprendizaje de tipo relacional

Partiendo de la selección y organización del contenido construida en el apartado anterior se proponen las siguientes actividades como medios para promover un aprendizaje de tipo relacional que puedan acoger las ideas previas de las y los estudiantes:

Tabla 5 Actividades para promover un aprendizaje de tipo relacional

TIPO DE ACTIVIDAD	CONEXIÓN CON EL APRENDIZAJE RELACIONAL
-------------------	--

Juego interactivo y plenaria	Conexión entre modelos antiguos y modernos
Mapa conceptual sobre el medio interno	Identificación de relaciones entre sistemas
Simulación digital	Visualización de la interacción entre variables fisiológicas Aplicación de conocimientos en situaciones reales
Diagrama sistémico	Integración de sistemas biológicos
Caso personalizado	Relación entre teoría y experiencia cotidiana

La tabla de actividades para promover un enfoque relacional se vincula directamente con los criterios de potencial didáctico de cada aporte histórico y valor educativo del aprendizaje relacional planteados en la tabla 3. En ella se operacionalizan los principios filosóficos de Hacking, al proponer actividades basadas en prácticas científicas, modelización, visualización y análisis de sistemas reales, lo cual permite resignificar los conceptos a partir de experiencias concretas. Asimismo, la gradualidad y evolución conceptual propuesta por Kuhn da sentido a actividades que conectan modelos antiguos con modernos, facilitando una reconstrucción crítica de la ciencia. Esta tabla orienta la enseñanza hacia la integración de saberes, promoviendo aprendizajes significativos que desarrollan la capacidad de establecer relaciones entre conceptos, procesos y contextos reales.

En el aula, estas actividades permiten las y los estudiantes conectar los niveles históricos del concepto de homeostasis con su aprendizaje. El juego interactivo introduce la relación entre modelos antiguos y modernos, facilitando la transición desde Hipócrates hasta Bernard. El mapa conceptual ayuda a estructurar la comprensión del medio interno, reforzando el papel de los órganos en la regulación fisiológica, como propuso Ludwig. La simulación digital y el análisis de casos prácticos consolidan el aprendizaje mediante la aplicación del concepto de homeostasis a situaciones reales, en coherencia con Cannon; lo anterior con el propósito de que las y los estudiantes desarrollen conexiones progresivas entre los sistemas biológicos.

Objetivo específico #4: Incorporación de la HFC para la evaluación basada en la resolución de problemas

Tomando como referencia las actividades que se proponen en el apartado anterior para promover un aprendizaje de tipo relacional, los momentos o espacios dentro de las mismas para su evaluación basada en problemas son los siguientes:

Tabla 6 Actividades para una evaluación basada en la resolución de problemas

TIPO DE ACTIVIDAD	CONEXIÓN CON EL APRENDIZAJE RELACIONAL
Mesa redonda	Conexión entre teoría y problemas reales
Diagramas, mapas conceptuales, participación en clase, caso de estudio	Resolución de problemas experimentales
	Visualización de respuestas fisiológicas
	Integración de conocimiento de múltiples fuentes
Caso personalizado	Aplicación personal de los conceptos científicos

Esta tabla organiza la evaluación de manera que las y los estudiantes demuestren su capacidad para aplicar y conectar los niveles del concepto de homeostasis. El análisis de un caso clínico permite evaluar si han comprendido la regulación de la salud (Hipócrates). Los problemas experimentales sobre estrés verifican si identifican los mecanismos de estabilidad interna (Bernard y Ludwig). La simulación de lucha y huida evalúa si comprenden la respuesta fisiológica coordinada (Cannon). Finalmente, el análisis de videos científicos y casos personalizados mide la integración de conocimientos en múltiples contextos. Siendo así que, se busca evidenciar su capacidad de transferir lo aprendido a situaciones nuevas y de resolver problemas con base en los principios homeostáticos.

Cabe aclarar que, la tabla surge de la articulación entre los criterios de valor educativo de la evaluación y conexión entre historia, filosofía y comprensión actual del concepto descritos en la tabla 3. Desde la perspectiva de Kuhn, estas actividades permiten valorar la comprensión del estudiante sobre la transformación de los conceptos científicos, y no solo su conocimiento declarativo. A su vez, Hacking justifica la inclusión de situaciones problemáticas reales y

contextuales como base para evaluar la capacidad del estudiante de aplicar y reinterpretar el conocimiento.

Diseño de la propuesta de intervención

En el siguiente apartado se presenta la recopilación de todos los insumos previamente descritos en una propuesta de intervención tentativa para la enseñanza desde un enfoque sistémico, el aprendizaje de tipo relacional y la evaluación basada en problemas, partiendo de la estrategia metodológica del aprendizaje basado en la indagación y pensamiento sistémico, integrando la Historia y Filosofía de la Ciencia dirigida a estudiantes de grado octavo.

Título: La homeostasis como proceso sistémico.

Grado: Octavo.

Duración: a convenir con la docente acompañante.

Recursos: videos interactivos, simulaciones, experimentos en clase, debates filosóficos, mapas conceptuales y estudio de casos.

Objetivos de la propuesta:

- Comprender la homeostasis como un proceso de autorregulación en los seres vivos desde una perspectiva sistémica.
- Explorar la evolución del concepto a partir de los aportes de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon.
- Aplicar el concepto de homeostasis en la resolución de problemas sobre regulación fisiológica en situaciones cotidianas.

Fase de exploración: Introducción a la homeostasis

Actividad #1: El equilibrio del cuerpo

Se muestran algunas imágenes y videos con diferentes escenarios de desbalance en el cuerpo (ejemplo: fiebre, deshidratación, hipoglucemia).

Se les pregunta a las y los estudiantes:

- ¿Cómo crees que el cuerpo reacciona ante estos cambios?
- ¿Siempre estamos en equilibrio o el cuerpo necesita hacer ajustes?
- ¿Qué pasa si este equilibrio se rompe?

Las imágenes sugeridas son:



Ilustración 4 Imagen para la actividad #1- deshidratación

Tomada de: http://shutterstock.com/es/search/deshidratacion?image_type=illustration



Ilustración 5 Imagen para la actividad #1 - fiebre

Tomada de: <https://herramientaclinicaprimerainfancia.minsalud.gov.co/modulo-5/enfermedad-febril/>

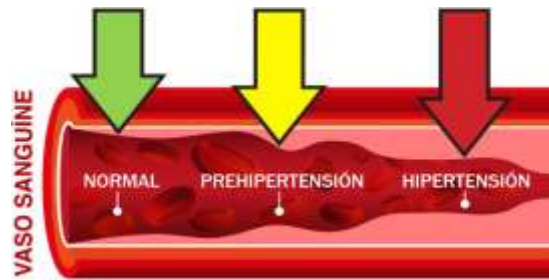


Ilustración 6 Imagen para la actividad #1 - hipertensión

Tomada de: https://www.huskyhealthct.org/members/spanish_high_blood_pressure.html

Video introductorio – La homeostasis en acción: se proyecta un video corto (3-4 min) mostrando ejemplos de homeostasis en el cuerpo humano (control de temperatura, glucosa y presión arterial).

Los videos sugeridos son:

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=ERKS2LkfEpw>



Ilustración 7 Video para la actividad #1 - video homeostasis 1

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=yKQGn1yqfr8>



Ilustración 8 Video para la actividad #1 - Video 2 homeostasis

¿Por qué el uso de imágenes y videos?

Las imágenes y videos permiten a las y los estudiantes relacionar nuevos conceptos con experiencias anteriores, facilitando la construcción de un aprendizaje más significativo y la introducción a la idea de autorregulación propuesta por Hipócrates. Este enfoque sistémico considera al estudiante como un todo, integrando diversos aspectos de su conocimiento y experiencia. Por ejemplo, al utilizar videos que muestran situaciones reales o simuladas, las y los estudiantes pueden identificar elementos familiares y establecer conexiones con el nuevo contenido, lo que enriquece su comprensión global.

Actividad #2: Indagación y exploración de modelos históricos

Trabajo en equipos – “Modelos históricos de la homeostasis”: cada equipo investiga uno de los siguientes modelos históricos y crea un mapa conceptual relacionando sus ideas con la homeostasis moderna (en base a lo visto en los videos de la primera actividad).

- Hipócrates: Autorregulación del cuerpo a través del equilibrio de los humores.
- Claude Bernard: Concepto de medio interno y experimentos con el hígado y la glucosa.
- Carl Ludwig: Regulación fisiológica basada en mediciones experimentales.
- Walter Cannon: Homeostasis y respuesta al estrés (lucha o huida).

Cada equipo debe elaborar un cartel con ilustraciones, imágenes y palabras clave sobre su modelo.

¿Por qué un mapa conceptual?

La creación de un mapa conceptual sobre modelos históricos relacionados con la homeostasis moderna permite a los estudiantes conectar sus ideas previas con nuevos conocimientos dentro de un enfoque sistémico. Este enfoque busca que el aprendizaje no se dé de manera fragmentada, sino como un proceso en el que diferentes elementos del conocimiento

se integran y relacionan. Al construir un mapa conceptual, los estudiantes pueden visualizar la evolución del concepto de homeostasis desde modelos históricos, como la teoría de los cuatro humores de Hipócrates, la idea del "medio interno" de Claude Bernard y los principios de regulación de Walter Cannon, hasta su aplicación en la fisiología moderna. De esta manera, se fomenta una comprensión más profunda al permitirles reconocer la continuidad y transformación de los conceptos científicos a lo largo del tiempo. Además, la construcción del mapa conceptual les permite desarrollar una estructura mental organizada del tema; de esta manera, la evaluación no se limita a la memorización de datos, sino que se orienta hacia la comprensión profunda y la aplicación del conocimiento.

Actividad #3: Mesa Redonda – Comparación entre Modelos Históricos y el Concepto Moderno de Homeostasis

Introducción: breve explicación por parte de la o el docente sobre la actividad y su propósito: construir una comprensión más profunda de la homeostasis a través de un análisis comparativo entre los enfoques históricos y la visión moderna. Se presentan a las y los estudiantes los cuatro modelos históricos de homeostasis y se menciona el concepto moderno de homeostasis.

Desarrollo de la mesa redonda: las y los estudiantes se agrupan en pequeños equipos (4-5 estudiantes por equipo, los mismos de la actividad anterior). Cada grupo representa un autor histórico: Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig o Walter Cannon. Se les asigna la tarea de discutir y compartir las ideas principales de su autor sobre la homeostasis. El o la docente actúa como moderador, guiando la discusión y formulando preguntas clave para cada grupo.

Construcción del diagrama sistémico: al finalizar la discusión, se solicita a cada equipo que contribuya con sus ideas clave en un diagrama sistémico en el tablero, conectando los

modelos históricos con el concepto moderno de homeostasis. Este diagrama debe mostrar cómo la visión de cada autor influyó en la comprensión moderna de la homeostasis.

Cierre y Reflexión: se debe realizar un resumen de la actividad y se reflexiona sobre cómo las ideas de los diferentes autores se conectan con los enfoques modernos. Se pueden comparar las similitudes y diferencias entre los enfoques.

¿Por qué una mesa redonda?

Una mesa redonda permite que las y los estudiantes compartan y contrasten sus conocimientos previos sobre la homeostasis con modelos históricos y contemporáneos. Esta interacción facilita la construcción de una comprensión más integrada y sistémica del concepto, al considerar múltiples perspectivas y contextos históricos. Al debatir y analizar estas relaciones, las y los estudiantes desarrollan una comprensión más profunda y significativa del tema; además, la discusión que pueda orientar la o el docente durante la mesa redonda podría evaluar la capacidad de ellas y ellos para aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas.

Fase de estructuración: Reconocimiento del trabajo sistémico de sistemas y aparatos del cuerpo humano

Actividad #1: simulación digital

Se usa un simulador interactivo (como PhET o BioMan Biology) donde las y los estudiantes manipulan variables fisiológicas (temperatura, glucosa, frecuencia cardíaca) y observan cómo el cuerpo responde.

Se les asigna un desafío:

- ¿Qué sucede si alteramos la temperatura corporal?
- ¿Cómo reacciona el cuerpo a una subida de glucosa?
- ¿Cuál es la relación entre el sistema nervioso y endocrino en estos procesos?

Tarea para la próxima clase: indagar por un caso real donde la homeostasis se vea afectada (ejemplo: fiebre, diabetes, hipotermia) y traer imágenes o videos cortos para discutir en clase desde lo que logren comprender que son los mecanismos homeostáticos.

Enlaces para encontrar los simuladores:

- <https://biomanbio.com/>
- <https://sciencelessonsthatrock.com/homeostasis-lesson-ideas-html/>

¿Por qué el uso de simuladores?

Estas herramientas permiten a las y los estudiantes experimentar situaciones reales en entornos controlados, facilitando la comprensión de conceptos complejos y el desarrollo de habilidades para la resolución de problemas. A través de la interacción con simulaciones, pueden establecer conexiones entre distintos elementos de un sistema, comprendiendo cómo influyen entre sí y reforzando su capacidad para analizar información de manera integral. Sumado a lo anterior, se considera pertinente realizar preguntas antes, durante y después de su uso.

Algunas preguntas que se pueden plantear antes, durante y después del uso del simulador incluyen:

- ✓ **Antes de la simulación:** ¿Qué variables crees que podrían influir en este proceso? ¿Cómo esperas que interactúen los diferentes elementos del sistema? ¿Qué hipótesis puedes formular sobre el resultado de la simulación?
- ✓ **Durante la simulación:** ¿Qué patrones o tendencias estás observando? ¿Cómo cambia el sistema si modificas una variable específica? ¿Cómo se relaciona esta simulación con lo que hemos estudiado en clase?

- ✓ **Después de la simulación:** ¿Cuáles fueron los principales hallazgos? ¿En qué medida los resultados coincidieron o no con tus hipótesis iniciales? ¿Cómo podrías aplicar lo aprendido en un contexto real?

Actividad #2:

Introducción: la o el docente explica brevemente el concepto de sistema y sistémico, utilizando ejemplos sencillos como una orquesta, donde cada instrumento tiene un papel, pero todos deben trabajar juntos para que la música suene bien. Se presenta a las y los estudiantes una descripción breve de los sistemas y aparatos principales del cuerpo humano (circulatorio, respiratorio, digestivo, nervioso, endocrino, excretor, muscular, etc.), destacando cómo cada uno interactúa con los demás. Se resalta el concepto de interdependencia: cada sistema y aparato depende de los otros para funcionar correctamente y mantener el cuerpo en equilibrio.

Exploración Visual e Interactiva: las y los estudiantes se dividen en grupos pequeños (4-5 estudiantes).

Distribución de materiales: se le da a cada grupo una tabla o diagrama de los sistemas del cuerpo humano (puede ser un póster grande, una imagen digital proyectada o una versión interactiva si se dispone de dispositivos).

La imagen que se propone es esta:

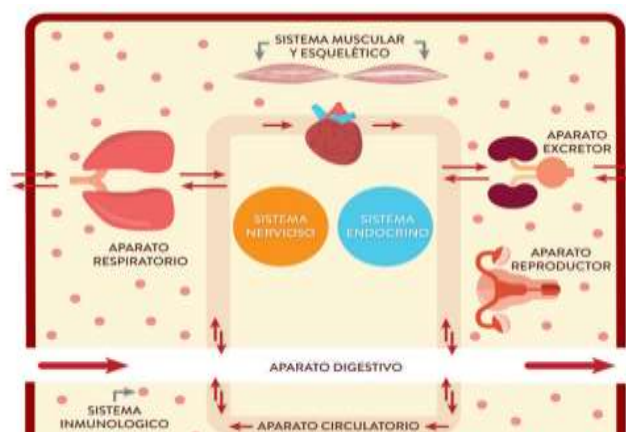


Ilustración 9 Esquema para la actividad #5 - Interacción de sistemas y aparatos del cuerpo humano

Instrucción: cada grupo debe analizar el diagrama y representar cómo un sistema específico (por ejemplo, el sistema circulatorio) interactúa con al menos dos sistemas más (como el respiratorio y el muscular).

Guía para la actividad: las y los estudiantes deben usar líneas, flechas y notas para mostrar cómo un cambio en un sistema afecta a los otros. Por ejemplo: si el sistema respiratorio no funciona adecuadamente (poca oxigenación), cómo afecta la circulación sanguínea y la capacidad muscular.

Discusión en Pequeños Grupos: después de completar los diagramas, los grupos deben responder las siguientes preguntas en discusión:

- ¿Cómo se relacionan los sistemas entre sí para mantener el cuerpo en equilibrio?
- ¿Qué ocurriría si uno de los sistemas no pudiera funcionar correctamente?
- ¿De qué manera estas interacciones pueden verse afectadas por enfermedades o situaciones de estrés?

Actividad #3: Mesa redonda y reflexión

Cada grupo comparte sus hallazgos con la clase, destacando ejemplos de interacciones sistémicas. La o el docente resalta la importancia de la interacción entre sistemas en el mantenimiento de la homeostasis y plantea la pregunta central para la siguiente actividad:

- ¿Qué pasaría si un desequilibrio en uno de estos sistemas pone en peligro el funcionamiento de otros sistemas?

Se debe enlazar esta discusión con la actividad posterior denominada la homeostasis en peligro.

Fase de transferencia: Integración sistémica y aplicación en problemas reales

Actividad #1: La homeostasis en peligro

Se proyectan imágenes o videos sobre situaciones donde la homeostasis se rompe (ejemplo: un corredor deshidratado, una persona con hipoglucemia). Los videos sugeridos son:

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=ILztJfFU-2M>



Ilustración 10 Video para la actividad #7 - hipoglucemia

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=-dvNwLLTv4o>



Ilustración 11 Video para la actividad #7 - deshidratación

Se pregunta a los estudiantes:

- ¿Qué sistemas del cuerpo están involucrados en estas situaciones?
- ¿Cómo se relacionan los sistemas nervioso y endocrino en la regulación homeostática?

Con el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=bQ5r5MDjk4Q>



Ilustración 12 Video para la actividad #7 - relación sistema nervioso y endocrino

- ¿Cuáles son los mecanismos homeostáticos que se ven implicados?

Actividad #2: Interacción entre el Sistema Nervioso y Endocrino en la Regulación de la Homeostasis

Introducción: el o la docente explica el rol de ambos sistemas en el mantenimiento de la homeostasis, destacando:

- Sistema nervioso: Es responsable de las respuestas rápidas a estímulos mediante señales eléctricas que viajan a través de las neuronas. El sistema nervioso tiene un papel crucial en la regulación inmediata de las funciones corporales.
- Sistema endocrino: Utiliza hormonas para enviar señales más lentas pero duraderas que modulan procesos fisiológicos importantes, como el metabolismo, el crecimiento y la respuesta al estrés.

La o el docente también explica cómo estos sistemas están conectados a través de estructuras como el hipotálamo y la hipófisis, que sirven como puente para la comunicación entre el cerebro y las glándulas endocrinas.

Presentación Visual: El Eje Hipotálamo-Hipófisis: el o la docente proyecta un diagrama interactivo del eje hipotálamo-hipófisis, que muestra cómo las señales nerviosas del cerebro

pueden activar la liberación de hormonas que regulan diversos procesos en el cuerpo. Las y los estudiantes deben identificar en el diagrama las siguientes interacciones clave:

- Respuesta al estrés: Cómo el cerebro (a través del sistema nervioso) envía señales al hipotálamo, que activa la hipófisis para liberar hormonas (como la adrenalina o cortisol) que preparan al cuerpo para la respuesta de lucha o huida.
- Regulación de la temperatura corporal: El hipotálamo actúa tanto como centro de control del sistema nervioso como glándula endocrina para regular la temperatura del cuerpo, a través de señales nerviosas y la liberación de hormonas como la tirotropina.

La imagen a utilizar es la siguiente:

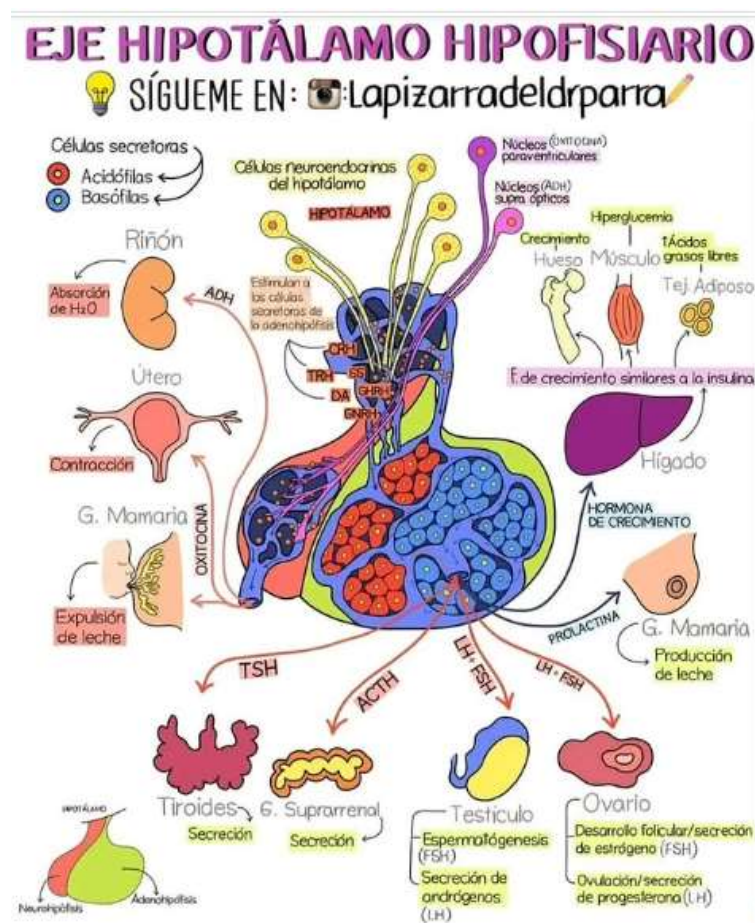


Ilustración 13 Imagen para la actividad #8 - eje hipotálamo-hipófisis

Tomada de: https://www.instagram.com/curso_medhelp/p/C8fPIF5RUWd/

Exploración activa en Grupos: las y los estudiantes se dividen en grupos pequeños (4-5 estudiantes).

Tarea de análisis: se les asigna un escenario hipotético para analizar cómo los sistemas nervioso y endocrino trabajan juntos en respuesta a una situación que pone en peligro la homeostasis. Los escenarios podrían incluir:

- Ejemplo 1: El cuerpo se enfrenta a una situación de estrés (p. ej., una presentación importante en público). ¿Cómo el sistema nervioso y endocrino responden a esta situación? ¿Qué hormonas se liberan? ¿Cómo afecta esta respuesta al cuerpo?
- Ejemplo 2: El cuerpo experimenta un cambio de temperatura (p. ej., un día muy caluroso). ¿Cómo interactúan el sistema nervioso y endocrino para regular la temperatura corporal?

Guía de preguntas para cada grupo:

- ¿Qué señales nerviosas se envían primero?
- ¿Cómo responde el sistema endocrino a esas señales?
- ¿Qué hormonas se liberan y qué efectos tienen en el cuerpo?
- ¿Qué procesos fisiológicos se activan para mantener la homeostasis?

Actividad #3: Resolución de problemas con enfoque sistémico

Caso de estudio – “El misterio del atleta deshidratado”

Se presenta una historia sobre un atleta que colapsa en una maratón. Las y los estudiantes, en equipos, deben explicar qué ocurrió usando lo aprendido sobre homeostasis.

Se deben responder preguntas como:

- ¿Qué sistemas del cuerpo fallaron?

- ¿Cómo el sistema nervioso y endocrino interactúan en esta situación?
- ¿Qué mecanismos fisiológicos intentaron compensar la pérdida de líquidos?

El caso del atleta es: durante una maratón de 42 km, un atleta experimentado comienza a sentirse mareado y con visión borrosa en el kilómetro 35. A pesar de los síntomas, decide continuar corriendo. Unos minutos después, sufre calambres musculares intensos, su piel se torna pálida y seca, y finalmente colapsa antes de llegar a la meta. Cuando los paramédicos lo atienden, detectan una frecuencia cardíaca elevada y signos evidentes de deshidratación severa.

Teniendo en cuenta lo anterior, las y los estudiantes deben realizar el mismo ejercicio con otras situaciones propuestas por la o el docente (donde diferentes sistemas y/o aparatos se vean afectados) y responder las mismas preguntas.

Las situaciones son las siguientes:

- ✓ **Golpe de calor en un trabajador de construcción:** un obrero que trabaja en una obra en pleno verano comienza a sentirse débil y desorientado después de varias horas expuesto al sol. Su piel está caliente y enrojecida, pero no suda. Su temperatura corporal supera los 40°C y sufre un desmayo.
- ✓ **Hipoglucemia en una estudiante antes de un examen:** una estudiante no ha desayunado y ha pasado toda la noche estudiando. Poco antes del examen, comienza a sentirse ansiosa, con sudoración fría y temblores en las manos. De repente, siente un mareo intenso y casi se desmaya en el aula.
- ✓ **Ataque de pánico en un joven en un ascensor:** un joven con claustrofobia queda atrapado en un ascensor. Su respiración se vuelve rápida y superficial, siente su corazón latiendo aceleradamente y comienza a hiperventilar, lo que le provoca mareo y hormigueo en las extremidades.

- ✓ **Congelamiento en un excursionista en la montaña:** un montañista es sorprendido por una tormenta de nieve y queda atrapado en temperaturas bajo cero. Sus extremidades comienzan a perder sensibilidad y su piel toma un tono azulado. Sus reflejos se ralentizan y le cuesta moverse.
- ✓ **Intoxicación por alcohol en una fiesta:** un joven consume grandes cantidades de alcohol en poco tiempo. Sus reflejos se vuelven lentos, su temperatura corporal disminuye y finalmente pierde la conciencia. Al llegar al hospital, los médicos advierten que su respiración es muy débil.

¿Por qué los casos de estudio?

Al presentar situaciones complejas donde diversos sistemas interactúan, se invita a las y los estudiantes a analizar y comprender las interrelaciones entre diferentes componentes, tal como ocurre en los casos previamente mencionados.

Actividad #4: Elaboración de un diagrama sistémico sobre un caso personalizado (producto final)

Introducción: el o la docente explica que los estudiantes aplicarán todo lo aprendido sobre los sistemas involucrados en la homeostasis (nervioso, endocrino, etc.) a través de un caso personalizado. Las y los estudiantes deberán crear un esquema sistémico que muestre cómo los distintos sistemas se interrelacionan para mantener la homeostasis en su caso propuesto.

El esquema debe ser multimodal, es decir, incluir diferentes medios como diagramas, imágenes, textos explicativos y, si es posible, recursos audiovisuales (videos, audios o simuladores interactivos). Esto permitirá que las y los estudiantes muestren su comprensión de forma creativa y profunda.

Instrucciones para la creación del caso personalizado: las y los estudiantes, de manera individual, deberán crear un escenario en el que se ponga en juego la homeostasis en el cuerpo humano. Algunos ejemplos de escenarios son:

- Un episodio de estrés agudo (por ejemplo, una emergencia médica o una situación de peligro).
- Una variación significativa de temperatura (por ejemplo, exposición a temperaturas extremas).
- Un desequilibrio hormonal (por ejemplo, diabetes o problemas de tiroides).
- Un accidente o trauma físico que afecte a varios sistemas (por ejemplo, una fractura ósea que altere la regulación del calcio).

Las y los estudiantes deberán incluir en su caso cómo trabajan juntos para mantener el equilibrio y qué sucede cuando estos sistemas no funcionan correctamente.

Elaboración del Esquema Sistémico: las y los estudiantes deben crear un esquema sistémico que incluya los siguientes elementos:

- Descripción del caso: Explicar brevemente el escenario elegido y cómo afecta la homeostasis.
- Diagrama visual que conecte los sistemas involucrados (por ejemplo, el sistema nervioso, endocrino, circulatorio, etc.) y cómo estos se interrelacionan para mantener la homeostasis.
- Causas y consecuencias de un desequilibrio en alguno de los sistemas y cómo puede afectar a otros sistemas.
- Interacción entre el sistema nervioso y endocrino: Cómo estos sistemas responden de manera conjunta ante el desequilibrio, y cómo el cuerpo trata de restablecer la homeostasis.

- Soluciones o respuestas del cuerpo, como la liberación de hormonas o la activación de sistemas de regulación (por ejemplo, el eje hipotálamo-hipófisis en respuesta al estrés).

Presentación: cada estudiante presentará su esquema sistémico de forma multimodal ante la clase. Durante las presentaciones, la o el docente fomentará preguntas y comentarios entre los compañeros, asegurándose de que todos los estudiantes participen en la discusión.

Cierre y Reflexión General: la o el docente realiza una breve reflexión sobre la actividad y destaca la importancia de comprender los procesos sistémicos que permiten mantener el equilibrio interno del cuerpo.

Fase 2: Aplicación y resultados obtenidos de la propuesta de intervención

A continuación, se comparte parte de la aplicación y los resultados obtenidos teniendo en cuenta que se presentan sólo aquellos que fueron identificados como significativos para el interés del proceso investigativo. Cabe señalar que, los datos se presentan por cada fase expuesta en la planeación, ósea, fase de exploración, fase de estructuración y fase de transferencia.

Resultados significantes de la fase de exploración

La primera actividad se centró en la introducción a la homeostasis a partir de situaciones cotidianas de desbalance en el cuerpo, como fiebre, deshidratación e hipoglucemia. La docente presentó imágenes de estos estados y dirigió la conversación con preguntas como “¿Cómo crees que el cuerpo reacciona ante estos cambios?” o “¿Siempre estamos en equilibrio o el cuerpo necesita hacer ajustes?”. A través de esta estrategia, las y los estudiantes comenzaron a asociar la regulación del cuerpo con experiencias personales, mencionando casos en los que sintieron fiebre o sudoración excesiva. Esta actividad de enseñanza desde un enfoque sistémico permitió que las y los educandos identificaran la homeostasis como un proceso dinámico en el que múltiples factores interactúan para mantener el equilibrio corporal. El aprendizaje relacional se

evidenció cuando algunos y algunas conectaron la sudoración con la necesidad de enfriar el cuerpo, aunque otros y otras inicialmente percibían la homeostasis como un estado fijo. Por último, la evaluación se realizó a través de la discusión en clase, donde se observó que la mayoría de las y los estudiantes logró reconocer que la homeostasis implica ajustes constantes, aunque algunos y algunas expresaron dudas sobre si estos procesos ocurren de manera consciente o automática.

En la segunda actividad, se propuso la indagación sobre modelos históricos de la homeostasis, con el objetivo de que las y los estudiantes relacionaran diferentes perspectivas científicas con la visión moderna. La docente organizó equipos de trabajo, asignando a cada uno la tarea de investigar a Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig o Walter Cannon y representar sus hallazgos en un mapa conceptual y un cartel ilustrativo. A lo largo de la actividad, analizaron cómo cada modelo contribuyó a la construcción del concepto de homeostasis, destacando que Hipócrates hablaba del equilibrio de los humores sin un fundamento experimental, mientras que Bernard introdujo el concepto de medio interno con base en estudios fisiológicos. Se podría decir que la actividad de enseñanza desde el enfoque sistémico estuvo presente en la forma en que la docente incentivó el análisis comparativo, permitiendo que las y los educandos entendieran la evolución del pensamiento científico. Se observó un aprendizaje relacional cuando algunos grupos vincularon el trabajo de Bernard con el control de la glucosa en el cuerpo y el de Cannon con la respuesta al estrés en situaciones de peligro. Sin embargo, algunos estudiantes mostraron dificultades para diferenciar los enfoques experimentales (Bernard y Ludwig) de los más conceptuales (Hipócrates).

Por último, la evaluación se llevó a cabo mediante la revisión de los mapas conceptuales y carteles, donde se evidenció que la mayoría comprendió la evolución del concepto de homeostasis, aunque algunos equipos solo realizaron resúmenes sin establecer relaciones claras entre los modelos históricos y la visión moderna. Ya en cuanto a la tercera actividad se llevó a

cabo una mesa redonda en la que las y los estudiantes debían representar a los científicos que investigaron la homeostasis y defender sus posturas en un debate moderado por la docente. La enseñanza con un enfoque sistémico se manifestó en la forma en que la docente dirigió la discusión, formulando preguntas clave como “¿Qué diferencias hay entre la visión de Hipócrates y la de Claude Bernard?” o “¿Por qué la teoría de Cannon sobre el estrés sigue siendo relevante hoy en día?”. Estas preguntas guiaron a los grupos a identificar conexiones entre los distintos enfoques y a comprender la homeostasis como un concepto en evolución.

Es importante destacar que, durante la discusión, el aprendizaje relacional se hizo evidente cuando algunos estudiantes relacionaron la respuesta de lucha o huida de Cannon con situaciones cotidianas como el estrés antes de un examen, mostrando que lograron transferir el concepto a nuevos contextos. Finalmente, la evaluación basada en resolución de problemas se dio con la construcción de un diagrama sistémico en el tablero, en el que cada grupo aportó las ideas centrales de su modelo histórico y las vinculó con la comprensión moderna de la homeostasis. Acorde con lo anterior, se observó que las y los estudiantes que participaron activamente en la discusión lograron integrar mejor los conceptos, mientras que aquellos que se limitaron a repetir información mostraron una comprensión más superficial.

Resultados significantes de la fase de estructuración

La fase de estructuración tuvo como propósito central que las y los estudiantes comprendieran la homeostasis desde un enfoque sistémico, reconociendo la interdependencia entre los distintos sistemas y aparatos del cuerpo humano. Para ello, se llevaron a cabo tres actividades principales: una simulación digital, un análisis gráfico interactivo en grupos y una plenaria reflexiva. En la primera actividad, utilizaron un simulador interactivo para manipular variables fisiológicas como temperatura, glucosa y frecuencia cardíaca, observando las respuestas del cuerpo ante estos cambios. Este ejercicio permitió que se enfrentaran a desafíos concretos, tales como predecir qué sucede cuando la temperatura corporal se altera o cómo

reacciona el organismo ante un aumento en la glucosa. Sus respuestas evidenciaron distintos niveles de comprensión; mientras algunos lograron identificar correctamente los mecanismos homeostáticos involucrados, otros mostraron dificultades al interpretar la relación entre los sistemas reguladores. Por ejemplo, un estudiante comentó que, si el cuerpo necesita glucosa, debería poder producirla directamente en lugar de depender de la ingesta externa, lo que sugiere una comprensión limitada del metabolismo y la función del páncreas. Asimismo, algunos expresaron dudas sobre el concepto de medio interno, confundiéndolo con el entorno externo, lo que reveló la necesidad de reforzar esta idea en sesiones posteriores.

En la segunda actividad, las y los estudiantes trabajaron en grupos pequeños con diagramas de los sistemas y aparatos del cuerpo humano, analizando sus interacciones. Esta estrategia permitió que exploraran el concepto de interdependencia a través de la representación visual de conexiones entre los sistemas. Utilizando líneas, flechas y notas, representaron ejemplos como la influencia del sistema respiratorio en la circulación y la actividad muscular, destacando cómo la oxigenación insuficiente afecta el transporte de nutrientes y la contracción muscular. Sin embargo, en algunos casos surgieron dificultades para comprender las conexiones menos evidentes, como la relación del sistema endocrino con el resto del cuerpo. En la plenaria, una estudiante expresó: “Entiendo que el sistema endocrino manda señales, pero ¿cómo sabe qué hacer si no está conectado directamente a los otros sistemas?”, lo que evidenció una concepción mecanicista en lugar de una visión integrada. A pesar de estos desafíos, el ejercicio permitió visibilizar cómo ellas y ellos comenzaron a reconocer la homeostasis no como un proceso aislado, sino como un fenómeno emergente de la interacción entre múltiples sistemas.

Durante la plenaria y la reflexión final, la docente retomó las ideas de Claude Bernard y Carl Ludwig para profundizar en el concepto de homeostasis, explicando cómo Bernard introdujo la noción de estabilidad del medio interno y cómo Ludwig estudió los mecanismos

fisiológicos de regulación. Se estableció una conexión entre estas ideas y los resultados obtenidos en la simulación digital y la exploración grupal, destacando que los sistemas del cuerpo trabajan en conjunto para mantener el equilibrio. No obstante, algunos estudiantes continuaron confundiendo el concepto de medio interno con el entorno externo, lo que generó preguntas como: “El medio interno es como el aire que respiramos, ¿cierto?”, lo que indica que la relación entre fluidos corporales y homeostasis requería mayor énfasis. Además, surgieron inquietudes sobre la regulación de la glucosa y el papel del páncreas, reflejando una comprensión parcial de los mecanismos hormonales y metabólicos. A pesar de estas dificultades, la fase de estructuración permitió avanzar en la construcción de una perspectiva sistémica de la homeostasis, evidenciando tanto logros como desafíos en la enseñanza de este concepto clave.

Resultados significantes de la fase de transferencia

Durante la fase de transferencia, se implementaron diversas actividades con un enfoque sistémico que permitieron a las y los estudiantes aplicar el concepto de homeostasis en situaciones concretas. En la primera actividad, La homeostasis en peligro, se proyectaron imágenes y videos que mostraban situaciones en las que la homeostasis se veía comprometida, como la deshidratación en un corredor o la hipoglucemia en una persona. A partir de esto, las y los estudiantes respondieron preguntas sobre los sistemas involucrados y la interacción entre el sistema nervioso y el endocrino en la regulación del equilibrio interno. Algunos lograron identificar correctamente la participación de estos sistemas, estableciendo relaciones con el medio interno, tal como lo propuso Claude Bernard. Sin embargo, otros manifestaron dificultades al asumir que la regulación homeostática dependía exclusivamente de un solo sistema y no de la interacción de múltiples factores. Esto reflejó una concepción reduccionista del fenómeno, lo que motivó la intervención de la docente para enfatizar la naturaleza integrada de la homeostasis.

En la segunda actividad, centrada en la interacción entre el sistema nervioso y el endocrino, la docente presentó el eje hipotálamo-hipófisis como el principal puente de comunicación entre estos sistemas. Mediante el uso de diagramas interactivos, pudieron visualizar cómo el estrés desencadena respuestas fisiológicas, lo que permitió evidenciar el aporte de Walter Cannon al concepto de homeostasis, particularmente en relación con la respuesta de lucha o huida. Sin embargo, se identificó una problemática recurrente en la comprensión de las y los educandos: algunos concebían la regulación hormonal como un proceso aislado de los estímulos externos, sin reconocer la influencia del medio interno, un punto clave en la propuesta de Bernard. Para abordar esta dificultad, la docente propició preguntas dirigidas que guiaron a los estudiantes hacia una concepción más amplia de la regulación fisiológica.

En la tercera actividad, basada en la resolución de problemas con enfoque sistémico, las y los estudiantes analizaron el caso de un atleta deshidratado que colapsa durante una maratón. Este ejercicio permitió que aplicaran el conocimiento adquirido para explicar qué sistemas corporales fallaron y cómo el sistema nervioso y el endocrino interactúan en la compensación de la deshidratación. Fue en esta actividad donde se hizo visible el aporte de Carl Ludwig al concepto de homeostasis, ya que ellas y ellos identificaron mecanismos fisiológicos involucrados en la redistribución de líquidos y la regulación osmótica. Algunos lograron describir adecuadamente cómo el hipotálamo detecta la deshidratación y activa la liberación de hormonas que permiten la reabsorción de agua en los riñones. Sin embargo, un grupo de estudiantes sugirió que el cuerpo “detiene” la sudoración por completo para evitar la pérdida de líquidos, lo que evidenció una comprensión de la homeostasis como un proceso estático y no dinámico.

El momento culminante llegó con la cuarta actividad, en la que las y los estudiantes elaboraron un diagrama sistémico basado en un caso personalizado, en el que debían identificar

cómo diferentes sistemas del cuerpo humano interactúan para mantener la homeostasis. Los resultados obtenidos reflejaron un alto nivel de comprensión en algunos casos, ya que los esquemas evidenciaban conexiones claras entre el sistema nervioso, endocrino y otros sistemas. Algunos se enfocaron en desequilibrios hormonales como la diabetes, evidenciando la regulación del azúcar en sangre. No obstante, se identificó de manera recurrente en algunos diagramas que las y los estudiantes representaban los sistemas como entidades separadas sin interacción. En la siguiente ilustración se presenta uno de los trabajos elaborados por las y los estudiantes en donde intentan explicar cómo actúa la nicotina en el cuerpo y que dio cuenta en cierta medida una leve comprensión de una interacción sistémica.

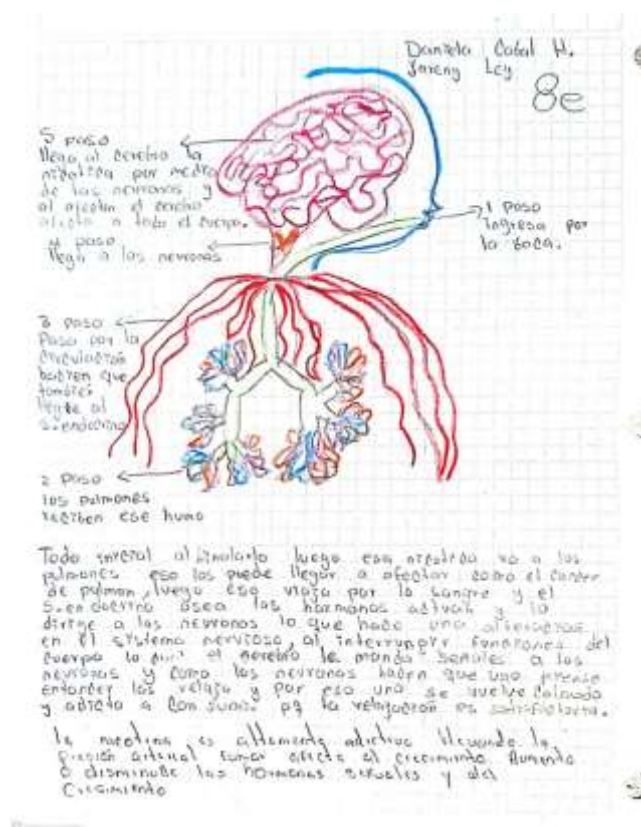


Ilustración 14 Trabajo de las y los estudiantes

Aunque los resultados generales de la actividad fueron satisfactorios y evidenciaron un progreso significativo en la comprensión de la homeostasis, fue posible notar que no todos los estudiantes alcanzaron el mismo nivel de profundidad en su análisis. En el primer caso, por

ejemplo, tendían a ver la homeostasis como un reflejo inmediato del cuerpo, sin considerar procesos más complejos. En el caso del ciclista diabético, el grupo logró reconocer la importancia del equilibrio interno, pero aún no relacionaban plenamente la interacción entre sistemas para mantenerlo. El caso del nadador mostró un avance al integrar mecanismos fisiológicos específicos, aunque todavía sin un análisis de múltiples sistemas trabajando simultáneamente. Finalmente, el caso del soldado herido reflejó la comprensión más avanzada, pues identificaron la homeostasis como un proceso sistémico e interconectado.

Cuando la profesora pidió una reflexión final, Sofía comentó: “Antes pensaba que la homeostasis era solo cuando el cuerpo se enfriaba o calentaba. Pero ahora veo que es mucho más que eso, es como un equipo de sistemas que trabajan juntos.” José, quien al inicio dudaba de cómo el cuerpo “sabía” qué hacer, ahora tenía una respuesta más elaborada: “Creo que todo en el cuerpo está conectado. Si un sistema falla, otros intentan compensarlo, pero si la falla es muy grande, entonces es difícil recuperar el equilibrio.” Para terminar, se presentan algunos casos que fueron representativos durante el desarrollo de la última actividad y que fueron propuestos por las y los estudiantes, cabe señalar que estos serán analizados en el siguiente apartado:

Caso 1: Un joven se expone al frío sin abrigo y empieza a temblar.

Explicación: El cuerpo responde con vasoconstricción y aumento del metabolismo para generar calor.

Comentario: “Es como si el cuerpo tuviera un termostato interno”.

Caso 2: Un ciclista con diabetes olvida su insulina y siente mareo.

Explicación: El páncreas no libera insulina suficiente, afectando la regulación del azúcar en sangre.

Comentario: “El medio interno tiene que ser estable para que el cuerpo funcione bien”.

Caso 3: Un nadador en aguas frías experimenta cambios en su frecuencia respiratoria y cardíaca.

Explicación: El cuerpo regula el flujo sanguíneo y la frecuencia respiratoria para mantener la oxigenación de los órganos vitales.

Comentario: “No es solo la temperatura, todo el cuerpo responde”.

Caso 4: Un soldado en combate experimenta una herida grave y entra en estado de shock.

Explicación: El sistema nervioso activa la respuesta de lucha o huida, el sistema circulatorio intenta redistribuir la sangre, el endocrino libera adrenalina y cortisol.

Comentario: “Es impresionante cómo todos los sistemas actúan al mismo tiempo”.

Análisis de resultados

A continuación, se presenta el análisis construido de los resultados obtenidos en cada fase de actividades.

Análisis de la fase de exploración

La fase de exploración representó un primer acercamiento al concepto de homeostasis desde un enfoque sistémico e histórico-filosófico, integrando elementos de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) para resignificar el aprendizaje. Según Mathews (1994), la enseñanza de la ciencia debe alejarse de un modelo técnico y descontextualizado (p. 32), proporcionando a las y los estudiantes un marco comprensivo en el que puedan situar los conceptos dentro de su desarrollo histórico y filosófico. Siendo así, esta fase se alineó con esta perspectiva al proponer actividades que permitieran visualizar la homeostasis como un

concepto en evolución, influenciado por cambios en la comprensión científica a lo largo del tiempo.

Desde una perspectiva de enseñanza desde el enfoque sistémico basada en la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1976), la homeostasis fue presentada como un proceso dinámico que implica la interacción entre diferentes sistemas fisiológicos. La introducción a partir de experiencias cotidianas (como fiebre, deshidratación o hipoglucemia) permitió a las y los estudiantes identificar cómo el cuerpo responde a desequilibrios. No obstante, la tendencia inicial a concebir la homeostasis como un estado fijo reveló una comprensión reduccionista del concepto, lo que indicó la necesidad de reforzar la idea de regulación dinámica y retroalimentación fisiológica. Desde el punto de vista histórico, la evolución del concepto de homeostasis se evidenció en la transición desde la teoría hipocrática de los humores hasta el experimentalismo de Claude Bernard. Hipócrates concebía la salud como un equilibrio de los humores, una idea rudimentaria de la autorregulación biológica (Laín, 1970; López, 1986). Sin embargo, esta visión carecía de evidencia experimental, a diferencia de la teoría del "medio interno" de Bernard, quien demostró que los organismos mantienen su estabilidad mediante mecanismos fisiológicos regulados (Houssay, 1972, p. 14). Por lo anterior, la actividad de investigación sobre modelos históricos permitió a las y los estudiantes identificar estas diferencias, aunque algunos tuvieron dificultades para diferenciar entre enfoques empíricos y especulativos.

Continuando con la idea, desde la teoría del aprendizaje relacional de Morales (2017) se observó que aquellos estudiantes que lograron conectar el trabajo de Bernard con la regulación de la glucosa o la teoría de Cannon sobre la respuesta de lucha o huida con experiencias personales evidenciaron un nivel de comprensión más profundo. Sin embargo, otros grupos no establecieron estas relaciones, lo que confirma lo expuesto por Chaves (2016) respecto a la dificultad de integrar los conceptos biológicos en una red de significados

interconectados. Al final de dicha actividad y tras un proceso de reflexión sobre la práctica realizada se concluyó en que, para abordar esta dificultad, se podría haber empleado estrategias de modelización más explícitas, como el uso de diagramas interactivos que representaran visualmente la evolución del concepto.

Por otro lado, la actividad de la mesa redonda permitió que las y los estudiantes representaran y defendieran las posturas de Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon. Esta estrategia se alinea con la propuesta de Mathews (1994) sobre la importancia de mostrar la ciencia como un proceso de construcción y debate (p. 27). Se observó que las y los estudiantes que participaron activamente en la discusión lograron una comprensión más integrada del concepto, mientras que aquellos que se limitaron a repetir información sin contrastar ideas mostraron una comprensión más superficial, hecho que sugirió la necesidad de fomentar estrategias de aprendizaje basado en la argumentación y la discusión crítica.

La evaluación se realizó a través de la revisión de mapas conceptuales y carteles, permitiendo visualizar el nivel de comprensión alcanzado, estrategias que fueron seleccionadas desde el diálogo con la docente acompañante. Sin embargo, de acuerdo con Castellanos, Jessup y Oviedo (2000), la evaluación en ciencias naturales debe centrarse en la resolución de problemas más que en la simple reproducción de información (p. 6). Por ello, se podría haber complementado con ejercicios en los que las y los estudiantes tuvieran que aplicar el conocimiento adquirido en escenarios biológicos reales.

A nivel general, al final de la fase de exploración se podría decir que se logró situar el concepto de homeostasis dentro de un marco histórico-filosófico, alineándose con los principios expuestos en el marco teórico. Sin embargo, se identificaron algunas lagunas conceptuales que podrían abordarse con estrategias de modelización más explícitas y aprendizaje basado en problemas. La discusión activa y la representación de científicos

resultaron ser herramientas valiosas para fomentar la comprensión del desarrollo del concepto, aunque se requirió mayor énfasis en la integración sistémica del conocimiento. El análisis histórico-filosófico permitió que las y los estudiantes reconocieran la homeostasis como un concepto en evolución, pero hizo necesario seguir reforzando la interconexión de ideas y la aplicación del conocimiento en contextos reales, integrar preguntas problematizadoras y diseñar actividades que exigieran la articulación entre historia, filosofía y biología para fortalecer la comprensión relacional y sistémica del concepto de homeostasis.

Análisis de la fase de estructuración

La fase de estructuración tuvo como propósito consolidar la comprensión de la homeostasis desde un enfoque sistémico, a partir de actividades que evidenciaran la interdependencia entre los sistemas del cuerpo. Esto se alineó con la propuesta de Matthews (1994) sobre la integración de la HFC en la enseñanza de la ciencia, permitiendo que las y los estudiantes comprendieran la evolución conceptual de la homeostasis y su importancia como un principio central de la biología. La enseñanza en esta fase recurrió a estrategias como la simulación digital y el análisis gráfico interactivo, lo que evidenció un esfuerzo por alejarse del reduccionismo clásico en la educación en biología y orientarse hacia un modelo sistémico. En términos históricos, este cambio metodológico refleja la transición de una fisiología mecanicista, como la promovida por Carl Ludwig, hacia una perspectiva integradora, similar a la planteada por Walter Cannon con su concepto de homeostasis como un fenómeno emergente de la interacción de múltiples sistemas.

Sin embargo, los resultados evidenciaron que algunos estudiantes aún concebían la regulación fisiológica como un proceso estático, lo que remite a las dificultades históricas de la ciencia para abandonar modelos deterministas en favor de una visión holística. En este sentido, la labor de la docente como mediadora fue crucial para resaltar la evolución del concepto, desde la teoría humoral hipocrática hasta la noción moderna de equilibrio dinámico.

Desde el punto de vista del aprendizaje, se observó un avance significativo en la construcción del conocimiento relacional, aunque persistieron dificultades en la interconexión de los sistemas fisiológicos. La segunda actividad, que consistió en la construcción de diagramas interactivos, permitió identificar que las y los estudiantes comprendieron mejor las relaciones directas entre sistemas evidentes (como la conexión entre el sistema respiratorio y la circulación), pero tuvieron problemas con conexiones menos evidentes, como la interacción del sistema endocrino con otros órganos.

Lo anterior sugiere una tendencia a un pensamiento mecanicista, similar a la visión experimentalista de Ludwig, que enfatizaba la medición cuantitativa de procesos sin considerar su integración en un sistema mayor. No obstante, la fase de reflexión final permitió contrarrestar esta limitación, destacando la relevancia del concepto de "medio interno" de Claude Bernard, y cómo este ha evolucionado hacia la comprensión moderna de la homeostasis, viéndose claramente beneficiado por los trabajos sobre la regulación fisiológica de Ludwig. El aprendizaje relacional también se hizo evidente cuando algunos estudiantes lograron transferir el concepto de homeostasis a situaciones como el estrés antes de un examen, estableciendo paralelismos con la respuesta de lucha o huida de Cannon. Sin embargo, la confusión entre el medio interno y el entorno externo mostró que es necesario reforzar la enseñanza de los límites y alcances del concepto.

Desde la perspectiva filosófica, esto se relacionó con la dificultad inherente a la enseñanza de modelos teóricos en ciencia, donde las y los estudiantes tienden a interpretar los conceptos en términos de experiencias inmediatas y tangibles. Según Matthews (1994), este es uno de los principales desafíos de la educación en ciencias, y la integración de la HFC puede ayudar a superar estas limitaciones mediante la contextualización histórica de los conceptos. Por último, en cuanto a los procesos educativos, la evaluación en esta fase se enfocó en la resolución de problemas, lo que permitió medir la capacidad de las y los estudiantes para aplicar

el concepto de homeostasis en escenarios complejos. Esto representó un avance frente a los modelos de evaluación tradicionales, que suelen centrarse en la memorización de definiciones sin abordar la aplicabilidad del conocimiento y a los cuales ellas y ellos estaban acostumbrados.

Desde el punto de vista de la HFC, esta estrategia se alineó con la necesidad de evaluar la comprensión de la ciencia como un proceso dinámico. Como señala Castellanos, Jessup y Oviedo (2000), la evaluación en ciencias debe centrarse en la capacidad de argumentación y en la resolución de problemas más que en la repetición de información. Sumado a lo anterior, los resultados mostraron que la mayoría de las y los estudiantes fueron capaces de integrar conocimientos históricos y fisiológicos en sus respuestas, pero persistieron dificultades en la interpretación del concepto de homeostasis como un proceso dinámico. Por ejemplo, algunos pensaban que el cuerpo "detiene" por completo la sudoración en respuesta a la deshidratación, lo que indica una visión estática del fenómeno.

Desde la perspectiva filosófica, esto es un reflejo de la dificultad para internalizar modelos científicos que requieren una visión sistémica y no lineal. Las y los estudiantes suelen enfrentar dificultades en la transición de un paradigma conceptual a otro, especialmente cuando han sido expuestos previamente a modelos explicativos simplificados. Pese a lo anterior, la fase de estructuración permitió avances significativos en la enseñanza de la homeostasis desde un enfoque sistémico, en línea con la propuesta de la HFC para la enseñanza de las ciencias. Sin embargo, los resultados muestran que persisten dificultades en la comprensión de la interacción de los sistemas y en la concepción dinámica de la homeostasis.

Desde una perspectiva histórica-filosófica, la evolución del concepto de homeostasis se vio reflejada en la progresión conceptual de los estudiantes, pasando de una visión fragmentada a una más integrada. No obstante, las dificultades encontradas demuestran que el tránsito de modelos mecanicistas a enfoques holísticos es un proceso que requiere un trabajo sistemático

y prolongado; además, se evidenció que la enseñanza de la homeostasis sigue enfrentando desafíos relacionados con la interpretación de modelos teóricos y su aplicación en la resolución de problemas. La integración de la HFC permitió que las y los estudiantes reconocieran la ciencia como un proceso en constante evolución, pero aún es necesario reforzar la conexión entre la historia del concepto y su relevancia en la biología moderna.

Finalmente, la evaluación basada en resolución de problemas mostró ser una herramienta efectiva para medir el grado de comprensión del concepto, aunque los resultados indican que algunos estudiantes aún interpretan la homeostasis desde una perspectiva reduccionista. Esto resalta la importancia de seguir fortaleciendo la enseñanza de la homeostasis desde una visión sistémica, contextualizada y basada en la interconexión de conocimientos.

¿Qué sucedió con las dificultades identificadas en la fase de exploración?

Las dificultades identificadas en la fase de exploración fueron abordadas y, en cierta medida, superadas en la fase de estructuración mediante estrategias que favorecieron la modelización, el aprendizaje basado en problemas y la interconexión de conocimientos desde una perspectiva sistémica. A continuación, se presenta cómo cada dificultad fue abordada:

- ✓ **Estrategias de Modelización Explícita y Representaciones Visuales:** durante la fase de exploración, se identificó que algunos estudiantes tenían dificultades para visualizar la homeostasis como un proceso dinámico. Para superar esta limitación, en la fase de estructuración se introdujeron herramientas de modelización explícita, como la simulación digital y los diagramas interactivos, que permitieron una representación de la interdependencia entre los sistemas fisiológicos.
 - **Simulación Digital:** al manipular variables fisiológicas en un entorno interactivo, las y los estudiantes pudieron observar cómo el cuerpo responde a

cambios en temperatura, glucosa y frecuencia cardiaca, facilitando la comprensión de la homeostasis como un proceso de ajustes constantes.

- **Diagramas Interactivos:** la representación gráfica de las conexiones entre los sistemas permitió que las y los estudiantes visualizaran de manera más clara la interdependencia entre los sistemas. Aunque persistieron dificultades en la comprensión de interacciones menos evidentes (como la relación entre el sistema endocrino y otros órganos), la plenaria final ayudó a reforzar estos vínculos.

Desde la perspectiva de la HFC, esta estrategia se alineó con la importancia de la modelización en la enseñanza de la ciencia, destacada por Matthews (1994), quien señala que los modelos permiten visualizar la naturaleza procesual del conocimiento científico y su evolución a lo largo del tiempo.

✓ **Aprendizaje Basado en Problemas para Fortalecer la Comprensión Relacional:**

otra dificultad identificada en la fase de exploración fue la necesidad de fortalecer la integración de conocimientos en contextos reales. Para abordar este desafío, en la fase de estructuración se implementaron actividades basadas en aprendizaje por resolución de problemas, lo que permitió situar el concepto de homeostasis en escenarios concretos.

- **Caso del Atleta Deshidratado:** en esta actividad, las y los estudiantes analizaron cómo el sistema nervioso y el endocrino trabajan en conjunto para compensar la pérdida de líquidos. Esto permitió que aplicaran el concepto de homeostasis en un contexto real, superando la dificultad de vincular la teoría con situaciones cotidianas.

- Diagrama Sistémico en el Tablero: esta estrategia, utilizada en la plenaria final, permitió que las y los estudiantes integraran la evolución histórica del concepto con su aplicación fisiológica.

Desde la perspectiva filosófica, esta estrategia fue relevante porque permitió conectar la conceptualización de la homeostasis con su aplicabilidad, lo que Kuhn (1970) identifica como un aspecto clave en la transición entre paradigmas científicos.

- ✓ **Refuerzo de la Integración Sistémica del Conocimiento:** si bien en la fase de exploración se logró situar la homeostasis en un marco histórico-filosófico, se identificó la necesidad de reforzar la interconexión de ideas. Para abordar esto, en la fase de estructuración se enfatizó en la relación entre sistemas fisiológicos y la regulación del medio interno, con un enfoque en la interdependencia de los procesos biológicos.

- Discusión sobre el Medio Interno: en la plenaria, se abordó la confusión persistente entre el medio interno y el entorno externo. Se contrastaron las ideas de Hipócrates, Bernard y Cannon para reforzar la noción de que la homeostasis ocurre dentro del organismo y no como una respuesta directa al ambiente externo.
- Enfoque en la Respuesta Integrada del Organismo: la docente utilizó preguntas problematizadoras como “¿Cómo sabe el sistema endocrino cuándo actuar si no está conectado directamente a los otros sistemas?” para guiar la reflexión y fomentar la construcción de conexiones entre los diferentes sistemas corporales.

Desde la teoría general de los sistemas de Bertalanffy, esta estrategia respondió a la necesidad de comprender los organismos como totalidades dinámicas y no como la suma de partes aisladas.

Análisis de la fase de transferencia

Los resultados obtenidos durante esta fase reflejan avances en la comprensión del concepto, pero también evidencian desafíos persistentes en la integración de conocimientos y en la superación de enfoques reduccionistas. Desde la línea de investigación en Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC), se puede analizar cómo la evolución conceptual de la homeostasis influye en la forma en que las y los estudiantes la comprenden y aplican en contextos biológicos.

Uno de los principales logros identificados fue el reconocimiento de la homeostasis como un proceso dinámico y multifactorial. En actividades como La homeostasis en peligro, fueron capaces de identificar la interacción entre el sistema nervioso y el endocrino, lo que resuena con la teoría de Claude Bernard sobre el medio interno y con la propuesta de Walter Cannon en torno a la respuesta de lucha o huida. No obstante, una parte de los estudiantes asumió que la regulación homeostática dependía exclusivamente de un solo sistema, sin reconocer la interdependencia de los subsistemas fisiológicos. Esto evidencia una concepción reduccionista del fenómeno (nivel Carl Ludwig), la cual es una consecuencia del enfoque tradicional en la enseñanza de la ciencia, donde los contenidos se presentan de forma fragmentada y sin un marco contextual que permita conectar los conceptos con sus raíces filosóficas.

El uso de diagramas interactivos en la segunda actividad facilitó la visualización de la comunicación entre el sistema nervioso y endocrino, reforzando la importancia del eje hipotálamo-hipófisis como mecanismo regulador. Sin embargo, se identificó una dificultad recurrente en la comprensión del papel del medio interno en la homeostasis. Algunos estudiantes concibieron la regulación hormonal como un proceso independiente de los estímulos ambientales, lo que contrasta con la visión de Bernard, quien destacó que los organismos mantienen la estabilidad en respuesta a cambios en el entorno. Este hallazgo

sugiere que es necesario profundizar en estrategias didácticas que resalten la interacción entre los sistemas y el ambiente, enfatizando la naturaleza cíclica y adaptativa de la homeostasis, tal como lo plantea la Teoría General de Sistemas de Bertalanffy (1976), que sostiene que los organismos deben estudiarse en su totalidad y no como una suma de partes aisladas (p. 7).

La tercera actividad, basada en la resolución de problemas, resultó particularmente efectiva para consolidar el aprendizaje. La aplicación de los conocimientos en el caso del atleta deshidratado permitió que las y los estudiantes identificaran mecanismos fisiológicos como la redistribución de líquidos y la regulación osmótica, lo que refleja una asimilación del concepto en términos funcionales. Este resultado coincide con la importancia de la modelización en la enseñanza de la biología, señalada por Castro y Valbuena (2007), quienes proponen que el uso de casos reales favorece la comprensión de procesos complejos (p. 139). Sin embargo, la idea de que el cuerpo detiene la sudoración por completo para evitar la pérdida de líquidos sugiere una visión estática de la homeostasis, lo que indica que aún persiste la necesidad de reforzar su carácter dinámico y regulador.

El mayor nivel de integración conceptual se evidenció en la actividad final, en la que elaboraron diagramas sistémicos sobre la homeostasis en casos personalizados. Aquí se observó un progreso notable en la representación de las interacciones entre sistemas, especialmente en grupos que abordaron ejemplos como la diabetes, lo que demuestra una apropiación más profunda del concepto. No obstante, algunos diagramas mostraban los sistemas como entidades aisladas, lo que sugiere que, si bien los estudiantes fueron capaces de identificar los elementos involucrados en la homeostasis, aún requieren apoyo en la construcción de una visión más holística del fenómeno. Esto concuerda con lo expuesto por González (2015), quien señala que la enseñanza fragmentada de los sistemas biológicos en el currículo escolar (p. 19) dificulta la comprensión de la homeostasis como un proceso integrado.

Desde la perspectiva evaluativa, la fase de transferencia permitió evidenciar que la resolución de problemas fue un mecanismo clave para promover el pensamiento crítico. La representación de casos como el soldado en estado de shock reveló que algunos estudiantes lograron una comprensión avanzada de la homeostasis, al identificar la acción simultánea de diferentes sistemas en la regulación del equilibrio interno. Este tipo de evaluación basada en problemas concuerda con lo señalado por Castellanos, Jessup y Oviedo (2000), quienes afirman que la evaluación en ciencias debe centrarse en la aplicación del conocimiento en situaciones reales, en lugar de limitarse a la memorización de definiciones.

Finalmente, las reflexiones de los estudiantes al concluir las actividades evidencian un cambio en la forma en que perciben la homeostasis. Comentarios como “antes pensaba que la homeostasis era solo cuando el cuerpo se enfriaba o calentaba, pero ahora veo que es un equipo de sistemas que trabajan juntos” reflejan la transición de una visión simplista a una más integradora del fenómeno. Esto confirma la importancia de abordar la enseñanza de la biología desde un enfoque histórico y filosófico, permitiendo a los estudiantes reconocer la ciencia como un proceso dinámico y en constante evolución, tal como lo propone la HFC.

Niveles de comprensión del concepto

La comprensión del concepto de homeostasis es fundamental en la educación en biología, ya que permite a las y los estudiantes desarrollar una visión más profunda sobre cómo los organismos regulan su equilibrio interno frente a los cambios del entorno. En la última actividad de la fase de transferencia se buscó delimitar el nivel de comprensión de la homeostasis por parte de las y los estudiantes, a través de la formulación y análisis de casos diseñados por ellos mismos. A partir de los casos propuestos, la docente logró identificar cuatro niveles de comprensión, cada uno asociado a diferentes momentos históricos en el desarrollo del concepto de homeostasis.

Se presentan los casos estudiantiles junto con el análisis del nivel de comprensión que reflejan, basándose en los comentarios y explicaciones proporcionados por los mismos estudiantes.

Caso 1: Hipócrates - Autorregulación

Escenario: Un joven se expone al frío sin abrigo y empieza a temblar.

Explicación: El cuerpo responde con vasoconstricción y aumento del metabolismo para generar calor.

¿Por qué este caso refleja el nivel de Hipócrates?

- ✓ Hipócrates concebía la salud como un equilibrio natural del cuerpo, en el que este se autorregula sin necesidad de intervención externa.
- ✓ El temblor es una respuesta fisiológica inmediata del cuerpo para restaurar su equilibrio térmico, sin involucrar aún una comprensión más profunda del medio interno o mecanismos de regulación más complejos.
- ✓ Se basa en la idea de que el cuerpo posee una capacidad innata para corregir desequilibrios.

Los comentarios de la o el estudiante que reflejaron este nivel son:

- “El cuerpo se defiende solo cuando hace frío. Es como si tuviera una reacción automática.”
- “Cuando tengo frío, mis manos se ponen rojas y tiemblo, eso significa que el cuerpo trata de calentarse.”
- “No necesitamos pensar en esto, el cuerpo lo hace solo.”

Indicador del Nivel de Comprensión: Las y los estudiantes del grupo que diseñó el caso reconocen la existencia de mecanismos naturales de autorregulación, pero aún no identifican el concepto del medio interno ni las interacciones entre sistemas.

Caso 2: Claude Bernard - Medio Interno

Escenario: Un ciclista con diabetes olvida su insulina y siente mareo.

Explicación: El páncreas no libera insulina suficiente, afectando la regulación del azúcar en sangre y alterando el equilibrio del medio interno.

¿Por qué este caso refleja el nivel de Bernard?

- ✓ Bernard introdujo el concepto de medio interno (*milieu intérieur*), destacando que la homeostasis no es solo una respuesta automática, sino el mantenimiento activo de condiciones estables en el entorno interno del cuerpo.
- ✓ En este caso, el desajuste en la glucosa sanguínea altera el medio interno y afecta el funcionamiento del organismo.
- ✓ La homeostasis ya no es solo una autorregulación automática (Hipócrates), sino un proceso que depende de la estabilidad interna.

Los comentarios de la o el estudiante que reflejaron este nivel son:

- “Si el nivel de azúcar cambia mucho, el cuerpo no funciona bien.”
- “No es solo que el cuerpo reacciona al momento, es que necesita mantener un equilibrio estable por dentro.”
- “El cuerpo necesita insulina para que el azúcar entre a las células. Si no hay insulina, todo se descontrola.”

Indicador del Nivel de Comprensión: Las y los estudiantes identifican que la homeostasis implica el mantenimiento de un equilibrio interno estable, no solo una reacción

inmediata. Comienzan a reconocer que algunos procesos requieren regulaciones más prolongadas y complejas.

Caso 3: Carl Ludwig - Regulación Fisiológica

Escenario: Un nadador en aguas frías experimenta cambios en su frecuencia respiratoria y cardíaca.

Explicación: El cuerpo regula el flujo sanguíneo y la respiración para mantener la oxigenación de los órganos vitales.

¿Por qué este caso refleja el nivel de Ludwig?

- ✓ Ludwig avanzó en el estudio de la homeostasis al integrar los mecanismos fisiológicos en la regulación del cuerpo, demostrando que existen sistemas interconectados con funciones específicas.
- ✓ En este caso, el cuerpo no solo mantiene el equilibrio interno (Bernard), sino que regula activamente la presión arterial, la oxigenación y la temperatura a través de mecanismos fisiológicos específicos.
- ✓ La homeostasis ya no es solo una cuestión de equilibrio químico, sino de respuestas fisiológicas organizadas.

Los comentarios de la o el estudiante que reflejaron este nivel son:

- “Cuando el cuerpo siente frío, no solo tiembla, sino que también cambia la forma en que circula la sangre.”
- “El corazón bombea diferente y la respiración cambia porque el cuerpo trata de mantenerse estable.”
- “No es solo que el cuerpo intente regularse, es que usa sistemas específicos para eso.”

Indicador del Nivel de Comprensión: Las y los estudiantes comprenden que la homeostasis implica mecanismos fisiológicos que responden a estímulos y que diferentes sistemas trabajan de manera coordinada para regular funciones vitales.

Caso 4: Walter Cannon - Interacción de Todos los Sistemas

Escenario: Un soldado en combate experimenta una herida grave y entra en estado de shock.

Explicación: El sistema nervioso activa la respuesta de lucha o huida, el sistema circulatorio intenta redistribuir la sangre, el endocrino libera adrenalina y cortisol, y el sistema inmune responde a la herida.

¿Por qué este caso refleja el nivel de Cannon?

- ✓ Cannon amplió el concepto de homeostasis al demostrar que todos los sistemas del cuerpo trabajan en conjunto para mantener el equilibrio.
- ✓ En este caso, la respuesta del cuerpo no se limita a una sola función o sistema, sino que es un proceso altamente interconectado.
- ✓ La homeostasis es vista como un equilibrio dinámico que involucra múltiples sistemas actuando en conjunto.

Los comentarios de la o el estudiante que reflejaron este nivel son:

- “El cuerpo no solo regula una cosa, sino que activa varias respuestas a la vez.”
- “Si hay una herida, el cuerpo no solo detiene el sangrado, también acelera el corazón y libera hormonas para resistir el dolor.”
- “Todos los sistemas trabajan juntos para mantener el equilibrio, incluso en situaciones extremas.”

Indicador del Nivel de Comprensión: Las y los estudiantes entienden que la homeostasis no es solo una función de un sistema aislado, sino una interacción compleja entre múltiples sistemas que trabajan juntos para mantener la estabilidad del organismo.

¿Qué se puede entender de lo anterior?

El análisis de los niveles de comprensión del concepto de homeostasis muestra cómo diferentes estudiantes lograron apropiarse del conocimiento en distintos grados de profundidad. La progresión observada en los casos seleccionados como representativos permite evidenciar cómo el proceso de enseñanza con enfoque sistémico, el aprendizaje relacional y la evaluación basada en problemas influyeron en la manera en que las y los estudiantes conceptualizaron la homeostasis, desde una visión inicial reduccionista hasta una comprensión integrada y dinámica.

En el primer nivel, asociado a Hipócrates, se identificó que algunos estudiantes concebían la homeostasis como un mecanismo de autorregulación inmediata y automática, sin intervención de otros sistemas. Los comentarios indicaban que percibían la respuesta del cuerpo como una reacción espontánea y aislada, sin necesidad de un control interno más elaborado. Esta forma de comprensión sugiere que quienes quedaron en este nivel aún no han logrado relacionar el concepto de homeostasis con procesos más amplios de regulación del medio interno. La enseñanza con enfoque sistémico permitió que estos estudiantes reconocieran que la homeostasis existe, pero todavía no alcanzaron a comprender su complejidad ni la interacción entre los diferentes sistemas del cuerpo.

En el segundo nivel, correspondiente a Claude Bernard, se observó que algunos estudiantes lograron avanzar en su comprensión al reconocer la importancia del medio interno en la regulación homeostática. A diferencia del nivel anterior, estos estudiantes entendieron que la estabilidad del organismo no depende únicamente de respuestas inmediatas y

automáticas, sino que requiere la intervención de mecanismos internos que regulan las condiciones del cuerpo de manera más prolongada. La idea de que el cuerpo necesita mantener niveles adecuados de glucosa para funcionar correctamente indica un primer paso hacia el pensamiento relacional, en el cual las y los estudiantes comienzan a vincular procesos fisiológicos con su impacto en el organismo. Sin embargo, todavía mantienen una visión en la que los sistemas funcionan de manera independiente y no necesariamente interconectada.

Las y los estudiantes que alcanzaron el tercer nivel, asociado a Carl Ludwig, lograron una comprensión más avanzada al identificar que la homeostasis no es solo un fenómeno químico dentro del cuerpo, sino que involucra mecanismos fisiológicos específicos y coordinados. Se evidenció que pudieron describir la participación del sistema cardiovascular y respiratorio en la regulación de la homeostasis, mostrando que han desarrollado una visión más sistémica del concepto. Aun así, en este nivel algunos estudiantes aún concebían la homeostasis como un conjunto de sistemas que actúan secuencialmente, en lugar de un proceso integrado en el que todos los sistemas interactúan simultáneamente. Este nivel de comprensión refleja que el aprendizaje relacional está en construcción y que, aunque estos estudiantes han avanzado en su entendimiento, todavía necesitan reforzar la noción de la interdependencia de los sistemas en el mantenimiento del equilibrio interno.

En el nivel más avanzado, correspondiente a Walter Cannon, las y los estudiantes lograron articular una visión holística de la homeostasis, en la que múltiples sistemas trabajan de manera simultánea para responder a un desequilibrio. En este nivel, la homeostasis ya no es vista como una simple regulación fisiológica, sino como un proceso dinámico en el que interactúan el sistema nervioso, endocrino, circulatorio e inmune de manera coordinada. La complejidad de los casos planteados por estos estudiantes refleja una apropiación del conocimiento más profunda, en la que pueden identificar y explicar cómo las respuestas del cuerpo dependen de múltiples factores interrelacionados. En este grupo, la enseñanza con

enfoque sistémico y el aprendizaje relacional tuvieron un impacto claro, ya que permitieron que estos estudiantes no solo comprendieran la homeostasis en su dimensión biológica, sino que también reconocieran su aplicabilidad en situaciones reales.

Por último, la evaluación basada en la resolución de problemas se evidenció a lo largo de la fase de transferencia mediante la formulación y análisis de casos diseñados por los mismos estudiantes. A diferencia de una evaluación tradicional basada en la repetición de definiciones o en la memorización de conceptos, esta estrategia permitió evaluar la comprensión de la homeostasis a través de su aplicación en situaciones concretas, promoviendo un aprendizaje significativo y contextualizado. Ahora bien, uno de los principales indicadores de que la evaluación se realizó a través de la resolución de problemas fue la capacidad de las y los estudiantes para construir escenarios que reflejaran su comprensión del concepto de homeostasis. Cada estudiante formuló un caso en el que se evidenciara un proceso de regulación del equilibrio interno, lo que implicó no solo recordar la información trabajada en clase, sino integrarla y aplicarla en un contexto específico. Al hacerlo, se enfrentaron al reto de analizar qué sistemas estaban involucrados en la regulación homeostática, cómo interactuaban entre sí y qué mecanismos específicos entraban en juego en la restauración del equilibrio, desembocando este proceso en la identificación de los diferentes niveles de comprensión.

Conclusiones

A partir del análisis de resultados, es posible concluir que la integración de la Historia y Filosofía de la Ciencia (HFC) en la enseñanza del concepto de homeostasis ha tenido un impacto significativo en la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje, alineándose en gran medida con el propósito general de la investigación. Se logró evidenciar que la inclusión de insumos educativos derivados de la HFC permitió replantear la enseñanza del concepto, favoreciendo su abordaje desde un enfoque sistémico, promoviendo el aprendizaje relacional y estructurando una evaluación centrada en la resolución de problemas. No obstante,

aunque los avances son notorios, persisten desafíos conceptuales y metodológicos que requieren ser abordados para consolidar una visión más integrada y dinámica de la homeostasis en la educación en biología.

El propósito general de esta investigación era "evidenciar el valor educativo de la Historia y la Filosofía de la Ciencia mediante el análisis de los aportes de Hipócrates, Bernard, Ludwig y Cannon, con el fin de sustentar una propuesta que enriquezca la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación del concepto de homeostasis en el aula" y la hipótesis era “el valor educativo de la Historia y la Filosofía de la Ciencia se expresa en su capacidad para ofrecer insumos conceptuales y didácticos, a partir de los aportes de Hipócrates, Claude Bernard, Carl Ludwig y Walter Cannon, que permiten resignificar los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación del concepto de homeostasis en el aula, al favorecer una comprensión sistémica, contextual y crítica del cuerpo humano, superando enfoques tradicionales, fragmentados y memorísticos” El análisis de los resultados indica que este propósito e hipótesis se cumplieron en gran medida, ya que:

- ✓ Se logró incorporar un enfoque sistémico en la enseñanza, vinculando la homeostasis con la interacción de múltiples sistemas fisiológicos y resaltando su carácter dinámico, en contraposición a visiones reduccionistas y estáticas.
- ✓ Se fomentó el aprendizaje relacional, al permitir que los estudiantes establecieran conexiones entre los desarrollos históricos del concepto y su aplicabilidad en contextos biológicos. Aunque algunos estudiantes mantuvieron concepciones fragmentadas, la progresión observada en los niveles de comprensión indica que la mayoría pudo integrar la homeostasis dentro de una red de significados más amplia.
- ✓ Se implementó una evaluación basada en la resolución de problemas, evidenciada en la capacidad de las y los estudiantes para aplicar el conocimiento adquirido en escenarios concretos. La formulación de casos permitió evaluar el nivel de apropiación conceptual

más allá de la simple memorización de definiciones, reforzando la importancia de la evaluación formativa y contextualizada en ciencias.

Sin embargo, el propósito no se alcanzó completamente en algunos aspectos. Persistieron dificultades en la construcción de una comprensión plenamente integrada del concepto de homeostasis, especialmente en lo que respecta a la interdependencia de los sistemas y su carácter dinámico. Asimismo, algunos estudiantes mostraron resistencia a abandonar modelos explicativos mecanicistas, lo que indica que aún hay margen de mejora en la consolidación del aprendizaje relacional. Asimismo, la hipótesis no se verificó completamente en el sentido de que aún persisten desafíos en la consolidación de una visión sistémica del cuerpo humano. Aunque los estudiantes lograron identificar relaciones entre sistemas, algunos aún percibieron los mecanismos homeostáticos como respuestas aisladas en lugar de procesos interdependientes y dinámicos.

Ya para terminar, este trabajo constituye un insumo valioso para futuras aplicaciones en la enseñanza de la biología, ya que demuestra cómo la integración de la Historia y Filosofía de la Ciencia puede transformar la comprensión de conceptos fundamentales como la homeostasis. Al evidenciar la progresión conceptual de los estudiantes y los desafíos persistentes en la construcción de un pensamiento sistémico, esta investigación ofrece una base sólida para el diseño de estrategias didácticas más efectivas, la implementación de modelos de evaluación contextualizados y el fortalecimiento del aprendizaje relacional en el aula.

Referencias bibliográficas

Aduriz Bravo, Agustín; Meinardi, Elsa; Revel Chion, Andrea. (2013). Elementos para un análisis histórico epistemológico del concepto de salud con implicaciones para la enseñanza de la Biología. Recuperado de: http://www.abfhib.org/FHB/FHB-08-1/FHB-8-1-01-Andrea-Revel-Chion_ElsaMeinardi_Agustin-Aduriz-Bravo.pdf

- Ardila, Enrique. (2015). Claude Bernard y la medicina experimental. *Revista colombiana de endocrinología, diabetes y metabolismo*, 2 (3), pp. 51-55. Recuperado de: <https://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/view/96/187>
- Arias Regalía, Diego; Bonan, Leonor; Goncalves, Pedro Wagner. (2019).
- Baptista Lucio, Pilar; Fernández Collado, Carlos; Hernández Sampieri, Roberto. (2014). Metodología de la investigación.
- Beneke, Klaus, González, Germán; Valentinuzzi, Max. (2012). Ludwig: The Physiologist. *IEEE Pulse*, 3 (5), pp. 1-10. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/231214143_Ludwig_The_Physiologist_Retr_oscope
- Bernard, Claude. (1865). Introducción al estudio de la medicina experimental.
- Bertalanffy, Ludwig Von. (1976). Teoría general de los sistemas. Recuperado de: <https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/Teoria-General-de-los-Sistemas.pdf>
- Black, Paul; William, Dylan. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80 (2), pp. 139-148. Recuperado de: http://edci770.pbworks.com/w/file/48124468/BlackWilliam_1998.pdf
- Cabrera Castillo, Henry Giovany; Hernández, Gilberto Manuel. (2016). La historia de la ciencia en la investigación didáctica: aporte a la formación y el desarrollo profesional del profesorado de ciencias. *Aportes para la enseñanza del concepto homeostasis derivados de su análisis histórico*. (pp. 60-73). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/319987132_Aportes_para_la_ensenanza_del_concepto_homeostasis_derivados_de_su_analisis_historico

Cannon, Walter B. (1932). The Wisdom of the body.

Castro Moreno, Julio Alejandro; Valbuena Ussa, Édgar Orlay. (2007). ¿Qué biología enseñar y cómo hacerlo? Hacia una resignificación de la Biología escolar. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 22, pp. 126-145. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/6142/614265308009.pdf>

Castellanos, Rosalba; Jessup, Margie; Oviedo, Paulo Emilio. (2000). La resolución de problemas y la Educación en Ciencias Naturales. *Pedagogía y saberes*, (15), pp. 1-8. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/234806947.pdf>

Chaves Mejía, Germán Alberto. (2016). Aportes de la historia y la filosofía de las ciencias a la estructuración del contenido disciplinar biológico. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, (Número extraordinario), 871-875. Recuperado de: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4827>

Godoy Morales, Olga Lucía. (2015). Educación en ciencias: experiencias investigativas en el contexto de la didáctica, la historia, la filosofía y la cultura. *La didáctica de las ciencias y su relación con la Historia y Filosofía de la Ciencia*. (pp. 15-34). Recuperado de: https://die.udistrital.edu.co/publicaciones/capitulos_de_libro/la_didactica_de_las_ciencias_y_su_relacion_con_la_historia_y_la

González Velandia, Oswaldo Javier. (2015). Homeostasis y enfermedad, una estrategia de aula para promover el autocuidado. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/56018/2016tesis%20finalhomeostasis.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=%E2%80%9CHomeostasis%20y%20enfermedad%2C%20una%20estrategia,concepto%20estructurante%20de%20la%20biolog%C3%ADa.>

Hacking, I. (1983). Representar e intervenir: Introducción a la filosofía natural en la ciencia. Madrid: Morata.

Hacking, I. (1999). La construcción de la realidad social. Barcelona: Paidós.

Hennesy, Sara; Osborne, Jonathon. (2007). Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions. Recuperado de: <https://www.nfer.ac.uk/media/1y3jc2tv/futl74.pdf>

Houssay, Bernardo. (1970). El significado de la obra de Claude Bernard. *Revista de estudios históricos de las ciencias médicas*, 14, pp. 7-26. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4312950>

Jarpa Azagra, Marcela; Haas Prieto, Valentina. (2017). Escritura para la reflexión pedagógica: rol y función del Diario del Profesor en Formación en las Prácticas Iniciales. *Estud. pedagóg.* [online]. 2017, vol.43, n.2, pp.163-178. Recuperado de: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807052017000200009&script=sci_abstract

Kuhn, Thomas. (1971). La estructura de las revoluciones científicas. Nueva Ed. México: Fondo de Cultura Económica. Recuperado de: https://perio.unlp.edu.ar/catedras/mmpcat3/wp-content/uploads/sites/210/2023/03/La-estructura-de-las-revoluciones-cientificas-TK_compressed.pdf

Laín Entralgo, Pedro. (1970). La medicina hipocrática. *Revista de Occidente*, Madrid. Recuperado de: <https://www.cervantesvirtual.com/obra/la-medicina-hipocratica-0/>

Lakatos, Imre. (1978). La metodología de los programas de investigación científica. Alianza Editorial. Recuperado de: <https://epistemologiaufro.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/10/lakatos.pdf>

- López Ferez, Juan Antonio. (1986). Hipócrates y los escritos hipocráticos: origen de la medicina científica. *Epos: Revista de filología*, 2, pp. 157-175. Recuperado de: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=105877>
- Lorenzano, César. (2016). La epistemología médica de Claude Bernard. *Metatheoria*, 6 (2), pp. 49-63. Recuperado de: <https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/2473/250-565-1-SM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marieb, Elaine. (2008). Anatomía y Fisiología humana. 9. Ed. Madrid: PEARSON Education. Recuperado de: [https://ifssa.edu.ar/ifssavirtual/cms/files/LIBRO%20IFSSA%20Anatomia.y.Fisiologia.Humana.Marieb%209aed.%20\(1\).pdf](https://ifssa.edu.ar/ifssavirtual/cms/files/LIBRO%20IFSSA%20Anatomia.y.Fisiologia.Humana.Marieb%209aed.%20(1).pdf)
- Martínez, María Laura El realismo científico de Ian Hacking: de los electrones a las enfermedades mentales transitorias *Redes*, vol. 11, núm. 22, octubre, 2005, pp. 153-176
Universidad Nacional de Quilmes Buenos Aires, Argentina
- Matthews, Michael. (1994). La enseñanza de la Ciencia: Un enfoque desde la Historia y la Filosofía de la Ciencia. México, Fondo de Cultura Económica, 2017. Recuperado de: <https://dokumen.pub/la-enseanza-de-la-ciencia-un-enfoque-desde-la-historia-y-filosofia-de-la-ciencia-9786071651495.html>
- Mejía Rivera, Orlando. (2021). Claude Bernard y las claves para un método de hallazgos serendípicos en los descubrimientos científicos. *Revista de endocrinología, diabetes y metabolismo*, 8 (4), pp. 103-109. Recuperado de: <http://revistaendocrino.org/index.php/rcedm>

- Morales Zuñiga, Luis Carlos. (2017). Pensamiento relacional y pensamiento crítico: fuentes del aprendizaje relacional. *Revista Electrónica: Entrevista Académica*, 1 (1), pp. 124-142. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7832408>
- Ortega Lozano, Ramón. (2013). Carl Ludwig y el fenómeno de la institucionalización como triunfo del mecanismo fisiológico. *Ludus Vitalis*, 11 (39), pp. 67-85. Recuperado de: <https://www.centrolombardo.edu.mx/ludus-vitalis/vol-xxi-num-39-2013-issn-1133-5165/carl-ludwig-y-el-fenomeno-de-la-institucionalizacion%E2%80%A8-como-triunfo%E2%80%A8-del-mecanicismo-fisiologico/>
- Ortega Lozano, Ramón. (2019). El entorno científico y filosófico de Walter Cannon. *Revista de Universidad Nebrija*, 42 (86), pp. 261-288. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7153459.pdf>
- Ortega Lozano, Ramón. (2022). El cuerpo como un todo y no como una suma de partes: La propuesta holista de Walter B. Cannon. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 54 (162), pp. 29-55. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8793596>
- Rengifo Gallego, Luz Adriana; Zambrano, Alfonso Claret. (2009). La epistemología de Toulmin como referente para la selección de contenidos en la enseñanza de la biología. *Revista Tecne, Episteme y Didaxis*, N°26, 123-141. Recuperado de: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/424>
- Saavedra García, María Luisa. (2017). El estudio de caso como diseño de investigación en las Ciencias Administrativas. *Iberoamerican Business Journal*, 1 (1), pp. 72-97. Recuperado de: <https://journals.epnewman.edu.pe/index.php/IBJ/article/view/76>
- Zalaquett, Ricardo. (2016). 400 años del descubrimiento de la circulación de la sangre. Harvey y la Filantropía. *Revista Chilena de Cardiología*, 35 (2), pp. 188-195.